

# HUB PORTUALE ravenna



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico centro settentrionale



APPROFONDIMENTO CANALI CANDIANO E BAIONA,  
ADEGUAMENTO BANCHINE OPERATIVE ESISTENTI,  
NUOVO TERMINAL IN PENISOLA TRATTAROLI E  
RIUTILIZZO MATERIALE ESTRATTO IN ATTUAZIONE  
AL P.R.P VIGENTE 2007 - I FASE - PORTO DI RAVENNA

## PROGETTO ESECUTIVO

oggetto

file

codice

scala

Revisione

data

causale

redatto

verificato

approvato

responsabile delle Integrazioni Specialistiche: **Ing. Lucia de Angelis**

responsabile del Procedimento: **Ing. Matteo Graziani**

committente

contraente generale



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico centro settentrionale

Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centro Settentrionale  
Via Antico Squero, 31  
48122 Ravenna



**Consorzio Stabile  
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Consorzio Stabile Grandi Lavori Srl  
Piazza del Popolo 18  
00187 Roma



**Dredging  
International**

DEME - Dredging International NV  
Haven 1025 - Scheldedijk 30  
2070 Zwijndrecht - Belgium

progettisti



Technital S.p.A.  
Via Carlo Cattaneo, 20  
37121 Verona

*Direttore Tecnico*  
**Dott. Ing. Filippo Busola**



F&M Ingegneria SpA  
Via Bevedere 8/10  
30035 Mirano (VE)

*Direttore Tecnico*  
**Dott. Ing. Tommaso Tassi**



SISPI srl  
Via Filangieri 11  
80121 Napoli

*Direttore Tecnico*  
**Dott. Ing. Marco Di Stefano**

## SOMMARIO

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | <b>PREMESSA</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>2</b>   | <b>INQUADRAMENTO E COORDINATE DI RIFERIMENTO</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>3</b>   | <b>STATO DI CONSISTENZA DELL'OPERA</b> .....   | <b>6</b>  |
| <b>3.1</b> | <b>SITUAZIONE ATTUALE DEL BANCHINAMENTO</b> .....  | <b>6</b>  |
| <b>3.2</b> | <b>ANALISI STORICO CRITICA</b> .....   | <b>7</b>  |
| 3.2.1      | INQUADRAMENTO STORICO .....  | 7         |
| 3.2.2      | ANALISI DELLA DOCUMENTAZIONE D'ARCHIVIO DEL PROGETTO ORIGINARIO .....  | 10        |
| <b>3.3</b> | <b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ESISTENTI</b> .....   | <b>13</b> |
| 3.3.1      | ANALISI DEL PROGETTO ORIGINARIO .....  | 13        |
| 3.3.2      | PROVE SUI MATERIALI ESISTENTI .....  | 13        |
| <b>3.4</b> | <b>RILIEVI ESEGUITI IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA</b> .....   | <b>14</b> |
| 3.4.1      | VERIFICHE GEOMETRICHE .....  | 14        |
| 3.4.2      | DISALLINEAMENTO DEL PARAMENTO DI BANCHINA.....   | 14        |
| 3.4.3      | QUOTA CIGLIO DI BANCHINA.....  | 15        |
| <b>3.5</b> | <b>STATO DI CONSISTENZA DELLE STRUTTURE ESISTENTI</b> .....  | <b>15</b> |
| <b>3.6</b> | <b>LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA</b> .....   | <b>16</b> |
| <b>3.7</b> | <b>ANALISI DELLE CARENZE DELLA STRUTTURA ATTUALE IN RELAZIONE ALLE NUOVE<br/>ESIGENZE DI UTILIZZO</b> .....                  | <b>17</b> |
| <b>4</b>   | <b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....  | <b>17</b> |
| 4.1.1      | LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI .....   | 18        |
| 4.1.2      | NORME E ISTRUZIONI NAZIONALI .....   | 18        |
| 4.1.3      | NORMATIVA EUROPEA ED INTERNAZIONALE .....  | 18        |
| <b>5</b>   | <b>PRESTAZIONI RICHIESTE AL BANCHINAMENTO</b> .....  | <b>19</b> |
| <b>5.1</b> | <b>VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO</b> .....  | <b>19</b> |
| <b>6</b>   | <b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI</b> .....  | <b>19</b> |
| <b>6.1</b> | <b>PROFILO STRATIGRAFICO</b> .....   | <b>20</b> |
| <b>6.2</b> | <b>MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO</b> .....   | <b>21</b> |
| <b>6.3</b> | <b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA AI FINI SISMICI</b> .....  | <b>22</b> |
| <b>7</b>   | <b>MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO</b> .....   | <b>23</b> |
| <b>7.1</b> | <b>PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE</b> .....  | <b>23</b> |
| <b>7.2</b> | <b>ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE</b> .....  | <b>23</b> |
| <b>8</b>   | <b>INTERVENTO PREVISTO DA PROGETTO DEFINITIVO</b> .....  | <b>24</b> |
| <b>9</b>   | <b>INTERFERENZE E CRITICITA' RINVENUTE A SEGUITO DEI RILIEVI ESEGUITI E<br/>RICHIESTE FORMULATE DAL CONCESSIONARIO</b> ..... | <b>26</b> |

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| <b>9.1</b>  | <b>INTERFERENZE DELLA PARETE COMBINATA DI PROGETTO CON I TIRANTI ESISTENTI</b> |           |
|             | <b>26</b>  |           |
| <b>9.2</b>  | <b>VIBROINFISSIONE DELLA PARETE COMBINATA IN PROSSIMITÀ DELLA PARATIA</b>      |           |
|             | <b>ESISTENTE</b> .....   | <b>27</b> |
| <b>9.3</b>  | <b>VERIFICA IMPIANTI</b> .....   | <b>29</b> |
| 9.3.1       | IMPIANTO ANTINCENDIO.....  | 29        |
| 9.3.2       | CAVIDOTTO MEDIA TENSIONE SU AREA IFA .....                                     | 30        |
| <b>9.4</b>  | <b>RICHIESTE DEL CONCESSIONARIO IFA</b> .....                                  | <b>30</b> |
| <b>10</b>   | <b>PROGETTO ESECUTIVO</b> .....  | <b>31</b> |
| <b>10.1</b> | <b>ADEGUAMENTO STRUTTURALE</b> .....   | <b>31</b> |
| 10.1.1      | CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DI PROGETTO .....                                | 33        |
| 10.1.2      | ANALISI DEI CARICHI .....  | 35        |
| <b>10.2</b> | <b>INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DEI TERRENI</b> .....                           | <b>37</b> |
| <b>10.3</b> | <b>IMPIANTI</b> .....  | <b>39</b> |
| <b>10.4</b> | <b>PAVIMENTAZIONE</b> .....  | <b>39</b> |
| <b>10.5</b> | <b>ARREDI DI BANCHINA</b> .....  | <b>41</b> |
| <b>11</b>   | <b>FASI DI ESECUZIONE</b> .....  | <b>41</b> |
| <b>12</b>   | <b>LAYOUT DI CANTIERE</b> .....  | <b>48</b> |
| <b>13</b>   | <b>GESTIONE DELLA MATERIE</b> .....  | <b>52</b> |
| <b>13.1</b> | <b>SITI DI PRODUZIONE DEI MATERIALI DI RISULTA</b> .....                       | <b>52</b> |
| <b>13.2</b> | <b>MODALITA' DI ACCATASTAMENTO E DEPOSITO DEI MATERIALI DI RISULTA</b> .....   | <b>52</b> |
| <b>13.3</b> | <b>CARATTERIZZAZIONE IN CORSO D'OPERA DEI MATERIALI DI RISULTA</b> .....       | <b>52</b> |
| <b>13.4</b> | <b>SITI DI CONFERIMENTO DEI MATERIALI DI RISULTA</b> .....                     | <b>53</b> |
| <b>13.5</b> | <b>SITI DI APPROVVIGIONAMENTO</b> .....  | <b>54</b> |
| <b>13.6</b> | <b>SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO</b> .....                                       | <b>54</b> |
| <b>13.7</b> | <b>TRASPORTO</b> .....   | <b>55</b> |
| <b>14</b>   | <b>CRONOPROGRAMMA</b> .....  | <b>56</b> |
| <b>15</b>   | <b>QUADRO ECONOMICO CANTIERE I – BANCHINA IFA</b> .....                        | <b>58</b> |

## 1 PREMESSA

Il Piano Regolatore Portuale 2007 del porto di Ravenna, acquisito il parere del Consiglio Superiore dei lavori Pubblici con voto n. 129 del 29.10.2008 e la Valutazione Ambientale Strategica con delibera della giunta regionale Emilia-Romagna n. 14796 del 12.10.2009, è stato approvato con delibera di Giunta provinciale n. 3 del 03.12.2010 in virtù della delega conferita a tale Ente dalla Legge Regionale n. 3 del 21.04.1999 “Riforma del sistema regionale e locale”.

Successivamente, in data 19.03.2010, è stata attivata presso il Ministero dell’Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare e gli altri Enti competenti la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale delle opere previste in Piano, che è proseguita con le pubblicazioni di legge ed il parere favorevole di compatibilità ambientale della Commissione Tecnica per la Verifica dell’Impatto Ambientale - VIA e VAS in data 17.06.2011. Il Decreto congiunto di V.I.A. del Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e del Ministro per i Beni e le Attività Culturali n. 6 del 20.01.2012 ha sancito la compatibilità ambientale del P.R.P. 2007 per l’attuazione delle opere connesse nel rispetto di alcune condizioni e prescrizioni.

Il Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto col Ministro dei Beni e delle attività Culturali e del Turismo, con decreto n. 215 del 07.08.2017 ha prorogato per dieci anni a decorrere dalla data di scadenza, i termini di validità del Decreto di compatibilità ambientale prot. DVA-DEC-2012-6 del 20 gennaio 2012 relativo al “Piano Regolatore Portuale – Attuazione delle opere connesse” del Porto di Ravenna, ovvero sino al 18 maggio 2027.

L’Autorità di Sistema Portuale ha sviluppato il progetto preliminare di “Approfondimento canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, nuovo terminal in penisola Trattaroli e utilizzo materiale estratto in attuazione al P.R.P. vigente 2007”, istruito dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti in quattro stralci consecutivi ma singolarmente funzionali, ed approvato dal C.I.P.E. con delibera n. n. 98 del 26 ottobre 2012 (G.U.R.I. n. 136 del 12 giugno 2013) per i primi due.

Il Porto di Ravenna è costituito da un canale principale, Candiano, e due secondari, Baiona a Piombone. Nel complesso sono attualmente presenti 24 km di banchine disponibili, di cui 18.5 km operative. Le merci trattate dai terminalisti privati sono principalmente rinfuse, liquidi, container.

A seguito delle analisi del traffico e degli scenari futuri, il PRP del 2007 ha fissato come priorità per lo sviluppo del Porto l’approfondimento dei fondali per permettere l’ingresso di navi di dimensioni maggiori rispetto alle attuali, oltre alla realizzazione di un nuovo Terminal Container.

