



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

PROGETTO AdSP n° 1949

Componenti di intervento nel progetto di ammmodernamento 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_L0_GEN_r002_01_01.doc

SCALA: -

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GENERALE

ELABORATO:

L0_GEN_r002

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	5
2	LO STATO DI FATTO	7
2.1	DATI DI CARATTERE GENERALE E STORICO	7
2.1.1	Il porto di Trieste	7
2.1.2	Notizie storiche su Trieste	8
2.2	IL MOLO VII	11
2.2.1	Posizione geografica	11
2.2.2	Tipologia strutturale	12
2.2.2.1	L'impalcato	13
2.2.2.2	Le fondazioni	16
2.2.3	Rete acque meteoriche	17
2.2.4	Pavimentazione esistente	17
3	INQUADRAMENTO URBANISTICO E VINCOLI	19
3.1	IL PIANO REGOLATORE COMUNALE	19
3.2	IL PIANO REGOLATORE PORTUALE	19
3.3	SITO INTERESSE NAZIONALE	20
4	INQUADRAMENTO ARCHEOLOGICO	22
4.1	RINVENIMENTI ARCHEOLOGICI	22
4.2	RIFERIMENTI NORMATIVI SUI RITROVAMENTI STORICO-ARCHEOLOGICI	25
4.3	VINCOLI DI CARATTERE ARCHEOLOGICO	26
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO	28
5.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	28
5.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	32
5.3	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO	35
5.3.1	Idrografia	35
5.3.2	Idrogeologia	36
6	INQUADRAMENTO SISMICO	39



6.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA	39
6.2	ZONAZIONE SISMOGENETICA	40
6.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	40
6.4	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	41
7	PREVENZIONE INCENDI	42
7.1	VALUTAZIONE DI NON AGGRAVIO DEL RISCHIO	42
8	INDAGINI PROPEDEUTICHE ALL'INTERVENTO	43
8.1	LE ISPEZIONI VISIVE	43
8.2	INDAGINI STRUTTURALI	48
8.2.1	Campagna 2020	48
8.2.2	Campagna 2022	48
8.3	IL CAMPO PROVE	50
9	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	52
9.1	INTERVENTI STRUTTURALI	52
9.1.1	Descrizione generale degli interventi	52
9.1.2	Inquadramento normativo	54
9.1.3	Criteri generali per l'individuazione della classe di intervento	54
9.1.4	Considerazioni sui tempi e sul consumo d'acqua	55
9.2	CONSIDERAZIONI SULLA CANTIERIZZAZIONE	57
9.3	RETE ACQUE METEORICHE	59
9.4	IMPIANTI ELETTRICI	61
9.5	PROLUNGAMENTO DELLE VIE DI CORSA DELLE GRU RMG	61
9.5.1	Vie di corsa B5001 – B5002	64
9.5.2	Via di corsa B7001	65
9.5.3	Via di corsa B7002	66
10	CAVE E DISCARICHE	67
10.1	IMPIANTO DI BETONAGGIO	67
10.2	DEMOLIZIONI	67
10.2.1	Inerti	67



10.2.2	Acque da idrolavaggio e idroscarifica.....	69
11	CRONOPROGRAMMA E STIMA ECONOMICA.....	70
11.1	CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI.....	70
11.1.1	Lavori sotto impalcato	70
11.1.2	Acque meteoriche e pavimentazioni.....	71
11.1.3	Impianti elettrici.....	72
11.2	STIMA ECONOMICA	73
12	CRITERI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO.....	74

Indice delle figure

Figura 1:	vista dall'alto della banchina del molo VII	5
Figura 2.1 –	Veduta storica del porto di Trieste	7
Figura 2.2 –	Carta storica del porto di Trieste	9
Figura 2.3 –	Immagine storica del porto di Trieste del 1756.....	10
Figura 4:	cartografia del 1744 – mappa del territorio.....	11
Figura 2.5 –	Stato di fatto Terminal Container Molo VII.	12
Figura 2.6 –	Planimetria delle piastre prefabbricate con indicazione del periodo di realizzazione	13
Figura 2.7 –	Sezione trasversale tipologica.....	14
Figura 2.8 –	Schema strutturale in pianta della struttura originaria, con piastre a nervature diagonali.....	14
Figura 2.9 –	Pianta delle nervature della piastra tipologica della banchina in ampliamento.....	15
Figura 2.10 –	Sezione della piastra prefabbricata tipica.....	15
Figura 2.11 –	Carpenteria e dettagli di armatura del palo tipico (dal progetto di ampliamento).....	16
Figura 2.12 –	Punti indagati	18
Figura 3.1 –	PRGC Comune di Trieste- Estratto tavola PO2 – Tavola 6 – Zonizzazione (sett.2022)	19
Figura 3.2 –	Estratto della tavola 10 – Opere di piano di breve periodo – Assetto di piano del PRP, giugno 2014	20
Figura 3.3 –	PRGC Perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale di Trieste (Decreto MiTE 16/3/2021, n.95)	21
Figura 4.1 –	Riferimento cartografico con indicazione dei siti storici	22
Figura 4.2 –	Carta schematica delle presenze archeologiche di epoca medioevale. In rosso l'area di intervento	24
Figura 4.3 –	I siti archeologici della penisola muggesana e delle valli limitrofe modello digitale (elaborazione D.Riccobono)	25
Figura 4:	stralcio della tavola di P.R.G. "Vincoli"; nella zona di interesse non sono evidenziati ambiti di vincolo archeologico.....	27
Figura 5.1 –	Estratto della carta geologica del Friuli Venezia-Giulia, scala 1:150.000	29



Figura 5.2 – Estratto della carta geologico-tecnica, n°110144 “Trieste Sud-Ovest”, scala 1:5000	30
Figura 5.3 – Andamento delle esposizioni, scala 1:25000	32
Figura 5.4 – Andamento delle inclinazioni morfologiche, scala 1:25000	33
Figura 5.5 – Particolare delle inclinazioni morfologiche anomale attribuibili a delle depressioni e/o alle forme carsiche “Doline” oltre i rilievi montuosi fuori Trieste	33
Figura 5.6 – Estratto dei fenomeni franosi da Geoportale della Regione Friuli Venezia-Giulia.....	34
Figura 5.7 – Estratto della carta geomorfologica ed idrogeologica, n°110144 “Trieste Sud-Ovest”	35
Figura 5.8 – Inquadramento dei principali corsi d’acqua superficiali	36
Figura 5.9 – Inquadramento dei corpi idrici sotterranei	37
Figura 5.10 – Corpi idrici sotterranei del Friuli Venezia-Giulia.....	38
Figura 6.1 – Zonazione sismogenetica ZS.9 – 2004.	40
Figura 7.1: ubicazione delle prove sperimentali della campagna 2020	48
Figura 7.2: Ubicazione delle indagini sperimentali della campagna 2022.	49
Figura 7.3: Esempi tipici di fessurazioni con copriferro che impedisce di rilevare l'entità del degrado	50
Figura 8.1: Planimetria di individuazione delle classi di intervento	55
Figura 8.2: Tabella riassuntiva produttività intervento Tipo 1	56
Figura 8.3: Tabella riassuntiva produttività intervento Tipo 2	56
Figura 8.4: Tabella riassuntiva produttività intervento Tipo 3	56
Figura 8.5: Tempi impiegati per le lavorazioni.	56
Figura 8.6: Stima del consumo d’acqua.	57
Figura 8.7: Progressione lavorazioni	58
Figura 8.8: Cantierizzazione – Pianta tipo area cantiere	59
Figura 8.9 – Tipologico soluzione adottata con canaletta filtrante	60
Figura 8.10 – Individuazione delle zone di ubicazione delle due coppie di rotaie per gru RMG	62
Figura 8.11 – Sezioni trasversali nella zona di transizione fra due piastre nervate prefabbricate; a sinistra la parte relativa all’ampliamento, a destra la parte più vecchia. Si nota chiaramente la differente sagoma delle nervature.	62
Figura 8.12 – Sezione trasversale in corrispondenza della zona di confine fra banchina preesistente e banchina in allargamento.....	63
Figura 9.1 – Impianto di betonaggio.....	67
Figura 9.2 Dislocazione delle discariche per rifiuti speciali (da https://www.arpa.fvg.it/)	68
Figura 10.1: Cronoprogramma dei lavori.....	70

Indice delle tabelle

Tabella 2.1 – Stratigrafia pavimentazione esistente	17
Tabella 5.1 – Descrizione dei corpi idrici sotterranei.....	38



1 PREMESSA

Il presente progetto riguarda la realizzazione di una serie di interventi di ammodernamento infrastrutturale e funzionale del terminal contenitori del Molo VII del Porto di Trieste.

Gli interventi previsti sono:

- Ripristino strutturale all'intradosso dell'implacato (capitolo 9.1);
- Interventi alla rete acque meteoriche (capitolo 9.3);
- Ammodernamento della rete elettrica (capitolo 9.4);
- Prolungamento delle vie di corsa delle gru RMG (capitolo 9.5).

Gli interventi strutturali sono resi necessari a seguito dei fenomeni di degrado delle parti in calcestruzzo armato normale e precompresso (corrosione di armature, distacco di copriferri...) verificatisi negli anni anche a causa dell'esposizione della struttura in ambiente marino, fortemente aggressivo per la presenza di cloruri.

Gli interventi sono finalizzati a ripristinare le originarie prestazioni strutturali in termini di resistenza, funzionalità e durabilità; non si prevede un rinforzo delle strutture.

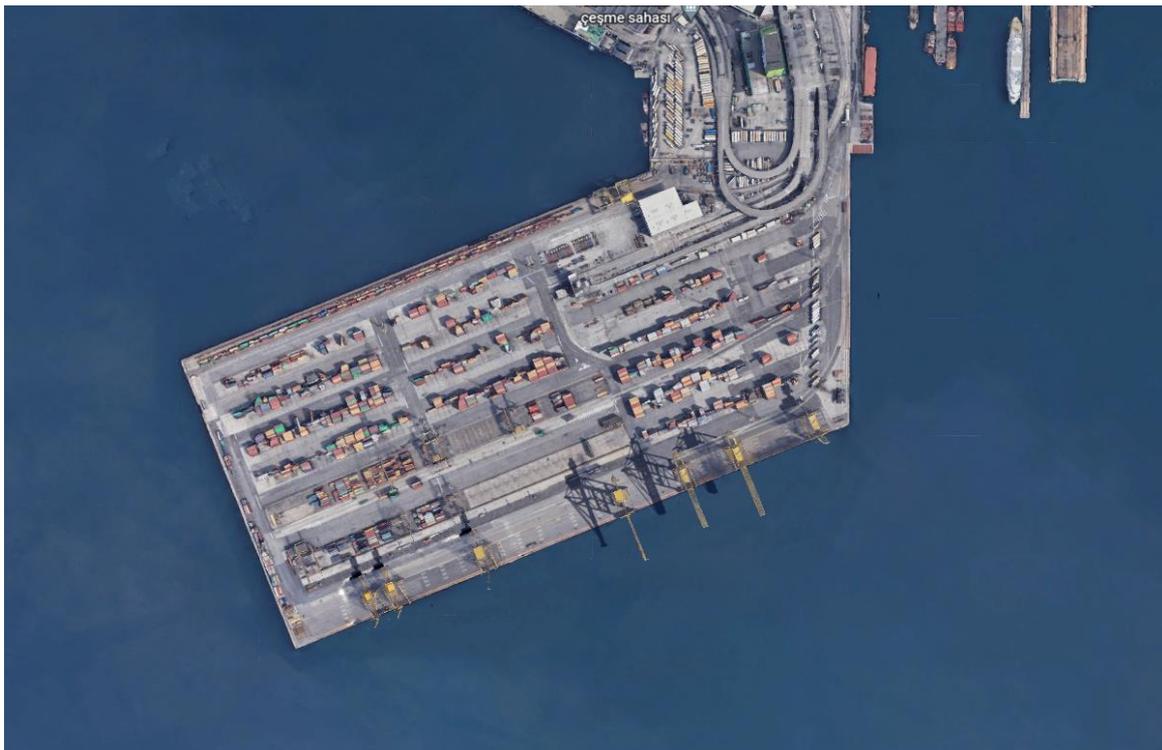


Figura 1: vista dall'alto della banchina del molo VII

Il completamento del molo VII di Trieste nella sua attuale configurazione è un'opera inserita nel vigente PRP di Trieste, come previsto dal Decreto VIA VAS n. 173 del 07/08/2015 "Molo VII – completamento".

Il completamento del molo VII, inteso come prolungamento del molo, è tassativamente subordinato alla manutenzione straordinaria dell'esistente struttura del molo VII del porto di Trieste di cui al presente progetto (progetto AdSP n.1949).



Ai sensi del succitato decreto, art. 1, sez. A, comma 8, si ritiene che l'intervento di manutenzione previsto dal progetto, rientri nella verifica di ottemperanza prevista per le nuove opere. Per pronta disponibilità si riporta il riferimento testuale del comma 8: *“i progetti esecutivi delle restanti opere di grande infrastrutturazione dovranno essere inviati al MATTM e alla Regione FVG, prima dell'inizio dei lavori, ai fini del riscontro della compatibilità del progetto con le previsioni del PRP e con i criteri realizzativi, modalità di cantiere, quantità dei materiali, fasi costruttive, lavorazioni, tipologie costruttive e tempi di realizzazione, previsti nei progetti presentati nell'ambito delle integrazioni del Piano del 2014, per la verifica di ottemperanza da parte del MATTM, sentita la Regione FVG”*.

Sarà quindi attivata presso il MASE la verifica di ottemperanza del progetto.



2 LO STATO DI FATTO

2.1 Dati di carattere generale e storico

2.1.1 Il porto di Trieste

Lo sviluppo di Trieste è storicamente legato alla presenza del Porto, che ne ha determinato in grande misura, anche la configurazione architettonico - edilizia.

L'organizzazione territoriale del Porto investe ben più di 10 km di fronte mare ma è di fatto suddivisa in tre segmenti:

- il Porto Franco Vecchio, fino al Canale, che, sviluppandosi su circa 160 ettari, si situa tra città, ferrovia e mare;
- la Parte Centrale, dal Canale a Riva Traiana, per uno sviluppo di circa 1500m di fronte mare;
- la parte a sud di Riva Traiana fino al Porto di Muggia che costituisce il Porto Franco Nuovo.

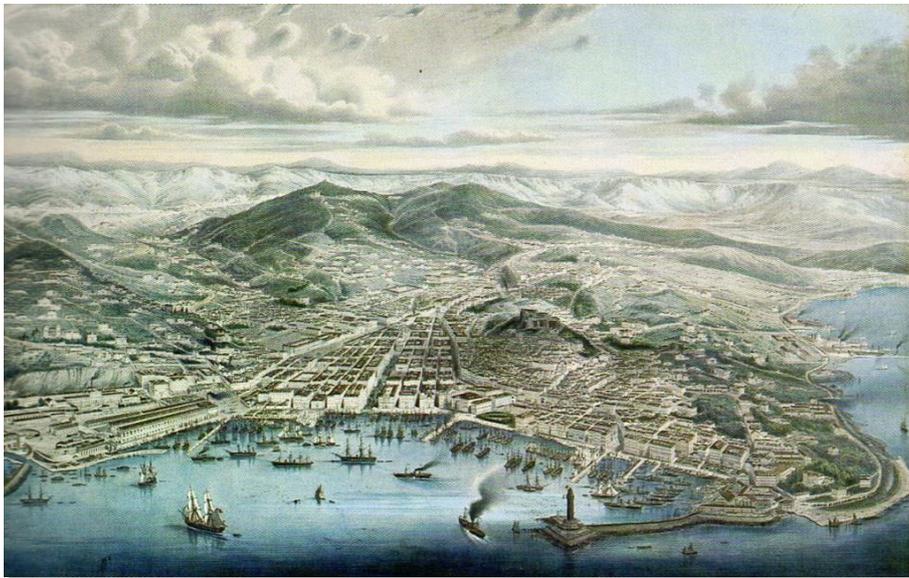


Figura 2.1 – Veduta storica del porto di Trieste

L'area d'interesse si estende in quel tratto di costa, compreso fra il Molo VI e il Porto Industriale, localizzata a Nord-Ovest della Baia di Muggia e rientra nel così detto Porto Franco Nuovo, a carattere prevalentemente commerciale e industriale.

Il porto di Trieste è suddiviso in cinque aree, tre delle quali adibite a fini commerciali e due a scopi industriali:

- il porto vecchio
- il porto nuovo
- il terminal del legname, detto scalo legnami
- il terminal industriale
- il terminal petroli che serve l'oleodotto Trieste - Ingolstadt.

La costruzione del Molo VII risale al 1965, anno in cui, grazie alla legge per le nuove opere portuali, il porto fu interessato da una serie di interventi migliorativi tra cui:



- la sistemazione di aree e servizi portuali (Riva Traiana, Punto Franco Nuovo, Scalo legnami e Porto dei Petroli);
- l'acquisto di apparecchiature meccaniche per la movimentazione delle merci;
- Il drenaggio dei fondali.

Attualmente, sul molo VII, insistono le seguenti attività:

- Terminal Ro-Ro merci Radice Molo VII - Nord
Banchina con rampa: 181m
Fondale: 8m
- Terminal Ro-Ro passeggeri Radice Molo VII - Sud
Banchina: 354m
Fondale: 14m
- Terminal Contenitori Molo VII - attività prevalente -
Banchine: 1.400m
Fondali: 18m
Piazzali: 400.000mq

2.1.2 Notizie storiche su Trieste

Le notizie storiche raccolte, qui sinteticamente esposte, sono state desunte principalmente dagli Atti del Convegno Internazionale di studi "Terre di Mare" (2007), nell'ambito del Progetto Interregionale IIIA Italia - Slovenia.

I cenni storici riguardanti la città triestina, vengono forniti come utile riferimento per l'inquadramento storico del sito.

Il nome di Trieste deriva da *Tergeste*, attribuitole dai Romani circa alla metà del I secolo.

Il nome "Tergeste" conta due parole, che derivano dal vecchio dialetto della regione: "Terg" significava mercato ed "este" città; "Tergeste" significava, pertanto, città di mercato.

Nel lungo periodo di colonizzazione, Trieste visse un vivace sviluppo economico: il Mare Adriatico era, nei rapporti commerciali con le province meridionali dell'Impero Romano, molto importante e, sebbene Aquileia svolgesse un ruolo fondamentale nel traffico commerciale, anche Trieste ebbe una grande importanza grazie alla navigazione lungo la costa istriana.

Al tempo di Traiano, Trieste si estendeva sul colle nei pressi del mare, dove oggi si trova la città vecchia. Questa contava dodicimila abitanti e possedeva due piccoli porti. Il periodo fu caratterizzato dal benessere e dalla pace: i monumenti quali la basilica, il forum, il tempio capitolino ne sono una visibile dimostrazione.

Appena nell'anno 394, quando la cosiddetta "battaglia della bora" fu vinta dall'Imperatore Romano d'Oriente Teodosio, mutò il destino della città: da questa battaglia ebbe inizio la decadenza di Roma e delle sue colonie. Molte e sanguinose battaglie furono disputate, anche se Trieste non ne fu mai direttamente coinvolta, grazie alla sua posizione geografica, lontana dalle vie di passaggio.

Tuttavia i secoli a seguire, furono per Trieste secoli di oscurità; solo nel 539 Trieste, quando divenne parte dell'Impero Romano d'Oriente, godette nuovamente di una certa stabilità che si protrasse fino all'arrivo di Carlo Magno.



Figura 2.2 – Carta storica del porto di Trieste

Nel Medioevo, Trieste si estendeva sul Colle di S. Giusto ed aveva una forma triangolare, con il vertice sulla sommità del colle e la base sul mare. Il porto era molto piccolo ed aveva il nome di "Mandracchio", mentre la città vecchia era circondata dalle mura. L'attività principale degli abitanti era il commercio del sale.

Alla fine del XIII secolo Trieste diveniva un comune libero, quindi furono coniate le prime monete. Dal XV secolo fino alla fine del XVII, si alternarono nella città brevi periodi di fioritura a lunghi periodi di oscurità.

Appena all'inizio del XVIII secolo, Trieste si risvegliò da quel torpore provinciale in cui si era trovata per diversi secoli. Grazie alla politica economica avviata da Carlo VI e continuata dalla figlia Maria Teresa, Trieste ebbe un forte sviluppo sociale ed economico. L'imperatore austriaco comprese che il futuro del suo regno era nell'economia commerciale e che era indispensabile un collegamento marittimo. Per attuare il suo piano concesse la libertà di navigazione nel mare Adriatico ed il 18 marzo 1719, con un editto, proclamò Trieste Porto Franco, dando così inizio alla storia vera del porto e della città.

Da quel momento, il porto cominciò ad occupare un posto sempre più di rilievo nel crocevia tra i trasporti marittimi e via terra del corridoio adriatico. Le franchigie doganali, come anche le molte agevolazioni e il potenziale Hinterland, attirarono commercianti, imprenditori ed avventurieri che arrivarono a Trieste da tutte le parti del mondo. La politica economica di Carlo VI fu portata avanti da Maria Teresa e fu così creata una nuova città moderna, estesa fino ad oltre le mura.

Nella seconda metà del XIX secolo, l'importanza del porto triestino crebbe grazie all'arrivo del collegamento ferroviario con Vienna e alla costruzione di nuovi complessi che, attualmente, costituiscono il cosiddetto Porto Vecchio.



Figura 2.3 – Immagine storica del porto di Trieste del 1756

Dopo varie vicende storiche, nel 1813 l'Austria assunse il governo della città. Trieste, dopo la ricostituzione del porto franco, divenne ancora una volta un'oasi felice, nella quale il commercio ebbe un nuovo slancio.

Nella prima metà del secolo, vennero fondati istituti bancari e di credito, società assicurative, imprese commerciali e marittime. Più tardi ci si preoccupò dei collegamenti con l'Hinterland e fu costruita la ferrovia meridionale Trieste – Vienna.

L'apertura del canale di Suez nel 1869 contribuì ad una ulteriore crescita economica della città, grazie al divenire più vicini paesi come le Indie ed il lontano Oriente. La città visse anche un nuovo sviluppo urbanistico ed economico, che si concluse verso la metà degli anni '20. Gli ampliamenti, invece, continuarono anche durante gli anni '60 con l'apertura dell'oleodotto transalpino e nel '70, con il completamento del terminal contenitori.

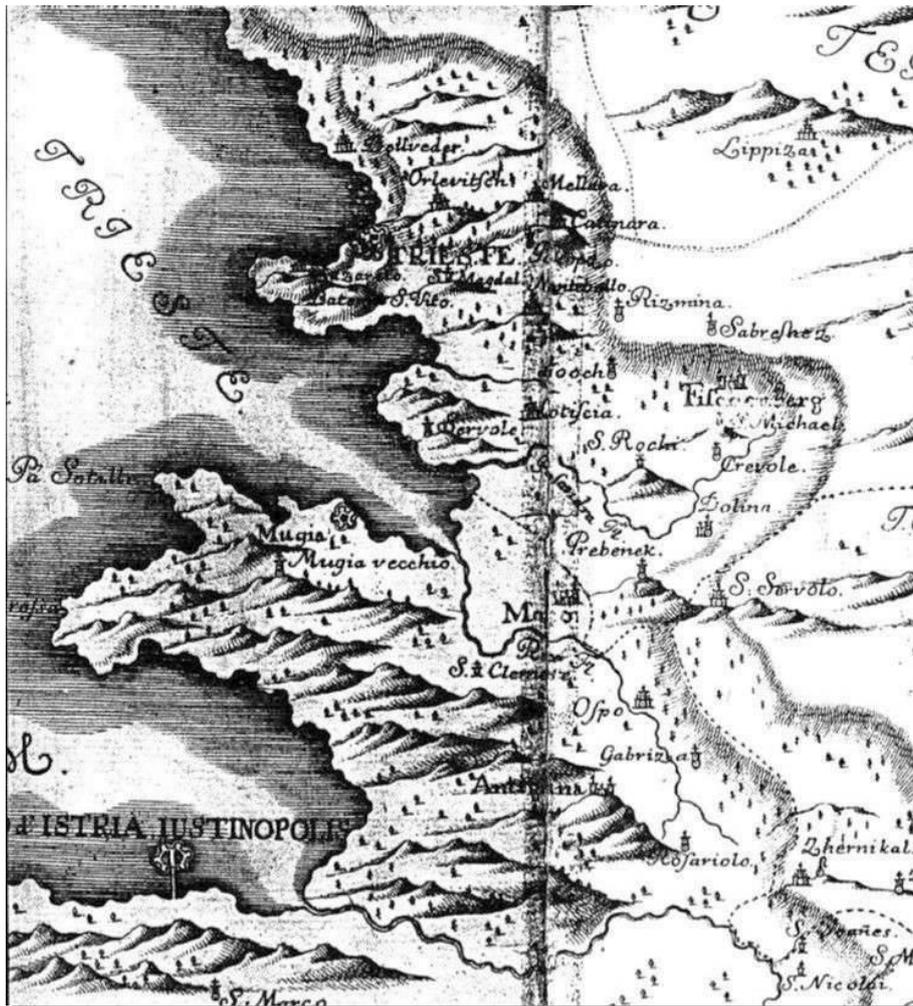


Figura 4: cartografia del 1744 – mappa del territorio

2.2 Il Molo VII

2.2.1 Posizione geografica

La Trieste Marine Terminal S.p.A. è situata nell'alto Adriatico con coordinate geografiche: LAT 45°37'55.5" N - LON 13°45'41.1" EST, ad una distanza di circa 1.710 Miglia nautiche dal Canale di Gibilterra e di circa 1.380 Miglia nautiche dal canale di Suez.

Grazie alla vicinanza di tutti i servizi portuali (Piloti, ormeggiatori, rimorchiatori) l'ormeggio alla banchina del Molo VII avviene in tempi brevi, senza alcuna restrizione sulle velocità di entrata al canale di accesso e al bacino di evoluzione.

La lunghezza delle banchine in concessione è di 650m a nord, 770m a Sud e solo questa attrezzata all'attracco di navi portacontainer.

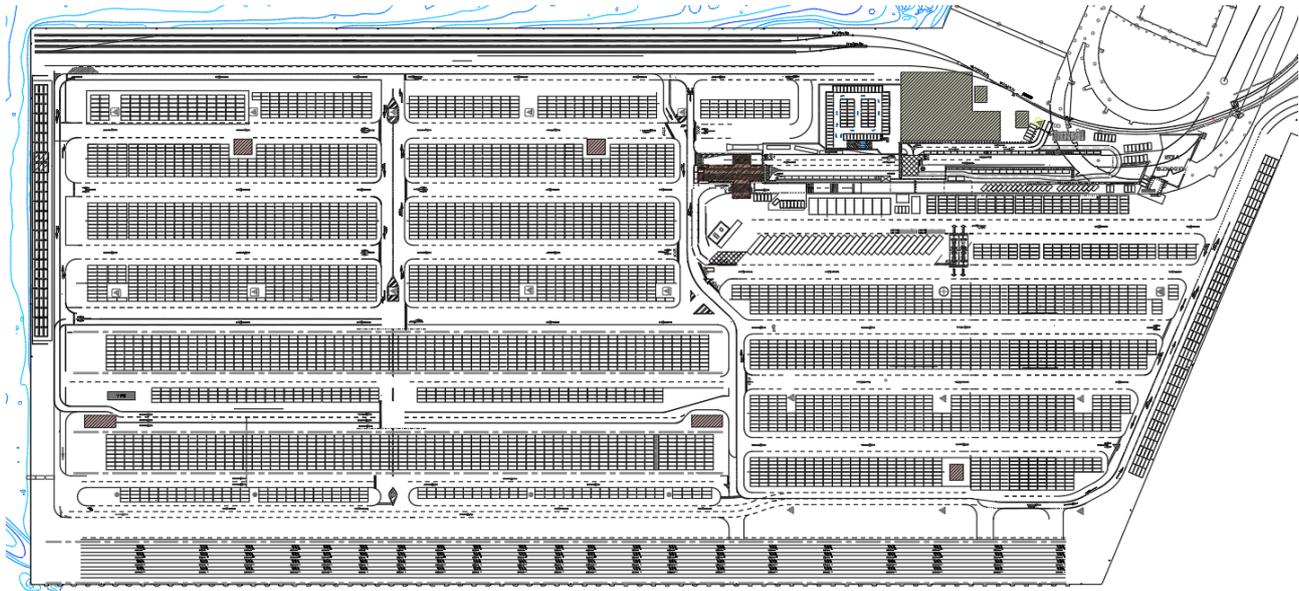


Figura 2.5 – Stato di fatto Terminal Container Molo VII.

2.2.2 Tipologia strutturale

La banchina si sviluppa con una soluzione “a giorno” per circa 367'000mq su una pianta prevalentemente rettangolare con lati di 400m x 770m con una appendice lato terra ed è costituita da un impalcato a piastre nervate prefabbricate e supportate da pali di grande diametro posti su una maglia di 9,90m x 9,90m.

La struttura è stata realizzata in due fasi successive: la prima fase risale alla seconda metà degli anni '60¹ mentre il completamento verso sud, relativo ad una ulteriore fascia larga 150m e realizzato in due lotti funzionali con tecniche costruttive molto simili, risale agli anni 1988-1999². La pianta riportata nella figura che segue consente di individuare sia la parte a giorno su pali e realizzata mediante piastre prefabbricate, sia le epoche costruttive.

¹ È disponibile il collaudo tecnico – amministrativo che attesta la consegna dei lavori nel giugno 1965 e il completamento nell'agosto 1972, a seguito di una serie di proroghe.

² Sono disponibili la relazione finale del D.L. del 2° lotto funzionale ed il relativo collaudo statico, entrambi datati 1999.

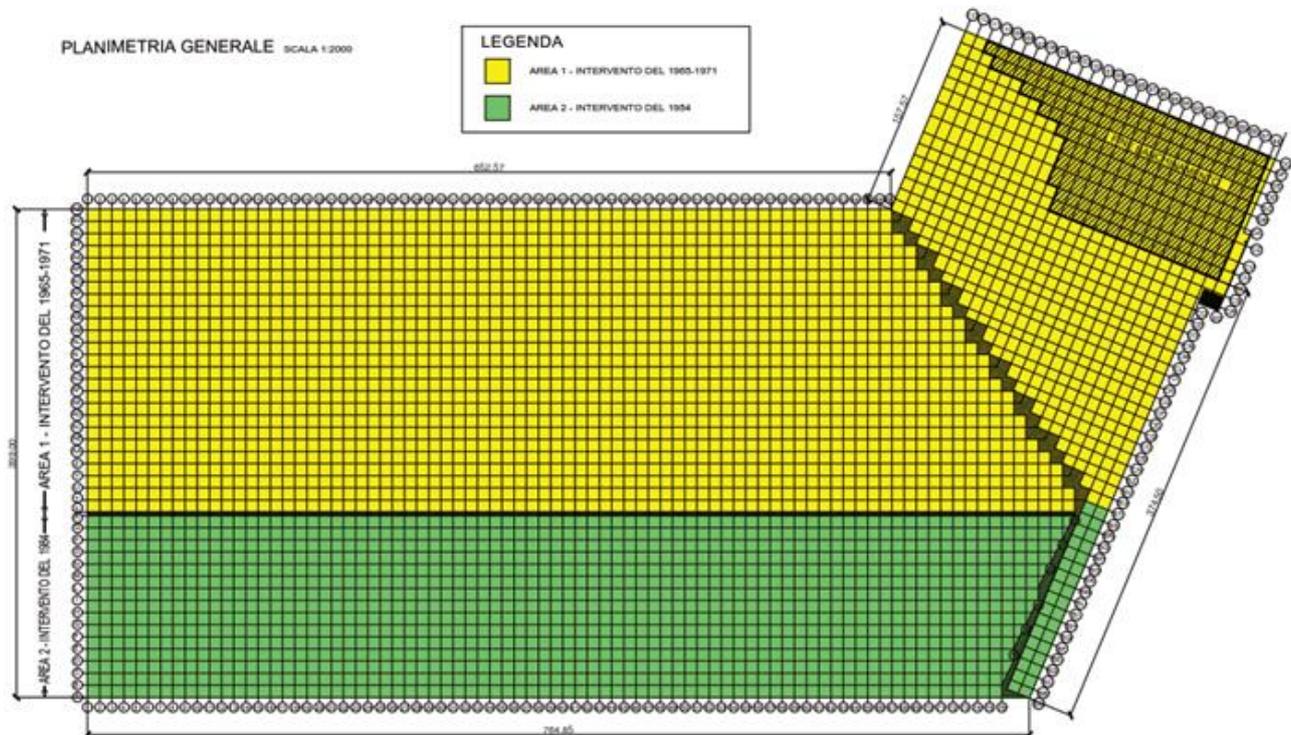


Figura 2.6 – Planimetria delle piastre prefabbricate con indicazione del periodo di realizzazione

Per entrambe le fasi costruttive è disponibile un considerevole numero di documenti di progetto originali. Il progettista è in entrambi i casi l'ing. Silvano Zorzi (IN.CO. S.p.A.) di Milano.

Per la prima fase, realizzata dall'Impresa Farsura S.p.a., sono disponibili circa 90 disegni con le relazioni di calcolo dell'impalcato (con 3 aggiornamenti) e della capacità portante dei pali. È anche disponibile la relazione ed il certificato di collaudo tecnico - amministrativo.

Per la seconda fase, realizzata negli anni '90 dall'Impresa Gambogi (successivamente incorporata in Ferrocemento – Recchi poi divenuta a sua volta Società Italiana per Condotte D'Acqua S.p.A.) sono disponibili circa 70 disegni (affidenti essenzialmente al primo lotto funzionale) e alcune relazioni descrittive e di calcolo, compresa una relazione geologica e geotecnica. Per tale fase costruttiva sono disponibili la relazione finale del D.L. (priva degli allegati sulla qualità dei materiali) ed il certificato di collaudo statico.

Le relazioni di calcolo e i disegni disponibili consentono una completa conoscenza della concezione strutturale, dei dettagli costruttivi, delle normative adottate, dei requisiti sui carichi e sui materiali, ed infine sui livelli di sicurezza, ricordando che tutte le calcolazioni erano ovviamente state condotte con riferimento al metodo delle tensioni ammissibili, in vigore all'epoca.

2.2.2.1 L'impalcato

L'impalcato è realizzato mediante piastre nervate a pianta quadrata di lato 9,90m in appoggio sui pali, ai quali sono connesse mediante getti di completamento. Le piastre delle due epoche costruttive si differenziano, oltre che per la quantità di armatura, anche per la disposizione delle nervature.

La piastra tipologica della struttura originaria progettata nella seconda metà degli anni '60 è costituita da nervature laterali sui quattro lati di sezione trapezoidale di luce 9m e pretese con 3 barre Dywidag $\Phi 32$ in acciaio



80/105 ad andamento parabolico e da travi secondarie, disposte in diagonale, di sezione trapezoidale di luce e pretese con 6 barre Dywidag $\Phi 26$ in acciaio 80/105 ancora ad andamento parabolico. La soletta ha spessore pari a 24cm e l'altezza totale della sezione è pari a 1.44m. Al di sopra della soletta è previsto uno strato ballast di 40cm. I bordi della banchina sono chiusi da travi perimetrali prefabbricate di sezione rettangolare con veletta inferiore sotto-sporgente.

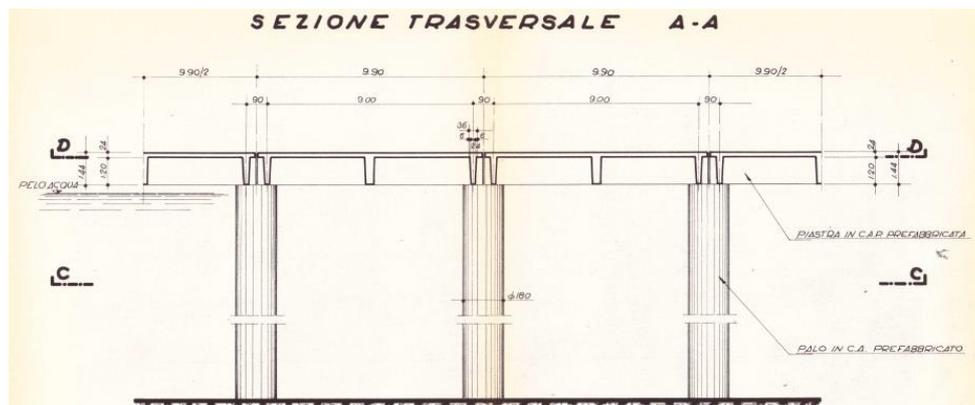


Figura 2.7 – Sezione trasversale tipologica

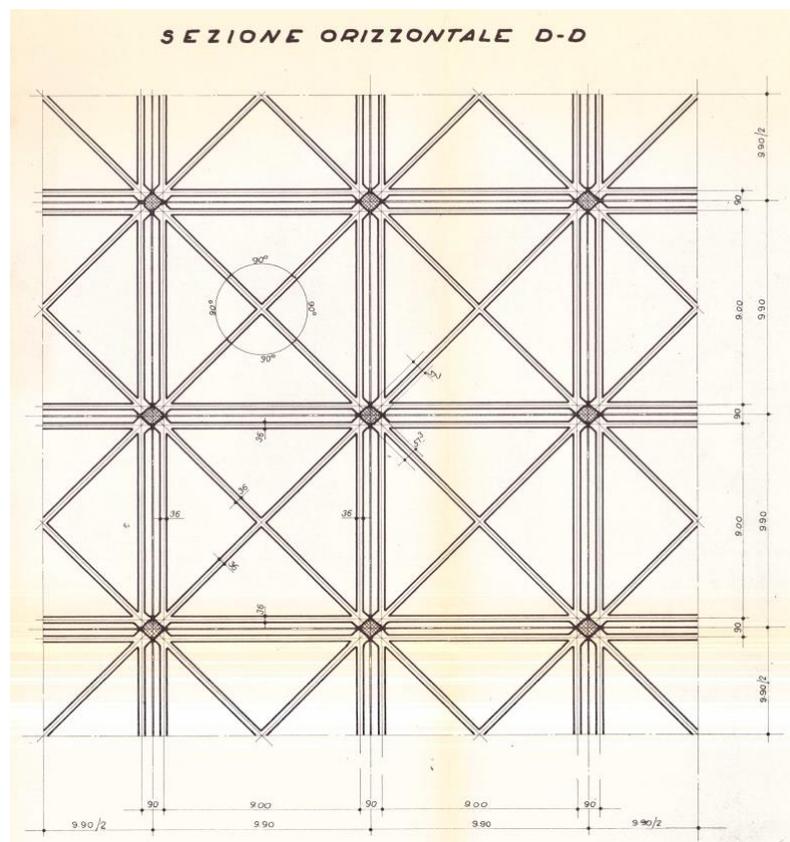


Figura 2.8 – Schema strutturale in pianta della struttura originaria, con piastre a nervature diagonali.



Le piastre prefabbricate della banchina in ampliamento (realizzazione anni '90) sono alte complessivamente 1,44m e si compongono di una soletta superiore di 26cm di spessore, di 4 nervature perimetrali e di 2 nervature ortogonali intermedie. Le nervature sono precomprese con barre $\varnothing 32\text{mm}$ in acciaio 110/125 ad andamento parabolico, in numero di 6 per le nervature di bordo e di 4 per quelle intermedie. La disposizione dell'armatura delle nervature intermedie costituisce quindi la differenza più significativa fra le due fasi costruttive. Ai vertici sopra i pali le piastre sono unite fra loro da barre curve che conferiscono una continuità assiale al piano dell'impalcato per assorbire le spinte delle bitte. Al di sopra delle lastre è previsto un massetto in calcestruzzo di 35-40cm.

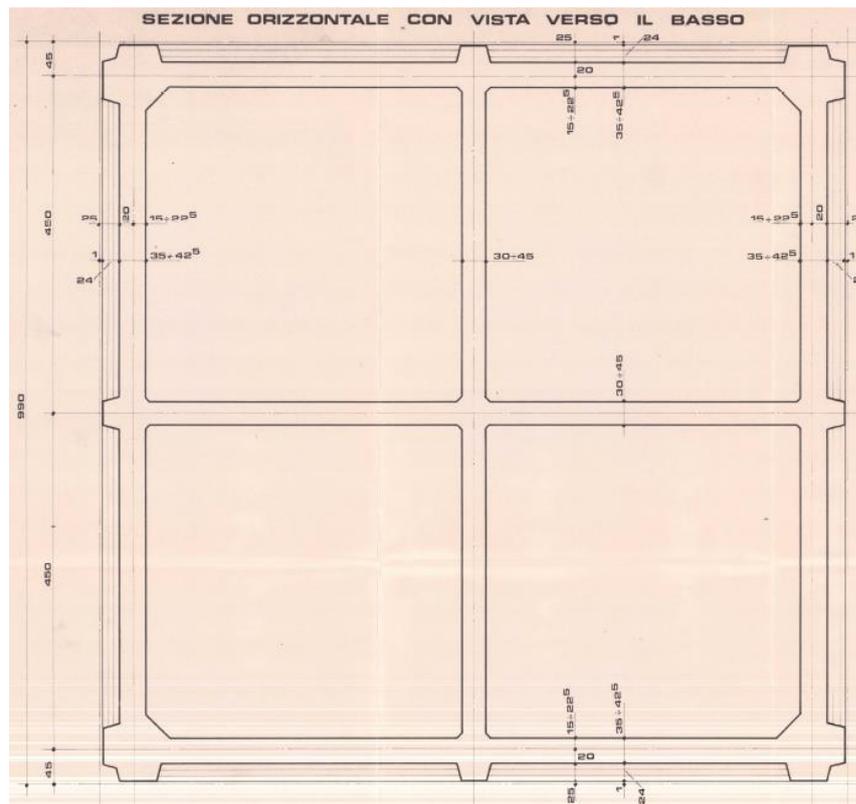


Figura 2.9 – Pianta delle nervature della piastra tipologica della banchina in ampliamento.

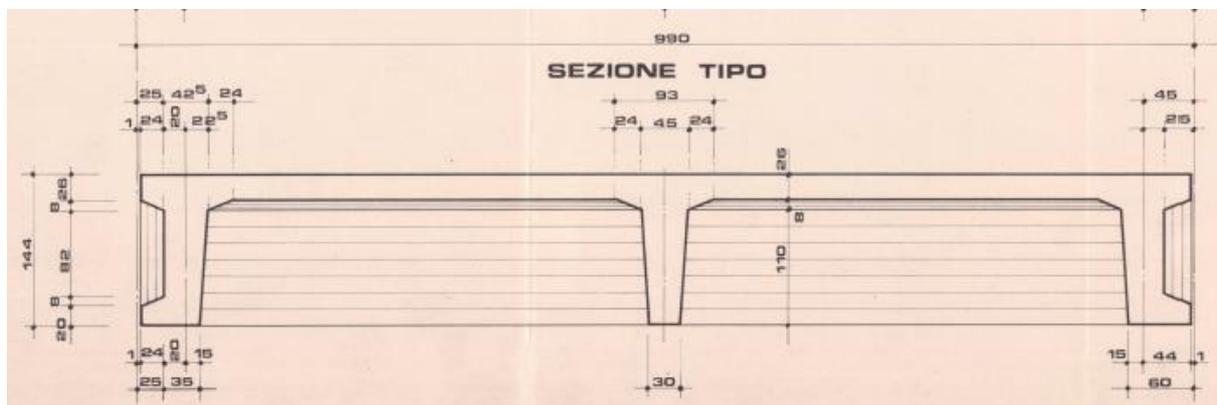


Figura 2.10 – Sezione della piastra prefabbricata tipica



2.2.2.2 Le fondazioni

Le fondazioni sono costituite da pali – colonne $\varnothing 1800\text{mm}$ cavi in c.a. prefabbricati centrifugati dello spessore di 16cm, monolitici sull'intera altezza atti ad attraversare il tirante d'acqua e la coltre limosa – argillosa, fino a raggiungere il sottostante livello di Flysch mediante l'impiego di una attrezzatura rotary; la perforazione viene poi proseguita per la lunghezza necessaria nella roccia ed il vano viene riempito di calcestruzzo armato sub-acqueo; il restante palo viene riempito in calcestruzzo non armato fino in sommità, dove sono presenti altre armature di collegamento alla banchina. La maglia dei pali è di 9,90m x 9,90m.

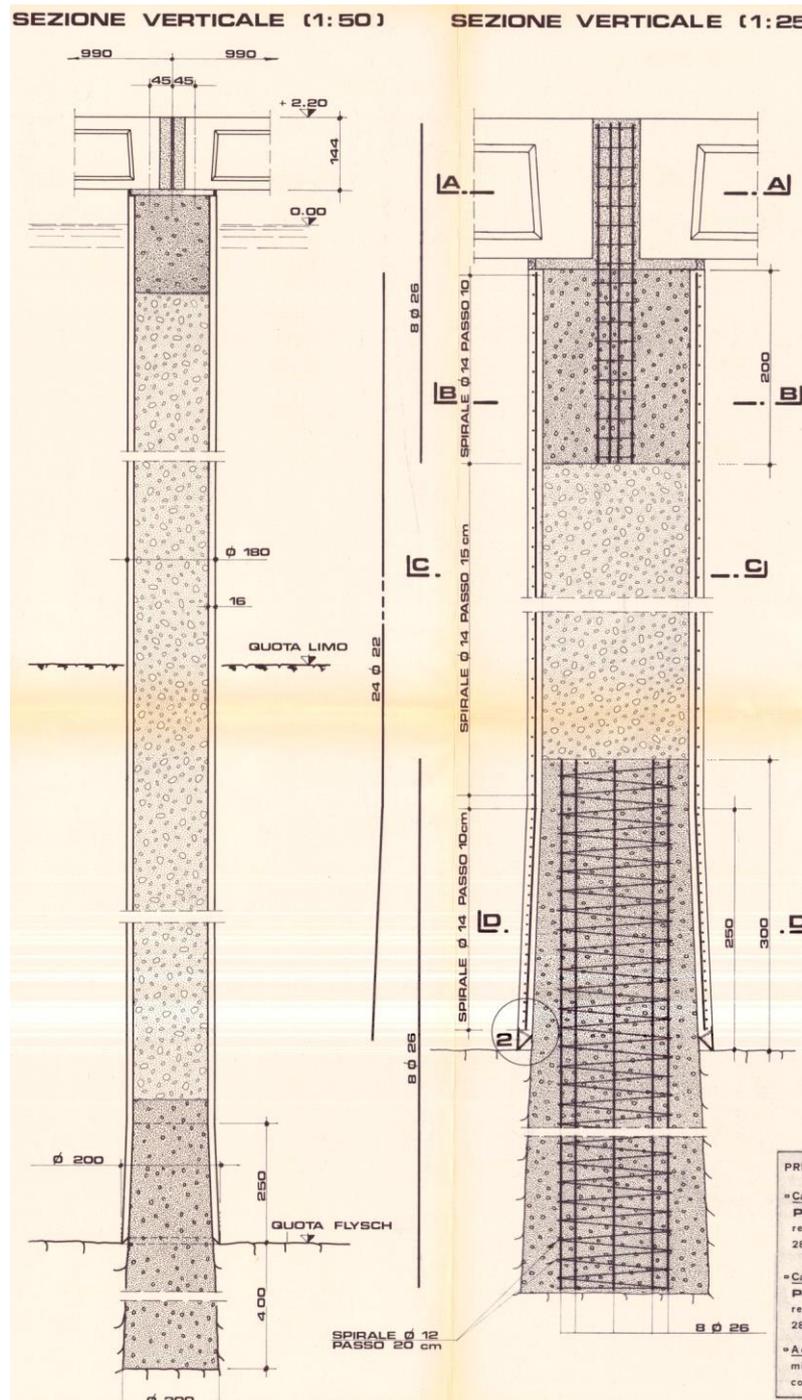


Figura 2.11 – Carpenteria e dettagli di armatura del palo tipico (dal progetto di ampliamento)



2.2.3 Rete acque meteoriche

Attualmente la banchina non dispone di un vero e proprio sistema di raccolta e trattamento delle acque di dilavamento del piazzale; le forometrie un tempo presenti sulla struttura per lo scarico diretto a mare delle acque meteoriche risultano ad oggi chiuse.

2.2.4 Pavimentazione esistente

La pavimentazione esistente è di tipo semirigida, caratterizzata da uno strato di conglomerato bituminoso variabile da 3 a 8 cm, uno strato di calcestruzzo magro per spessori variabili tra 5 e 22 cm ed infine uno strato in misto cementato che insiste sull'estradosso della piastra prefabbricata. Nel prospetto si riportano i dati rilevati in corrispondenza dei punti indagati:

Tabella 2.1 – Stratigrafia pavimentazione esistente

	Punto indagine					
	CA 01	CA 02	CA 03	CA 04	CA 05	CA 06
Conglomerato bituminoso (cm)	8	7	3	6	4	6
Calcestruzzo magro (cm)	5	8	10	16	22	20
Misto cementato (cm)	33	30	33	18	16	9+8*

* Nel punto CA 06 al di sotto del calcestruzzo magro sono presenti 9 cm di pietrame grossolano di diametro massimo 8 cm e 8 cm di misto cementato

I punti CA01, CA02 e CA03 rientrano nell'area realizzata negli anni '80 mentre i punti CA04, CA05 e CA06 in quella degli anni '60.

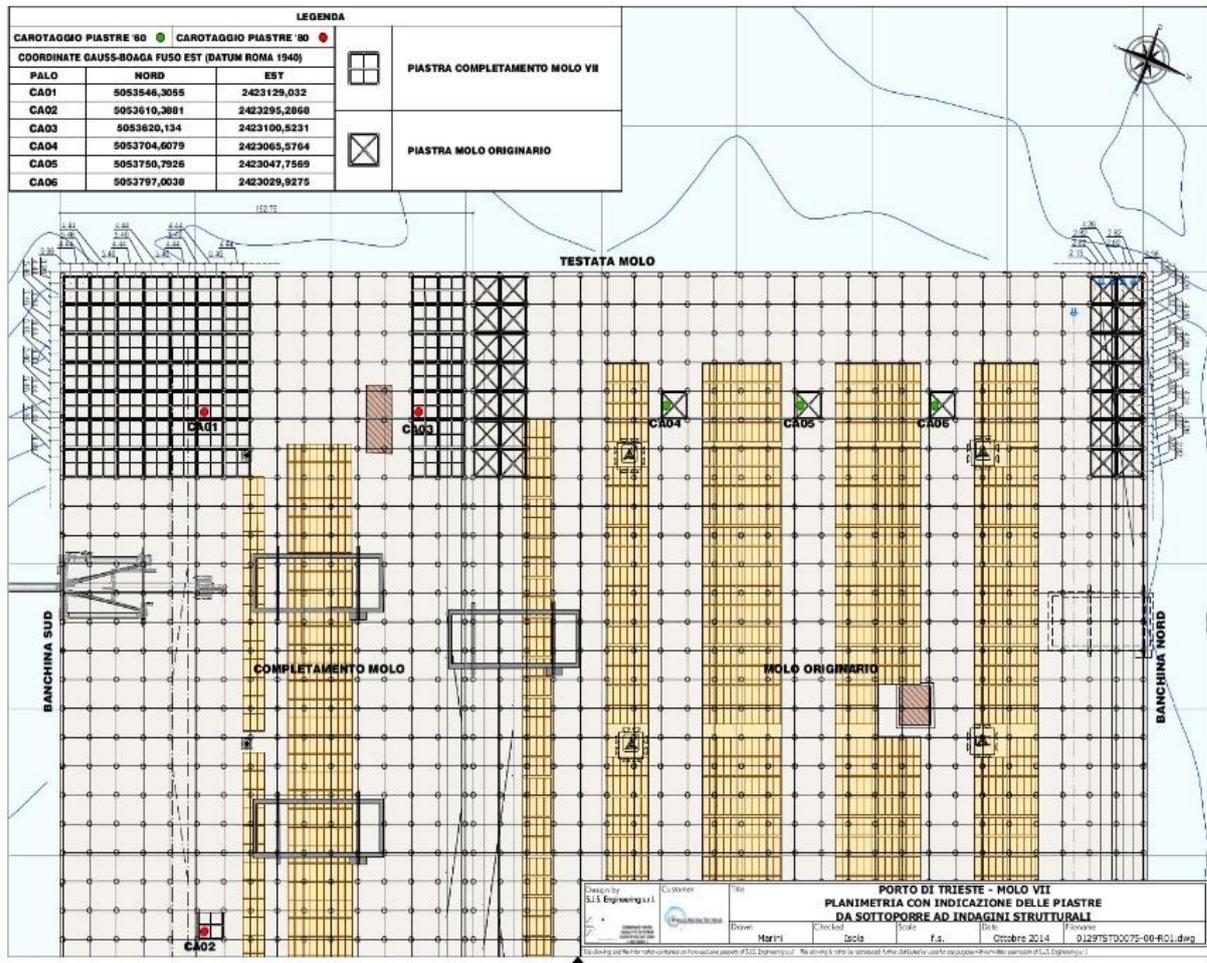


Figura 2.12 – Punti indagati



3 INQUADRAMENTO URBANISTICO E VINCOLI

3.1 Il Piano Regolatore Comunale

Il nuovo PRGC del comune di Trieste è in vigore dal giorno 05 maggio 2016.

L'intervento ricade all'interno delle aree classificate come:

Aree delle attività marittime e della logistica – L1a: Porto Nuovo

Ai sensi dell'art. 70 delle NTA in tale zona è consentito l'insediamento di tutte le attrezzature, servizi ed impianti connessi all'esercizio delle attività portuali.

L'area è demaniale di competenza pianificatoria dell'Autorità Portuale.

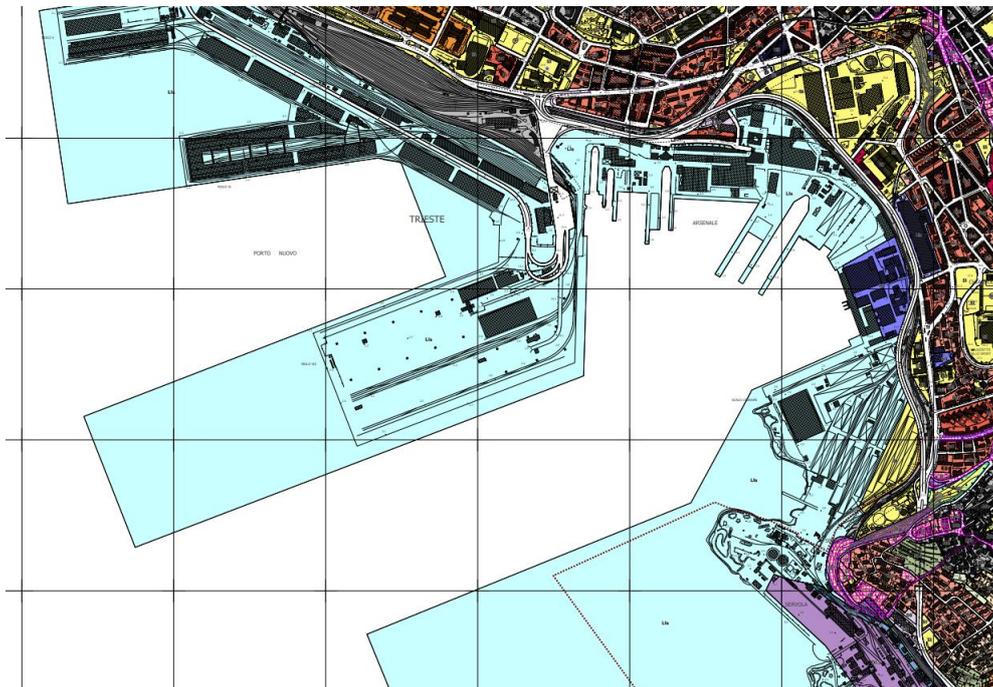


Figura 3.1 – PRGC Comune di Trieste- Estratto tavola PO2 – Tavola 6 – Zonizzazione (sett.2022)

3.2 Il Piano Regolatore Portuale

Il Piano Regolatore Portuale (PRP) è lo strumento preposto a disegnare l'assetto strutturale e operativo del porto e a individuare la destinazione funzionale delle aree comprese nell'ambito portuale.

Il Piano Regolatore Portuale è stato adottato dal Comitato Portuale il 19 maggio 2009 con deliberazione n.7/2009 dopo aver ottenuto le necessarie intese con i Comuni interessati (Comune di Trieste ed Comune di Muggia).

Il Piano, ai sensi dell'articolo 6, comma 3 ter, del decreto legislativo 152/2006, è stato assoggettato alla procedura di VIA integrata dalla VAS, comprensiva degli aspetti relativi alla Valutazione di incidenza.

Il 7 agosto 2015 il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, di concerto con il Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo, ha emanato il decreto n. 173 che dichiara la compatibilità ambientale delle opere previste dal PRP di Trieste, concludendo pertanto con parere positivo il procedimento di VIA/VAS.

L'approvazione del Piano Regolatore Portuale, spettante alla Regione Friuli-Venezia Giulia, è avvenuta in data 1 aprile 2016 con delibera della Giunta Regionale n.524.



L'ambito portuale è articolato in 6 settori portuali.

L'area di progetto rientra nel *Settore 3 – Riva Traiana e Porto Franco Nuovo*.

Il Piano Regolatore del Porto di Trieste introduce, per il Settore 3, il seguente obiettivo generale di sviluppo:

- *Riorganizzazione e sviluppo del porto operativo – Consolidamento e rilancio del ruolo di HUB del Nord*

Il Settore 3, nel lungo periodo, è costituito da una serie di opere a mare, nel caso di Molo VII:

- Banchina Nord, lunghezza: 1.270,00 m, profondità all'accosto: da - 15,00 a - 18,00 m s.l.m.m.
- Banchina Ovest, lunghezza: 420,00 m, profondità all'accosto: circa - 20,00 m s.l.m.m.
- Banchina Sud, lunghezza: 1.570,00 m, profondità all'accosto: da - 17,00 a - 20,00 m s.l.m.m.
- Radice, dente di accosto per Ro-Ro.

Gli interventi previsti nel presente progetto sono complementari al progetto di ampliamento del Molo VII – I fase (opera A2.1.1c) che rientra tra le opere di breve periodo previste per il settore 3 dal PRP.

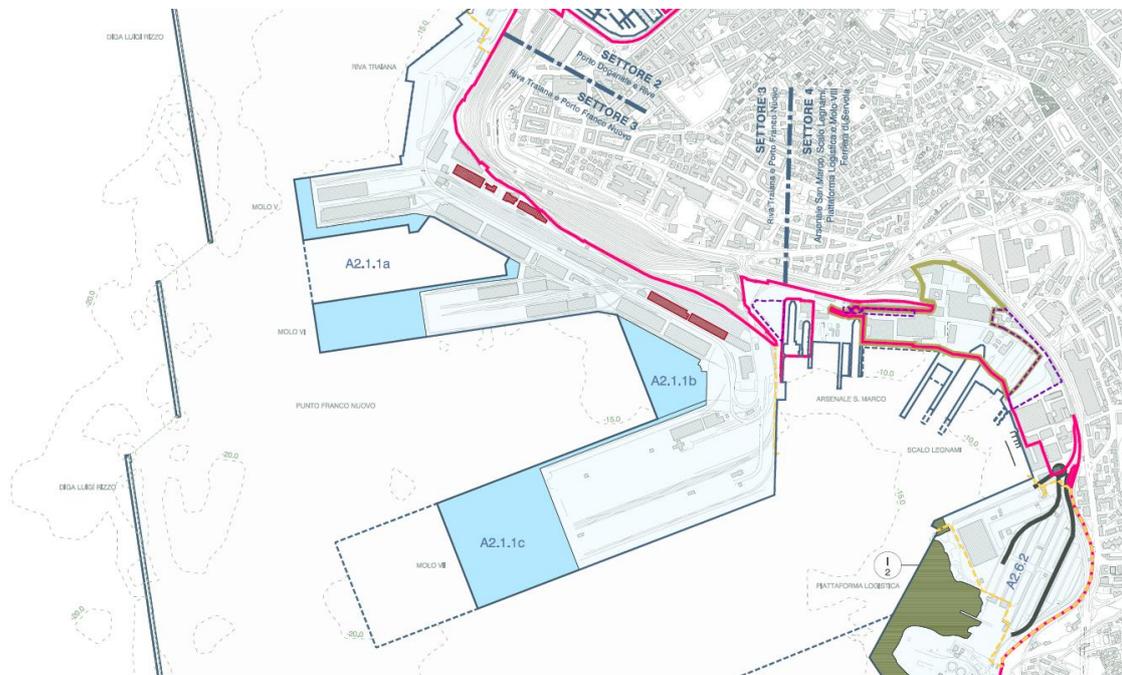


Figura 3.2 – Estratto della tavola 10 – Opere di piano di breve periodo – Assetto di piano del PRP, giugno 2014

L'area del Molo VII è classificata nel PRP, nella configurazione di assetto di Piano, come Zona omogenea portuale L - commerciale C - L.C2 Portuale commerciale – Contenitori Lo-Lo.

In tale zona omogenea, sono ammesse, in generale, Funzione portuale L – Commerciale C e la Funzione portuale L – Passeggeri P.