Le opere dei primi due stralci, oggetto del presente progetto, consistono nella realizzazione del nuovo Terminal Container e in un primo step di approfondimento dei fondali, oltre al conseguente adeguamento strutturale di parte delle banchine esistenti.

Nelle aree limitrofe al porto verranno acquisiti al Pubblico Demanio Marittimo alcune aree che saranno anche oggetto di destino di parte del materiale dragato prima della realizzazione delle aree logistiche vere e proprie.

In data 20/01/21, con verbale di avvio alla progettazione, l’Autorità di Sistema (AdSP), ha limitato l’inizio delle attività di progettazione esecutiva (PE) agli interventi di adeguamento funzionale e strutturale delle banchine ed allo svuotamento delle casse di colmata Nadep e Centro Direzionale.

Nell’ambito delle attività di PE oggetto del richiamato verbale rientrano anche le attività connesse allo svuotamento della cassa di colmata Trattaroli (per la parte incidente con le lavorazioni previste nel cantiere N2), nonché le attività di conferimento di materiali provenienti dalle casse di cui sopra nelle aree logistiche L2 e S3 e nella “Cava Bosca”

La progettazione esecutiva delle banchine riguarda in particolare:

- Banchine A - BUNGE NORD
- Banchine B - BUNGE SUD
- Banchine D – CEMENTILCE (UNIGRA'-UNITERMINAL) – TRATTAROLI NORD
- Banchina C – ALMA

- Banchina O - LLOYD
- Banchina E, F, G, H - TERMINAL NORD – TRATTAROLI SUD
- Banchina I - IFA
- Banchina M – DOKS PIOMBONI NORD
- Banchina N - Nuovo terminal container sopraelevazione (cantiere N1) e nuovo tratto (cantiere N2)



Figura 1 - Planimetria relativa alle banchine da adeguare e al nuovo terminal in penisola Trattaroli (PD)

In data 9/03/21 il GC (prot.9 del 9/03/21) ha presentato a AdSP le relazioni di criticità delle banchine, casse di colmata (rif.to art. 2.11 del CSA), in cui sono state effettuate le analisi dello stato esistente a partire dalle verifiche geometriche, verifiche delle interferenze, delle aree di cantiere, degli aspetti ambientali e delle compatibilità dei materiali, e sono state individuate le criticità.

A seguito delle successive riunioni ed incontri sintetizzati nella nota trasmessa dal CG in data 17/05/2021 con nota prot. 189 sono state concordate le linee di indirizzo per risolvere le principali criticità di cui alla relazione prot. 9 del 03/03/2021.

In data 28/07/2021 è stata trasmessa la rev. 0 del progetto esecutivo delle banchine elaborato in conformità all'analisi della matrice dei rischi prodotta in sede di gara ed alle linee indirizzo concordate con la Stazione Appaltante ed il Direttore dell'Esecuzione in fase progettuale.

La presente revisione di alcuni elaborati progettuali, aggiornati in rev.1 del 15/09/2021, tiene conto delle osservazioni rese dalla Stazione Appaltante e dal Direttore dell'Esecuzione sugli elaborati progettuali di cui alla revisione 0 trasmessa dal Contraente Generale in data 28/07/2021.



La presente relazione riporta nel dettaglio la descrizione degli interventi di consolidamento e adeguamento funzionale previsti alla banchina denominata IFA – (cantiere I).

L'intervento di adeguamento si rende necessario per rendere compatibile il banchinamento alle prestazioni previste dal piano regolatore vigente che prevedono, in particolare, un fondale operativo a -13,00 m da livello medio mare.

Il progetto di intervento sul banchinamento, agendo su una struttura completamente realizzata e introducendo significative variazioni delle sollecitazioni, va inquadrato nell'ambito degli interventi di adeguamento di strutture esistenti, ai sensi delle previsioni del capitolo 8 "Costruzioni esistenti" delle Norme vigenti (DM 17 gennaio 2018).

## 2 INQUADRAMENTO E COORDINATE DI RIFERIMENTO

La banchina IFA è ubicata lungo il Canale Candiano, in sponda Sinistra (lato nord), appena a sud-ovest di Largo Trattaroli e presenta sviluppo lineare pari a circa 257 m.

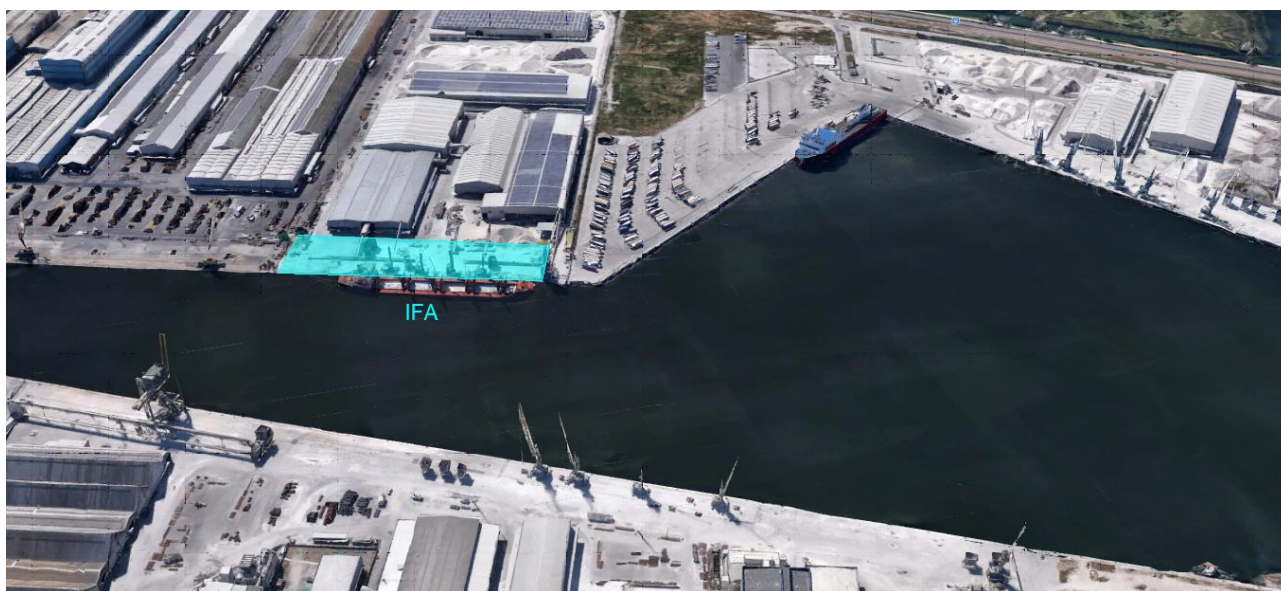


Figura 2 - Individuazione della banchina IFA

La banchina confina a nord con quella in concessione alla T&C (terminal traghetti – banchina Trattaroli Sud) mentre a sud è posta in adiacenza a quella in concessione alla società Marcegaglia ove sono in corso lavori affidati dall'AdSP, con separato appalto, alla TREVI spa.

Il banchinamento, realizzato alla fine degli anni 70, è in concessione alla IFA S.r.l. mediante Concessione Demaniale Marittima n.44/1999.

La banchina è destinata a terminal portuale con movimentazione di merci varie e merci alla rinfusa (granaglie) per circa 1,5 milioni di tonnellate circa all'anno di merci alla rinfusa esclusivamente mediante utilizzo di gru mobili.

I parametri caratteristici del sito in esame, riferiti alle seguenti coordinate geografiche (WGS 84), sono individuati dai punti battuti P12 e P13 in fase di esecuzione del rilievo topografico delle aree di intervento nell'ambito della campagna di indagini integrative eseguita dal Contraente Generale.

Con riferimento alla figura seguente i vertici che delimitano la banchina IFA presentano le seguenti coordinate:

P12: 758748.414 E; 4929009.542 N

P13: 758674.3453E; 4928770.6095 N

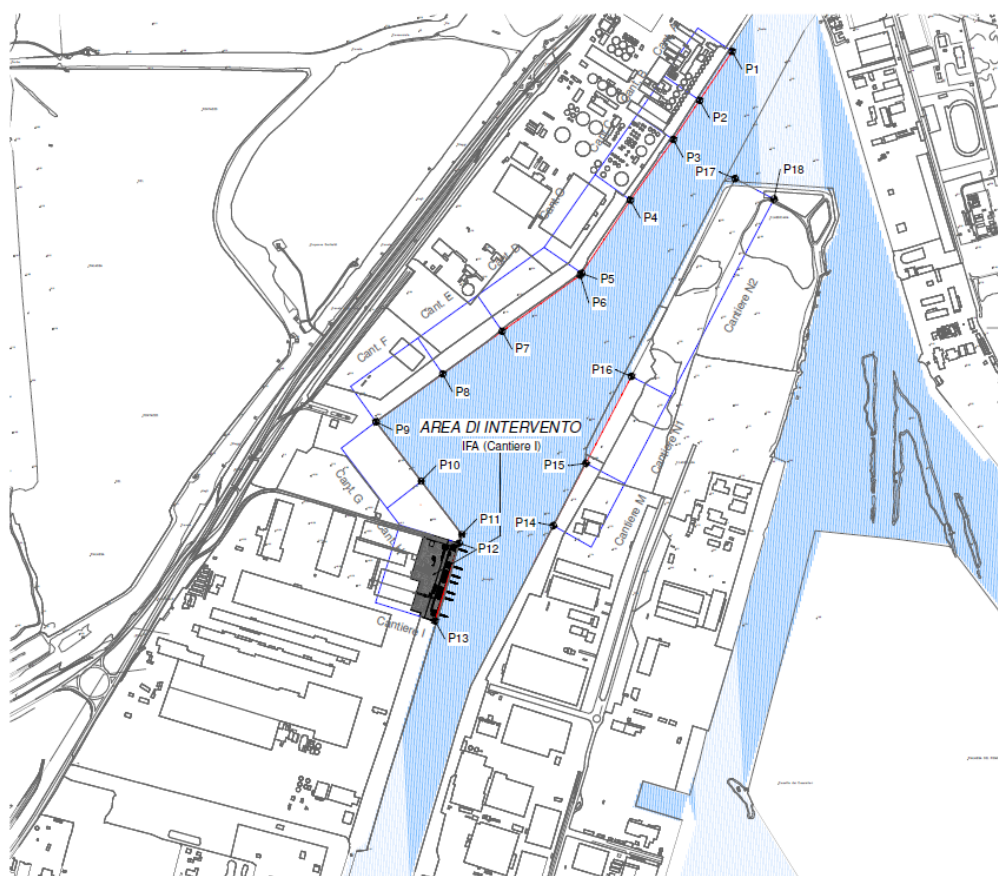


Figura 3 - Planimetria di inquadramento

### 3 STATO DI CONSISTENZA DELL'OPERA

La situazione allo stato di fatto della banchina IFA è stata ricostruita a partire sia dalle informazioni contenute all'interno del progetto definitivo sia dalla campagna di indagine e di rilievo condotte dal G.C. nelle fasi preliminari alla progettazione esecutiva degli interventi.