3.3 Sito Interesse Nazionale

Con Decreto del 24 Febbraio 2003, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha provveduto alla perimetrazione del Sito Inquinato di Interesse Nazionale (SIN) di Trieste; l'area perimetrata del SIN comprendeva la fascia costiera fra lo Scalo Legnami e la Punta Olmi e praticamente la totalità degli specchi



acquei compresi fra le dighe foranee Luigi Rizzo centrale e Sud, che fronteggiano rispettivamente il Molo VI e il Molo VII, e la linea di costa compresa fra il lato Sud del Molo V e San Rocco.

L'area perimetrata a terra (190 ettari, dopo la ridefinizione del perimetro del 2021) ricomprende la zona portuale e industriale a sud ovest della città di Trieste e l'area marina (1.195 ettari) ricomprende la Baia di Muggia. Il sito ricomprende anche la ferriera di Servola ed alcune aree di discarica.

L'area del Molo VII esistente non è ricompresa all'interno del SIN.

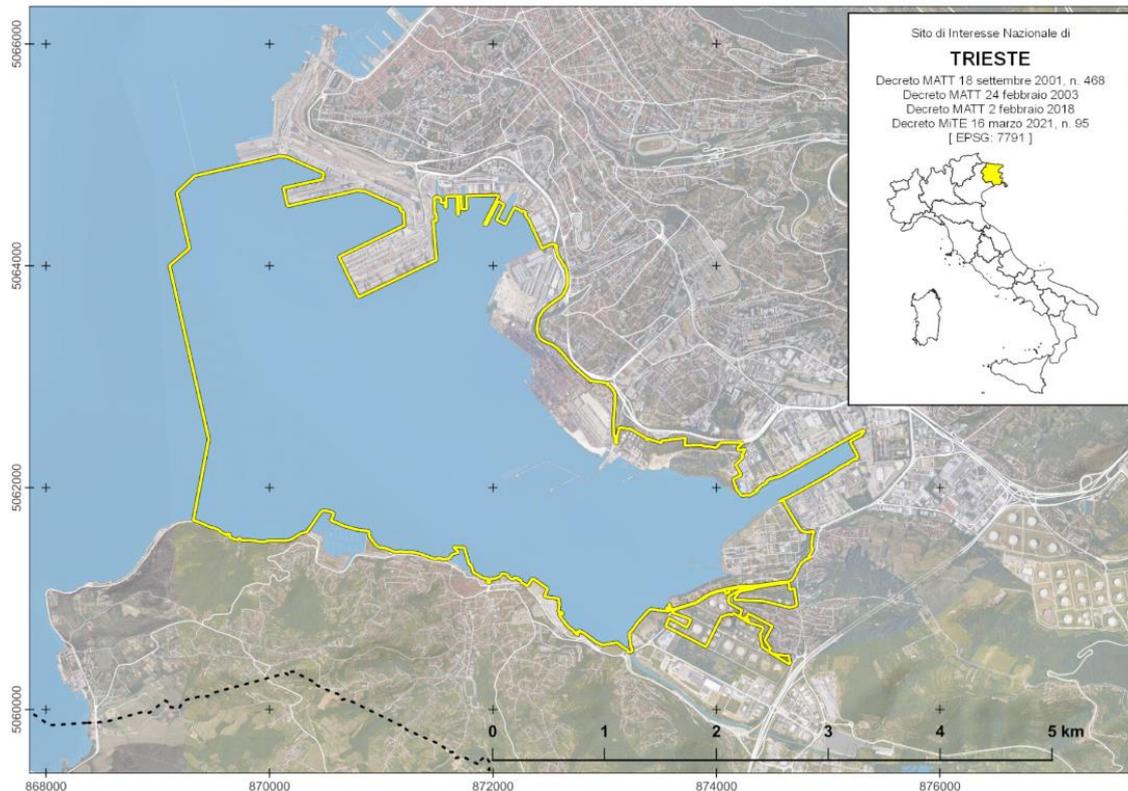


Figura 3.3 – PRGC Perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale di Trieste (Decreto MITE 16/3/2021, n.95)



4 INQUADRAMENTO ARCHEOLOGICO

4.1 Rinvenimenti archeologici

Vengono tracciate, nel presente paragrafo, le indicazioni relative ai principali rinvenimenti archeologici nel territorio costiero triestino, seguendo un ordine cronologico che ricostruisce le eventuali interferenze nell'area di progetto.

Utile riferimento è stata una ricerca effettuata lungo la costa della Provincia di Trieste, dal gruppo di lavoro italiano del Progetto Alto Adriatico, in collaborazione con l'Istituto per la Tutela dei Beni Culturali della Slovenia, che ha prodotto, tra i vari documenti, una carta archeologica (Figura 4.1) in cui si è tentato di proporre un catasto archeologico della Provincia di Trieste e della fascia costiera slovena.

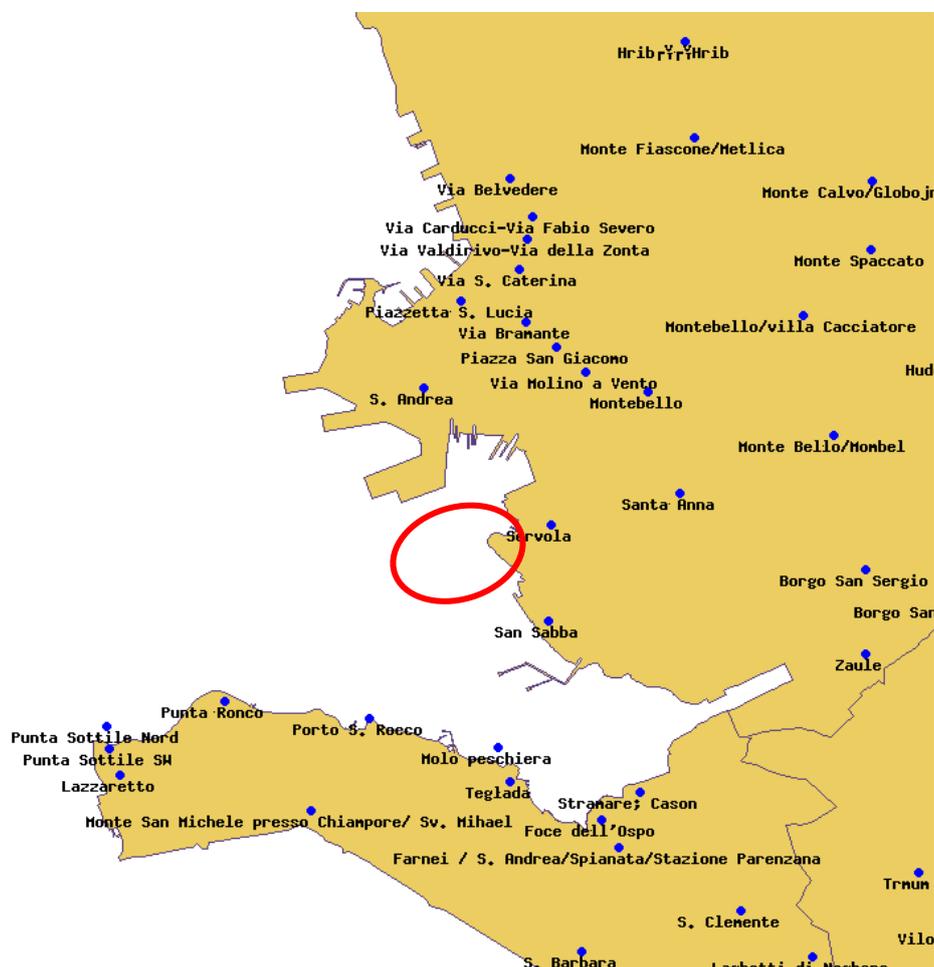


Figura 4.1 – Riferimento cartografico con indicazione dei siti storici

Nonostante il numero elevato di siti protostorici, le uniche tracce indirette di veri e propri approdi costieri sono venute alla luce solo in due tratti di costa bassa, in prossimità di corsi d'acqua o sorgenti: a *Stranare* di Muggia (1100 A.C.) e nei pressi delle risorgive del *Timavo*.

Nella provincia di Trieste, quasi tutte le testimonianze riferibili alla preistoria recente provengono da grotte o ripari sotto roccia del Carso, spesso utilizzati come luoghi di sosta e per scopi connessi con la stabulazione delle greggi.



Rivestono quindi, una notevole importanza, le labili testimonianze di una frequentazione preistorica lungo la fascia costiera marnoso arenacea, affacciata sulla baia di Muggia, nel golfo di Trieste.

Nel Progetto Interregionale Alto Adriatico, emerge chiaramente che in età romana l'occupazione stabile del territorio si attuò attraverso il moltiplicarsi di ville urbano-rustiche.

Recenti scoperte sono state fatte davanti a Punta Sottile, grazie alla collaborazione fra ricercatori italiani e sloveni: si tratta di vestigia della città romana sul mare, risalenti a duemila anni fa.

Lungo tutta la costa triestina e più in là, verso Pirano, esistevano molti insediamenti residenziali e produttivi, con un retroterra ricco di attività agricole e manifatturiere, ville marittime che, grazie alle vicinanze delle vie d'acqua, praticavano l'itticoltura. Lungo l'intero arco costiero si sviluppava una navigazione di cabotaggio che, dal litorale triestino, andava fino alle coste istriane e dalmate.

Il traffico marittimo locale, di gran lunga preferito a quello terrestre per i costi minori, nonostante i pericoli e i difficili periodi invernali, andava dai centri produttivi alle colonie e da lì, ai maggiori centri di redistribuzione come Aquileia. La città romana dipendeva dal mare e del mare viveva, con un fermento di vita e di traffici che è stata finalmente ricostruita grazie ai risultati della prima campagna di ricerche archeologiche subacquee.

Le operazioni hanno consentito la pulizia e il rilievo di due porticcioli sommersi, uno lungo il costone sud-occidentale di Punta Sottile (noto già dagli anni Ottanta), l'altro nel settore settentrionale, sempre di Punta Sottile. Successivamente è stato aperto un cantiere archeosub anche a Stramare, con la pulizia e il rilievo di tutte le strutture visibili.

E' stato il primo molo di Punta Sottile a dare le maggiori soddisfazioni: nel corso delle ricerche sono stati rinvenuti alcuni reperti, tra cui frammenti di anfore di produzione istriana per il trasporto dell'olio, ceramica fine da mensa proveniente dalle officine dell'Italia settentrionale, pentole e olle, il tutto risalente al I secolo d.C. Si tratta dei primi reperti di epoca romana, scoperti durante ricerche attuate con le tecniche moderne dell'archeologia subacquea, nella provincia di Trieste. Le segnalazioni sulla "Tergeste sommersa" infatti, sono numerose e risalgono anche ai primi del Novecento, ma mai prima erano state esplorate in modo scientifico e sistematico con una campagna mirata. E i resti romani studiati a Muggia, sono solo una parte dell'antica città sommersa.

Dalle strutture rinvenute, come le altre analoghe lungo la costa alto-adriatica, secondo gli archeologi, si rivela utile rilevare l'evoluzione geomorfologica del profilo costiero, delle variazioni, cioè, del livello del mare. All'epoca della costruzione, il livello della battigia doveva essere almeno un metro e mezzo più basso dell'attuale.

Nel corso del Medioevo, il territorio compreso tra S. Giovanni del Timavo e Muggia svolse una funzione fondamentale di cerniera geografica tra le lagune bizantine e l'Istria. La fascia costiera con i suoi approdi, sempre al riparo dai venti dominanti e invariabilmente in rapporto a preesistenze di epoca romana, fu il sottile diaframma tra i vettori adriatici e mediterranei e i territori danubiani, a partire dal vallone di Gorizia ad ovest, dalla valle del Vipacco a nord e da quella del Risano ad est.

Il momento di passaggio tra il Tardoantico e l'Altomedioevo, nel periodo compreso tra il V ed il VI secolo, vide il settore litoraneo inquadrato in un orizzonte economico e culturale ancora dinamico, all'interno dell'unità di Venezia ed Istria, sancita nell'ordinamento amministrativo romano. Ad ovest, il castrum di Grado era divenuto, dopo la conquista di Aquileia del 452, il centro di riferimento dell'autorità civile e religiosa della Venezia marittima bizantina, inserito in un dedalo di centri costieri di nuova fondazione che acquisirono sempre maggior importanza come scali portuali e punti di attracco per le navi della lotta bizantina nell'Adriatico.

L'interesse per l'antico porto risale al Cinquecento da parte di Pietro Coppo (geografo e cartografo italiano) e, nel secolo successivo, da Ireneo della Croce (predicatore carmelitano e cronista triestino) che ha riportato quanto allora era percepibile delle strutture portuali. Entrambi attestano la presenza di allineamenti di pietre



affioranti, costituenti due bracci di un bacino nella zona fra gli attuali moli Fratelli Bandiera e Venezia; tali resti sono segnalati su numerose piante, già a partire dal Settecento.

Le strutture rappresentate furono la base per la ricostruzione fatta nella seconda metà dell'800 da Pietro Kandler (storico e archeologo), che proponeva l'identificazione di un porto principale (portusnavium), di età traiana presso, la riva sudoccidentale (molo dello Zucco) a cui ne contrapponeva uno più pertinente alla città, destinato a imbarcazioni di minor tonnellaggio, ubicato sotto l'attuale piazza dell'Unità d'Italia.

Per rendere più agevole la ricostruzione delle strutture portuali della città, è utile rammentare sia i recenti rinvenimenti fatti, sia quelli avvenuti nel corso dell'Ottocento e nella prima metà del secolo successivo, in particolare nella zona di Cittavecchia. Nel 1826 sotto palazzo Costanzi, si rinvenne una banchina con approdo; un molo con ormeggio apparve alla fine dell'800 sotto l'edificio sito fra via Riborgo e Piazza del Rosario.

Negli anni '30 del secolo scorso, in seguito agli sventramenti attuati per l'apertura del Corso Littorio, attuale via del Teatro Romano, sotto il palazzo dei Lavori Pubblici vennero ritrovate palificate lignee e, a 7m di profondità, fu recuperata un'iscrizione dei primi anni del I secolo, evidentemente caduta nello specchio di mare allora esistente. Alla metà dello scorso secolo, a valle della chiesa di S. Maria Maggiore, durante gli sbancamenti per la costruzione dell'attuale scalinata delle Medaglie d'Oro, emersero una serie di strutture terrazzate su cui poggiava una vasca in cocciopesto idraulico, collegata con alcune canalizzazioni; più a valle ancora apparvero le così dette stive di anfore e palificate lignee, elementi interpretabili come pertinenti ad un approdo.

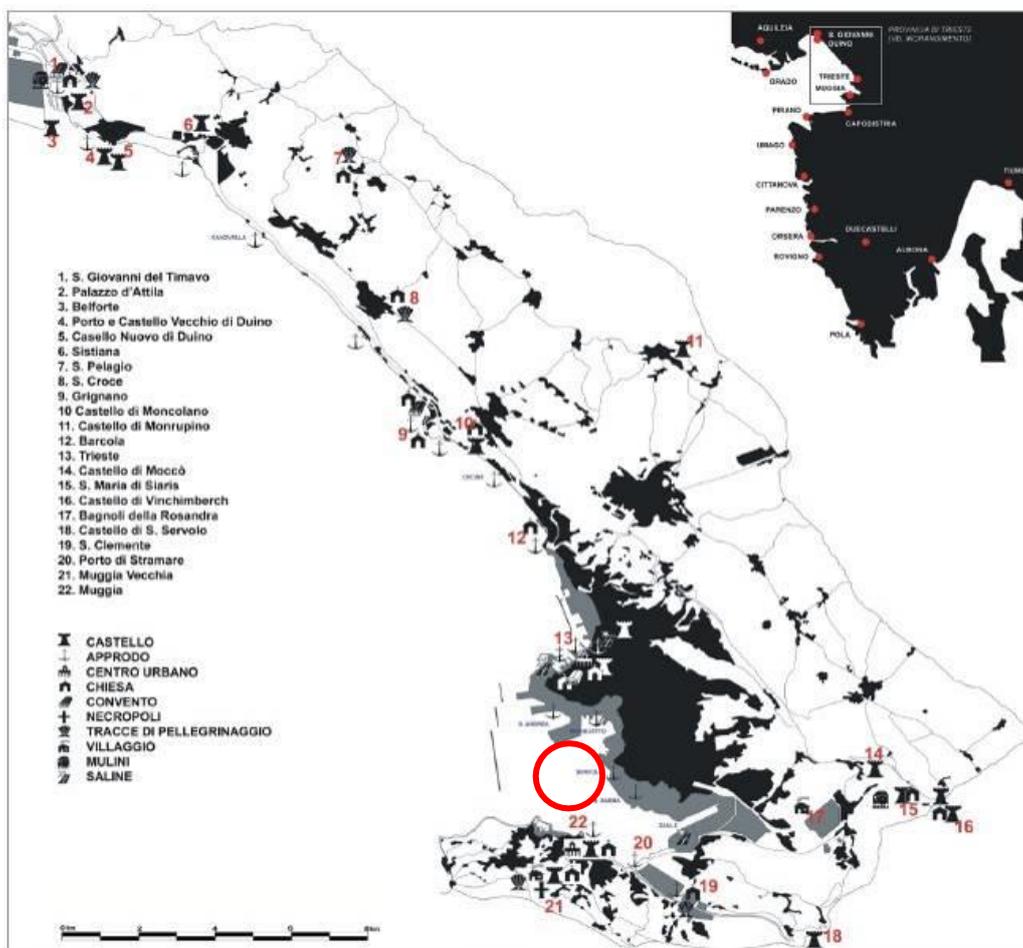


Figura 4.2 – Carta schematica delle presenze archeologiche di epoca medioevale. In rosso l'area di intervento



Di fronte al teatro romano, durante la costruzione della Casa del Fascio, occupato ora dalla Questura, si rinvennero strutture murari, e poste lungo l'antica linea di costa, segnalata anche lungo l'attuale via Dante.

La realizzazione del complesso portuale, banchina, moli e magazzini, risale probabilmente, più che a singole operazioni quali la costruzione in età traianea del porto, ipotizzato da Pietro Kandler, ad un unico progetto attuato nel corso del I - inizi II sec. A confermare questa ipotesi concorrono elementi diversi quali la datazione dei materiali, su cui furono impostate le fondazioni dei magazzini dietro alla banchina in Cavana, nonché i recentissimi rinvenimenti di una sponda murata e relativo interro, risalente alla fine del I secolo.

La costruzione degli impianti portuali presenta un notevole impatto sull'ambiente rivierasco, percepibile nelle modificazioni della linea di costa: si è verificato, infatti, un intervento antropico di interro, dovuto ai massicci riporti di materiale urbano, necessario alla creazione di maggiori superfici e aree adeguatamente estese: in particolare, anche i depositi di anfore e la palificata a valle di S. Maria Maggiore sono da interpretarsi come modalità costruttive, per far avanzare la zona costiera.

Dalle notizie sopra riportate e da quelle tratte dagli studi condotti in occasione del Convegno sui Ritrovamenti nell'Alto-Adriatico (2007), si evince che l'area del Porto Franco Nuovo, ed in particolare l'area di intervento, non è stata interessata da ritrovamenti archeologici di interesse rilevante: il tutto è rilevabile dalla planimetria allegata alla presente relazione.

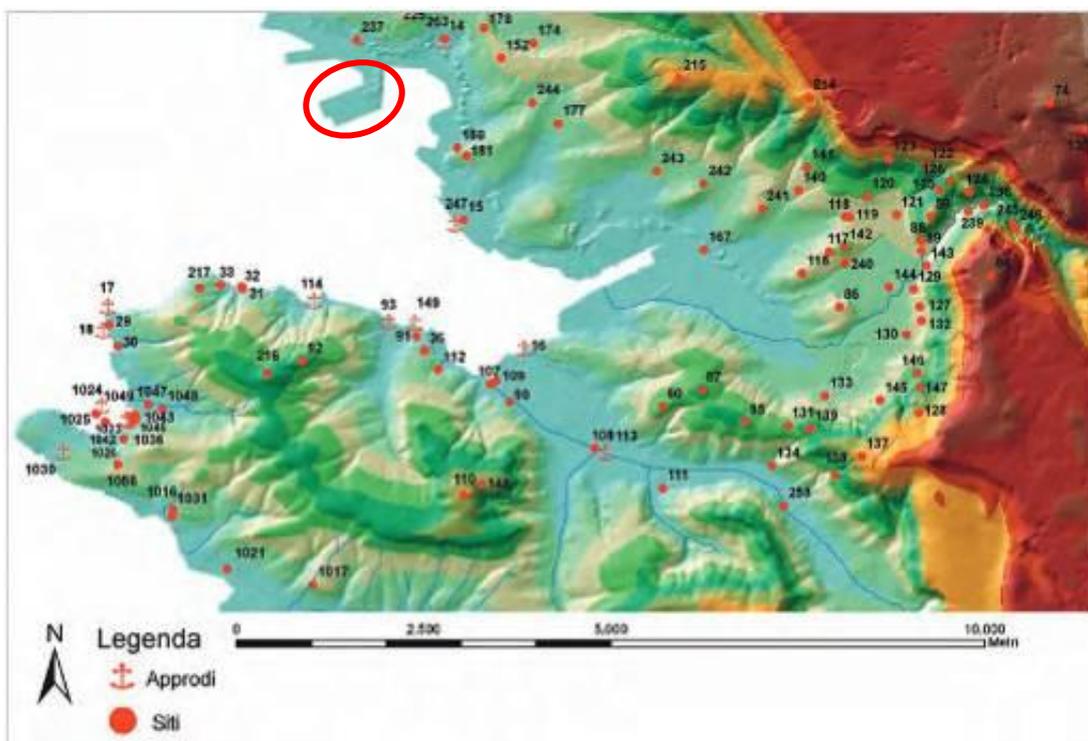


Figura 4.3 – I siti archeologici della penisola muggesana e delle valli limitrofe modello digitale (elaborazione D.Riccobono)

4.2 Riferimenti normativi sui ritrovamenti storico-archeologici

La tutela del patrimonio storico e artistico rappresenta uno dei principi fondamentali della nostra Costituzione, la quale prevede che "La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela



il paesaggio e il patrimonio storico e artistico nazionale"(art.9).

Con riferimento ai temi trattati in questa sede, in ambito storico-archeologico si considerano i seguenti principali riferimenti nell'ordinamento giuridico:

- Legge 1 giugno 1939, n. 1089 "Tutela delle cose di interesse artistico e storico";
- Codice Civile Italiano del 1942;
- Decreto legislativo 29 ottobre 1999, n. 490 "Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali", a norma dell'art. 1 della legge 8 ottobre 1997, n. 352;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137;
- Convenzione UNESCO 2001 sulla protezione del patrimonio culturale subacqueo;
- Legge 23 ottobre 2009, n. 157, di ratifica ed esecuzione della Convenzione sulla protezione del patrimonio culturale subacqueo.

A chiunque capiti di fare scoperte fortuite, di beni mobili o immobili di interesse archeologico, è richiesto di farne denuncia entro 24 ore al Soprintendente per i Beni Archeologici, al Sindaco, ovvero all'Autorità di pubblica sicurezza ed è tenuto a provvedere alla conservazione temporanea dei beni, lasciandoli nelle condizioni e nel luogo dove sono stati rinvenuti. Solo nel caso si tratti di beni mobili, dei quali non si possa assicurare altrimenti la custodia, lo scopritore, sino alla visita dell'autorità competente, può provvedere alla loro rimozione, per meglio garantirne la sicurezza e la conservazione.

4.3 Vincoli di carattere archeologico

Il Comune di Trieste è dotato di un Piano Regolatore Generale (PRGC), approvato con D.P.G.R. 0300/Pres dd. 23/9/1997 - in vigore dal 9/10/1997 - e costituito dalla Variante Generale n° 66. Successivamente sono state apportate numerose varianti puntuali, l'ultima delle quali è la n° 125 del 17/07/2014.

In merito ai vincoli di carattere archeologico le norme di attuazione del P.R.G.C. prevedono quanto segue:

Art. 109 - Beni soggetti alla tutela del D.Lgs. 42/2004

Nelle tavole dei vincoli sono riportati i seguenti beni culturali e paesaggistici, tutelati dal D.Lgs. 42/2004 e s.m.i.:

- i beni culturali di cui all'art. 10, comma 4, lett. f) e g) per i quali sia stato accertato l'interesse culturale;
- i beni paesaggistici - immobili ed aree - di cui all'art. 136, comma 1, per i quali sia stato accertato il notevole interesse pubblico;
- le aree di interesse paesaggistico, di cui all'art. 142, comma 1, lett. a), b), c), g), h), e m).

Entro le zone di interesse archeologico già accertate, è vietata ogni attività trasformativa, costruttiva o di demolizione senza il preventivo assenso del Ministero competente. Gli interventi di restauro, escavazione e catalogazione devono, altresì, essere predisposti ed autorizzati dal Ministero stesso.

A livello di pianificazione urbanistica, non sono stati individuati vincoli di carattere storico-archeologico riguardanti l'area di interesse.

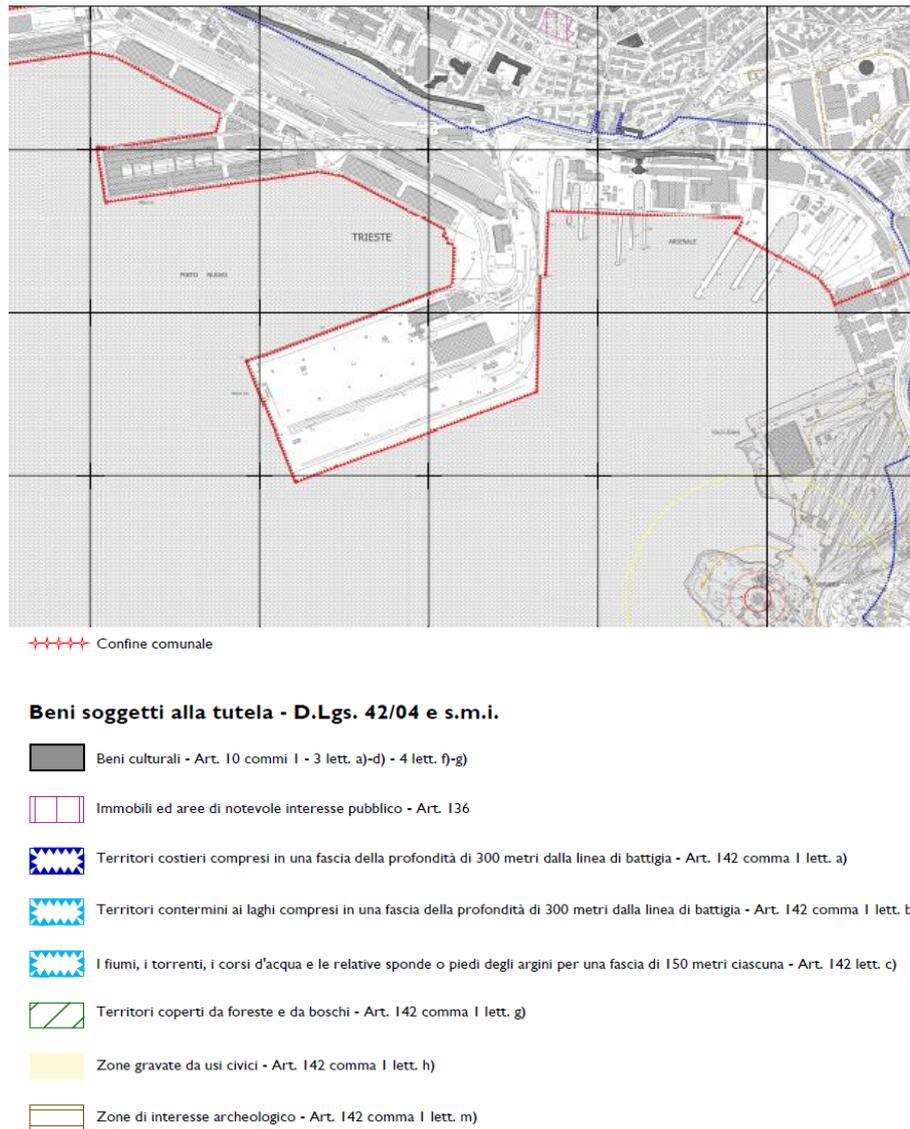


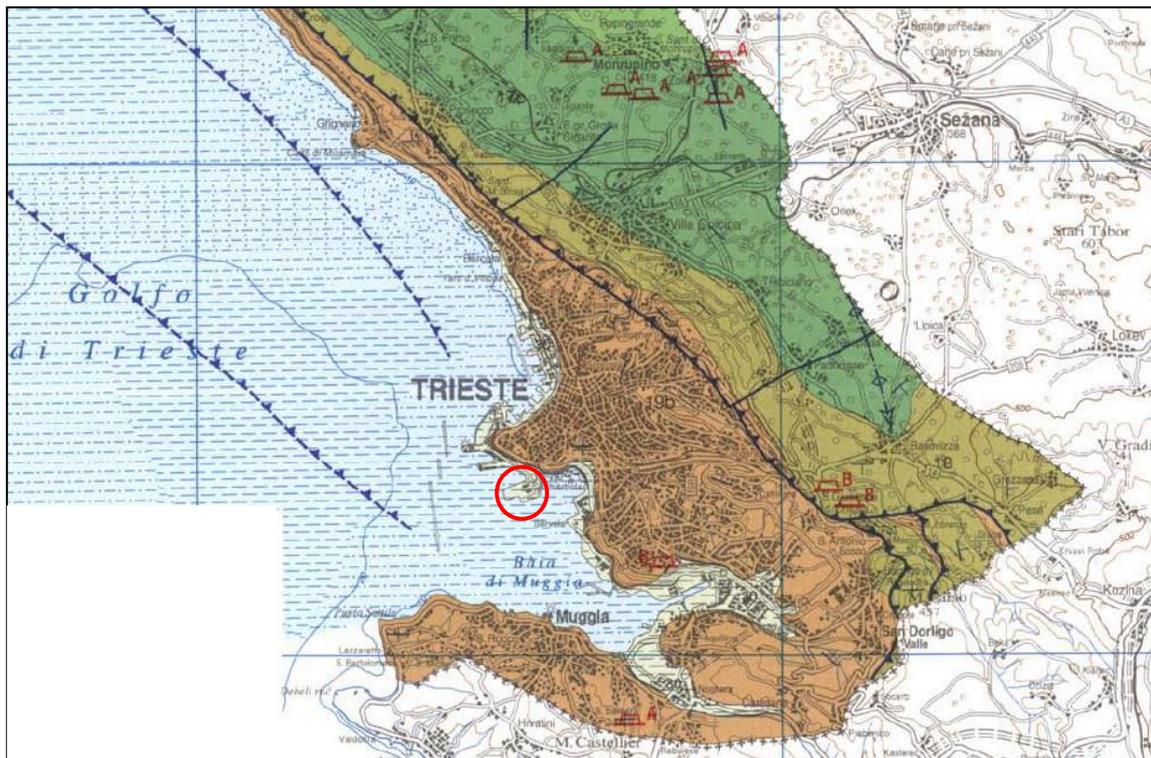
Figura 4: stralcio della tavola di P.R.G. "Vincoli"; nella zona di interesse non sono evidenziati ambiti di vincolo archeologico



5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

5.1 Inquadramento geologico

Vengono di seguito riportati degli estratti delle diverse carte geologiche, utili ad affrontare la analisi dell'assetto geologico sito specifico (cfr. Figura 5.1 e Figura 5.2). La localizzazione del sito in studio viene evidenziato mediante un cerchio di colore rosso.



Coperture quaternarie Quaternary covers	
30	Aree di bonifica e di riporto artificiale. Reclamation and antropic cover areas. Attuale
29	Sedimenti del settore marino e lagunare. Marine and lagoonal sediments. Attuale
28	Detriti di falda recenti ed attuali. Recent scree slope deposits. Olocene - Attuale
27	Sedimenti palustri e lacustri, talora torbosi. Swamp and lake deposits, sometimes peat. Olocene - Attuale
26	Sedimenti alluvionali del settore montano, della pianura e litoranei. Mountain, plain and littoral alluvial sediments. Olocene - Attuale
25	Sedimenti alluvionali del settore montano. Fluvio-glacial and alluvial sediments of the mountains. Pleistocene sup. - Olocene
24	Sedimenti fluvio-glaciali ed alluvionali della pianura. Fluvio-glacial and alluvial sediments of the alluvial plain. Pleistocene sup.
23	Depositi glaciali del settore montano e dell'anfiteatro morenico del Tagliamento. Mountain tills and Tagliamento terminal moraines tills. Pleistocene sup.
22	Detriti di falda antichi. Ancient scree slope deposits. Pleistocene ls.
21	Conglomerati alluvionali poligenici ed eterometrici ad abbondante matrice e cemento carbonatico (Conglomerato del Tagliamento ed altri depositi del Supersistema del Friuli). Polygenic and heterometric alluvial conglomerates with abundant carbonate matrix and cement. Pleistocene inf. e medio



Successione cenozoica <i>Cenozoic sequence</i>	
20b	<p>Marne siltose grigie (<i>Marna di Tarzo, Marna di S. Donà</i>); alternanze di areniti e siltiti grigie (<i>Arenaria di Vittorio Veneto</i>); conglomerati poligenici ed eterometrici prevalenti, siltiti ed arenarie (<i>Conglomerato del Montello</i>); depositi molassici epibatiali, deltizi e di conoide alluvionale con episodi lacustri. <i>Grey silty marls: interbedded sandstones and grey siltstones; polygenic and heterometric conglomerates: Molasse deposited in epibatyal, deltaic and alluvial fan environments, with lacustrine episodes. Miocene medio - sup.</i></p>
20a	<p>Brecce calcaree e conglomerati (<i>Brecce di Peonis</i>); calcareniti grossolane, siltiti e arenarie grigie con resti fossili; locali livelli conglomeratici a ciottoli carbonatici, selciferi e metamorfici (<i>Arenaria di Preplans, fm. di Val Tremugna</i>); areniti glauconitiche grossolane verdastre a pettinidi (<i>Marna di Bolago, Gruppo di Cavanella</i>); alternanze di areniti glauconitiche e siltiti arenacee (<i>Arenaria di S. Gregorio</i>); peliti con resti di molluschi e coralli (<i>Marna di Monfumo</i>); areniti glauconitiche e biocalciruditi (<i>fm. del M. Baldo</i>); depositi molassici marini di piattaforma e deltizi. <i>Calcareous breccias, megabreccias and conglomerates; coarse calcarenites, siltstones and grey sandstones with plant remains; locally conglomerates with carbonate, siliceous and metamorphic pebbles coarse, green glauconitic sandstones with pectinids; interbedded glauconitic sandstones and sandy siltstones; shales with mollusks and corals; glauconitic sandstones and biocalcirudites: marine platform and deltaic Molasse. Oligocene sup. ?-Miocene medio</i></p>
19b b a	<p>Alternanze pelitico-arenacee ben stratificate con calciruditi e calcareniti talora in potenti banchi carbonatici (<i>Flysch del Grivò: a - Megastrato del M. Ioanaz; b - M. di Vernasso; Flysch di Claut</i>); alternanze di areniti e/o siltiti con marne calcareo-silicee a clasti di quarzo e selce (<i>Flysch di Cormons, Flysch di Clauzetto, "Flysch di Trieste"</i>); depositi di bacino. <i>Interbedded shales and sandstones with calcirudites and calcarenites, sometimes in thick carbonate beds (a, b), alternation of sandstones and/or siltstones with calcareous-siliceous marls with quartz and silica clasts: basinal deposits. Paleocene p.p. - Eocene medio.</i></p>
19a	<p>Calcsiltiti grigio-nerastre con banchi di breccia ed areniti nella parte superiore (<i>Membro di Drenchia, Flysch di Uccia</i>); calcareniti con brecce e calcilutiti (<i>Flysch di Clodig, Flysch di M. Brieka</i>); alternanze arenaceo-pelittiche, con spessi orizzonti di breccia (<i>Flysch dello Iudrio</i>) e peliti rossastre ad arenarie grigie intercalate (<i>Flysch di Calia</i>); arenarie con orizzonti calciclastici (<i>Flysch di Masarolis</i>); depositi di bacino. <i>Grey-blackish calcsiltites, with breccia beds and sandstones intercalations towards the top; calcarenites with breccias and mudstones; sandstone-shale alternations, with frequent breccia beds and reddish shales with interbedded grey sandstones; sandstones with calcareous clastic beds: basinal deposits. Cretacico sup. - Paleocene p.p.</i></p>
18	<p>Calcarei grigi e nocciola a stratificazione metrica o indistinta molto fossiliferi (<i>Calcarei a Miliolidi, Calcarei a Nummuliti ed Alveoline, Mb. di M.te Grisa e Opicina, Liburnico: Vreme e Cosina</i>); brecciole carbonatiche e marne debolmente arenacee con nummuliti; depositi di piattaforma. <i>Grey and dark brown fossiliferous limestones in m-thick beds or massive; carbonate breccias and sandy marls with nummulites: platform deposits. Paleocene - Eocene inf.</i></p>
Successione mesozoica <i>Mesozoic sequence</i>	
17c	<p>Calcarei bioclastici biancastri, massicci con abbondanti rudiste, talora con intercalazioni di calcari micritici (<i>Calcarei di M. Cavallo, Calcareniti del Molassa, Calcarei di Aurisina, Fm. dei Calcarei del Carso triestino p.p.</i>, <i>Calcarei di Monte San Michele</i>); depositi di piattaforma aperta. <i>Whitish bioclastic limestones, massive, with abundant rudists, sometimes with interbedded micritic limestones: carbonate platform deposits. Cretacico sup.</i></p>
17b	<p>Brecce con clasti dolomitici, compatte, di colore grigio; dolomie grigio chiare e grigio scure, con laminazioni nerastre (<i>scisti di Cormeno</i>), dolomie nere saccaroidi; lenti di brecce e calcari dal rosso mattone al giallastro; calcari grigi a rudiste (<i>Fm. di Monrupino, Mb. di Rupingrande</i>); depositi di piattaforma. <i>Grey breccias with dolomitic clasts; light grey spartic dolostones, dark grey dolostones with blackish laminations; breccia lenses and brick red-yellowish limestones: carbonate platform deposits. Cretacico inf.- sup. p.p.</i></p>
17a	<p>Marne e calcari mamosi rossastri e grigi a frattura scagliosa, debolmente nodulari, a stratificazione cm-dm; locali brecce ed olistoliti carbonatici (<i>Scaglia rossa, selciferi e variegata</i>); depositi di bacino. Talora, alla base, brecce in bancate massicce con clasti calcarei a frammenti di rudiste (<i>Brecce di Grignes, Calcarea di Volzana, Calcarei del Fadalto, Calcarei di Andreis</i>); depositi di scarpata. <i>Reddish and grey marls and marly limestones, slightly nodular, in cm-dm-thick beds; locally, carbonate olistoliths and breccias are found: basinal deposits. Sometimes at the base, massive calcareous breccias with clasts of rudist-bearing limestones occur. Cretacico inf. - Eocene inf.</i></p>
16c	<p>Calcarei stratificati dm-m, biancastri, grigi e nocciola, di aspetto porcellanaceo, con frequenti strutture di emersione, talora con brecce, argille residuali e stromatoliti (<i>Calcarea del Cellina, Mb. di M.te Coste, Calcarei di S.Donà</i>); depositi di piattaforma protetta. <i>Well stratified whitish, greyish and brownish limestones, with karst features, sometimes with presence of breccias, residual clays and stromatolites: protected shallow water platform deposits. Giurassico sup. - Cretacico inf.</i></p>

Figura 5.1 – Estratto della carta geologica del Friuli Venezia-Giulia, scala 1:150.000

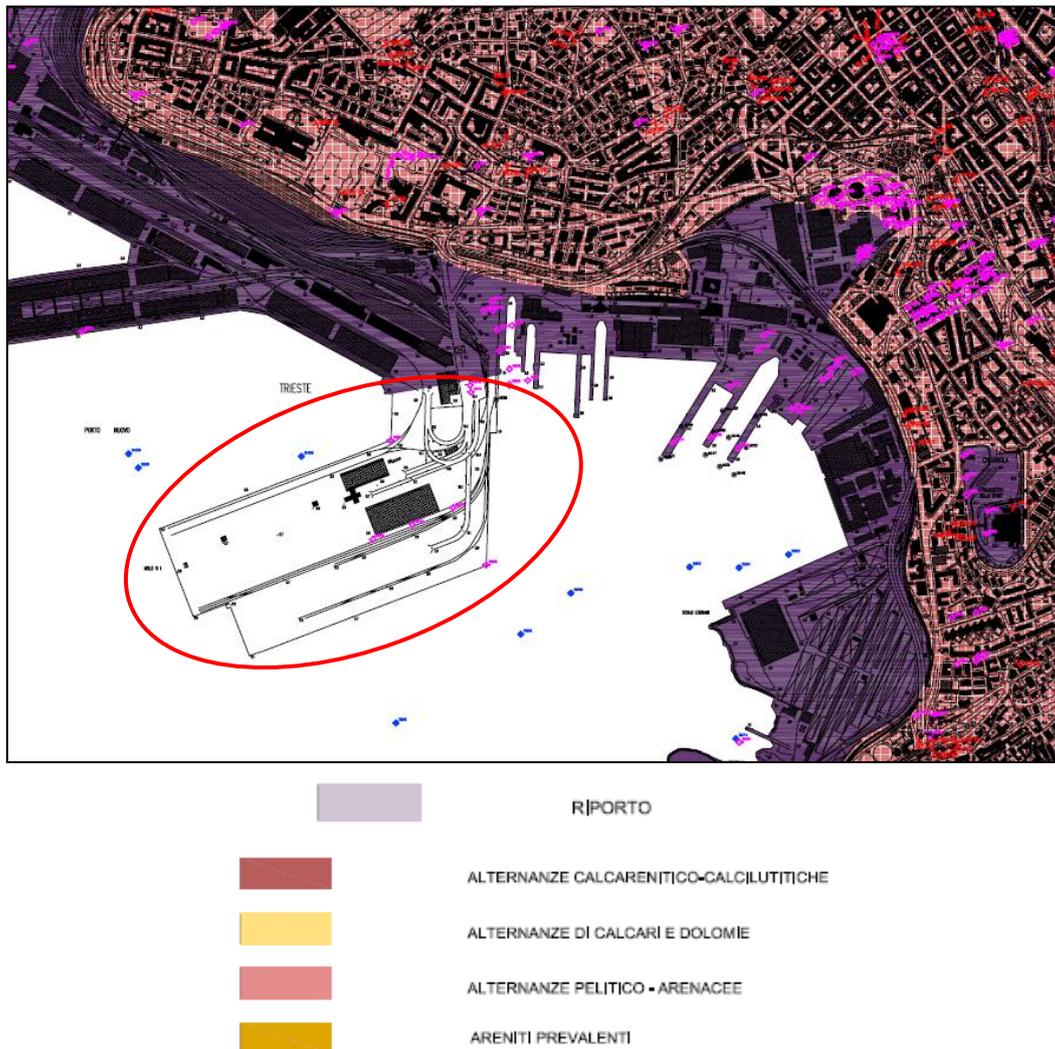


Figura 5.2 – Estratto della carta geologico-tecnica, n°110144 “Trieste Sud-Ovest”, scala 1:5000

Dall'analisi del materiale sopra riportato è possibile sintetizzare l'assetto litologico complessivo nelle seguenti formazioni:

- Riporto.
- Sedimenti di origine marina/continentale.
- Flysch triestino (*alternanza di marne ed arenarie*).
- Formazioni carbonatiche (*principalmente calcari ed in minor misura dolomie*).

Le rocce carbonatiche affioranti nell'area triestina sono riferibili ad il periodo Cretacico o Mesozoico. Le stesse si presentano da compatte a stratificate, spesso intensamente fratturate lungo le principali dislocazioni tettoniche, e presentano una morfologia intensamente caratterizzata da fenomeni, epigei ed ipoge, di carsismo. Quest'ultimo fattore, il carsismo, condiziona inoltre la presenza di depressioni morfologiche ed anche delle famose forme note come “*Doline*”.

La formazione litologica che però assume una maggior importanza, in riferimento all'opera in progetto, consiste nel *Flysch triestino*. La formazione litologica qui citata è costituita da una fitta alternanza di marne ed arenarie,



originatesi in ambiente di deposizione marino (*Eocene*).

Viene di seguito riportato un estratto della pubblicazione “Caratteristiche geolitologiche e geomeccaniche del Flysch della Provincia di Trieste” (Onofri, 1982):

“Le marne sono rocce prevalentemente carbonatiche argillose, sovente fogliettate, abbastanza fragili; la roccia sana ha un colore variabile da grigio ceruleo a grigio cupo. Sotto l'azione degli agenti atmosferici le porzioni più superficiali di questo litotipo assumono un caratteristico colore ocraceo. Sono rocce nel complesso impermeabili e, pertanto, le acque possono avere difficoltà a penetrare a grande profondità in seno all'ammasso. (...) È facile comprendere come anche questa caratteristica (l'immersione in acqua) possa avere un ruolo decisamente negativo nei riguardi del comportamento meccanico della massa rocciosa nel suo insieme, specie nelle sue porzioni più prossime al piano campagna.

Le arenarie della zona di Trieste sono prevalentemente delle calcareniti, cioè rocce a matrice carbonatica, che ingloba una frazione detritica costituita per lo più da granuli di calcite, quarzo, altri silicati e resti di microfossili. Sono rocce molto dure, compatte, rigide il cui singolo “provino” di materiale è dotato di un'altissima resistenza meccanica. (...) La massa rocciosa nel suo insieme è dotata di una certa permeabilità secondaria dovuta alla presenza di superfici di discontinuità (giunti di strato, fratture, faglie) (...).

Operando una drastica selezione tra tutti i numerosissimi casi che si possono riscontrare in natura, si ritiene che per un uso tecnico pratico di base la casistica generale possa essere ricondotta a cinque “tipi” principali di Flysch, tenendo conto delle variazioni percentuali della marna rispetto all'arenaria, del periodo di stratificazione dei litotipi suddetti, della costanza dello spessore dei singoli pacchetti o strati di materiale:

- *T1 - Costituito prevalentemente da arenarie (in genere strati di spessore superiore ai 30 cm) con interstratificati pacchetti di lamine di marna dello spessore globale di ordine centimetrico. Stratificazione distinta e spessore del singolo strato notevolmente costante.*
- *T2 – Costituito prevalentemente da arenaria (strati generalmente di spessore inferiore ai 30 cm) con interstratificati poco frequenti pacchetti di lamine di marna dello spessore globale di ordine centimetrico. Stratificazione distinta e spessore del singolo strato notevolmente costante.*
- *T3 – Costituito da circa 50% di arenaria e 50% di marna (spessori degli strati di arenaria e dei pacchetti di lamine di marna variabili generalmente da circa 1 cm a circa 20 cm). Stratificazione distinta e spessore del singolo strato, o pacchetto, notevolmente costante.*
- *T4 – Costituito prevalentemente da marna i cui pacchetti possono avere uno spessore variabile da circa 10 cm a circa 50 cm; interstratificati rari strati di arenaria il cui spessore si aggira generalmente tra circa 1 cm e circa 20 cm. Stratificazione abbastanza distinta e spessore del singolo pacchetto, o strato, piuttosto costante.*
- *T5 – Costituito prevalentemente da arenarie a buona consistenza litoide ma che hanno subito notevoli processi deformativi (spessore degli strati non superiori ai 10 cm circa). Stratificazione talora poco distinta e spessore poco costante.”*

Altresì, per il caso in esame, si evidenzia la presenza di elevati processi di degradazione delle porzioni superficiali del Flysch che determinano la disgregazione delle stesse (rilevabile in campagna come matrice limosa-sabbiosa-argillosa con eventuali corpi arenacei, o scaglie di marna, inglobati in essa). Lo spessore medio dello strato di Flysch interessato dall'alterazione è compreso tra i 0.50 metri ed i 3.00 metri.

Viene quindi così a sottolinearsi la complessità di riconoscimento in campagna e la variabilità delle caratteristiche meccaniche intrinseche della suddetta formazione.

Sopra al Flysch è possibile rinvenire i sedimenti quaternari di origine continentale e/o marina e, più in particolare, per il sito in esame è possibile rinvenire un potente livello di fanghi marini costituiti sostanzialmente da Limi argillosi / Argille limose con, localmente, eventuali depositi sabbiosi più o meno importanti. Tale formazione è caratterizzata da proprietà meccaniche spesso scadenti.



5.2 Inquadramento geomorfologico

In merito alle caratteristiche morfologiche, vengono di seguito riportate delle rappresentazioni relative all'andamento delle esposizioni e delle inclinazioni del fondo. Tali elaborazioni sono state effettuate sul modello digitale del terreno (DTM) con maglia 10 metri.



Figura 5.3 – Andamento delle esposizioni, scala 1:25000

In Figura 5.3 è possibile notare che sono presenti dei rilievi, i quali degradano in corrispondenza della città di Trieste.

Complessivamente si osserva una esposizione media predominante a Sud/Sud-Ovest, mentre in corrispondenza del molo interessato l'esposizione risulta di difficile interpretazione. Altresì, in Figura 5.4 è possibile osservare l'andamento delle inclinazioni del fondo. In corrispondenza del complesso portuale si nota una inclinazione praticamente pianeggiante, mentre il resto del territorio urbanizzato risulta essere caratterizzato da una leggera inclinazione del terreno (tra i 0° ed i 5° fino a 10° in prossimità dei rilievi precedentemente presentati). Si fa notare inoltre che oltre i rilievi precedentemente citati, nella parte alta della rappresentazione (Nord-Est), sono presenti numerose depressioni e/o doline (cfr. Figura 5.5).

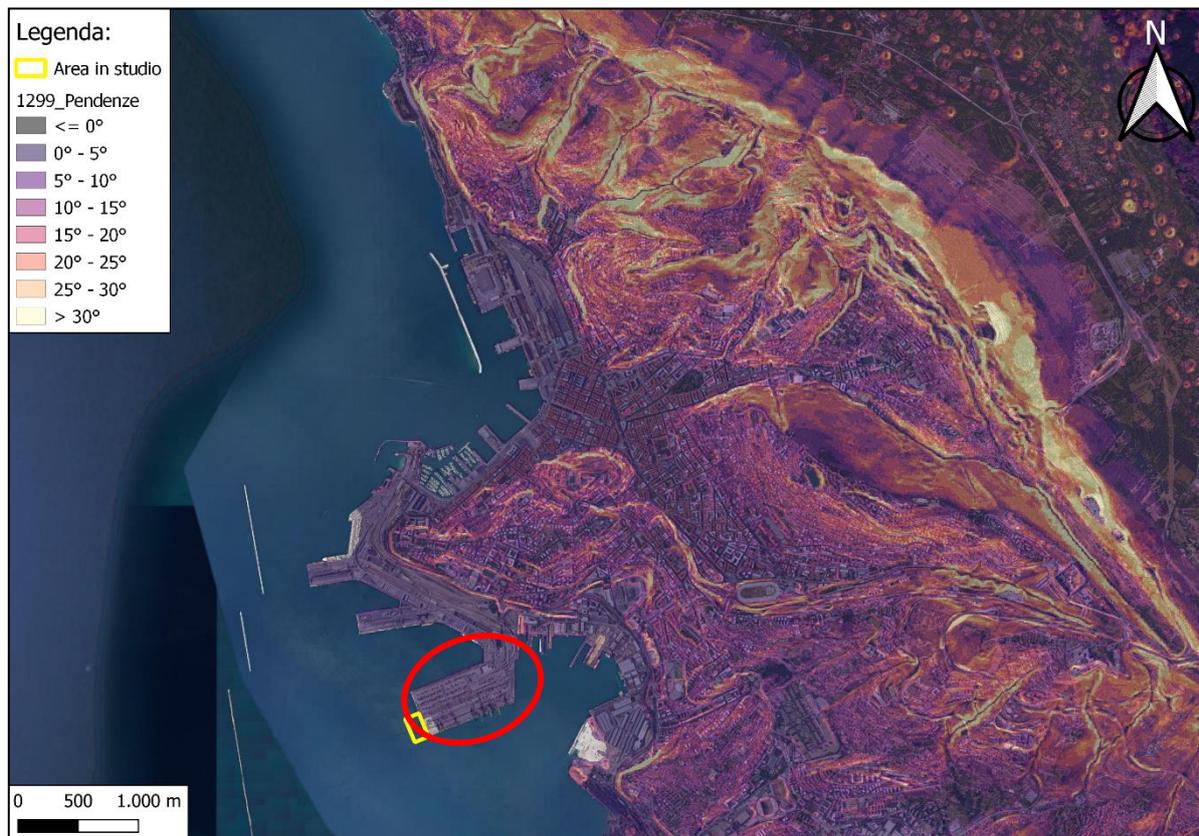


Figura 5.4 – Andamento delle inclinazioni morfologiche, scala 1:25000

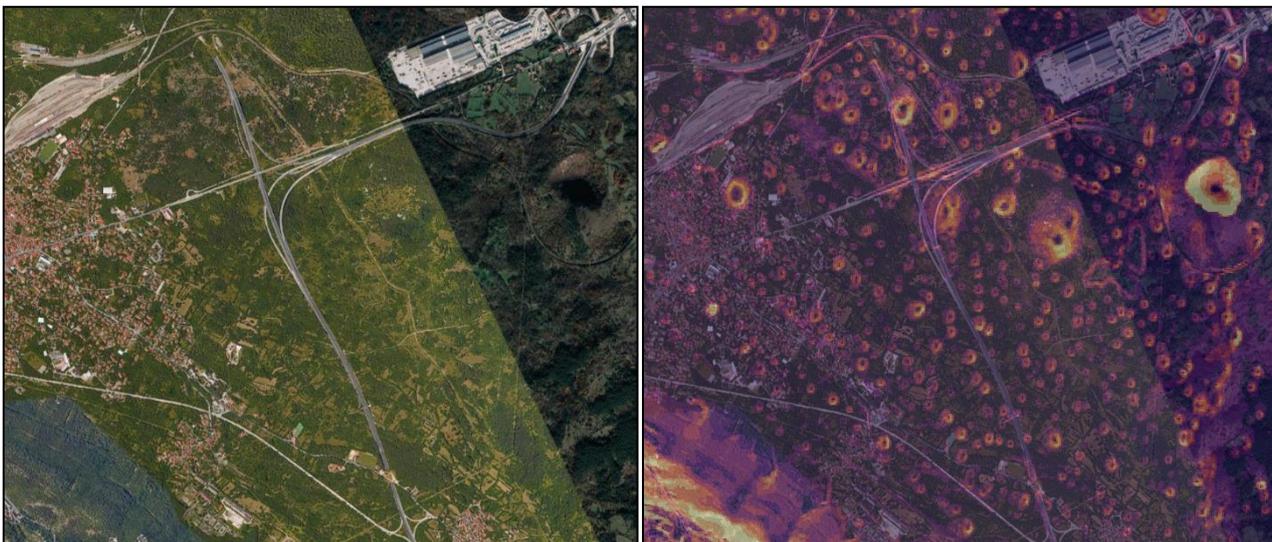


Figura 5.5 – Particolare delle inclinazioni morfologiche anomale attribuibili a delle depressioni e/o alle forme carsiche “Doline” oltre i rilievi montuosi fuori Trieste

Per quanto concerne i fenomeni franosi, in riferimento alla Figura 5.6, non si rilevano interferenze con l'area destinata all'intervento in progetto. L'area in studio viene identificata mediante l'ausilio di una forma rettangolare di colore giallo.

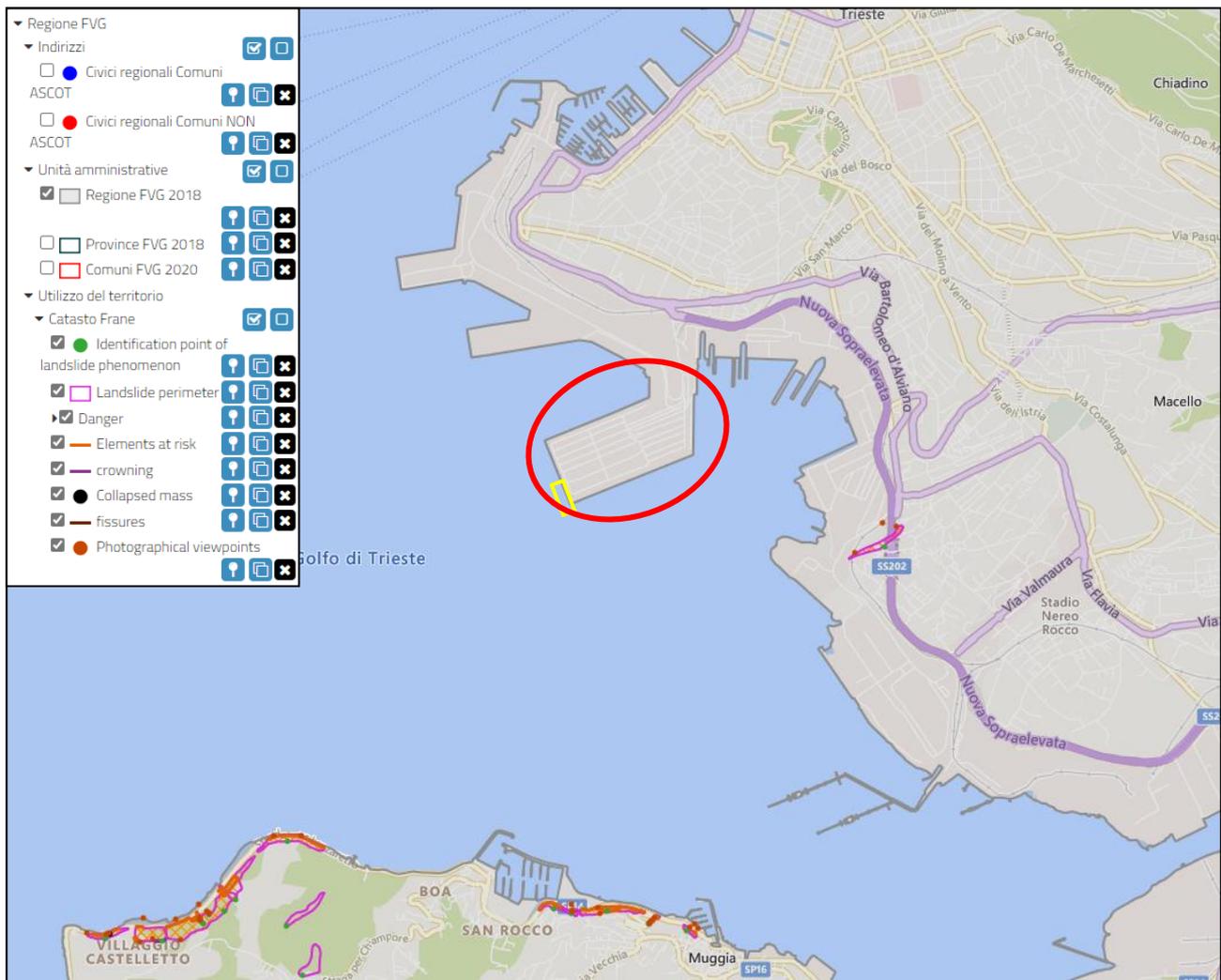


Figura 5.6 – Estratto dei fenomeni franosi da Geoportale della Regione Friuli Venezia-Giulia

Nello specifico, in corrispondenza dell'area interessata dall'intervento in oggetto, non si evidenziano particolari forme geomorfologiche (cfr. Figura 5.7).

L'andamento del fondale è caratterizzato da ripidi approfondimenti e, all'interno del complesso portuale, sono stati svolti importanti interventi antropici che ne hanno obliterato l'originale morfologia.

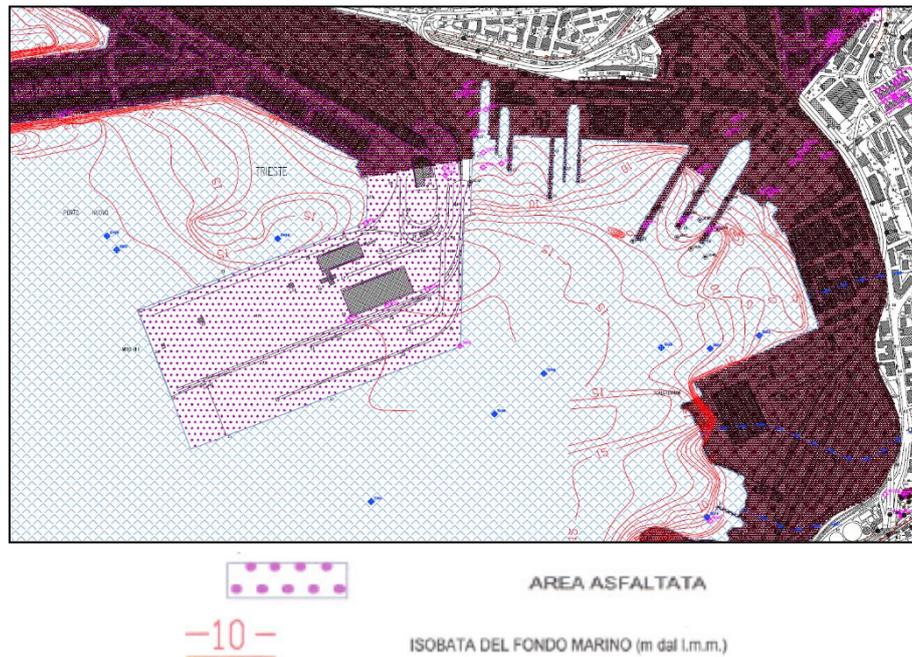


Figura 5.7 – Estratto della carta geomorfologica ed idrogeologica, n°110144 “Trieste Sud-Ovest”

5.3 Inquadramento idrografico ed idrogeologico

5.3.1 Idrografia

Il complesso portuale, interessato dal presente studio, ricade all'interno del Bacino di Levante. Quest'ultimo si sviluppa ad Est del sistema idrografico del fiume Isonzo e si estende fino al confine con la Slovenia. La superficie coperta dal suddetto bacino è stimabile in circa 380 km²

Nei pressi della città di Trieste si segnala la presenza dei due maggiori corpi idrici superficiali, quali:

- Torrente Rosandra.
- Rio Ospò.