#### 3.1 SITUAZIONE ATTUALE DEL BANCHINAMENTO

Allo stato attuale la banchina IFA presenta le seguenti caratteristiche geometriche e prestazionali:

- piano di banchina +2,00 m da l.m.m. (da rilievo +1,70 m da l.m.m.)
- fondale operativo -9,40 m da l.m.m.
- sovraccarico di banchina 40 kPa

Si riportano di seguito la sezione tipologica ed uno stralcio planimetrico della banchina IFA allo stato di fatto



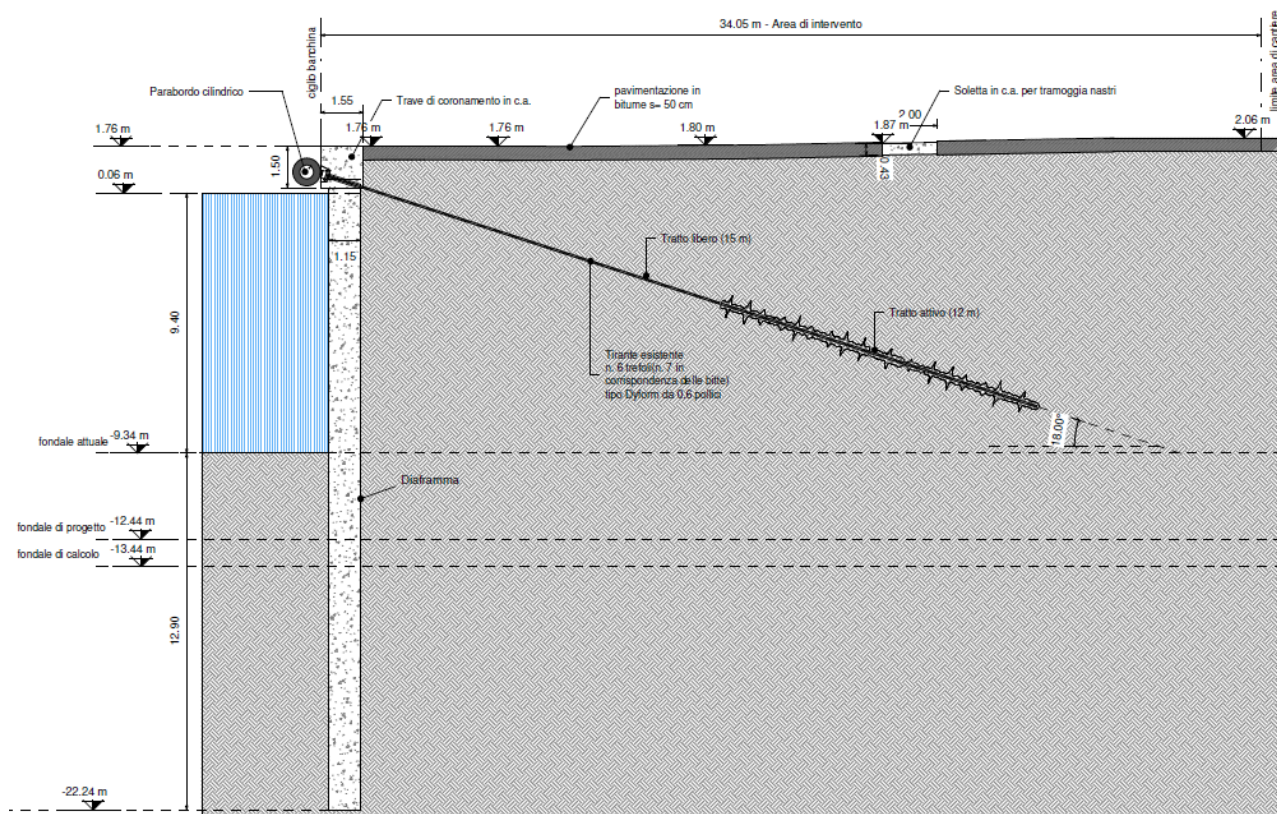


Figura 4 - Sezione tipologica situazione di rilievo

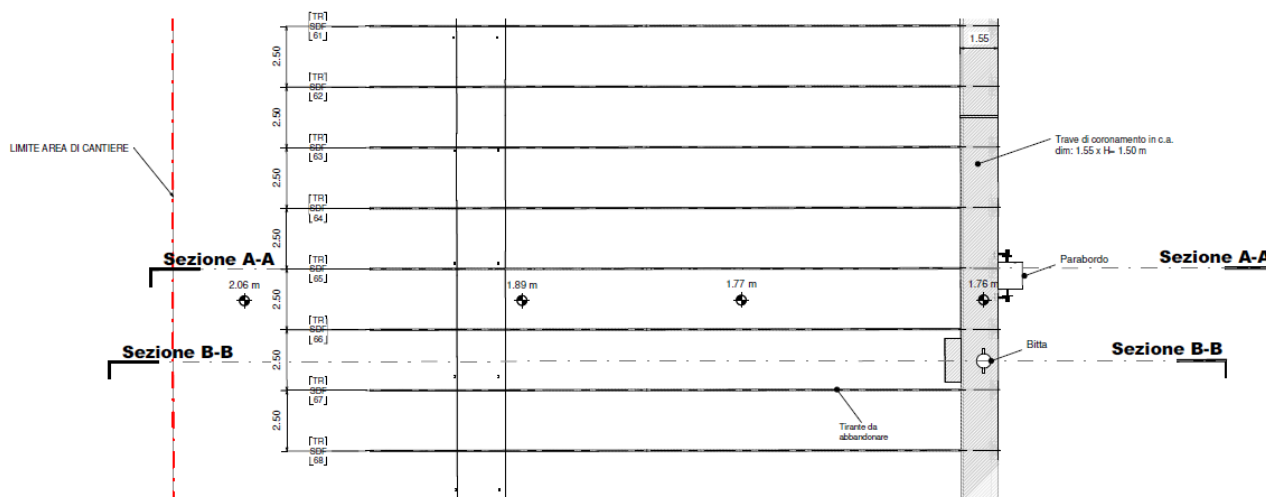


Figura 5 - Stralcio planimetrico situazione di rilievo

## 3.2 ANALISI STORICO CRITICA

### 3.2.1 Inquadramento storico

In Figura 6 è mostrata una foto aerea storica dell'area, degli anni 1931-1937, sovrapposta alla Carta Tecnica Regionale della regione Emilia Romagna. Si osserva che negli anni '30 l'area era completamente sgombra da



edificazioni e che il canale Candiano era molto più stretto dell'attuale. La banchina IFA (in rosso nella stessa figura) è stata quindi realizzata in corrispondenza della sponda sinistra del canale.



Figura 6 – Foto aerea storica dell'area in esame (volo IGM 1931-1937) sovrapposta alla recente Carta Tecnica Regionale (da cartografia GIS regione Emilia Romagna)

In Figura 7 è riportata la planimetria generale dell'intervento progettato nel 1979. Si osserva il tratto adiacente della banchina Maraldi (oggi Marcegaglia) già realizzato, mentre l'escavo di Largo Trattaroli era solo indicato ma non ancora realizzato.

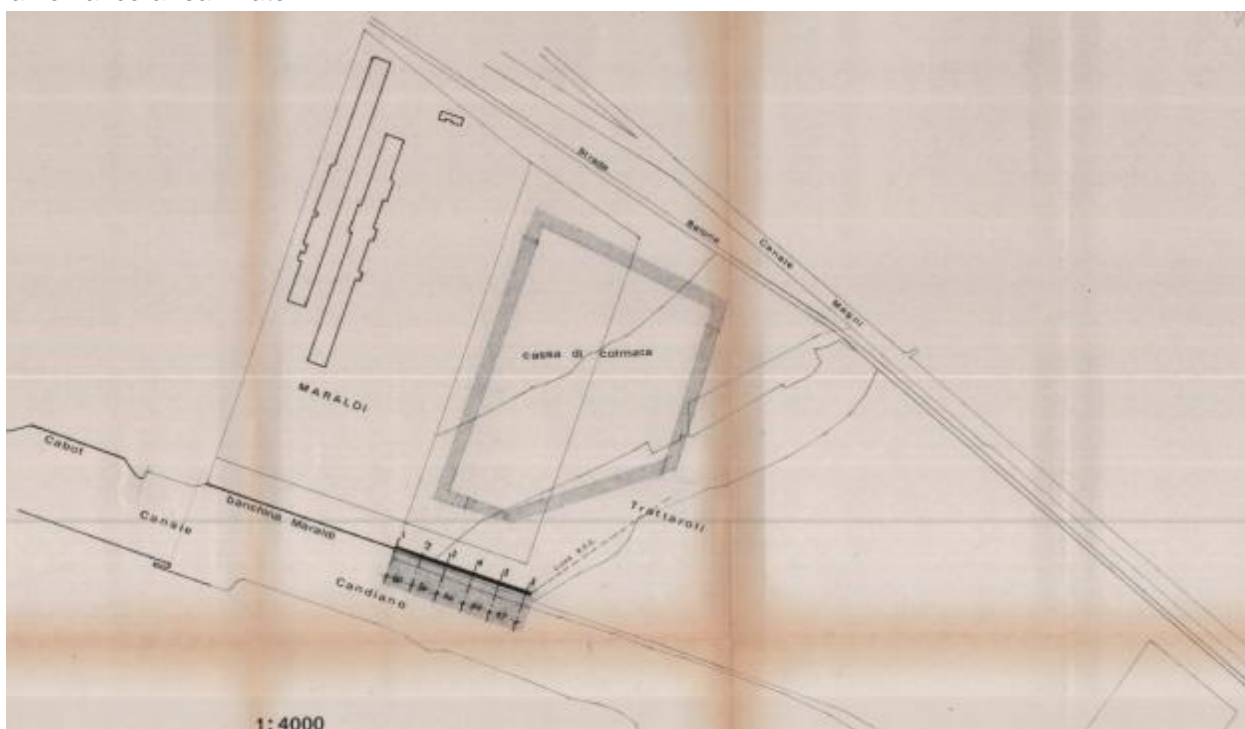


Figura 7 – Planimetria generale del progetto di realizzazione del banchinamento del 1979





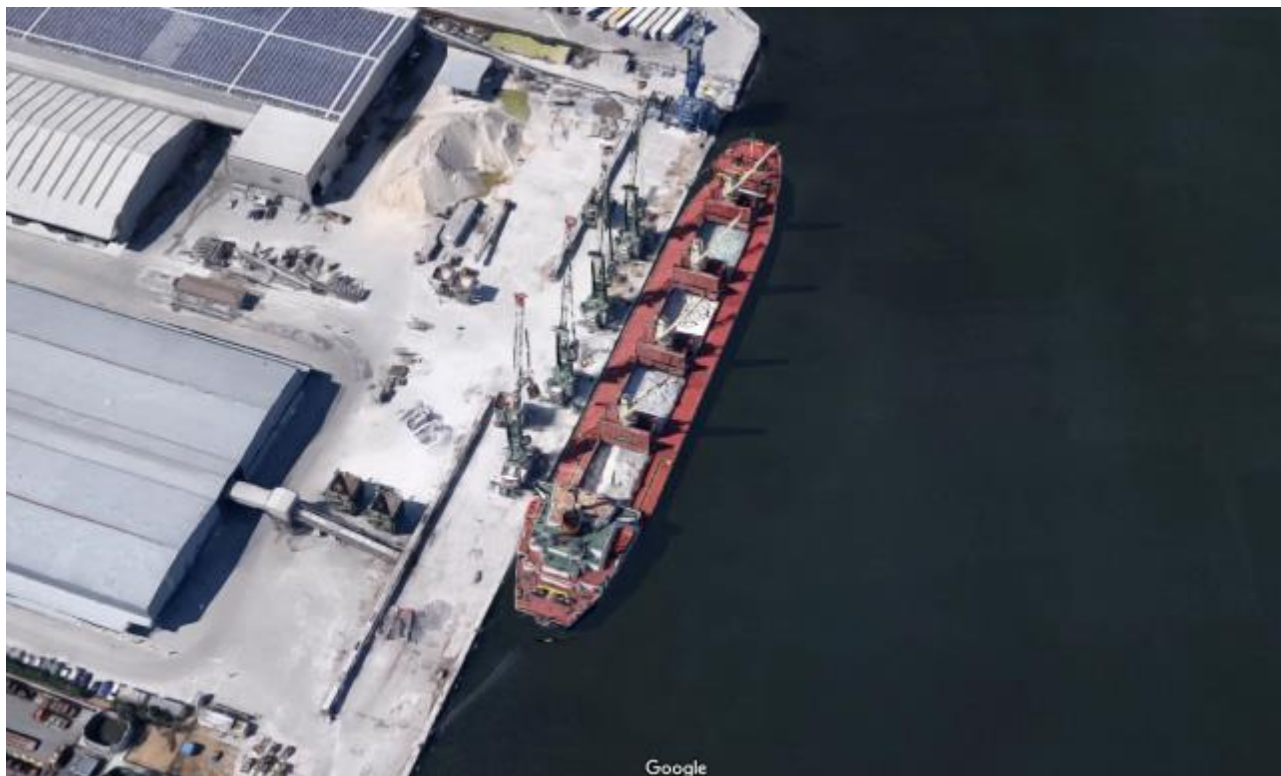


Figura 9 – Vista aerea recente 2D e 3D dell'area in esame (da Google maps)

### 3.2.2 Analisi della documentazione d'archivio del progetto originario

Lo schema statico e geometrico delle strutture esistenti di banchina è stato ricostruito in fase di progettazione definitiva sulla base del progetto dell'opera esistente e della Relazione di Collaudo statico.

Per come risulta dagli elaborati dal progetto originale del 1979, la struttura è costituita da diaframmi rettangolari in c.a. realizzati sul posto di dimensioni 4,00 x 1,15 m (base x spessore pannello), estesi fino a -22,00 m da l.m.m., calcolati per un fondale di -11,50 m da l.m.m.. La trave di banchina ha misure 1,55 x 1,50, pervenendo a quota +2,00 m su l.m.m. In corrispondenza delle bitte la trave raggiunge una larghezza di 2,20 m.

I tiranti di ancoraggio, del tipo a bulbo iniettato, sono inclinati di 18° sull'orizzontale per una lunghezza di 25 m, di cui 10 m di fondazione attiva.

L'armatura dei tiranti è costituita da 7 trefoli da 0,6" Falk (tirante tipo A), che diventano 9 trefoli in corrispondenza delle bitte (tirante tipo B). La relazione di Collaudo segnala che i tiranti previsti in progetto erano diversi da quelli effettivamente posti in opera: in particolare, erano previsti rispettivamente n. 6 e n.7 trefoli tipo Dyform da 0,6" per i tiranti tipo A e tipo B.





La sezione del diaframma nella sezione di massimo momento flettente (sez B-B di **Errore. L'origine r** **iferimento non è stata trovata.**) veniva armata con 58 $\phi$ 26 in zona tesa e 15 $\phi$ 16 in zona compressa.

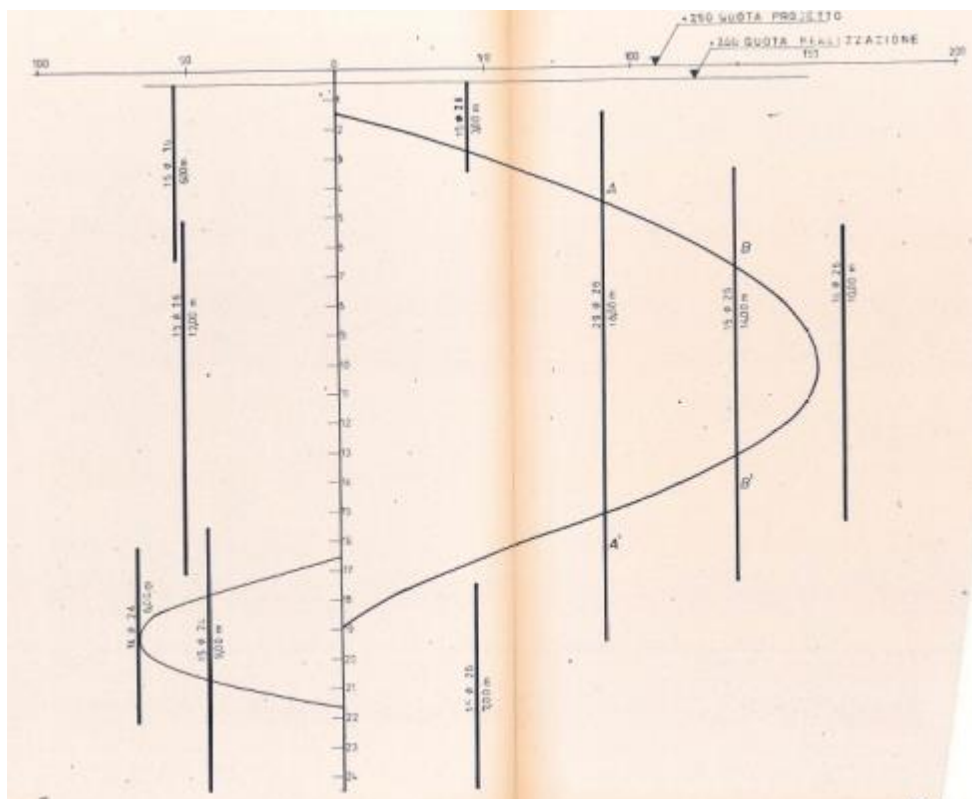


Figura 12 – Schema del momento flettente sul diaframma e della disposizione dei ferri idonei a coprire le sollecitazioni (dal progetto del 1979)

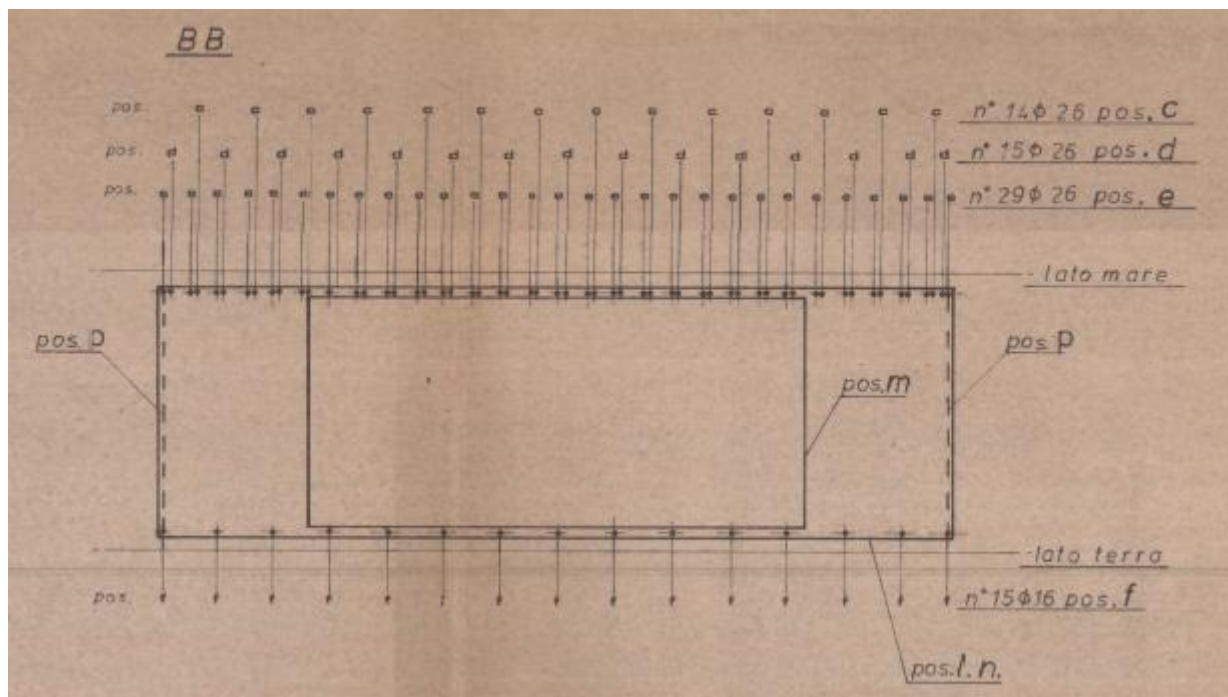
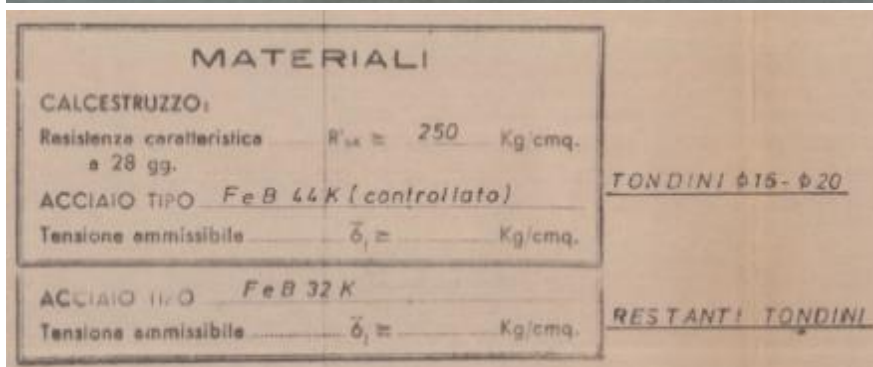
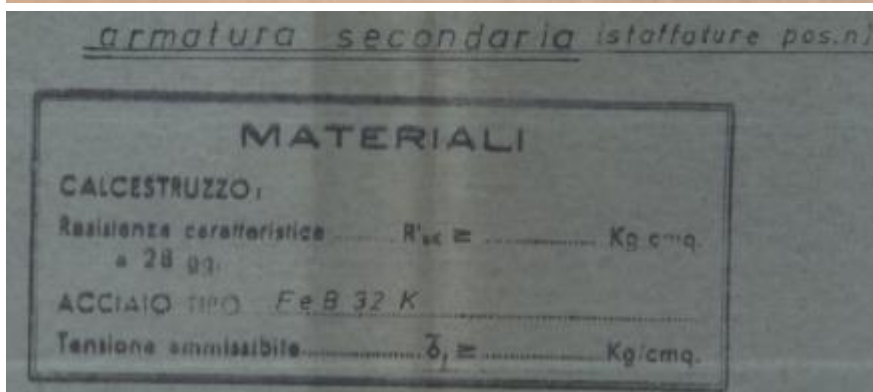


Figura 13 – Sezione ed armatura nel tratto di massima sollecitazione del diaframma (da progetto del 1979)

### 3.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ESISTENTI

#### 3.3.1 Analisi del progetto originario

Per quanto riguarda i materiali, dagli elaborati del progetto originale risulta che è stato utilizzato sia per i diaframmi che per la trave di coronamento calcestruzzo avente resistenza caratteristica a 28 gg non inferiore a 25 MPa, acciaio Fe B 44 k per le armature principali, Fe B 32 k per le armature secondarie.