Altresì, facendo riferimento alla carta geomorfologica ed idrogeologica, precedentemente riportata, si segnala la presenza di alcuni corpi idrici tombati al di fuori dell'area di intervento, in corrispondenza dell'area portuale interessata dal presente progetto, i quali sfociano a mare (cfr. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Oltre ai corpi idrici superficiali maggiori sopra citati e quelli secondari, particolare importanza assume anche il fiume Timavo, il cui percorso passa al di fuori della città di Trieste, oltre i principali rilievi e più precisamente nell'area carsica. Quest'ultimo è caratterizzato da uno sviluppo, lungo il suo corso, sia in superficie che al di sotto della superficie. Per la precisione, il fiume Timavo è caratterizzato da un tratto sotterraneo di circa 40 km dei suoi 90 km complessivi ed è tutt'ora oggetto di studio.

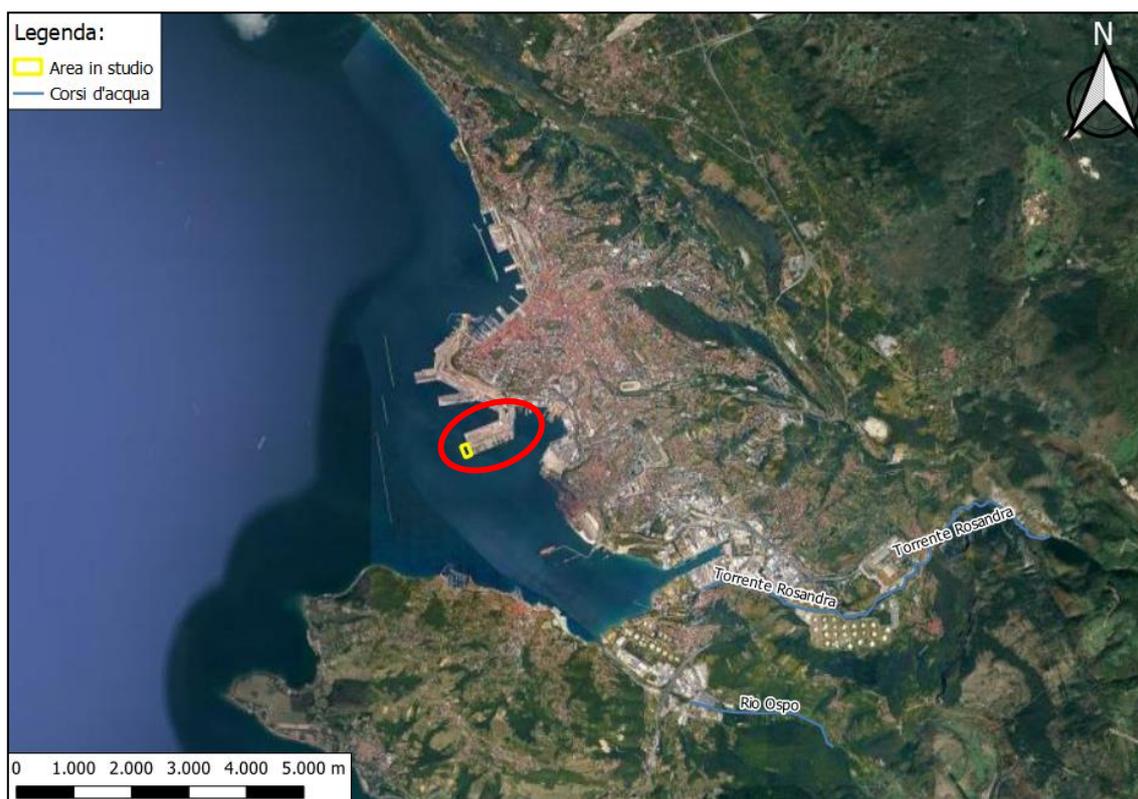


Figura 5.8 – Inquadramento dei principali corsi d'acqua superficiali

5.3.2 Idrogeologia

In questa sezione viene fornita un'analisi dell'assetto idrogeologico, relativo alle formazioni litologiche più superficiali, riscontrabile nei pressi della città di Trieste.

Le formazioni litologiche più superficiali, come precedentemente esposto, consistono nella formazione Flyschoide e nei depositi di origine continentale/marina.

La formazione del Flysch triestino è caratterizzata da una permeabilità mutevole ma comunque relativamente bassa. La stessa formazione presenta la sua maggiore permeabilità in corrispondenza della discontinuità tra il cappellaccio d'alterazione del Flysch con il Flysch inalterato stesso e, inoltre, lungo gli strati con dissoluzione della componente marnosa a causa della fratturazione presente (permeabilità secondaria).

Ad ogni modo, come evidenziato anche all'interno della relazione geologica, costituente il Piano Regolatore Generale Comunale, gli orizzonti maggiormente permeabili sono rappresentati dai sedimenti quaternari.

La parte occidentale del bacino di Levante possiede le stesse caratteristiche idrologiche dell'alta e della bassa pianura friulana con falde freatiche, fenomeni di risorgiva e falde artesiane multistrato.

L'area prossima al complesso portuale di Trieste invece è caratterizzata da elementi idrici riconducibili a corpi idrici montani (cfr. Figura 5.9).



Figura 5.9 – Inquadramento dei corpi idrici sotterranei

Facendo riferimento al sito internet dell’Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Friuli Venezia-Giulia, viene di seguito riportata una rappresentazione dei corpi idrici sotterranei ad oggi rilevati:

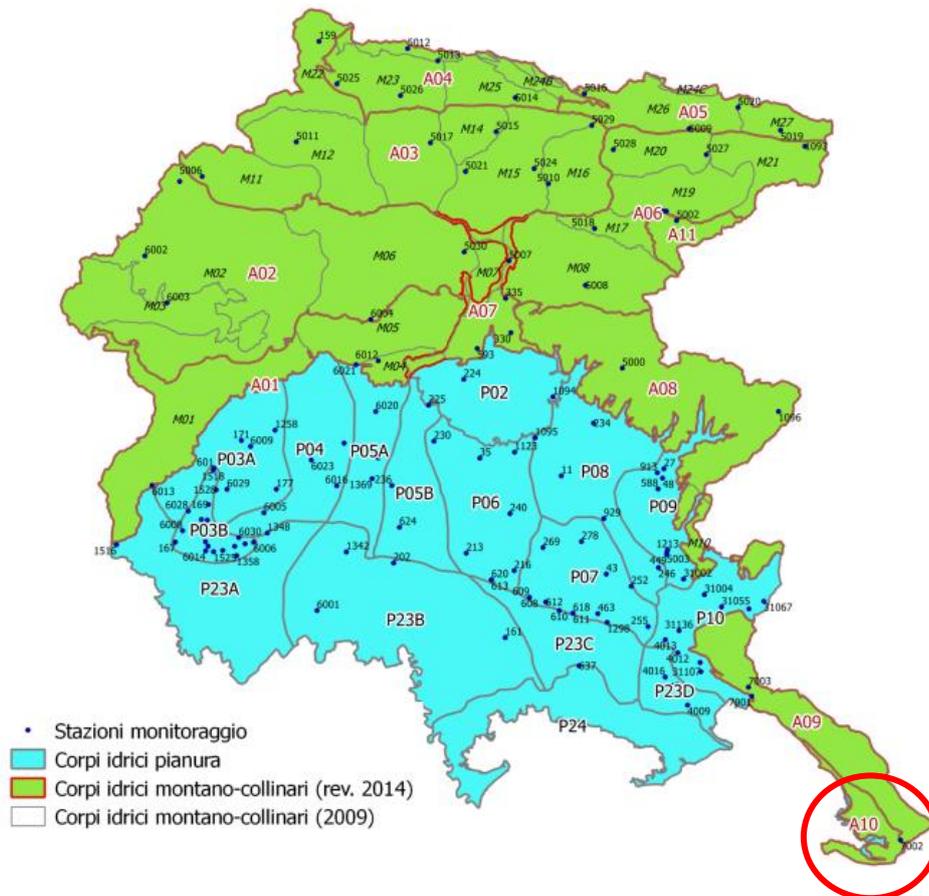


Figura 5.10 – Corpi idrici sotterranei del Friuli Venezia-Giulia.

I corpi idrici, individuati in Figura 5.10, vengono quindi descritti come segue (cfr. Tabella 5.1 – Descrizione dei corpi idrici sotterranei).

Tabella 5.1 – Descrizione dei corpi idrici sotterranei

CCI	Cod. europeo	TIPO	NOME	Cod.acq	geol_form	New eu_gw_cod
A09	IT06A09	Corpi idrici montani	Carso classico isontino e triestino	M	Fissured aquifers including karst - moderately pro	ITAGW00011800FR
A10	IT06A10	Corpi idrici montani	Flysch triestino	M	Fissured aquifers including karst - moderately pro	ITAGW00011900FR

Considerando però che l'area d'intervento interessata risulta essere situata in mare non si evidenziano interferenze con elementi idrogeologici.

Si precisa che la pericolosità idraulica nella zona costiera è rappresentata soprattutto dagli eventi di mareggiata, spesso innescati dalla concomitanza di diversi fattori climatici come intense precipitazioni, alta marea e/o venti provenienti da Sud.

Gli allagamenti dei centri urbani (Trieste e Muggia), oltre al fattore altimetrico, sono inoltre dovuti dall'eccessiva impermeabilizzazione del suolo ed alle difficoltà nello smaltimento delle acque meteoriche in caso di eventi mareali coincidenti.



6 INQUADRAMENTO SISMICO

6.1 Classificazione sismica dell'area

Il panorama legislativo in materia sismica è stato profondamente trasformato dalle recenti normative nazionali ovvero dall'OPCM n°3274/2003 che è entrata in vigore dal 25 ottobre 2005, data coincidente con la pubblicazione della prima stesura delle norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 settembre 2005) e dalla successiva OPCM n°3519/2006. La riclassificazione sismica del territorio nazionale prevede che tutto il territorio sia classificato sismico sulla base della Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi. In relazione alla pericolosità sismica, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone con livelli decrescenti di pericolosità in funzione a quattro differenti valori di accelerazione orizzontale massima al suolo a_{g475} , ossia quella riferita al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10% riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s.

Zona sismica	Fenomeni riscontrati	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
1	Zona con pericolosità sismica alta. Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$a_{g475} \geq 0,25g$
2	Zona con pericolosità sismica media, dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq a_{g475} < 0,25g$
3	Zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq a_{g475} < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa. E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_{g475} < 0,05g$

Si riporta tabella di riepilogo con classificazione sismica dell'area oggetto di studio a partire dal 1984 fino al 2010.

Provincia	Comune	Coordinate geografiche	Codice Istat	Classificazione			
				Decreti fino al 1984	Proposta GdL 1998	O.P.C.M 3274/03	Aggiornamento al 2010
Trieste	Trieste	Latitudine: 45.63°, Longitudine: 13.75°	58120	-	-	4	3



6.2 Zonazione sismogenetica

La zonazione sismogenetica è uno degli strumenti utilizzati per la valutazione della pericolosità sismica del territorio italiano. La sismogenetica ZS.4 è stata tracciata nel 1996, utilizzata per la redazione della carta di pericolosità sismica nazionale dal Gruppo Nazionale Difesa Terremoti (1996) e dal Servizio Sismico Nazionale (2001) e rappresenta uno schema geodinamico e sismotettonico ancora valido nelle sue linee generali, sebbene le nuove conoscenze in riferimento al quadro cinematico generale e alla geometria delle sorgenti sismogenetiche e la necessità di una maggiore coerenza con il nuovo catalogo dei terremoti CPTI2, abbiano portato recentemente alla redazione di una nuova zonazione sismogenetica ZS.9 (2004). Le zone rappresenterebbero quindi degli embrioni di macrostrutture le cui orientazioni seguono i principali andamenti alpini o appenninici, con importanti strutture trasversali di svincolo. Di seguito si riportano gli estratti zonazioni sismogenetiche per rendere meglio evidente le modifiche apportate alle diverse zone che interessano l'area di studio.

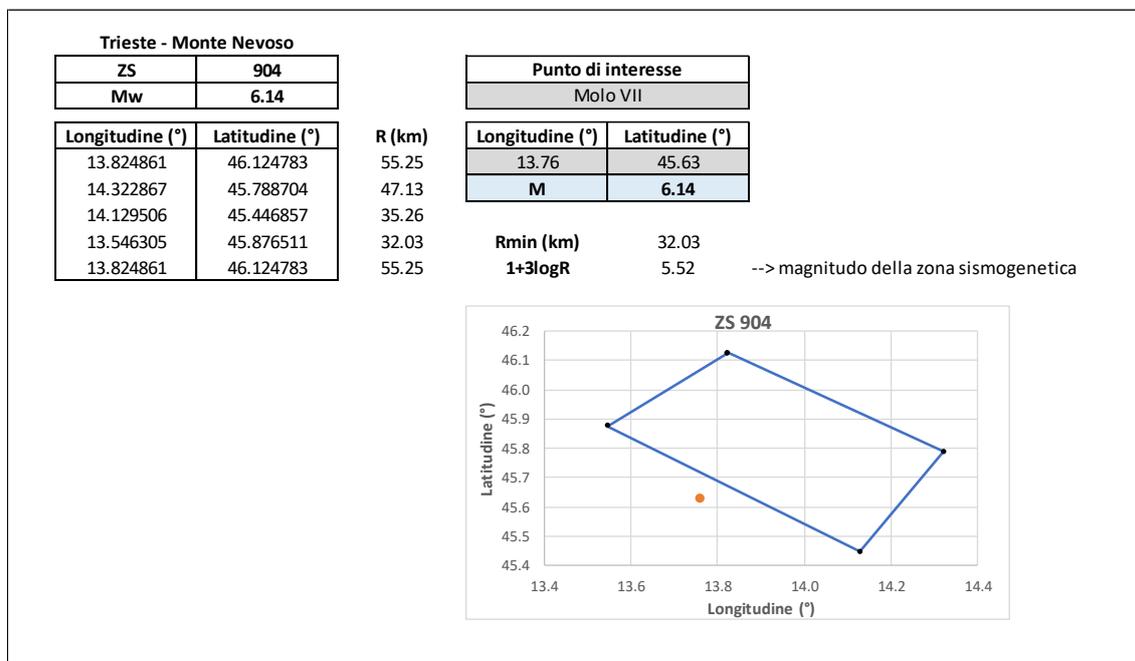


Figura 6.1 – Zonazione sismogenetica ZS.9 – 2004.

6.3 Categoria di sottosuolo

L'identificazione della categoria di sottosuolo, in accordo alla normativa di riferimento NTC 2018, è stata effettuata in base ai valori della velocità equivalente ($V_{S,30}$) delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità e sulla base dell'interpretazione delle indagini in sito dirette e indirette. La classificazione del sottosuolo, quindi, si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$



dove:

- h_i – spessore dell' i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ – velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- N – numero di strati;
- H - profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Tenendo conto che ai fini dell'attribuzione della categoria di suolo nei termini sopra indicati, concorrono sia i valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m V_{s30} , sia i valori medi dei colpi N_{SPT} (corretti con la profondità) registrati durante le omonime prove in foro di sondaggio, sia i valori medi C_u ottenuti da prove di laboratorio, nel caso in oggetto ed in riferimento ai dati disponibili dai sondaggi eseguiti nell'area del Molo VII, si ricava una categoria di suolo **E**. La configurazione del sito effettivamente consiste in strati superficiali di categoria C e D (Depositi superficiali limo argillosi) giacenti su un substrato rigido (Flysch).

6.4 Condizioni topografiche

Condizioni topografiche

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Nel caso in esame l'area appartiene ad una categoria topografica T1 ($i \leq 15^\circ$)



7 PREVENZIONE INCENDI

7.1 Valutazione di non aggravio del rischio

Gli interventi previsti a progetto non costituiscono aggravio del rischio non rientrando nelle casistiche di cui all'allegato IV del D.M. 07.08.2012:

ALLEGATO IV MODIFICHE AD ATTIVITÀ ESISTENTI

Nel presente allegato sono indicate, in maniera qualitativa, le modifiche delle attività esistenti rilevanti ai fini della sicurezza antincendio che comportano variazione delle preesistenti condizioni di sicurezza antincendio soggette agli obblighi di cui all'articolo 4, comma 6,⁴⁸ del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151.

Le **modifiche** che non rientrano nei casi di seguito indicati sono considerate **non sostanziali** ai fini della sicurezza antincendio e, per esse, si applicano gli adempimenti di cui all'art. 4 comma 8⁴⁹ del presente decreto.

- A) Variazioni delle sostanze o delle miscele pericolose comunque detenute nell'attività, significative ai fini della sicurezza antincendio:
 - i. incremento della quantità complessiva in massa di una qualsiasi sostanza o miscela pericolosa;
 - ii. sostituzione di sostanza o miscela pericolosa che comporti aggravio ai fini antincendio.
- B) Modifiche dei parametri significativi per la determinazione della classe minima di resistenza al fuoco dei compartimenti tali da determinare un incremento della classe esistente.
- C) Modifica di impianti di processo, ausiliari e tecnologici dell'attività, significativi ai fini della sicurezza antincendio, che comportino:
 - i. incremento della potenza o della energia potenziale;
 - ii. modifica sostanziale della tipologia o del layout di un impianto.
- D) Modifiche funzionali significative ai fini della sicurezza antincendio:
 - i. modifica sostanziale della destinazione d'uso o del layout dei locali dell'attività;
 - ii. modifica sostanziale della tipologia o del layout del sistema produttivo;
 - iii. incremento del volume complessivo degli edifici in cui si svolge l'attività;
 - iv. modifiche che riducono le caratteristiche di resistenza al fuoco degli elementi portanti e separanti dell'edificio o le caratteristiche di reazione al fuoco dei materiali;
 - v. modifica sostanziale della compartimentazione antincendio, dei sistemi di ventilazione naturale o meccanica, dei sistemi di protezione attiva contro l'incendio.
- E) Modifica delle misure di protezione per le persone:
 - i. incremento del numero degli occupanti eccedente il dimensionamento del sistema di vie d'uscita;
 - ii. modifica delle tipologie degli occupanti (es: anziani, bambini, diversamente abili...) o loro diversa distribuzione;
 - iii. modifica sostanziale dei sistemi di vie d'uscita, dei sistemi di protezione degli occupanti e dei soccorritori, dei sistemi di rivelazione e segnalazione di allarme incendio, dell'accesso all'area ed accostamento dei mezzi di soccorso, della comunicazione con altre attività.

Essendo previsti lavori di ripristino strutturale, la realizzazione di una nuova rete di raccolta e trattamento acque meteoriche, la realizzazione del prolungamento di due vie di corsa e l'ammmodernamento della rete elettrica, non si ricade nelle casistiche di cui ai punti precedenti.



8 INDAGINI PROPEDEUTICHE ALL'INTERVENTO

8.1 Le ispezioni visive

Sono state condotte due ispezioni visive con accluso piano di indagini sperimentali meglio descritte al capitolo che segue. Le risultanze delle ispezioni sono allegate ai rapporti:

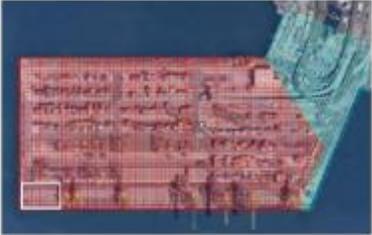
- 1949_PFTE_L1_STR_r001_02 - Schede di degrado 2020

Le ispezioni visive sono state effettuate sull'intero intradosso del Molo VII; sono state prodotte una serie di schede per le varie piastre, individuate dai fili e dai picchetti di riferimento. La figura che segue mostra una scheda tipica, che riporta l'ubicazione della piastra ed una sintetica descrizione della tipologia di ammaloramento a commento delle foto.



A - SCHEDA 2

ISPEZIONE VISIVA IMPALCATO MOLO VII - PORTO DI TRIESTE



IMPALCATO TRA PALI: A5-A6-B5-B6

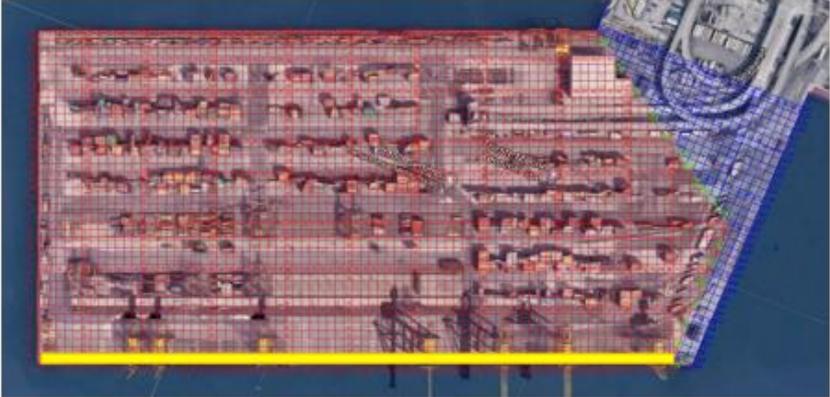
STRUTTURA	PUNTO	VIDEO	DESCRIZIONE
TRAVE SECONDARIA LONGITUDINALE		A 1-48_f 00m44s	La trave secondaria longitudinale presenta molteplici espulsioni del copriferro.
IMPALCATO	A5-A6 B5-B6	A 1-48_f 00m44s	L'impalcato presenta all'intradosso espulsione del copriferro in diverse aree.




- 1949_PFTE_L1_STR_r001_02 - Schede di degrado 2022

L'ispezione visiva è stata effettuata sull'intero intradosso del molo VII tra giugno e agosto 2022; sono state prodotte una serie di schede per le varie piastre, individuate dai fili e dai picchetti di riferimento (vedi fig. 2) che ripetono quanto prodotto nel 2020. La figura che segue mostra una scheda tipica, che riporta l'ubicazione della piastra ed una sintetica descrizione della tipologia di ammaloramento a commento delle foto. Dal confronto tra le schede prodotte nel 2020 e quelle del 2022 è stato possibile valutare un coefficiente di avanzamento del degrado, soprattutto sulle zone già ammalorate.



FILA A 3	
ISPEZIONE VISIVA IMPALCATO MOLO VII	
	
IMPALCATO TRA PALI : AB5-AB6	
STRUTTURA	DESCRIZIONE
soletta	sono presenti aree di degrado interessate dalla messa in luce del copriferro e riduzione dello spessore delle barre di armatura
trave secondaria longitudinale	alcune aree presentano la messa in luce delle barre di armatura
	

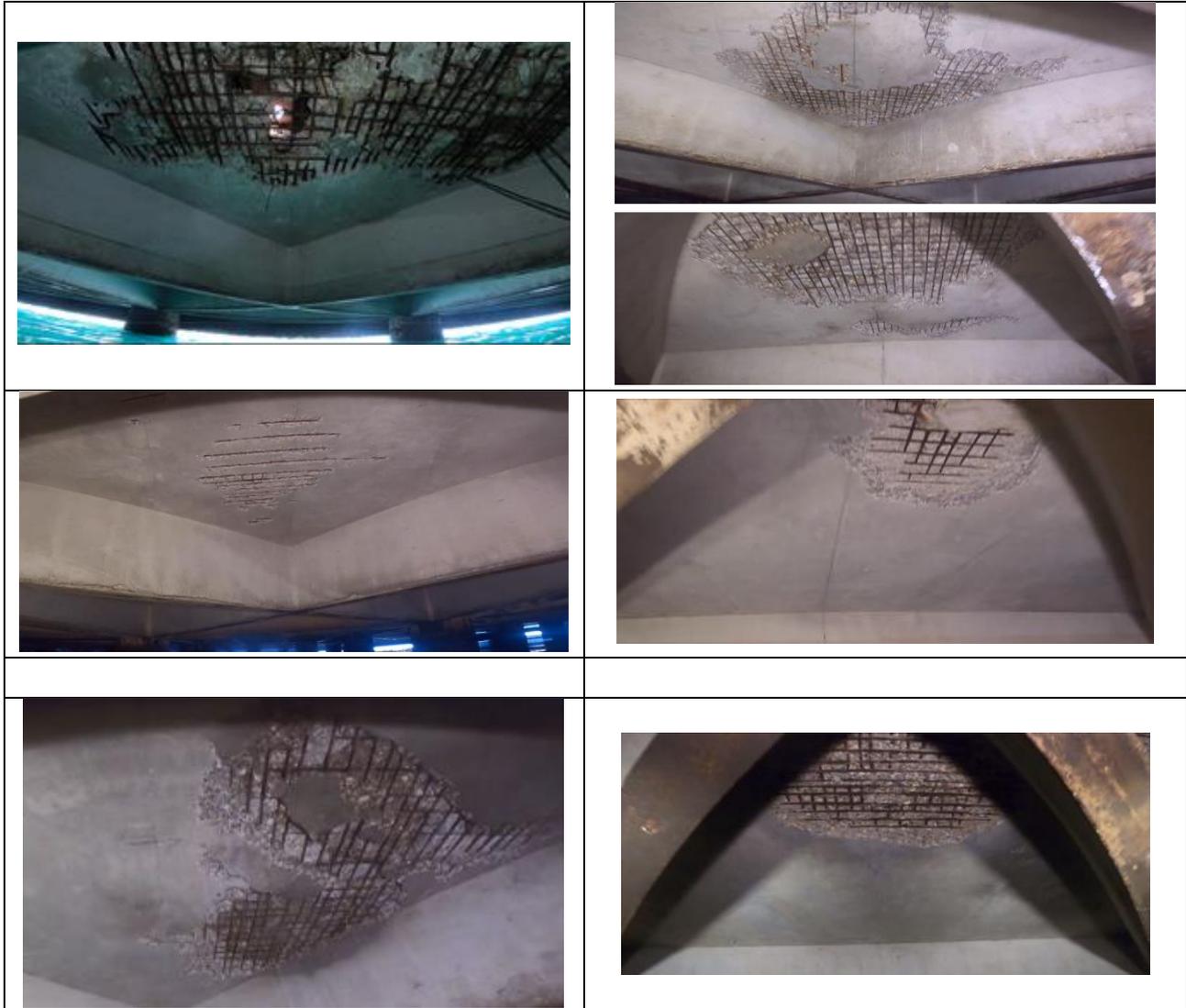
Le ispezioni hanno mostrato un livello di ammaloramento e di degrado piuttosto variabile. In generale, a fronte di un ambiente molto aggressivo, la soluzione di adottare piastre prefabbricate e precomprese ha contribuito in maniera importante alla limitazione del degrado.

La prefabbricazione è generalmente un fattore che favorisce il controllo di qualità del prodotto e minimizza i difetti costruttivi; la precompressione, oltre a richiedere un calcestruzzo di buona qualità (resistente e compatto) per poter essere sfruttata appieno, limita le tensioni di trazione sul calcestruzzo e le conseguenti fessurazioni che determinano le vie preferenziali per l'ingresso degli agenti aggressivi.

Si riportano di seguito una serie di foto afferenti alle varie tipologie di ammaloramento.



Per le solette sono state riscontrare alcune situazioni di distacco del copriferro e corrosione della armatura di intradosso a vari livelli di gravità; nelle prime foto si vede una situazione particolarmente critica, con la compromissione del calcestruzzo che appare passante.



Per quanto riguarda le nervature, si segnalano in particolare delle 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. Per quanto riguarda le armature di precompressione, sono stati fatti alcuni saggi con esito sostanzialmente positivo.



Oltre all'esame visivo ed alle prove sui materiali, sono state condotte anche due altre rilevazioni funzionali a definire lo stato del degrado attuale e potenziale:

- La misura del potenziale di corrosione che, nelle zone indagate, fornisce valori non allarmanti
- Delle prove di integrità dei copriferri al lembo inferiore delle nervature, eseguite mediante martellinatura nelle zone con segni di degrado: è risultato che per il 30% delle zone indagate si è verificato il distacco del copriferro, segno evidente che il processo di ossidazione dei ferri sottostanti (che è un processo espansivo) è pesantemente iniziato.



8.2 Indagini strutturali

Oltre all'esame visivo e alla documentazione del degrado, sono state condotte anche altre rilevazioni funzionali a definire lo stato del degrado attuale e potenziale e le proprietà "in situ" dei materiali. Per il dettaglio delle resistenze dei materiali in opera, si veda la relazione:

1949_PFTE_L1_STR_r005_02 - Relazione tecnica sullo stato di fatto delle strutture e sulle indagini

8.2.1 Campagna 2020

A livello di prove sperimentali, la campagna 2020 ha riguardato una fascia lato sud di 40m x 400m, come da pianta che segue.