Per i trefoli di ancoraggio sono stati utilizzati trefoli da 0,6" tipo Falk ( $A=139$  mm<sup>2</sup>) con portata ammissibile di 15 t in luogo dei trefoli Dyform da 0,6" di portata ammissibile pari a 18,4 t.

#### 3.3.2 Prove sui materiali esistenti

Per definire la qualità dei materiali presenti e lo stato di conservazione dell'opera, in fase di progettazione definitiva è stata realizzata una campagna di indagine costituita da:

- prelievo di 4 carote di calcestruzzo dalla trave di banchina (da due siti diversi, 2 prelievi per sito) da sottoporre a prove di compressione;

- prelievo di bue barre d'armatura dalla trave di banchina (1 per sito di indagine) da sottoporre a prove di trazione;
- apertura di 2 nicchie delle testate di ancoraggio per verifica visiva dello stato di conservazione e prova di isolamento elettrico del tirante (ERM II, da EN 1537:2002);
- escavo a tergo della trave per ispezione del tirante e prelievo di un trefolo per prove di trazione.

Dal progetto definitivo, risulta che:

- la resistenza a compressione delle carote di calcestruzzo prelevate dalla trave di banchina è risultata pari a 17,45 – 19,44 – 20,52 – 24,61 MPa;
- le prove di trazione sulle due barre  $\varnothing 10$  prelevate dalla trave di banchina hanno dato esito negativo su una barra ossidata e 249 MPa a snervamento e 346 MPa a rottura sull'altra barra;
- le testate degli ancoraggi apparivano leggermente ossidate (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**); la resistenza elettrica misurata in accordo al metodo ERMII è risultata quasi sempre inferiori a 100 k $\Omega$ , ad indicare uno scarso isolamento dei tiranti;
- l'escavo del tirante a tergo della trave mostra la presenza di una guaina isolante sulla parte libera dei trefoli. Il trefolo ha un'area di 138 mm<sup>2</sup> con una resistenza a rottura di 249 kN pari a 1.749 MPa.
- 

### 3.4 RILIEVI ESEGUITI IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA

Il C.G. ha eseguito dettagliate indagini complementari relativi alla banchina IFA, per l'analisi e ricostruzione dello stato attuale dei luoghi ed in particolare:

- 1) Rilievo Georadar 3D;
- 2) Rilievo Aereofotogrammetrico banchina;
- 3) Paramento banchina restituito dal SONAR e rilievo multibeam;
- 4) Rilievo Topografico Banchina e Laserscan;
- 5) Documentazione fotografica;
- 6) Geolocalizzazione da mare della posizione delle testate dei tiranti di ancoraggio esistenti;
- 7) Rilievo visivo dello stato di consistenza dei luoghi.

#### 3.4.1 Verifiche geometriche

L'effettiva lunghezza della banchina IFA (cantiere I) rilevata nel corso delle indagini integrative effettuate dal G.C. è pari a 250.160 m, ovvero circa 7,00 m in meno rispetto a quanto riportato negli elaborati del progetto definitivo posto a base d'appalto (257,00 m).

#### 3.4.2 Disallineamento del paramento di banchina

Il paramento di banchina rilevato mediante strumentazione Lidar+multibeam+sonar si presenta caratterizzato dal disallineamento dei diaframmi in c.a. a sezione piena. Dall'analisi dei rilievi si nota infatti la presenza di moduli di diaframma sporgenti rispetto all'allineamento teorico del paramento ed un disallineamento dei diversi pannelli in c.a..

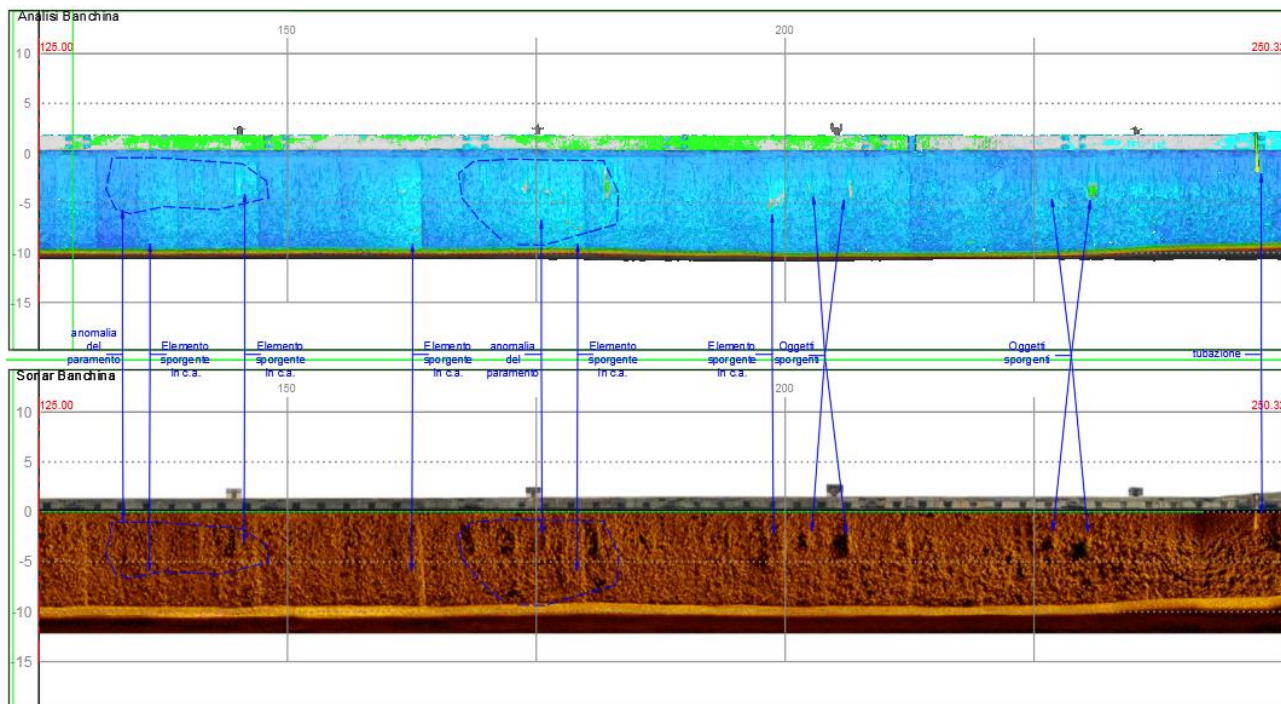


Figura 14 - Paramento di banchina esistente rilevato mediante Lidar e multibeam

### 3.4.3 Quota ciglio di banchina

Dall'analisi del rilievo topografico eseguito nel corso delle indagini integrative dal G.C., si riscontra una incongruenza relativa alla quota del piano banchina con quanto dichiarato nel PD (1114.STR.09.02 – Stato Attuale Planimetria e Sezioni).

Nel progetto definitivo si riporta la trave di coronamento ad una quota +2,00 s.l.m.m., determinata a partire dalle tavole di archivio del progetto originale. Tuttavia, dal rilievo topografico eseguito dal G.C. emerge che la quota attuale del ciglio di banchina risulta essere pari a +1,75 m s.l.m.m., inferiore a circa 25 cm rispetto a quanto riportato dal progetto definitivo posto a base d'appalto.

## 3.5 STATO DI CONSISTENZA DELLE STRUTTURE ESISTENTI

Le strutture esistenti oggetto della presente presentano diffusi segni di degrado dei materiali. Sulla trave sono ben evidenti diffusi dissesti locali dovuti all'innesco di fenomeni di corrosione con distacco del copriferro e talvolta con esposizione delle armature in acciaio.





*Figura 15 - Trave di banchina - sgrottamenti ed armature esposte*

Le testate risultano essere leggermente ossidate e i tiranti risultano essere scarsamente isolati.



*Figura 16 – Fotografia del tirante di ancoraggio a tergo della trave*

### 3.6 LIVELLO DI CONOSCENZA E FATTORE DI CONFIDENZA

Il paragrafo §C8.5.4 della Circolare applicativa delle Norme vigenti fornisce una guida alla stima dei fattori di confidenza da utilizzare in relazione al livello di conoscenza raggiunto. Anche se riferita principalmente agli edifici, la Circolare applicativa fornisce comunque un riferimento anche per il caso in esame. La Tabella 1 ripresa dalla Circolare stessa suggerisce, per le costruzioni in calcestruzzo armato ed acciaio, i seguenti fattori di confidenza da adottare in relazione a tre livelli di conoscenza: conoscenza limitata (LC1), conoscenza adeguata (LC2), conoscenza accurata (LC3).

Tabella C8.5.IV – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza, per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

| Livello di conoscenza | Geometrie (carpenterie)  | Dettagli strutturali  | Proprietà dei materiali  | Metodi di analisi                  | FC (*) |
|-----------------------|--|---|--|------------------------------------|--------|
| LC1                   |  | Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>indagini limitate</i> in situ                                 | Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>prove limitate</i> in situ  | Analisi lineare statica o dinamica | 1,35   |
| LC2                   | Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione; in alternativa rilievo completo ex-novo | Elaborati progettuali incompleti con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini estese</i> in situ  | Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali, con <i>prove limitate</i> in situ; in alternativa da <i>prove estese</i> in situ  | Tutti                              | 1,20   |
| LC3                   |  | Elaborati progettuali completi con <i>indagini limitate</i> in situ; in alternativa <i>indagini esaustive</i> in situ | Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto, con <i>prove estese</i> in situ; in alternativa da <i>prove esaustive</i> in situ | Tutti                              | 1,00   |

(\*) A meno delle ulteriori precisazioni già fornite nel § C8.5.4.

Per il caso della banchina IFA si ritiene che il livello di conoscenza raggiunto (LC3) con i dati reperiti e le prove effettuate (“estese”) sia tale da poter assumere i valori di resistenza dei materiali riportati nel capitolo “Caratteristiche dei Materiali” (FC = 1).

### 3.7 ANALISI DELLE CARENZE DELLA STRUTTURA ATTUALE IN RELAZIONE ALLE NUOVE ESIGENZE DI UTILIZZO

Pur essendo la struttura esistente piuttosto robusta, presenta alcuni segni di degrado dei materiali legati anche ad una attenzione diversa alla durabilità delle strutture all'epoca della costruzione della banchina. Come già rilevato dal Progetto Definitivo, la qualità dei calcestruzzi non è adeguata a quanto richiesto oggi per un'opera esposta all'ambiente marino, così come la resistenza degli acciai da c.a. e dei tiranti esistenti risulta essere insufficiente.

Per questi motivi ed in relazione alle importanti prestazioni richieste dal piano regolatore al banchinamento, si sono valutate non sufficientemente affidabili le strutture esistenti e si è optato per il rifacimento completo dell'opera.

Alla luce di ciò ed in analogia a quanto previsto nel Progetto Definitivo posto a base d'appalto, nelle analisi condotte in fase di progettazione esecutiva dell'intervento di consolidamento della banchina IFA si è trascurato il contributo resistente offerto dalle strutture esistenti.

## 4 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Il progetto strutturale degli interventi è stato condotto nell'ambito del Metodo Semiprobabilistico agli Stati Limite. Si è fatto riferimento, nella progettazione, alla vigente normativa italiana ed in particolare a:

- L. 5.11.1971, n° 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- D.M. 17.01.2018 – “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circ. Min. n. 7 del 21 gennaio 2019 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Norma di prodotto (marcatura CE)

Circa le indicazioni applicative considerate per l'ottenimento dei requisiti prestazionali prescritti nel DM del 17/01/2018, ci si è riferiti, quando non direttamente alle indicazioni delle Norme Tecniche stesse, a normative di comprovata validità e ad altri documenti tecnici elencati nel seguito.

In particolare, per quel che riguarda le Verifiche Strutturali, le indicazioni fornite dagli Eurocodici, con le relative Appendici Nazionali, costituiscono indicazioni di comprovata validità e forniscono il sistematico supporto applicativo delle norme.

#### 4.1.1 Leggi, Decreti e Circolari

- L. 5.11.1971, n° 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- L. 2.02.1974, n° 64 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- D.M. 17.01.2018 – “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circ. Min. n. 7 del 21 gennaio 2019 C.S.LL.PP. Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Associazione Geotecnica Italiana (1977) – “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”.
- Associazione Geotecnica Italiana (1984) – “Raccomandazioni sui pali di fondazione”.
- Associazione Geotecnica Italiana (2012) – “Jetgrouting. Raccomandazioni”.
- Raccomandazioni A.I.C.A.P., A.G.I. (2012) – “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce”.

#### 4.1.2 Norme e Istruzioni Nazionali

- UNI EN 206-1 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione produzione e conformità”.
- UNI 11104 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1”.
- UNI EN 13369 – “Regole comuni per prodotti prefabbricati di calcestruzzo”.
- UNI EN 13225 – “Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi strutturali lineari”.
- UNI EN 14992 – “Prodotti prefabbricati di calcestruzzo - Elementi da parete”.
- UNI EN 13747 – “Prodotti prefabbricati di calcestruzzo- Lastre per solai”.

#### 4.1.3 Normativa Europea ed Internazionale

- UNI EN 1990 - Eurocodice 0 – “Criteri generali di progettazione strutturale”.
- UNI EN 1991 - Eurocodice 1 – “Azioni sulle strutture”.
- UNI EN 1992 - Eurocodice 2 – “Progettazione delle strutture di calcestruzzo”.
- UNI EN 1993 - Eurocodice 3 – “Progettazione delle strutture di acciaio”.
- UNI EN 1994 - Eurocodice 4 – “Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo”.
- UNI EN 1997 - Eurocodice 7 – “Progettazione geotecnica”.
- UNI EN 1998 - Eurocodice 8 – “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”.
- BS6349 – “Maritime works”
- Recommendation of the Committee for Waterfront Structures EAU, Sixth English Edition (EAU 1990)
- PIANC 2002 – “Guidelines for the Design of Fenders Systems”

## 5 PRESTAZIONI RICHIESTE AL BANCHINAMENTO

Le prestazioni richieste per l'adeguamento della banchina IFA, esplicitamente indicate dalla committenza, sono:

- Fondale operativo -14,50 m su l.m.m.;
- Fondale di calcolo -15,00 m su l.m.m.;
- Quota Trave +2,50 m su l.m.m.;
- Quota piazzali + 2,00 m su l.m.m.;
- Sovraccarico 40 kPa (Cat. D secondo NTC2018);
- Gru utilizzo di gru semoventi (le caratteristiche specifiche sono indicate al paragrafo delle azioni)
- Bitte da 1000 kN ad interasse 25 m;
- Nave di progetto da 100.000 t (*molto grande* ai sensi della definizione delle NTC 2018).
- Azione sismica Classe d'uso III  
Vita nominale 50 anni  
Coefficiente di compartecipazione dei carichi  $\psi_{2,i}=0.6$

### 5.1 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La vita nominale dell'opera strutturale  $V_N$  è il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. Per il caso in oggetto, in accordo con quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 per "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale", si è fatta riferimento ad una  $V_N$  pari a 50 anni

La classe d'uso delle costruzioni individua il grado di prestazione atteso in presenza di azione sismica, in riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso. Nella progettazione la classe d'uso si traduce nell'applicazione di azioni tanto più gravose, quanto più la costruzione è importante in termini di sicurezza collettiva e pubblico interesse. Analogamente a quanto previsto dal progetto definitivo posto a base d'appalto, all'area oggetto di intervento è stata assegnata la Classe d'uso III (**C.U. = 1.5**): "Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso."

Con riferimento al paragrafo §2.4.3 delle NTC18, le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C.U.$

Il periodo di riferimento  $V_R$  per la valutazione delle azioni sismiche agenti sulle strutture sarà pertanto assunto pari a

$$V_R = V_N \times C.U. = 50 \times 1,5 = 75 \text{ anni}$$

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Nel presente capitolo viene riportata la caratterizzazione litostratigrafica e meccanica dei terreni di sedime presenti nell'area della banchina IFA.

Per l'identificazione e la caratterizzazione dei terreni dell'area portuale di Ravenna si è fatto ricorso alle indagini in sito, alle prove di laboratorio condotte sui campioni prelevati e alle prove geofisiche. Tutti i risultati sono stati analizzati allo scopo di definire i modelli geotecnici di riferimento del sottosuolo per il dimensionamento geotecnico e strutturale delle opere in progetto.



Per quanto non espressamente riportato, ed in particolare per quanto concerne l'inquadramento geomorfologico, le campagne di indagine assunte a riferimento, i criteri utilizzati per l'interpretazione delle indagini e le correlazioni adottate per interpretare i risultati delle prove in sito, si rimanda agli elaborati progettuali "1114-E-SIN-GEO-RT-01-0 Relazione geologica, geomorfologica, idrogeologica" e "1114-E-SIN-GTC-RT-01-0 Relazione geotecnica delle banchine".

## 6.1 PROFILO STRATIGRAFICO

Si riporta di seguito la sequenza stratigrafica rilevata e già delineata nell'ambito del PD.

### Unità R (depositi antropici)

I depositi antropici di tipo "R" presentano uno spessore massimo di 2-3 metri, sono attribuibili alla realizzazione di opere superficiali quali piazzali-viabilità e per rialzare l'area portuale.

### Unità P (depositi palustri superficiali)

Anche se senza continuità su tutta l'area indagata, al di sotto dei terreni di riporto è stata rilevata la presenza di terreni argillosi e torbosi costituenti i depositi palustri superficiali (unità P) di spessore variabile ad un massimo di 3m, caratterizzati da valori di resistenza alla punta  $q_c$  compresa tra 0.5MPa e 1.2MPa.

### Unità S (depositi di cordone litorale)

Al di sotto dei terreni di riporto, presenti con spessore variabile sino ad una profondità di +1.0÷-3.0m s.l.m.m., e fino alla profondità di circa -8 ÷ -13 m s.l.m.m., si rileva la presenza delle sabbie fini di cordone litorale (unità S). Tali terreni sono costituiti in prevalenza da sabbie intercalate a livelli limosi di spessore decimetrico e presentano valori della resistenza alla punta  $q_c$  misurata nelle prove penetrometriche statiche compresa tra 2MPa e 8MPa.

### Unità M (depositi di prodelta)

A seguire e sino alla profondità di -25.0 ÷ -27.0m s.l.m.m. si incontrano i depositi di prodelta (unità M). La litologia è caratterizzata dalla presenza di limi argillosi, ma si riconosce anche la presenza di livelli sabbiosi più consistenti dalla quota di -16.0 ÷ -23.0m s.l.m. ( $q_c$  compresa tra 0.8MPa e 3.5MPa).

### Unità T (depositi di barriera trasgressiva)

Da -23.0÷-25.0m s.l.m.m. si rileva la presenza di un orizzonte granulare composto da sabbie e sabbie limose (unità T) di spessore metrico ( $q_c$  compresa tra 8MPa e 13MPa). Tale deposito è intercalato da livelli fini tanto da non venire sempre identificato nelle colonne stratigrafiche di sondaggio.

### Unità A (depositi di piana alluvionale)

A seguire e sino alle massime profondità indagate si incontrano i depositi di piana alluvionale (unità A) caratterizzati dalla presenza di argille consistenti di spessore metrico al di sotto delle quali sono presenti alternanze di sabbie, limi argillosi, argille limose e sabbie limose in strati sottili. I livelli più sabbiosi presentano valori di resistenza alla punta  $q_c$  prossimi a 10 MPa.