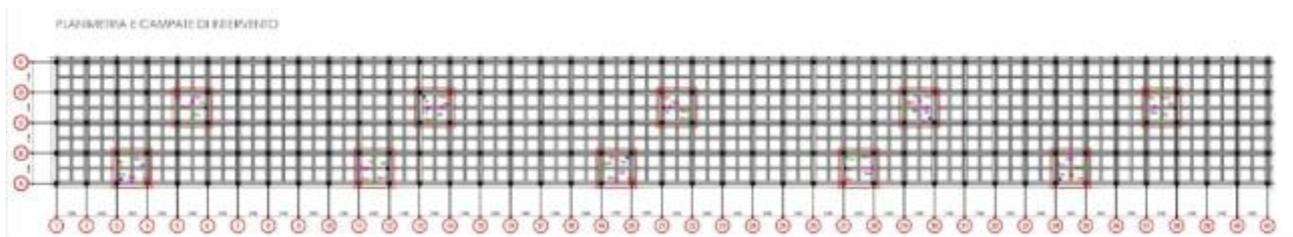


Figura 8.1: ubicazione delle prove sperimentali della campagna 2020

Sono state effettuate le seguenti prove:

- Indagine pacometrica (individuazione delle armature) finalizzata a verificare la corrispondenza fra quanto riscontrabile dai disegni storici e quanto effettivamente realizzato. Si ricorda che è disponibile il progetto originale, e quindi l'indagine si limita ad un controllo, e non all'individuazione delle armature presenti
- Prove di compressione su carote estratte sia dai pali che dalle piastre prefabbricate di impalcato; le prove sono state completate con la determinazione della profondità di carbonatazione e con la determinazione del contenuto di ioni cloruro. Sono state prelevate complessivamente 20 carote, 10 dai pali e 10 dalle piastre prefabbricate; i risultati sperimentali confermano sostanzialmente le prescrizioni progettuali
- Prove di trazione su barre di armatura lenta estratte dalle piastre prefabbricate; sono stati provati 5 spezzoni, di cui uno fortemente corrosivo. Le risultanze mostrano risultati che, in termini di resistenza allo snervamento, sono leggermente inferiori a quelli dell'acciaio Fe b 44 k.
- La misura del potenziale di corrosione che, nelle zone indagate, fornisce valori non allarmanti
- Delle prove di integrità dei copriferri al lembo inferiore delle nervature, eseguite mediante martellatura nelle zone con segni di degrado: è risultato che per il 30% delle zone indagate di è verificato il distacco del copriferro, segno evidente che il processo di ossidazione dei ferri sottostanti (che è un processo espansivo) è pesantemente iniziato.

8.2.2 Campagna 2022

La campagna sperimentale ha riguardato in maniera diffusa tutta la banchina con una accurata ispezione visiva



documentata da filmati. Sono state anche condotte numerose prove sperimentali, localizzate come riportato nella pianta che segue.

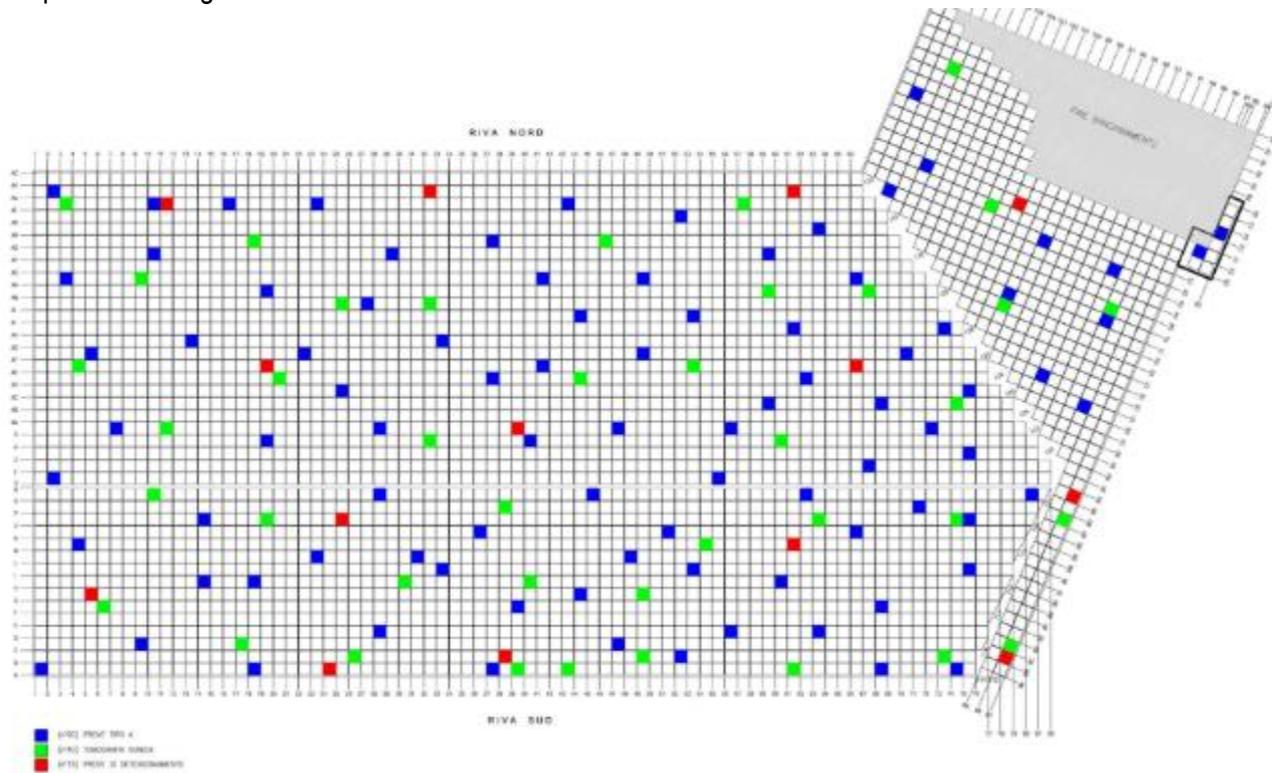


Figura 8.2: Ubicazione delle indagini sperimentali della campagna 2022.

Le indagini realizzate sono consistite in:

- Prelievo di n°90 campioni cilindrici di cls al fine di ottenere un'indicazione sul valore medio della resistenza a compressione e del modulo elastico del calcestruzzo in opera - in conformità alle norme UNI EN 12390-3:2019 e UNI EN 12504- 1:2021. Le prove hanno messo in evidenza una netta differenza fra i calcestruzzi degli anni '60 (le cui prestazioni sono comunque sostanzialmente corrispondenti a quelle di progetto) e quelli della parte di completamento anni '90, che presentano resistenze molto elevate.
- N°90 Prove colorimetriche per la verifica della profondità di carbonatazione. Anche relativamente a questo parametro, vi sono evidenti differenze fra i calcestruzzi anni '90 (sostanzialmente poco aggrediti dall'anidride carbonica) e i calcestruzzi anni '60, che presentano profondità di carbonatazione importanti, certamente superiori ai copriferri e quindi potenzialmente pericolose.
- N°270 Indagini SonReb (tre prove per ogni campata relative alle tre diverse tipologie di elemento) in conformità alle normative UNI EN 12504-4: 2021 (indagini ultrasoniche) e UNI EN 12504-2: 2021 (indagini sclerometriche) al fine di valutare in modo indiretto la resistenza del calcestruzzo su un numero di elementi considerato rappresentativo dell'intera struttura.
- Prelievo di n° 90 barre d'armatura per prova a trazione in Laboratorio in conformità alle norme UNI EN ISO 6892- 1:2020. In estrema sintesi, pur avendo l'acciaio di armatura teoricamente lo stesso requisito progettuale (Fe B 44 k), per la parte di completamento (anni '90) le prove sostanzialmente confermano,



con un lieve deficit, i requisiti di progetto, mentre per la parte di molto originale risalente agli anni '60, tali requisiti mediamente non sono raggiunti. Tale circostanza ha reso necessario ripercorrere le verifiche di sicurezza anche coi carichi di progetto.

- N° 40 Indagini tomografiche ultrasoniche per la verifica puntuale dell'integrità delle travi in cap e l'identificazione di anomalie o difetti.
- N° 15 Prove di detensionamento per la verifica dello stato tensionale degli elementi costruttivi. In assenza della precisa ubicazione del punto "detensionato", non è possibile ricavare un termine numerico teorico di confronto.

8.3 Il campo prove

In sede di analisi della quantificazione delle zone ammalorate e di stima della entità e dell'estensione delle lavorazioni di ripristino è stato necessario approfondire alcune indagini per meglio qualificare le indicazioni provenienti dalla ispezione visiva. Uno dei temi di principale incertezza è infatti quello relativo alla reale estensione del degrado locale a fronte di manifestazioni superficiali di modesta gravità; ci si riferisce essenzialmente ai casi in cui si rilevano fessurazioni con segnali di ruggine, ma non si ha distacco di copriferro e quindi non è possibile determinare visivamente il livello di aggressione delle armature (vedi figura sotto).



Figura 8.3: Esempi tipici di fessurazioni con copriferro che impedisce di rilevare l'entità del degrado

D'altra parte, anche nelle zone con parziale espulsione del copriferro (ferri d'armatura in vista) non è immediato comprendere fino a che punto il calcestruzzo periferico rispetto alla zona ammalorata sia sano e continui a offrire



efficace protezione ai ferri.

Per approfondire tali temi è stata attivata una ulteriore campagna di indagine su una decina di piastre “campione”, finalizzata a testare le operazioni preparatorie di “pulizia” delle superfici degradate dal calcestruzzo ammalorato e indebolito e delle zone attorno ai ferri già fortemente aggrediti.

La campagna sperimentale prevedeva diverse tipologie di intervento, che riproducono quelle che poi verranno proposte nel progetto di riqualificazione (vedi capitolo successivo), di entità graduabile in funzione del danno visibile e con le seguenti caratteristiche derivanti dai test eseguiti:

- IDROPULIZIA SUPERFICIALE su tutte le superfici delle travi e intradosso soletta utilizzando ugello con 1 testina rotante con una pressione di circa 450 bar ad una distanza di 15cm al fine di togliere tutte le imperfezioni superficiali dovute a incrostazioni, macchie, residui di altri trattamenti o simili e rendere la superficie pronta per l'applicazione del rivestimento superficiale.
- IDROSCARIFICA LEGGERA (fino a 2cm) utilizzando ugello con 2 testine rotanti con una pressione di circa 1800 bar ad una distanza di 5cm sulle zone con macchie di ruggine senza armatura a vista (su intradosso travi dovuti a possibile presenza dei distanziatori di fondo cassero). Il trattamento è esteso oltre la zona ammalorata finché non si trovi calcestruzzo integro.
- IDROSCARIFICA PROFONDA (fino a 5cm) con una pressione di circa 2100 bar ad una distanza <1cm sulle zone che presentano i seguenti ammaloramenti:
 - zone con copriferro parzialmente o completamente esploso
 - zone con armatura parzialmente o completamente a vista senza copriferro

Il trattamento dovrà essere esteso oltre la zona ammalorata finché non si trovi calcestruzzo integro. Si richiede che venga misurato lo strato di materiale che viene tolto e il diametro residuo delle barre di armatura dopo il ciclo di idroscarifica.



9 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

9.1 Interventi strutturali

9.1.1 Descrizione generale degli interventi

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.

Più in particolare, si individuano **3 tipologie di interventi** in funzione del livello di degrado:

- **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

Per tutte le tipologie di intervento dal tipo 1 al tipo 3 si prevede di adottare i seguenti provvedimenti:



- 1) Utilizzo di sistemi di ventilazione per dissolvere la nube di acqua nebulizzata derivante dalle lavorazioni di idropulizia e idroscarifica visti gli spazi di lavoro confinati.
- 2) Utilizzo, quando possibile, di sistemi semi-automatici per l'idropulizia e l'idroscarifica al fine di ottimizzare sia i tempi che il risultato finale delle lavorazioni.

Un sistema efficace è l'utilizzo di worker tipo falch multiworker 250 come descritto di seguito, che potrebbe essere anche installato su delle guide/binari fissate direttamente sulla piattaforma di lavoro.

9.1.2 Inquadramento normativo

Dal punto di vista strutturale, gli interventi previsti si inquadrano come "interventi di riparazione o locali", espressamente previsti dal cap. 8.4 "Classificazione degli interventi" del D.M. 17/1/2018 "Norme tecniche sulle costruzioni". Più in particolare, agli interventi qui previsti si applica la definizione del cap. 8.4.1: interventi finalizzati a "ripristinare, rispetto alla condizione precedente al danno (degrado) le caratteristiche iniziali di elementi o parti danneggiate (degradate)".

Gli interventi previsti, non modificando né l'assetto strutturale né i carichi complessivi, e non prevedendo una variazione della classe d'uso, non richiedono una valutazione della vulnerabilità sismica.

9.1.3 Criteri generali per l'individuazione della classe di intervento

Considerando le 3 tipologie di intervento descritte al paragrafo precedente, sulla base delle superfici di intervento, si individuano le seguenti 5 classi:

	Piastra Verde:	100% Tipo 1			
	Piastra Gialla:	100% Tipo 1	+	15% Tipo 2	
	Piastra Arancione:	100% Tipo 1	+	25% Tipo 2	
	Piastra Rossa:	100% Tipo 1	+	25% Tipo 2	+ 25% Tipo 3
	Piastra Viola:	100% Tipo 1	+	50% Tipo 2	+ 25% Tipo 3

Si riporta di seguito la planimetria di individuazione delle classi di intervento come rappresentato nell'elaborato 1949_PFTE_L1_STR_t003_07.

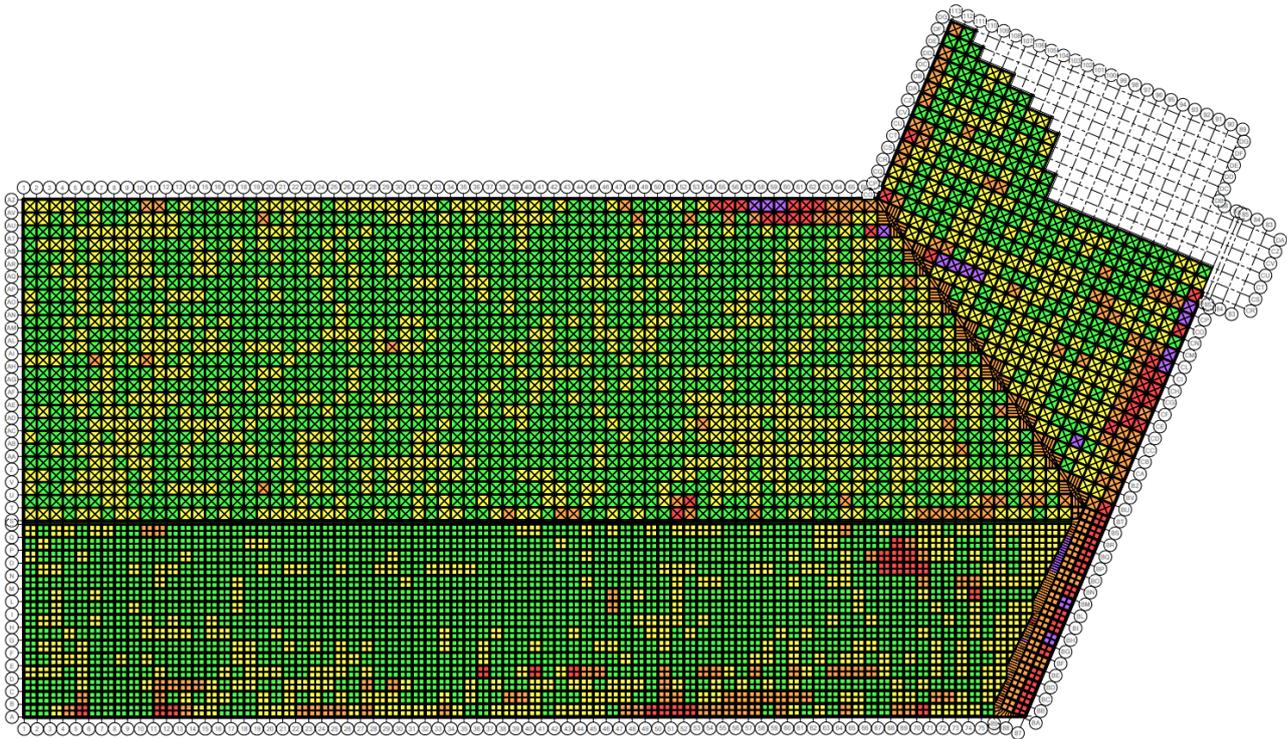


Figura 9.1: Planimetria di individuazione delle classi di intervento

Per le piastre che ricadono nelle classi di intervento:

- Verde
- Gialla
- Arancione

non è richiesta nessuna limitazione alle attività durante i lavori di riqualificazione strutturale. Queste piastre quindi, al di fuori dell'area di cantiere, possono continuare ad essere operative al 100%.

Per le piastre che ricadono nelle classi di intervento:

- Rossa
- Viola

durante le fasi di applicazione della malta e dei rinforzi e in fase di presa dei prodotti applicati, si prescrive l'interdizione al passaggio di gru, treni e mezzi pesanti per evitare che le vibrazioni indotte possano provocare il distacco della malta e compromettere così la buona riuscita dell'intervento.

9.1.4 Considerazioni sui tempi e sul consumo d'acqua

Dalle prove eseguite sulle piastre del campo prova è stato possibile ricavare indicazioni sulla produttività degli interventi da eseguire, riportate di seguito e nell'elaborato 1949_PFTE_L1_STR_t003_07.



Lavorazione	Produttività	Specifiche
Idropulizia	16 mq/h	Idropulitrice tipo Idropavese 500 Pressione dell'acqua: 450bar, 1 testina rotante Distanza ugello dalla superficie di :15 cm Consumo d'acqua 15 l/min
Impermeabilizzazione	10 mq/h	Impermeabilizzante tipo "Mapelastic Guard"

Figura 9.2: Tabella riassuntiva produttività intervento Tipo 1

Lavorazione	Produttività	Specifiche
Idroscarifica leggera	8 mq/h	Idropulitrice tipo CD 160-2500 Pressione dell'acqua: 1800 bar, 2 testine rotanti Distanza ugello dalla superficie di scarifica: 5 cm Consumo d'acqua 25 l/min
Ripristino del copriferro	1.6 mq/h	Malta cementizia monocomponente anticorrosiva tipo "GeoLite" (spessore 10 mm)

Figura 9.3: Tabella riassuntiva produttività intervento Tipo 2

Lavorazione	Produttività	Specifiche
Idroscarifica profonda	1 mq/h	Idropulitrice tipo CD 160-2500 Pressione dell'acqua: 2100 bar Distanza ugello dalla superficie di scarifica: <1 cm Consumo d'acqua 25 l/min
Ripristino strutturale	0.8 mq/h	Malta cementizia monocomponente anticorrosiva tipo "GeoLite" (spessore 10 mm) Tessuto in fibra d'acciaio tipo "GeoSteel G1200" Ancoraggio tessuto in fibra d'acciaio tipo "GeoLite Gel"

Figura 9.4: Tabella riassuntiva produttività intervento Tipo 3

Con i dati sulla produttività e con il numero di operai destinati a singoli interventi sono stati calcolati i tempi necessari ad eseguire i lavori sulle piastre, riportati di seguito:

Classe	Tempo intervento per piastra media (h)					
	Idropulizia	Impermeabilizzazione	Idroscarifica leggera	Ripristino copriferro	Idroscarifica profonda	Ripristino strutturale
Verde	5.25	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00
Giallo	5.43	5.79	3.26	5.43	0.00	0.00
Arancione	4.06	4.33	4.27	7.11	0.00	0.00
Rosso	4.49	4.79	4.94	8.23	39.50	16.46
Viola	3.58	3.82	7.87	13.12	31.49	13.12
TOT	5.21	5.56	1.42	2.37	0.85	0.35
Tempo totale	19197	20477	5231	8718	3121	1300
Tipo di mezzo	A	C	A	B	A	B

Tipo di mezzo	Tempo con 1 mezzo (h)	Numero mezzi	Tempo a tipo di mezzo (h)	Tempo a tipo di mezzo (giorni)
A	27548	4	6887	574
B	10018	2	5009	417
C	20477	3	6826	569

Figura 9.5: Tempi impiegati per le lavorazioni.

Dai consumi di acqua per le diverse attività di idropulizia e idroscarifica si è ricavato il volume d'acqua necessario:



Classe	Consumo acqua per piastra media (l)		
	Idropulizia	Idroscarifica leggera	Idroscarifica profonda
Verde	9448	0	0
Giallo	9766	9766	0
Arancione	7315	12800	0
Rosso	8080	14812	118500
Viola	6440	23614	94456
Media ponderata	9382	4261	2542
Litri totali	34554875	15691924	9361510
Litri al giorno	60208	27342	16311

59608309	Litri totali
103861	Litri totali al giorno
25965	Litri al giorno a mezzo tipo A

Figura 9.6: Stima del consumo d'acqua.

Si ottiene un volume di circa 105 mc al giorno che saranno da fornire per i 4 mezzi di tipo A.

Un volume circa uguale sarà da predisporre per essere recuperato dalle piattaforme e inviato a impianto di trattamento, previa separazione della parte grossa derivante dall'idropulizia e idroscarifica.

9.2 Considerazioni sulla cantierizzazione

Come visto al paragrafo precedente la suddivisione delle lavorazioni è la seguente:

- n° 4 piattaforme per idropulizia e idroscarifica con n° 3 operai per piattaforma
- n° 2 piattaforme per ripristini con n° 3 operai per piattaforma
- n° 3 piattaforme per l'impermeabilizzazione con n° 3 operai per piattaforma
- n° 1 piattaforma per lavori puntuali e per le zone poco accessibile con n° 3 operai OTS (operatori tecnici subacquei)

Il contesto di intervento si presenta con condizioni operative difficoltose conseguenti alla ristrettezza degli spazi sotto impalcato (caratteristiche geometriche illustrate nell'elaborato 1949_PFTE_L1_STR_t002_07) e alle condizioni derivati dal moto ondoso e dalle maree. Le piattaforme di lavoro, illustrate nell'elaborato 1949_PFTE_L1_STR_t010_07, dovranno quindi rispettare determinati vincoli operativi:

- Per l'accesso alle aree sotto impalcato, dato che la dimensione delle aperture sulle velette di bordo non può essere ampliata più di quanto già previsto (4 m x 0.76 m) a causa di vincoli strutturali (cfr. elaborato nell'elaborato 1949_PFTE_L1_STR_t011_07), il mezzo operativo dovrà essere assemblato sotto impalcato.
- Dato che le travi che costituiscono le piastre prefabbricate hanno intradosso a quota +0.78 m s.l.m.m., il mezzo dovrà avere un basamento sufficientemente basso e affondabile per seguire le variazioni di marea e consentire i tempi di lavoro previsti (su due turni da 6 ore ciascuno)
- Durante i passaggi tra una piastra e l'altra i parapetti dovranno poter essere abbassati / richiusi.

Il mezzo dovrà inoltre essere dotato di teli per la raccolta del materiale demolito e dell'acqua derivante dalle operazioni di idropulizia e idroscarifica che dovranno essere poi portate a smaltimento / trattamento.



Per quanto riguarda i vincoli dettati dal Concessionario si segnala quanto segue:

- Il mezzo dovrà rimanere costantemente sotto impalcato perché non sono disponibili ormeggi in banchina. Per il trasporto degli operai dai passi uomo alla piattaforma si prevede l'impiego di una piccola imbarcazione e per l'accesso all'interno della piattaforma, si prevede una paratoia a tenuta stagna sul parapetto.
- Le aree di cantiere sopra impalcato saranno itineranti per seguire l'andamento delle lavorazioni sotto impalcato e saranno disposte come illustrato nell'elaborato 1949_PFTE_L0_SIC_t001_14

L'area di cantiere sotto impalcato è suddivisa in 45 fasi per aree di estensione pari a circa 7x11 piastre (70 x 110 m) con almeno n. 2 passi uomo per area. Si prevede che siano presenti due cantieri contemporanei e che le piattaforme di lavoro possano lavorare, secondo necessità, su entrambe le aree.

Si procede in sequenza con 3 squadre (una per idropulizia e idroscarifica, una per ripristini e una per l'impermeabilizzazione) che procedono circa alla stessa velocità (le produttività per le varie operazioni sono simili) come indicativamente rappresentato nelle immagini seguenti.

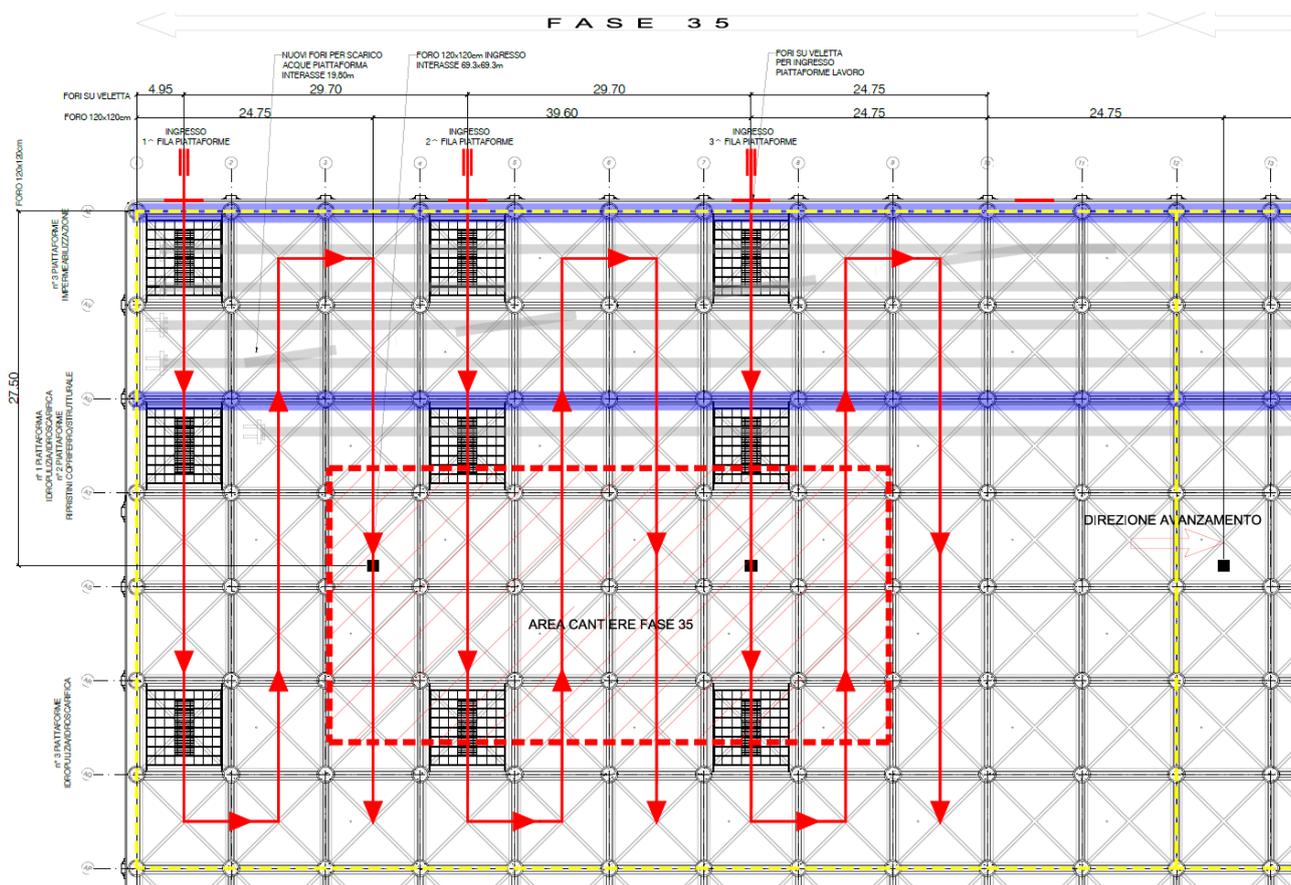


Figura 9.7: Progressione lavorazioni

La disposizione tipo dell'area di cantiere deve ospitare tutti i mezzi necessari alle varie attività, quali cisterne, vasche, compressori, pompe, etc come rappresentato di seguito. Ogni area di cantiere avrà forma e dimensione variabile in funzione del layout del terminal e degli spazi messi a disposizione dal Concessionario, come illustrato nell'elaborato 1949_PFTE_L0_SIC_t001_14.

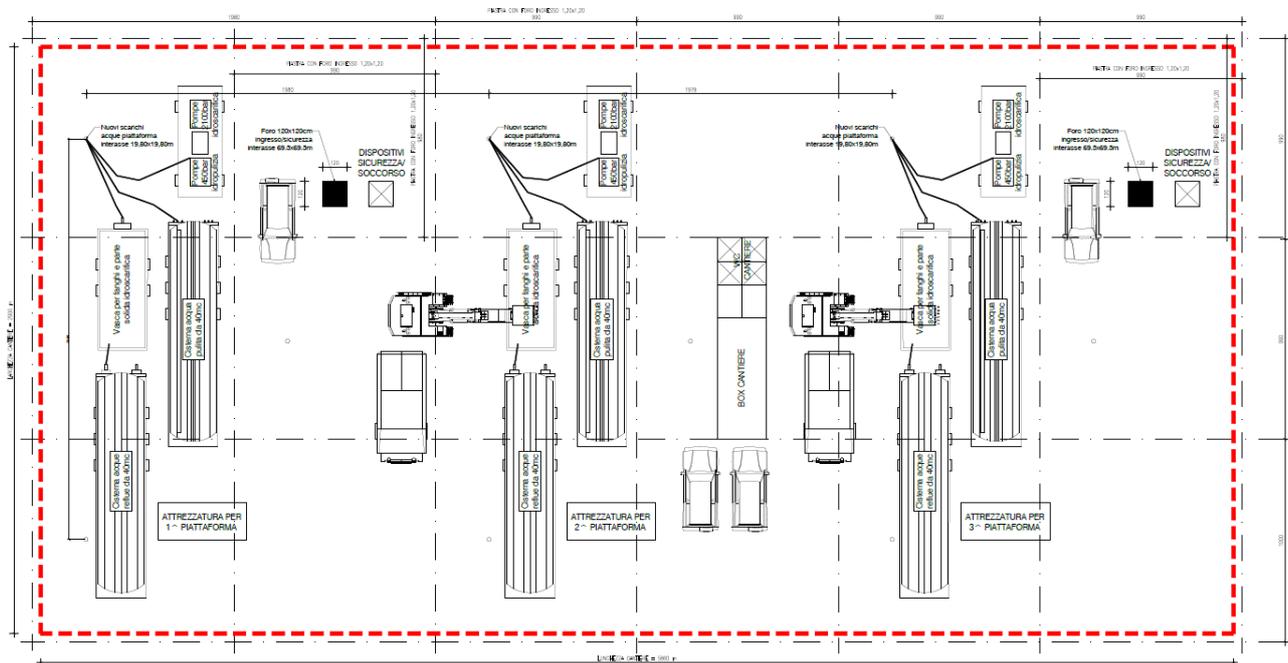


Figura 9.8: Cantierizzazione – Pianta tipo area cantiere

9.3 Rete acque meteoriche

L'analisi relativa alla più corretta gestione delle acque meteoriche ha i seguenti assunti di base:

- La presenza di diverse aree funzionali del terminal;
- La geometria della struttura e la disponibilità di spazi: si tratta di terminal esistente con intradosso della struttura posto a quota +0,76 m s.m.m e con una pavimentazione al di sopra della struttura portante dell'impalcato di spessore utile pari a 40 cm in cui poter collocare cavi e opere d'arte.