Si riassumono di seguito le unità geotecniche definitive:

- unità R: terreni di riporto
- unità P: depositi di palude salmastra
- unità S: sabbie fini di cordone litorale
- unità M: depositi di prodelta
- unità T: strati sabbiosi trasgressivi
- unità A: depositi di piana alluvionale

Nella seguente tabella viene riportata la sequenza stratigrafica di riferimento per il modello geotecnico della banchina IFA

Tabella 1 - Stratigrafia di riferimento modello geotecnico IFA

| Unità | z <sub>in</sub><br>m<br>s.l.m. | z <sub>fin</sub><br>m<br>s.l.m. | Spessore<br>m |
|-------|--------------------------------|---------------------------------|---------------|
| R     | 2                              | -1.5                            | 3.5           |
| S     | -1.5                           | -12.5                           | 11            |
| M1    | -12.5                          | -19                             | 6.5           |
| M2    | -19                            | -25                             | 6             |
| T     | -25                            | -26                             | 1             |
| A1    | -26                            | -29.5                           | 3.5           |
| A2    | -29.5                          | -31.5                           | 2             |
| A1    | -31.5                          | -35                             | 3.5           |

## 6.2 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito la stratigrafia di riferimento per il modello geotecnico della banchina IFA

Tabella 2 - Stratigrafia di calcolo e parametri geotecnici caratteristici - Banchina IFA

| Unità                  | z <sub>in</sub><br>m s.l.m. | z <sub>fin</sub><br>m s.l.m. | Spessore<br>m | $\gamma/\gamma'$<br>kN/m <sup>3</sup> | $\nu$ | OCR | e <sub>0</sub> | C <sub>c</sub> | C <sub>R</sub> | c <sub>v</sub><br>m <sup>2</sup> /s | D <sub>R</sub><br>% | $\phi'_k$<br>deg | c' <sub>k</sub><br>kPa | c <sub>u,k</sub><br>kPa | V <sub>s</sub><br>m/s | G <sub>0</sub><br>MPa | E <sub>op</sub><br>MPa | r | M<br>MPa |
|------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------|---------------------------------------|-------|-----|----------------|----------------|----------------|-------------------------------------|---------------------|------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|---|----------|
| R                      | 2                           | -1.5                         | 3.5           | 19/9                                  | 0.25  | -   | -              | -              | -              | -                                   | -                   | 32               | 0                      | 0                       | 140                   | 3841                  | 25                     | 2 | 15       |
| S                      | -1.5                        | -12.5                        | 11            | 20/10                                 | 0.25  | -   | -              | -              | -              | -                                   | 40                  | 34               | 0                      | 0                       | 160                   | 52                    | 25                     | 2 | 15       |
| S <sub>trattato*</sub> | -12.5                       | -11.5                        | -1            | 20/10                                 | 0.25  | -   | -              | -              | -              | -                                   | 60                  | 36               | 0                      | 0                       | 170                   | 60                    | 30                     | 2 | 18       |
| M1                     | -12.5                       | -19                          | 6.5           | 18,5/8,5                              | 0.3   | 1   | 0.9            | 0.13           | 0.35           | 2.00E-07                            | -                   | 29               | 5                      | 30                      | 175                   | 95                    | 9                      | 4 | 6        |
| M2                     | -19                         | -25                          | 6             | 18,5/8,5                              | 0.3   | 1   | 0.9            | 0.13           | 0.35           | 4.00E-07                            | -                   | 30               | 5                      | 45                      | 225                   | 127                   | 12                     | 4 | 8        |
| T                      | -25                         | -26                          | 1             | 20/10                                 | 0.25  | -   | -              | -              | -              | -                                   | 50                  | 35               | 0                      | 0                       | 250                   | 112                   | 42                     | 2 | 25       |
| A1                     | -26                         | -29.5                        | 3.5           | 19/9                                  | 0.3   | 1   | 0.8            | 0.25           | 0.04           | -                                   | -                   | 29               | 5                      | 65                      | 240                   | 131                   | 15                     | 4 | 10       |
| A2                     | -29.5                       | -31.5                        | 2             | 20/10                                 | 0.25  | -   | -              | -              | -              | -                                   | 50                  | 35               | 0                      | 0                       | 260                   | 131                   | 50                     | 2 | 30       |
| A1                     | -31.5                       | -35                          | 3.5           | 19/9                                  | 0.3   | 1   | -              | 0.25           | 0.04           | -                                   | -                   | 29               | 5                      | 75                      | 260                   | 1                     | 22                     | 4 | 15       |

dove:

- $\gamma/\gamma'$  peso di volume del terreno / peso di volume immerso del terreno
- $\nu$  coefficiente di Poisson
- OCR grado di sovraconsolidazione
- e<sub>0</sub> indice dei vuoti iniziale
- C<sub>c</sub> indice di compressione
- C<sub>R</sub> indice di ricomprensione
- c<sub>v</sub> coefficiente di consolidazione verticale
- D<sub>R</sub> densità relativa
- $\phi'_k$  valore caratteristico angolo di resistenza al taglio efficace
- c'<sub>k</sub> valore caratteristico coesione in condizioni drenate efficace
- c<sub>u,k</sub> valore caratteristico coesione in condizioni non drenate
- V<sub>s</sub> velocità di propagazione delle onde di taglio
- G<sub>0</sub> modulo di taglio alle piccole deformazioni
- E<sub>op</sub> modulo elastico di Young operativo assunto per il dimensionamento delle opere di sostegno e di fondazione profonda
- r rapporto tra il modulo in condizioni di compressione vergine e in condizioni di ricomprensione

- M modulo di deformabilità confinato per la stima dei cedimenti per fondazioni di tipo superficiale

### 6.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA AI FINI SISMICI

Con riferimento alle indagini a disposizione, sono state identificate due aree caratterizzate da profili geotecnici sismici omogenei identificati con MGS1 (comprendente le banchine IFA e parte di Trattaroli Sud) e MGS2 (comprendente le rimanenti) e riportati nella seguente figura.

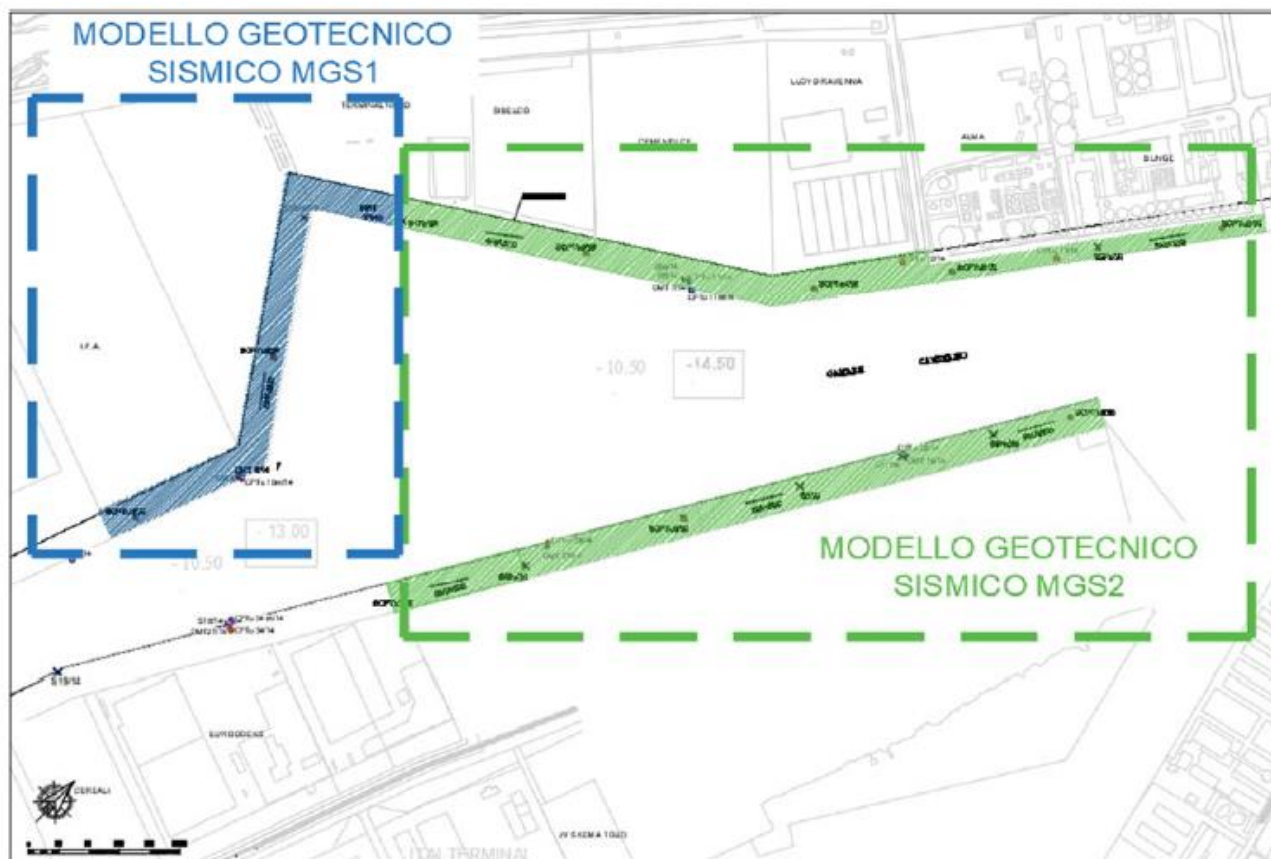


Figura 17 - Planimetria con indicazione delle aree di competenza dei due modelli sismici adottati

Tali modelli si differenziano sostanzialmente per la potenza del banco sabbioso saturo S, in corrispondenza del quale, in condizioni post sismiche, potrebbero manifestarsi un innesco ed accumulo di sovrappressioni neutre  $\Delta u$ , oltre ad un degrado delle caratteristiche di resistenza  $c'$  e  $\phi'$ .

La banchina IFA ricade all'interno dell'area caratterizzata dal modello geotecnico MGS1.

In corrispondenza della banchina IFA è previsto un intervento di consolidamento dei terreni mediante vibrosostituzione con colonne di ghiaia. Si ritiene che il miglioramento delle caratteristiche meccaniche ed idraulica, in termini di angolo di attrito, stato di addensamento e caratteristiche drenanti dei terreni, rassicuri nei confronti di eventuali fenomeni di liquefazione e dunque dei possibili effetti in termini di nascita di sovrappressioni interstiziali, nonché rispetto al decadimento delle caratteristiche meccaniche dei terreni in condizioni post sismiche. Per tale motivo in corrispondenza della banchina IFA non sono stati considerate condizioni post-sismiche nelle verifiche di sicurezza.



## 7 MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel presente capitolo si riporta lo studio finalizzato alla definizione della azione sismica di progetto definita in termini di massime accelerazioni orizzontali.

In conformità a quanto riportato nella normativa vigente (art. 3.2.2 NTC 18) l'azione sismica di progetto è stata valutata conducendo una analisi di risposta sismica locale (RSL) allo scopo di valutare gli effetti di sito dovuti ad amplificazione lito-stratigrafica considerando un modello monodimensionale (1D) lineare equivalente.

### 7.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei margini di sicurezza per i diversi stati limite, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito specifico.