Le interlocuzioni con il Servizio gestione risorse idriche della Regione Friuli-Venezia Giulia hanno portato alla condivisione del seguente approccio metodologico:

- Le aree di deposito dei container non saranno soggette a trattamento acque e si ammettono delle aperture che recapitino le acque direttamente a mare: si assume infatti che tutti i container, ad eccezione di quelli nell'area delle merci pericolose, siano per tipologia costruttiva esenti da rilasci significativi; pertanto, si esclude che le piogge su tali aree aggravino l'onere del trattamento;
- Le aree a parcheggio seguiranno gli stessi criteri delle aree di deposito dei container in analogia con la pratica corrente: anche per questi casi non sarà necessario predisporre specifici trattamenti e scaricheranno direttamente a mare a condizione che su tali aree si curi la pulizia periodica;
- La viabilità stradale fra gli impilamenti dei container, la fascia della banchina, il deposito carburante e l'area di rifornimento vanno trattati alla stregua della viabilità ordinaria, prevedendo specifico sistema di raccolta e trattamento delle acque meteoriche;
- L'area delle merci pericolose deve essere attrezzata con adeguato sistema di raccolta e trattamento delle acque meteoriche dotati di adeguato sistema di chiusura di emergenza in grado di chiudere gli scarichi a mare in caso di incidente con la previsione di adeguata pulizia (raccolta spanti e ripristino del normale funzionamento delle aree e degli impianti) a seguito di incidente.



La soluzione adottata per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento dalle aree di viabilità (e assimilabili) prevede l'utilizzo di un sistema di raccolta delle acque tramite canalette dotate di un sistema di filtrazione che consente il trattamento in continuo ed il successivo recapito diretto a mare.

Si adotta un sistema tipo DRAINFIX CLEAN o equivalente composto di canaletta con filtro in grado di compiere quattro funzioni:

- Drenaggio superficiale,
- Ritenzione delle acque,
- Trattamento
- Scarico delle acque meteoriche.

La canaletta utilizzata è una canaletta prefabbricata in calcestruzzo con sabbia al quarzo e fibra di basalto, provvista di telaio zincato con rivestimento Zinco-Magnesio tipo FASERFIX SUPER 200 Tipo 020 o equivalente dotata di sistema di chiusura rapida delle griglie, con connessione maschio-femmina e relativa griglia a fessure 170x20 mm in ghisa sferoidale GJS 500-7, classe F900.

Il sistema è integrato con il sistema di filtrazione costituito da:

- Tubo di drenaggio con geotessile tipo DRAINFIX CLEAN o equivalente,
- Filtro substrato in carbone attivo tipo CARBOTEC 60 o equivalente.



Figura 9.9 – Tipologica soluzione adottata con canaletta filtrante

Il substrato filtrante è caratterizzato da un elevato contenuto di carbonati e da un buon legame con i metalli pesanti disciolti e la ritenzione di particelle ultrafini (da 0,006 a 0,060 mm) che garantisce il trattamento efficace di TSS (solidi sospesi totali) 99,5%, TPH (idrocarburi totali) 99,9%, zinco e rame 99,8%.

Stanti i vincoli geometrici e altimetrici della banchina, tale soluzione risulta essere quella che garantisce il trattamento delle acque di dilavamento, senza necessità di prevedere ulteriori sistemi di sollevamento e di trattamento, intervenendo solo nello spessore della pavimentazione, senza interferire con la struttura esistente.

La posizione delle canalette è stata individuata tenendo conto di:

- Dimensionamento idraulico in relazione alla superficie delle aree da servire;
- Cavidotti e sottoservizi presenti (si rimanda alla relazione 1949_PFTE_L0_GEN_r004_01_00_BoD Basis of Design che descrive gli elaborati a base della progettazione);
- Progetto di adeguamento delle linee elettriche
- Allungamento delle vie di corsa (e conseguente revisione del layout di banchina).



Si rimanda all'elaborato 1949_PFTE_L1_IDR_r001_02 per maggiori dettagli.

Il sistema prevede tratti di canalette variabili da 15 a 60 m: è previsto uno scarico verso mare (con attraversamento dell'impalcato) all'incirca ogni 20 m di sviluppo della canaletta.

Data la numerosità degli scarichi a mare, è condivisa la previsione di attrezzare una serie di punti di campionamento, disposti in modo tale da interessare ciascuna area funzionalmente omogenea.

Il rifacimento del sistema di raccolta delle acque meteoriche comporta anche il rifacimento della pavimentazione (primi 5 cm) nelle porzioni di competenza delle canalette al fine di agevolare il deflusso delle acque verso il sistema di raccolta.

9.4 Impianti elettrici

L'esigenza di movimentare i container secondo criteri di velocità, innovazione, affidabilità ed efficienza impone una riorganizzazione delle aree operative del terminal.

Tale esigenza comporta una serie di interventi atti a rendere funzionale il piazzale operativo quali principalmente: adeguamento della sottostazione principale, smantellamento di una cabina secondaria interferente con l'allungamento delle vie di corsa delle GRU e l' adeguamento delle altre 5 cabine elettriche secondarie esistenti al fine di servire le gru di piazzale aggiuntive, collegamenti elettrici di media tensione e telematici per ricomporre i nuovi anelli tra le cabine elettriche oltre ai collegamenti con le gru Ship To Shore (STS), creazione dei punti fissi, collegamenti in bassa tensione e rete telematica agli edifici.

Gli impianti oggetto della progettazione si possono così riassumere:

- Adeguamento Quadri di media tensione Sottostazione principale;
- Smantellamento Cabina "A";
- Adeguamento Quadri di media e bassa tensione Cabina "B";
- Adeguamento Quadri di media tensione Cabina "C";
- Adeguamento Quadri di media e bassa tensione Cabina "SUD";
- Adeguamento Quadri di media e bassa tensione Cabina "NORD 1";
- Adeguamento Quadri di media e bassa tensione Cabina "NORD 2";
- Fornitura e posa in opera di nuovi trasformatori MT/MT e MT/BT;
- Linee e condutture di distribuzione principale in MT nuovi anelli;
- Linee e condutture di distribuzione secondaria in MT verso nuovi e GRU;
- Impianto di supervisione e controllo.

Si rimanda all'elaborato 1949_PFTE_L2_ELE_r001_02 per maggiori dettagli

9.5 Prolungamento delle vie di corsa delle gru RMG

Il prolungamento delle travi porta rotaia per gru RMG riguarda le due coppie di rotaie individuate Figura 9.10.:

- Allineamenti a sud denominati B5001 e B5002 – riquadro azzurro
- Allineamenti a nord denominati B7001 e B7002 – riquadro rosso

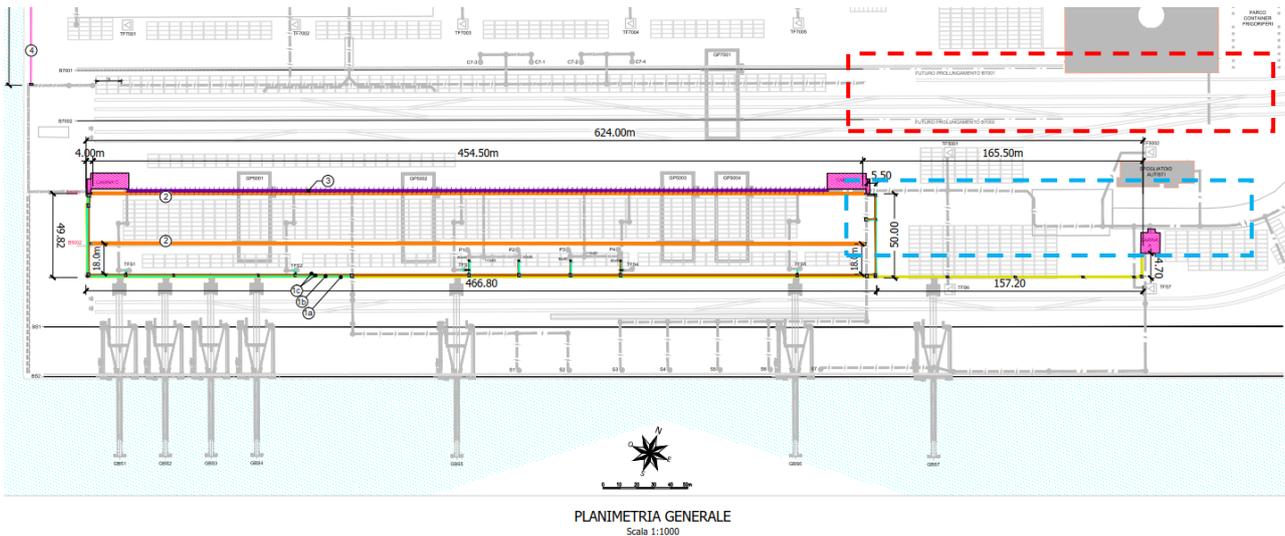


Figura 9.10 – Individuazione delle zone di ubicazione delle due coppie di rotaie per gru RMG

La conformazione geometrica e costruttiva della banchina esistente condiziona in maniera decisiva gli interventi possibili per rendere adatto l'impalcato a supportare i carichi delle ruote delle gru; pertanto, il progetto di prolungamento ripropone, con i necessari adattamenti, le stesse soluzioni tecniche che caratterizzano le travi porta rotaie attuali.

Come illustrato negli elaborati 1949_PFTE_L1_STR_r005_02 e 1949_PFTE_L0_STR_t002_07, la banchina è stata realizzata in due fasi successive: la prima fase risale alla seconda metà degli anni '60 mentre il completamento verso sud, relativo ad una ulteriore fascia larga 150m e realizzato in due lotti funzionali con tecniche costruttive molto simili, risale agli anni 1988-1999. La coppia di rotaie più a nord ricade sulla banchina più datata, con una rotaia proprio sul confine fra i due interventi; la coppia di rotaie più a sud ricade interamente sulla zona di banchina più recente.

Le sezioni in corrispondenza di due piastre contigue, dove dovranno essere realizzate le travi porta rotaia in prolungamento, sono le seguenti:

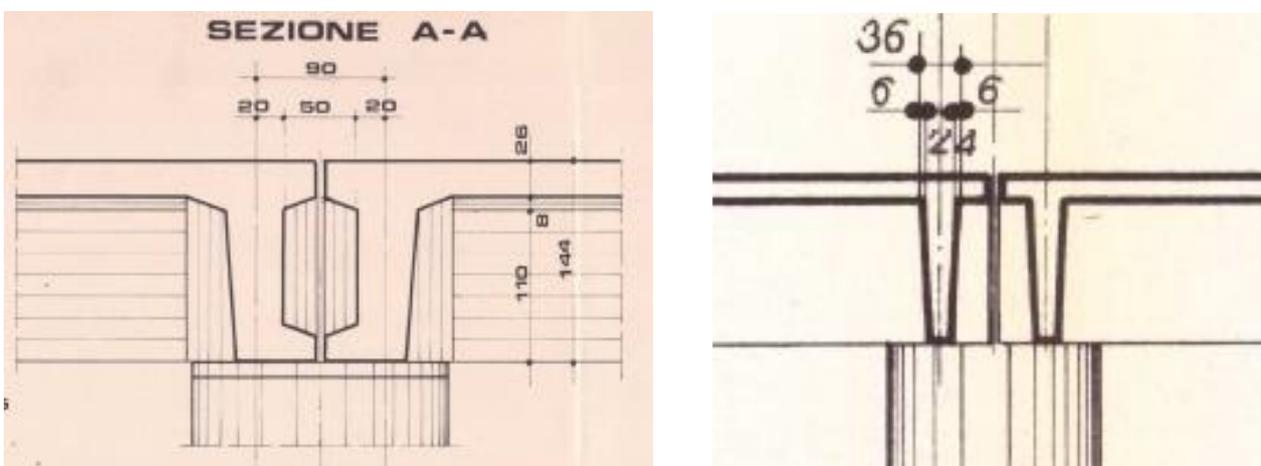


Figura 9.11 – Sezioni trasversali nella zona di transizione fra due piastre nervate prefabbricate; a sinistra la parte relativa all'ampliamento, a destra la parte più vecchia. Si nota chiaramente la differente sagoma delle nervature.



Una ulteriore differenza è costituita dal fatto che uno degli allineamenti delle rotaie cade in corrispondenza della zona di confine fra la banchina pre-esistente e quella in ampliamento; in tale zona la trave porta-rotaia è realizzata fra una nervatura delle piastre prefabbricate e una trave di bordo banchina, come illustrato nella figura che segue.

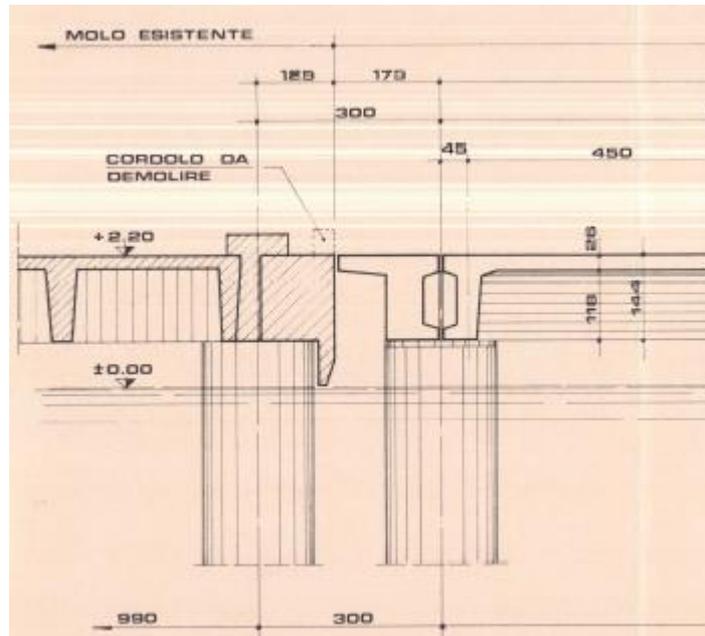


Figura 9.12 – Sezione trasversale in corrispondenza della zona di confine fra banchina preesistente e banchina in allargamento.

Si prevede di replicare le soluzioni già adottate per le travi porta – rotaie esistenti, come illustrato nell'elaborato 1949_PFTE_L1_STR_r008_02. Le particolari condizioni geometriche ed operative non lasciano infatti altre alternative praticabili.

A differenza delle procedure costruttive originali, che utilizzavano un varco superiore a livello di soletta per l'alloggiamento della trave porta – rotaia già previsto a progetto, qui è necessario realizzare il varco mediante taglio dello sbalzo di estremità parallelamente alla nervatura.

Per il resto, la soluzione originale può essere conservata anche in termini di disposizione di dettaglio delle armature lente e di precompressione, non essendo segnalata una variazione dei carichi di servizio (reazioni delle ruote delle gru).

Si riportano di seguito le fasi costruttive per le diverse vie di corsa.



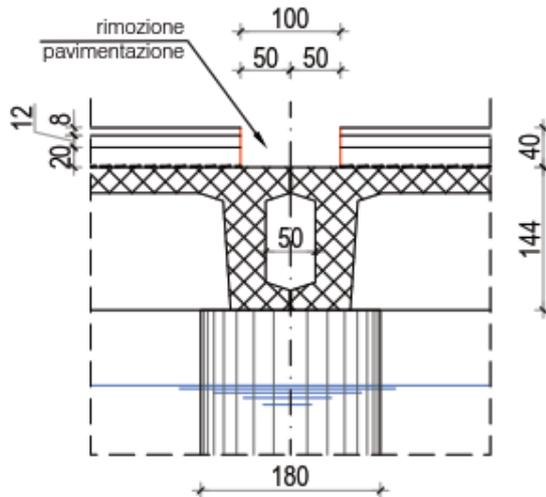
9.5.1 Vie di corsa B5001 – B5002

STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B5001-B5002

SCALA 1:20

FASE 1

- Taglio e rimozione della pavimentazione e dello strato di ballast
- Rimozione della piastra di carico sul giunto

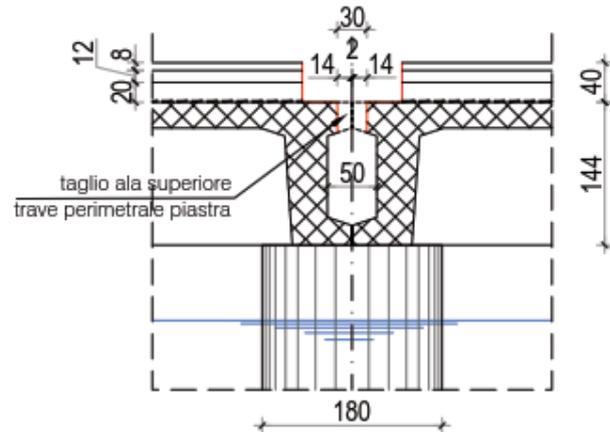


STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B5001-B5002

SCALA 1:20

FASE 2

- Taglio delle ali superiori delle travi perimetrali della piastra
- Idropulizia e pulizia della cavità da preparare per la posa dell'armatura integrativa lenta e di precompressione
- Idroscarifica della cavità per aumentare la scabrezza superficiale

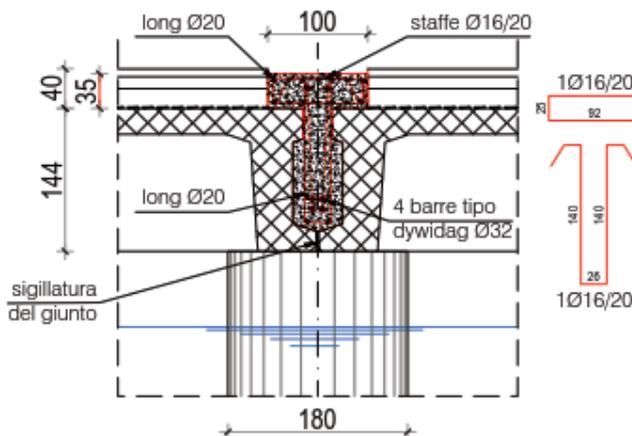


STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B5001-B5002

SCALA 1:20

FASE 3

- Sigillatura del giunto ai inferiori con schiuma poliuretanicca
- Posa dell'armatura lenta: staffe 1Ø16/20 + long Ø20
- Posa delle barre di precompressione 4 barre dywidag Ø32
- Getto della trave con calcestruzzo classe C35/45

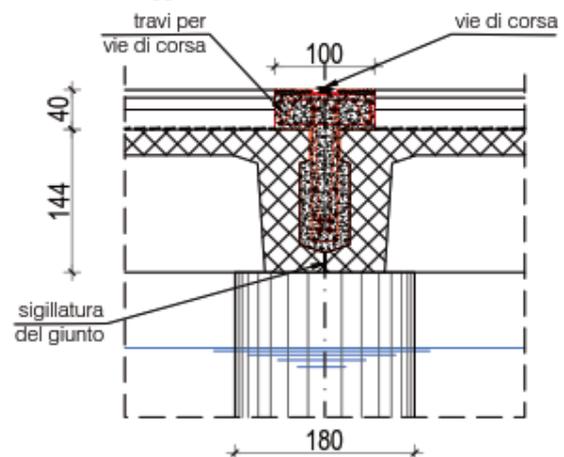


STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B5001-B5002

SCALA 1:20

FASE 4

- Dopo adeguata maturazione del calcestruzzo tesatura delle barre dywidag.
- Posa dei binari delle vie di corsa delle gru
- Bloccaggio e intasamento vie di corsa.





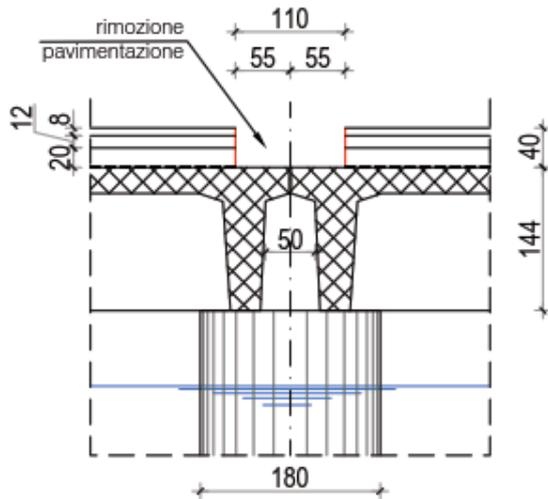
9.5.2 Via di corsa B7001

STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B7001

SCALA 1:20

FASE 1

- Taglio e rimozione della pavimentazione e ballast
- Rimozione della piastra di carico sul giunto

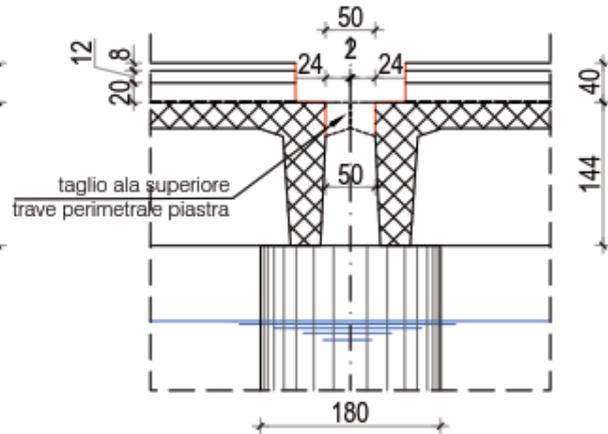


STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B7001

SCALA 1:20

FASE 2

- Taglio delle ali superiori delle travi perimetrali della piastra
- Idropulizia e pulizia della cavità da preparare per la posa dell'armatura integrativa lenta e di precompressione
- Idroscarifica della cavità per aumentare la scabrezza superficiale

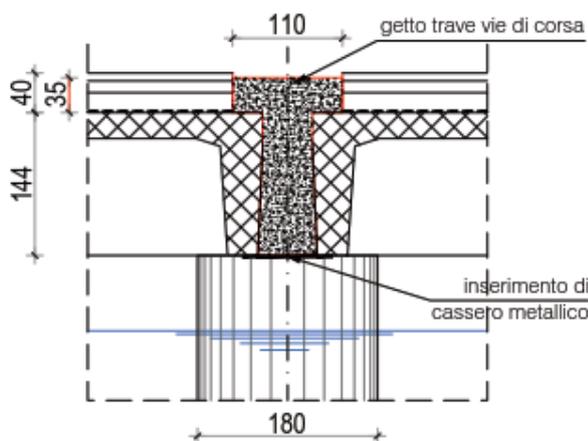


STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B7001

SCALA 1:20

FASE 3

- Inserimento cassero metallico fissato intradosso travi
- Posa dell'armatura lenta
- Posa delle barre di precompressione
- Getto della trave con calcestruzzo classe C35/45

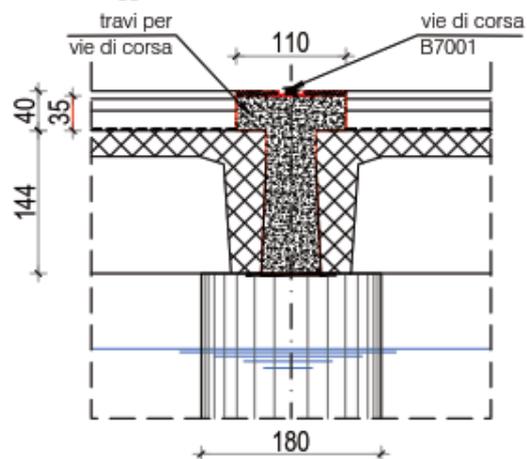


STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B7001

SCALA 1:20

FASE 4

- Dopo adeguata maturazione del calcestruzzo tesatura delle barre dywidag.
- Posa dei binari delle vie di corsa delle gru
- Bloccaggio e intasamento vie di corsa.





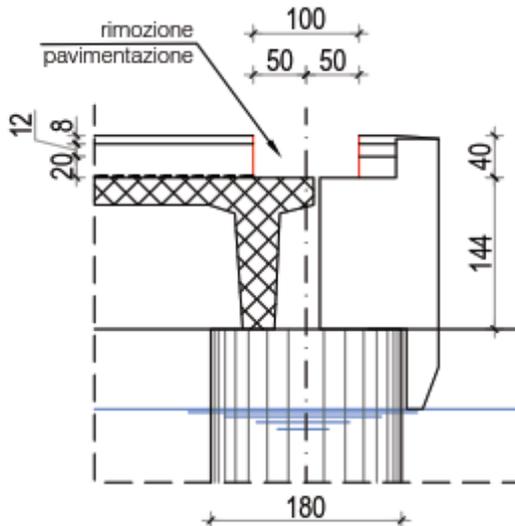
9.5.3 Via di corsa B7002

STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B7002

SCALA 1:20

FASE 1

- Taglio e rimozione della pavimentazione e ballast
- Rimozione eventuale piastra di carico sul giunto

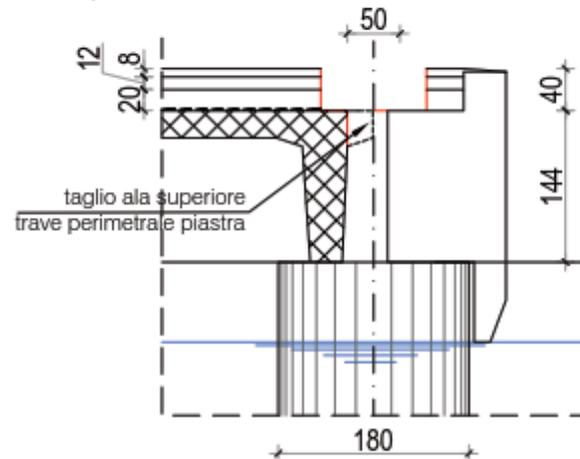


STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B7002

SCALA 1:20

FASE 2

- Taglio delle ali superiori delle travi perimetrali della piastra
- Idropulizia e pulizia della cavità da preparare per la posa dell'armatura integrativa lenta e di precompressione
- Idroscarifica della cavità per aumentare la scabrezza superficiale

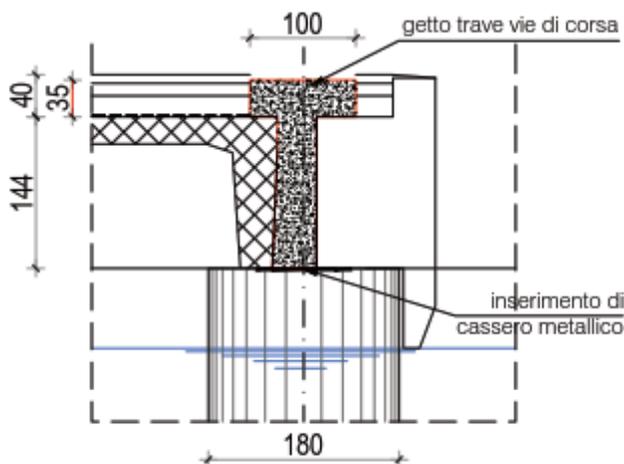


STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B7002

SCALA 1:20

FASE 3

- Inserimento cassero metallico fissato intradosso travi
- Posa dell'armatura lenta
- Posa delle barre di precompressione
- Getto della trave con calcestruzzo classe C35/45

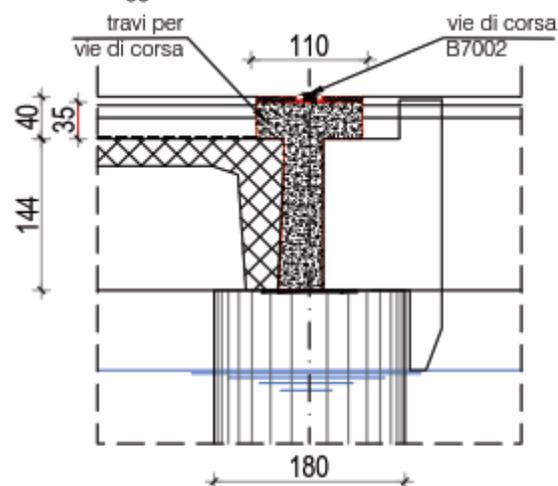


STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B7002

SCALA 1:20

FASE 4

- Dopo adeguata maturazione del calcestruzzo tesatura delle barre dywidag con carico pari a xxx KN
- Posa dei binari delle vie di corsa delle gru
- Bloccaggio e intasamento vie di corsa.





10 CAVE E DISCARICHE

10.1 Impianto di betonaggio

Per la produzione dei calcestruzzi necessari alla realizzazione delle opere di progetto, è stato individuato un impianto di betonaggio in prossimità dell'area di intervento, ubicato a 6.5 km di distanza come rappresentato nella Figura 10.1.

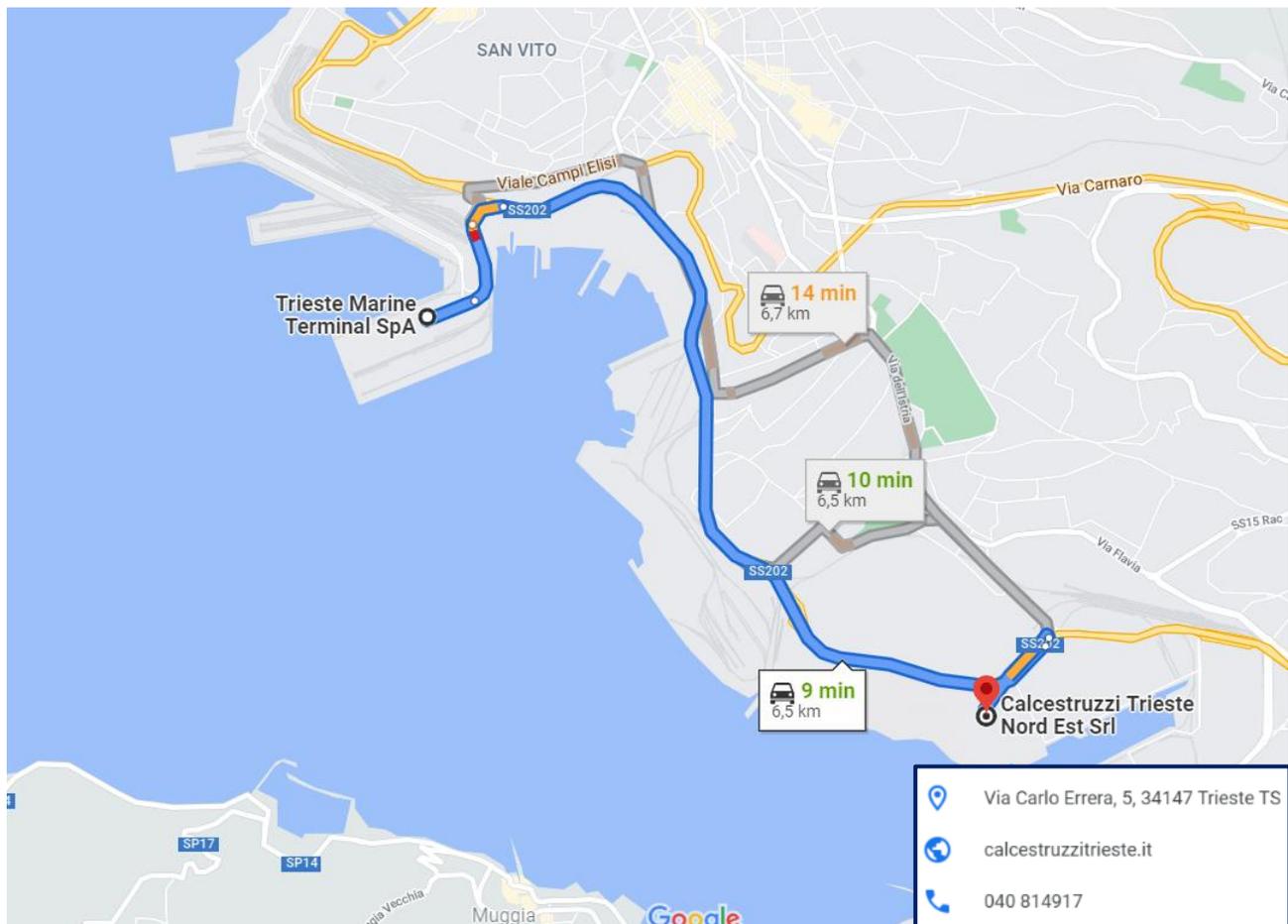


Figura 10.1 – Impianto di betonaggio.

10.2 Demolizioni

10.2.1 Inerti

Il materiale inerte proveniente dalle attività di demolizione e di idropulizia sarà recuperato all'interno dei mezzi natanti utilizzati per l'esecuzione degli interventi al di sotto della banchina.

Il materiale sarà poi trasferito in banchina e gestito all'interno di container scarrabili (conformi alla norma DIN 30722), all'interno dei quali sarà realizzata l'operazione di deposito temporaneo.

Tale operazione implica, secondo quanto stabilito all'art. 183, comma 1, lettera bb) del D.Lgs. 152/2006, che *"...il materiale sia raccolto ed avviato alle operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità alternative, a scelta del produttore dei rifiuti: con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle*



quantità in deposito; quando il quantitativo di rifiuti in deposito raggiunga complessivamente i 30 metri cubi di cui al massimo 10 metri cubi di rifiuti pericolosi...”

L'allontanamento dei rifiuti presso gli impianti di destinazione sarà realizzato, quindi, nei tempi più brevi o, compatibilmente con le volumetrie disponibili, prevedendo un deposito temporaneo per periodi di tempo, comunque, non superiori a 90 giorni.

I rifiuti prodotti dovranno essere trasportati presso gli impianti di destinazione da apposita ditta iscritta all'Albo Gestori Ambientali.

I rifiuti saranno smaltiti quali inerti da demolizione, previa caratterizzazione per la verifica della classificazione del rifiuto.

Nella figura seguente è illustrata la localizzazione delle discariche per tipologia.



Figura 10.2 Dislocazione delle discariche per rifiuti speciali (da <https://www.arpa.fvg.it/>)



10.2.2 Acque da idrolavaggio e idroscarifica

Si prevede che tutte le acque provenienti dalle attività di idropulizia e idroscarifica siano raccolte all'interno del mezzo natante su cui vengono effettuate queste operazioni.

Da qui esse saranno convogliate tramite sistemi aspiranti in banchina.

Le acque raccolte dovranno subire un trattamento che ne preveda la decantazione per la separazione della parte solida dalla parte liquida, p.e. tramite cassoni drenanti da collocare in banchina.

Si ipotizza che la parte solida (sedimentato) rappresenti circa il 30% del volume complessivo raccolto (CER 10 13 14) mentre il restante 70% sia rappresentato dalle acque che pertanto saranno smaltite come rifiuto liquido (CER 16 10 02).

In questa fase si prevede che sia le acque che i fanghi di separazione siano inviate a smaltimento.

Anche in questo caso il conferimento deve essere preceduto da opportune analisi per verifica del conferimento a discarica.



11 CRONOPROGRAMMA E STIMA ECONOMICA

11.1 Cronoprogramma dei lavori

Considerando quanto espresso negli elaborati sulla cantierizzazione

1949_PFTE_L0_SIC_r004_14	Relazione sulla cantierizzazione
1949_PFTE_L0_SIC_t001_14	Sequenza di cantierizzazione generale
1949_PFTE_L0_SIC_t002_14	Sequenza di cantierizzazione delle opere strutturali sotto impalcato
1949_PFTE_L0_SIC_t003_14	Sequenza di cantierizzazione delle opere idrauliche
1949_PFTE_L0_SIC_t004_14	Sequenza di cantierizzazione delle opere elettriche
1949_PFTE_L0_SIC_t005_14	Sequenza di cantierizzazione delle opere di prolungamento RMG

si ricava il cronoprogramma di cui all'elaborato 1949_PFTE_L0_ECO_r006_13 e qui visualizzato in forma chiusa:

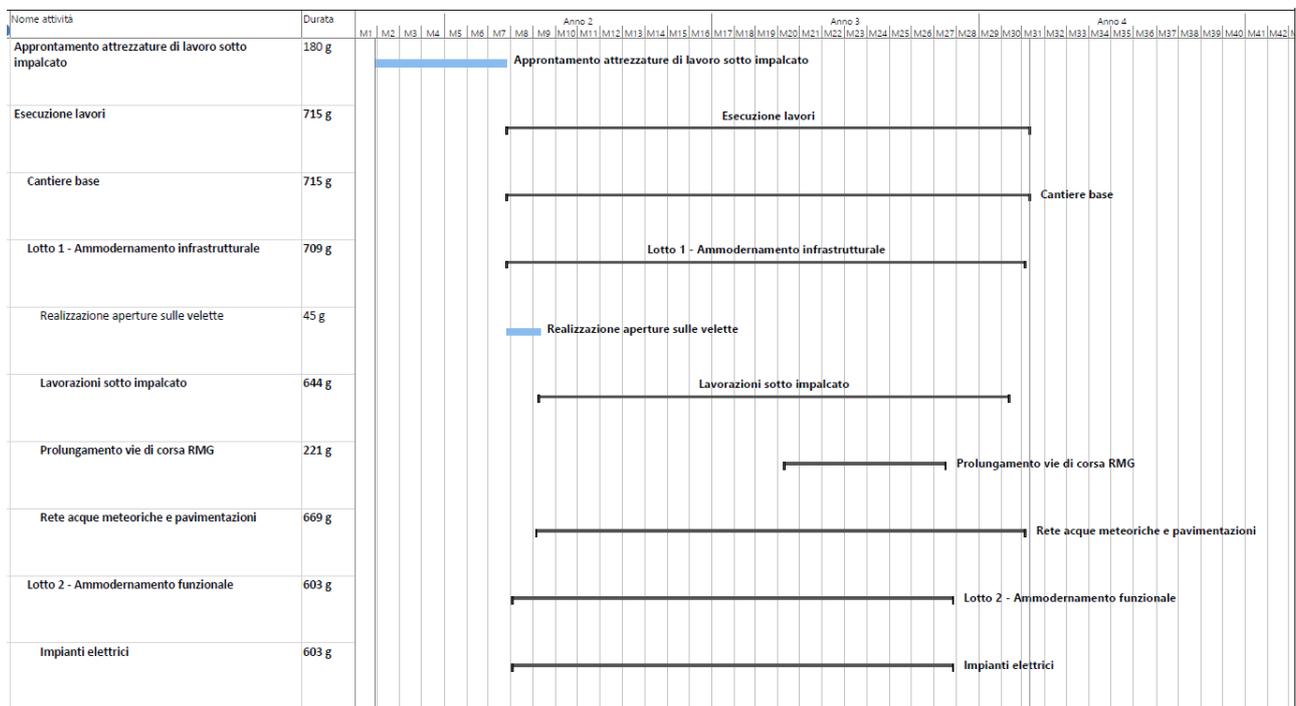


Figura 11.1: Cronoprogramma dei lavori

11.1.1 Lavori sotto impalcato

Per quanto riguarda le lavorazioni di ripristino strutturale sotto impalcato, si faccia riferimento alle ipotesi descritte nell'elaborato 1949_PFTE_L1_STR_r006_02, per cui si ottiene che ogni lavorazione (idropulizia/idroscarifica, ripristino strutturale e impermeabilizzazione) ha una durata totale stimata di circa 635 giorni naturali consecutivi, prevedendo due turni effettivi da 6 ore ciascuno e lavorando 7 giorni su 7.

Considerando che la superficie totale del molo è stata suddivisa in 45 cantieri e che si lavori contemporaneamente su due cantieri alla volta (rif. elaborati 1949_PFTE_L0_SIC_r004_14 e 1949_PFTE_L0_SIC_t002_14) si stima una durata media di ogni cantiere pari a 28 giorni ripartiti come di seguito illustrato:



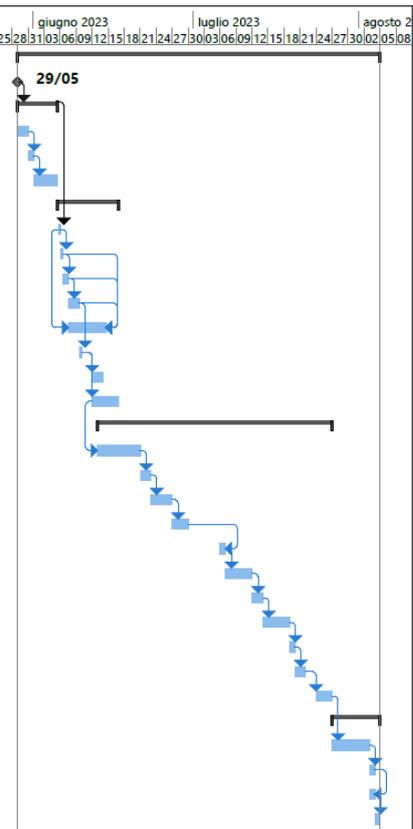
Cantiere R1	28 g
Approntamento cantiere	2 g
Realizzazione passi uomo	2 g
Idropulizia e idroscarifica	14 g
Ripristino strutturale	14 g
Impermeabilizzazione	14 g
Ripristino passi uomo	3 g
Dismissione cantiere	2 g



11.1.2 Acque meteoriche e pavimentazioni

Per la posa delle nuove canalette filtranti è stata stimata una produttività di 60 m in 50 giorni da ogni squadra. Come rappresentato dal cronoprogramma illustrato di seguito.

ID	Modalità attività	Nome attività	Durata	giugno 2023	luglio 2023	agosto 2023
1		costruzione del modulo base canalette (tratto di 60m)	50 g			
2		check adeguatezza delle piastre strutturali sottostanti	0 g			
3		allestimento del cantiere	5.5 g			
4		viabilità provvisoria	2 g			
5		sgombero container	1 g			
6		disattivazione linee pericolose o interferenti	2.5 g			
7		demolizioni	9.5 g			
8		taglio del manto stradale	0.5 g			
9		scarifica del conglomerato bituminoso	0.5 g			
10		scavo fino alla piastra prefabbricata	1 g			
11		scarifica della piastra prefabbricata	2 g			
12		gestione dei rifiuti prodotti e pulizia	5 g			
13		verifica posizione dei ferri di armatura piastra prefabbricata	0.5 g			
14		3xfori Ø200 per scarico a mare, int. 20m + tubi + sigillature	2 g			
15		fori per tasselli Ø12, passo 20cm sui due lati della prevista canaletta	5 g			
16		allestimento sezione tipo	32 g			
17		tasselli Ø12, passo 20cm sui due lati della prevista canaletta	6 g			
18		casseratura cordoli laterali	2 g			
19		posa armature cordoli laterali	2 g			
20		getto strutturale dei cordoli laterali	3 g			
21		scasseratura e pulizia	1 g			
22		distanziatori inferiori a livello (0.0-1.5cm)	3 g			
23		strato di malta fibrorinforzata (~2cm per tratti non superiori a 6m)	2 g			
24		posa canaletta prefabbricata	3 g			
25		rinfianco con malta cementizia fibrorinforzata	1 g			
26		finiture	2 g			
27		rinfianco e rullatura all'esterno dei cordoli con misto cementato	3 g			
28		ripristini e asfaltature	7 g			
29		asfaltatura delle due fasce laterali	5 g			
30		tubo in fondo alla canaletta e medium filtrante	1 g			
31		griglia F900	1 g			
32		decommissioning del cantiere e ripristino viabilità e depositi	1 g			



Considerando l'interazione con gli altri cantieri (strutturali ed elettrici) è emersa la necessità raddoppiare la produttività, incrementando le squadre di lavoro.



11.1.3 Impianti elettrici

Per l'adeguamento della rete elettrica, il cronoprogramma è stato valutato di concerto con il Concessionario per ridurre al minimo le interferenze con l'operatività del terminal, soprattutto causate dall'interruzione di energia elettrica.

Si riporta di seguito la sequenza delle lavorazioni previste con relative tempistiche stimate:

n.	Descrizione	Tempistiche giorni	interruzioni energia ore
STEP 1 - intervento su SSP per poter stendere i nuovi anelli a 27,5kV ed alimentari			
1.1	Alimentare il quadro generale MT a 6kV di SSP dalla fornitura di Autorità Portuale tramite ACEGAS	1	2
1.2	Disalimentare il quadro generale MT a 27,5kV di SSP	1	
1.3	Smontare il quadro generale MT a 27,5kV di SSP e i trasformatori 27,5/6kV	8	
1.4	Installare il nuovo quadro generale MT a 27,5kV nella posizione del vecchio (QMTP-SSP) ed alimentarlo da fornitura TMT	10	
1.5	Stendere tutti i cavi dei nuovi anelli a 27,5kV e allacciarli al nuovo quadro generale MT a 27,5kV di SSP	90	
		110	
STEP 2 - intervento su CABINA NORD 2			
n.	Descrizione		
2.1	Controalimentazione del QGBT da Nord 1 con cavo già esistente	0	1
2.2	Rimozione del quadro generale di MT a 6kV esistente (utenze non essenziali)	2	
2.3	Rimozione dei trasformatori MT/BT esistenti	2	
2.4	Installazione del nuovo quadro generale MT a 27,5kV (QMTP-N2)	3	
2.5	Installazione del nuovo quadro generale MT a 6kV (QMTS-N2)	3	
2.6	Installazione dei nuovi trasformatori MT/BT	5	
2.7	Collegamento definitivo QGBT da nuovi trasformatori	10	
2.8	Containerizzare il Quadro MT a 6kV smontato	15	
		40	
STEP 3 - intervento su CABINA NORD 1			
n.	Descrizione		
3.1	Controalimentazione del QGBT da Nord 2 con cavo già esistente	0	1
3.2	Posizionare il quadro MT containerizzato di Nord 2 nei pressi di nord 1	1	
3.3	Scollegamento di un ramo dell'anello Nord1-Nord2 e utilizzo di esso per alimentazione quadro MT containerizzato	1	2
3.4	Fornitura e posa i opera di nuovi cavi MT da quadro containerizzato fino alla base del quadro MT a 6kV di Nord 1	2	
3.5	Scollegamento delle utenze in MT (una alla volta) da quadro MT a 6kV di Nord 1 e realizzazione di giunti con cavi provenienti dal	5	8
3.6	Installazione del nuovo quadro generale MT a 27,5kV (QMTP-N1)	3	
3.7	Installazione del nuovo quadro generale MT a 6kV (QMTS-N1)	3	
3.8	Installazione dei nuovi trasformatori MT/BT ed MT/MT	5	
3.9	Collegamento definitivi dai nuovo trasformatori verso QMT e QGBT	10	8
3.10	Riconnessione dei cavi MT esistenti delle utenze al nuovo quadro MT a 6kV	10	8
		40	
STEP 4 - intervento su CABINA "C"			
n.	Descrizione		
4.1	Noleggio di Gruppo elettrogeno in BT per alimentazione provvisoria del QGBT	0	
4.2	Posizionare il quadro MT containerizzato di Nord 2 (integrato con le protezioni di Nord 1) nei pressi di C	1	
4.3	Scollegamento di un ramo dell'anello A-B-C e utilizzo di esso per alimentazione quadro MT containerizzato	1	2
4.4	Fornitura e posa i opera di nuovi cavi MT da quadro containerizzato fino alla base del quadro MT a 6kV di C	2	
4.5	Scollegamento delle utenze in MT (una alla volta) da quadro MT a 6kV di C e realizzazione di giunti con cavi provenienti dal quadri	5	26
4.6	Installazione del nuovo quadro generale MT a 27,5kV (QMTP-C)	3	
4.7	Installazione del nuovo quadro generale MT a 6kV (QMTS-C)	3	
4.8	Installazione dei nuovi trasformatori MT/BT ed MT/MT	5	
4.9	Collegamento definitivi dai nuovo trasformatori verso QMT e QGBT	10	8
4.10	Riconnessione dei cavi MT esistenti delle utenze al nuovo quadro MT a 6kV	10	26
		40	
STEP 5 - intervento su CABINA "B"			
n.	Descrizione		
5.1	Utilizzo del Gruppo elettrogeno in BT noleggiato per alimentazione provvisoria del QGBT	0	
5.2	Posizionare il quadro MT containerizzato di Nord 2 (integrato con le protezioni di Nord 1) nei pressi di B	1	
5.3	Scollegamento di un ramo dell'anello A-B-C e utilizzo di esso per alimentazione quadro MT containerizzato	1	2
5.4	Fornitura e posa i opera di nuovi cavi MT da quadro containerizzato fino alla base del quadro MT a 6kV di B	2	
5.5	Scollegamento delle utenze in MT (una alla volta) da quadro MT a 6kV di B e realizzazione di giunti con cavi provenienti dal quadri	5	18
5.6	Installazione del nuovo quadro generale MT a 27,5kV (QMTP-B)	3	
5.7	Installazione del nuovo quadro generale MT a 6kV (QMTS-B)	3	
5.8	Installazione dei nuovi trasformatori MT/BT ed MT/MT	5	
5.9	Collegamento definitivi dai nuovo trasformatori verso QMT e QGBT	10	8
5.10	Riconnessione dei cavi MT esistenti delle utenze al nuovo quadro MT a 6kV	10	18
5.11	Stesura nuovo cavo MT verso utenza MT attualmente alimentata dalla cabina "A"	15	
5.12	Stesura nuovi cavi BT verso torri faro attualmente alimentate dalla cabina "A"	10	
		65	
STEP 6 - intervento su CABINA "A"			
n.	Descrizione		
6.1	Connessione delle utenze MT/BT alle linee provenienti da B e loro disconnessione da A	2	
6.2	Smartellamento cabina "A"	30	
		32	
STEP 7 - intervento su CABINA "SUD"			
n.	Descrizione		
7.1	Containerizzare 3 trasformatori 6/0,4kV recuperati dalle altre cabine per alimentazione provvisoria dei reefers e delle utenze BT	15	
7.2	Posizionare il quadro MT e i trasformatori containerizzati nei pressi di SUD e controalimentazione quadri BT interni	2	16
7.3	Rimozione del quadro generale di MT a 6kV esistente	4	
7.6	Installazione del nuovo quadro generale MT a 27,5kV (QMTP-S)	4	
7.8	Installazione dei nuovi trasformatori MT/BT	5	
7.9	Installazione del nuovo quadro generale BT	10	
7.10	Riconnessione dei cavi BT (fatto per step)	15	
		55	



11.2 Stima economica

La determinazione dei costi delle singole lavorazioni è stata eseguita utilizzando prevalentemente il prezzario della Regione Friuli-Venezia Giulia 2023.

Per le lavorazioni non presenti nel listino regionale o, come previsto dal DPR 207/2010, sono state redatte apposite analisi del prezzo facendo riferimento ai costi elementari per mano d'opera, noli e materiali al prezzario della Regione Friuli-Venezia Giulia 2023, Veneto 2023, Liguria 2023, Lombardia 2023 e Piemonte 2023 e, qualora non disponibili o non pertinenti in relazione alle lavorazioni specifiche, si è fatto riferimento ad apposite indagini di mercato debitamente documentate.

Si riporta di seguito il quadro di riepilogo del CME con indicazione dell'importo dei lavori e delle categorie SOA assegnate.

<u>Riepilogo Strutturale CATEGORIE</u>		
C	LAVORI A CORPO euro	87'225'626,09
C:001	RIPRISTINO STRUTTURALE euro	58'244'396,98
C:001.001	Classe piastra - gialla (OG7) euro	20'379'749,65
C:001.002	Classe piastra - verde (OG7) euro	21'798'849,41
C:001.003	Classe piastra - arancione (OG7) euro	5'127'437,15
C:001.004	Classe piastra - viola (OG7) euro	1'253'258,52
C:001.005	Classe piastra - rossa (OG7) euro	4'078'666,30
C:001.006	Intervento con sommozzatori (OG7) euro	412'915,20
C:001.010	Natanti a servizio degli interventi (OG7) euro	2'870'067,10
C:001.022	Vie di Corsa (OS21) euro	2'323'453,65
C:002	DEMOLIZIONI E RIPRISTINO OPERE ESISTENTI euro	1'070'134,18
C:002.007	Demolizioni strutturali (OG7) euro	507'368,86
C:002.009	Ripristini (OG3) euro	562'765,32
C:003	RETE ACQUE METEORICHE euro	6'485'951,19
C:003.007	Demolizioni strutturali (OG7) euro	57'340,08
C:003.008	Fresature e rimozioni superficiali (OG3) euro	403'798,29
C:003.009	Ripristini (OG3) euro	1'228'782,42
C:003.013	Sistema di raccolta delle acque meteoriche (OS21) euro	4'796'030,40
C:004	APPROVVIGIONAMENTO IDRICO - SMALTIMENTO MATERIALI euro	9'443'923,31
C:004.011	Smaltimento materiali (OG7) euro	7'752'175,55
C:004.012	Approvvigionamento idrico (OG7) euro	1'691'747,76
C:005	IMPIANTI ELETTRICI ed AFFINI euro	8'587'526,26
C:005.014	Quadri elettrici di media tensione (OG10) euro	4'436'923,85
C:005.015	Trasformatori MT/MT e MT/BT (OG10) euro	1'835'403,52
C:005.016	Quadri elettrici di bassa tensione (OG10) euro	520'586,69
C:005.017	Rifasamento (OG10) euro	52'759,20
C:005.018	Gruppi di continuità (OG10) euro	131'068,74
C:005.019	Linee elettriche (OG10) euro	1'076'553,32
C:005.020	Sistema B.M.S. (OG10) euro	214'339,03
C:005.021	Attività complementari impianto elettrico (OG10) euro	319'891,91
C:007	OPERE CIVILI IMPIANTI euro	3'393'694,17
C:007.023	Demolizione Cabina "A" (OG3) euro	51'625,50
C:007.024	Cunicolo Impianti (OG3) euro	3'085'800,00
C:007.025	Cavidotti (OG3) euro	183'031,53
C:007.026	Punto Fisso (OG3) euro	73'237,14
TOTALE euro		87'225'626,09
<u>Categorie di Opere GENERALI e SPECIALIZZATE</u>		
OG3 - Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, metropolitane ...		5'589'040,20
OG7 - Opere marittime e lavori di dragaggio		65'929'575,58
OG10 - Impianti per la trasformazione alta/media tensione e per la distribuzione di energia elettrica in corrente alternata e continua ed impianti di pubblica illuminazione		8'587'526,26
OS21 - Opere strutturali speciali		7'119'484,05
TOTALE euro		87'225'626,09



12 CRITERI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO

Il progetto esecutivo sarà composto almeno dai seguenti documenti:

- Relazione generale
- Relazione geologica
- Relazione geotecnica e sismica
- Relazione di calcolo esecutiva delle strutture
- Relazione di calcolo esecutiva delle opere provvisorie
- Relazione di calcolo esecutiva degli impianti
- Computo metrico estimativo
- Elenco prezzi unitari
- Analisi prezzi
- Quadro dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera per le diverse categorie di cui si compone l'opera o il lavoro
- Quadro economico
- Cronoprogramma
- Planimetrie aree di cantiere e fasi costruttive
- Prescrizioni materiali
- Elaborati grafici, costituiti da:
 - gli elaborati che sviluppano, in adeguata scala di dettaglio, tutti gli elaborati grafici del progetto definitivo;
 - gli elaborati di tutti i particolari costruttivi;
 - gli elaborati atti ad illustrare le modalità esecutive di dettaglio;
 - gli elaborati di tutte le lavorazioni che risultano necessarie per il rispetto delle prescrizioni disposte dagli organismi competenti in sede di approvazione del progetto definitivo o di approvazione di specifici aspetti dei progetti;
 - gli elaborati di tutti i lavori da eseguire per evitare effetti negativi sull'ambiente, sul paesaggio e sul patrimonio storico, artistico ed archeologico in relazione all'attività di cantiere;
 - gli elaborati atti a definire le caratteristiche dimensionali, prestazionali e di assemblaggio dei componenti prefabbricati
- Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti.

In particolare:

- La relazione generale dovrà descrivere, anche attraverso specifici riferimenti agli elaborati grafici e alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto, i criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive, per i particolari costruttivi e per il conseguimento e la verifica dei prescritti livelli di sicurezza e qualitativi; essendo previsti componenti prefabbricati, la relazione dovrà precisare le caratteristiche illustrate negli elaborati grafici e le prescrizioni del capitolato speciale d'appalto riguardanti le modalità di presentazione e di approvazione dei componenti da utilizzare.
- Dovranno essere previste almeno le medesime relazioni specialistiche contenute nel progetto definitivo, che illustrino puntualmente le eventuali indagini integrative, le soluzioni adottate e le modifiche rispetto al progetto definitivo.



- Gli elaborati grafici esecutivi, eseguiti con i procedimenti più idonei, sono costituiti, salva diversa motivata determinazione del responsabile del procedimento:
 - o dagli elaborati che sviluppano nelle scale ammesse o prescritte, tutti gli elaborati grafici del progetto definitivo;
 - o dagli elaborati che risultino necessari all'esecuzione delle opere o dei lavori sulla base degli esiti, degli studi e di indagini eseguite in sede di progettazione esecutiva;
 - o dagli elaborati di tutti i particolari costruttivi;
 - o dagli elaborati atti ad illustrare le modalità esecutive di dettaglio;
 - o dagli elaborati di tutte le lavorazioni che risultano necessarie per il rispetto delle prescrizioni disposte dagli organismi competenti in sede di approvazione dei progetti preliminari, definitivi o di approvazione di specifici aspetti dei progetti;
 - o dagli elaborati di tutti i lavori da eseguire per soddisfare le esigenze di cui all'articolo 15, comma 9;
 - o dagli elaborati atti a definire le caratteristiche dimensionali, prestazionali e di assemblaggio dei componenti prefabbricati;
 - o dagli elaborati che definiscono le fasi costruttive assunte per le strutture.

Gli elaborati dovranno essere redatti in modo tale da consentire all'esecutore una sicura interpretazione ed esecuzione dei lavori in ogni loro elemento.

- I calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti, nell'osservanza delle rispettive normative vigenti, potranno essere eseguiti anche mediante utilizzo di programmi informatici. Nel dettaglio:
 - o I calcoli esecutivi delle strutture dovranno consentire la definizione e il dimensionamento delle stesse in ogni loro aspetto generale e particolare, in modo da escludere la necessità di variazioni in corso di esecuzione.
 - o I calcoli esecutivi degli impianti dovranno essere eseguiti con riferimento alle condizioni di esercizio o alle fasi costruttive qualora più gravose delle condizioni di esercizio, alla destinazione specifica dell'intervento e devono permettere di stabilire e dimensionare tutte le apparecchiature, condutture, canalizzazioni e qualsiasi altro elemento necessario per la funzionalità dell'impianto stesso, nonché consentire di determinarne il prezzo.

La progettazione esecutiva delle strutture e degli impianti dovrà essere effettuata unitamente alla progettazione esecutiva delle opere civili al fine di dimostrare la piena compatibilità tra progetto architettonico, strutturale ed impiantistico e prevedere esattamente ingombri, passaggi, cavedi, sedi, attraversamenti e simili e di ottimizzare le fasi di realizzazione. I calcoli delle strutture e degli impianti, comunque eseguiti, saranno accompagnati da una relazione illustrativa dei criteri e delle modalità di calcolo che ne consentano una agevole lettura e verificabilità.

- Il progetto esecutivo delle strutture comprenderà:
 - o gli elaborati grafici di insieme (carpenterie, profili e sezioni) in scala non inferiore ad 1:50, e gli elaborati grafici di dettaglio in scala non inferiore ad 1:10, contenenti fra l'altro:
 - per le strutture in cemento armato o in cemento armato precompresso: i tracciati dei ferri di armatura con l'indicazione delle sezioni e delle misure parziali e complessive, nonché i tracciati delle armature per la precompressione; resta esclusa soltanto la compilazione delle distinte di ordinazione a carattere organizzativo di cantiere;



- per le strutture metalliche o lignee: tutti i profili e i particolari relativi ai collegamenti, completi nella forma e spessore delle piastre, del numero e posizione di chiodi e bulloni, dello spessore, tipo, posizione e lunghezza delle saldature; resta esclusa soltanto la compilazione dei disegni di officina e delle relative distinte pezzi;
- la relazione di calcolo contenente:
 - l'indicazione delle norme di riferimento;
 - la specifica della qualità e delle caratteristiche meccaniche dei materiali e delle modalità di esecuzione qualora necessarie;
 - l'analisi dei carichi per i quali le strutture sono state dimensionate;
 - le verifiche statiche.
- Il progetto esecutivo degli impianti dovrà comprendere:
 - gli elaborati grafici di insieme, in scala ammessa o prescritta e comunque non inferiore ad 1:50, e gli elaborati grafici di dettaglio, in scala non inferiore ad 1:10, con le notazioni metriche necessarie;
 - l'elencazione descrittiva particolareggiata delle parti di ogni impianto con le relative relazioni di calcolo;
 - la specificazione delle caratteristiche funzionali e qualitative dei materiali, macchinari ed apparecchiature.

NOTA: I valori minimi delle scale contenuti nel presente articolo possono essere variati su motivata indicazione del responsabile del procedimento.

- Il piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti, è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. Il piano di manutenzione assume contenuto differenziato in relazione all'importanza e alla specificità dell'intervento, e dovrà essere costituito dai seguenti documenti operativi, salvo diversa motivata indicazione del responsabile del procedimento:
 - a) il manuale d'uso;
 - b) il manuale di manutenzione;
 - c) il programma di manutenzione.
- Il cronoprogramma è composto da un diagramma che rappresenta graficamente la pianificazione delle lavorazioni gestibili autonomamente, nei suoi principali aspetti dal punto di vista della sequenza logica, dei tempi e dei costi.