La pericolosità sismica viene definita in termini di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria di suolo A), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , determinato a partire dalla vita nominale dell'opera e della Classe d'Uso di questa. Come già riportato al paragrafo §4.2 della presente relazione, la via di riferimento dell'opera è pari a 75 anni.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascun degli stati limite considerati, sono riportate nella normativa italiana (Circolare 7/2019 - §C3.2.1):

|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>S.L.O.</b> (stato limite di operatività)             | $P_{VR} = 81\%$ |
| <b>S.L.D.</b> (stato limite di danno)                   | $P_{VR} = 63\%$ |
| <b>S.L.V.</b> (stato limite di salvaguardia della vita) | $P_{VR} = 10\%$ |
| <b>S.L.C.</b> (stato limite di collasso)                | $P_{VR} = 5\%$  |

La probabilità di superamento del periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente allo *Stato limite di salvaguardia della vita* è pari al 10%, quella relativa allo *Stato limite di danno* è pari al 63%. Determinati i valori di  $P_{VR}$  e di  $V_R$  è possibile ottenere il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  con la relazione seguente:

Per  $P_{VR} = 0,10$  (SLV):

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \cong 712 \text{ anni}$$

Per  $P_{VR} = 0,63$  (SLD):

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \cong 75 \text{ anni}$$

A tale tempo di ritorno, nell'area in esame corrisponde una accelerazione massima attesa su sito di riferimento rigido pari a

|   |                         |
|---|-------------------------|
| <b>S.L.D.</b> (stato limite di danno)                   | $a_g = 0.064 \text{ g}$ |
| <b>S.L.V.</b> (stato limite di salvaguardia della vita) | $a_g = 0.172 \text{ g}$ |

La magnitudo associata all'evento sismico agli SLV vale  $M_W = 5.96$

### 7.2 ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Con analisi di risposta sismica locale RSL si intende l'insieme delle modifiche che un moto sismico relativo ad una formazione rocciosa di base posta ad una certa profondità nel sottosuolo subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti.

L'analisi si articola nelle seguenti fasi:

- Estrazione degli accelerogrammi naturali spettro-compatibili
- Definizione del modello geotecnico-sismico
- Analisi di risposta sismica locale

Per ulteriori dettagli riguardo gli argomenti trattati, si rimanda all'elaborato del Progetto Esecutivo "1114-E-SIN-GEF-RT-01-0 Relazione Sismica".

Dai risultati dell'analisi di RSL, in corrispondenza dei tempi di ritorno di riferimento dell'evento sismico nell'area in esame per l'accelerazione massima attesa sono stati assunti i seguenti valori di progetto

**S.L.D.** (stato limite di danno)  $a_g = 0.10 g$

**S.L.V.** (stato limite di salvaguardia della vita)  $a_g = 0.20 g$

## 8 INTERVENTO PREVISTO DA PROGETTO DEFINITIVO

La soluzione strutturale adottata in fase di progettazione definitiva prevede la realizzazione di una nuova struttura resistente (parete combinata palo-palancola) a tergo della parete combinata esistente e la formazione di nuovi tiranti inclinati, previa esecuzione di colonne in ghiaia per ridurre il rischio di liquefazione delle sabbie che presentano uno spessore di circa 11,0 m. In particolare il progetto prevede:

- infissione di una parete combinata palo-palancola a tergo dei diaframmi esistenti, costituito da tubolare  $\varnothing 1219$  sp. = 20 mm e palancola intermedia AZ13-700, con interasse pali d:2,64 m. Il palo è esteso fino a -29,00 m su l.m.m., mentre le palancole intermedie sono estese fino a -21,00 m da l.m.m.;
- taglio di trefoli interferenti con la parete combinata di progetto e formazione di ancoraggi provvisori;
- completamento della posa in opera della parete combinata di progetto;
- trattamento colonnare diffuso mediante vibroflottazione per un'area estesa da 5m a 30 m dal ciglio banchina
- formazione di nuova trave di banchina di solidarizzazione tra le strutture esistenti e quelle di nuova formazione;
- realizzazione di nuovi tiranti di ancoraggio a bulbo iniettato con tecnologia IRS di lunghezza 35 m, inclinazione alternata (15° e 20° sull'orizzontale) ed interasse 1,50 m, con 15 m di parte libera e 20 m di fondazione, armati con barra Dywidag  $\varnothing 47$ ;
- ripristino della rete elettrica secondaria con n.2 cavidotti  $\varnothing 200$  per ogni dorsale ortogonale (n. 4) alla linea di banchina L=30m.
- realizzazione di N.2 nuovi cavidotti in PVC di diametro  $\varnothing 200$  e n. 1 cavidotto  $\varnothing 300$  per predisposizione impianti con pozzetti con interasse di 20m.

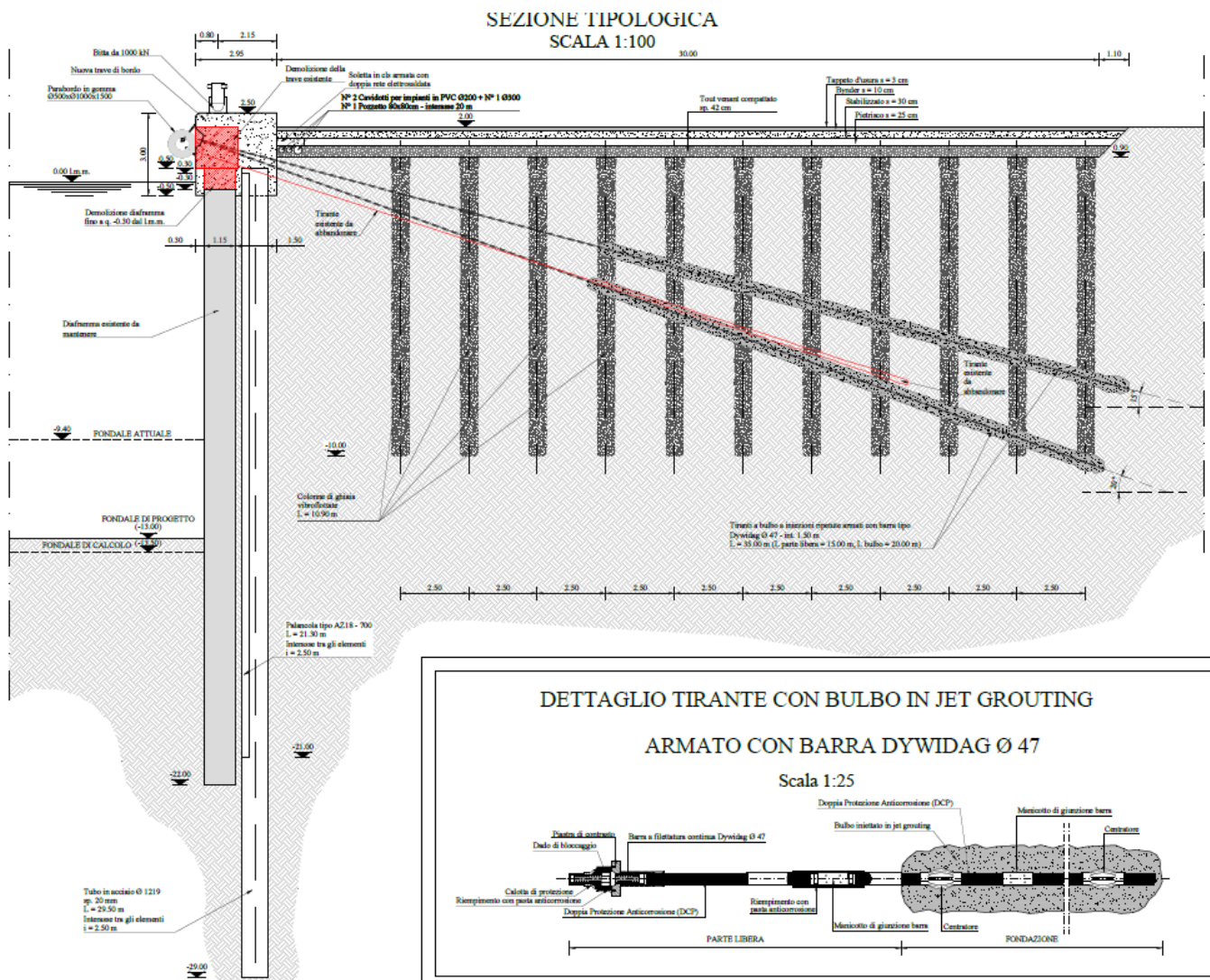


Figura 18 – Sezione tipologica di progetto definitivo



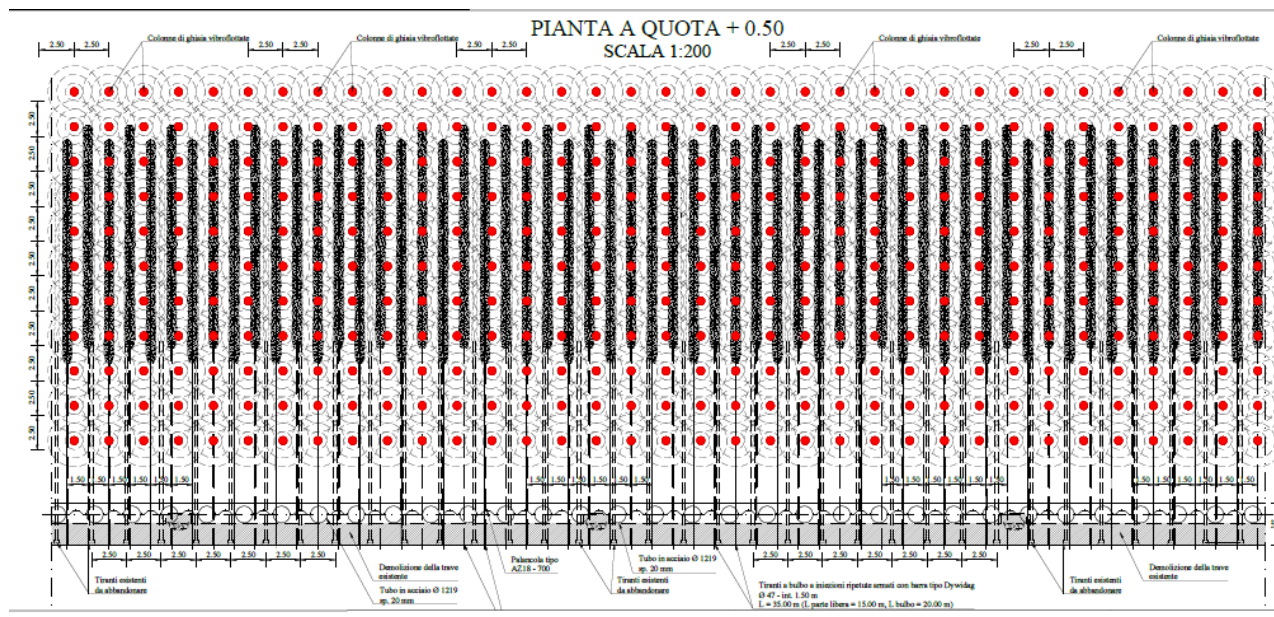


Figura 19 – stralcio planimetrico di progetto definitivo

## 9 INTERFERENZE E CRITICITA' RINVENUTE A SEGUITO DEI RILIEVI ESEGUITI E RICHIESTE FORMULATE DAL CONCESSIONARIO

### 9.1 INTERFERENZE DELLA PARETE COMBINATA DI PROGETTO CON I TIRANTI ESISTENTI

Il progetto definitivo prevede la formazione di una parete combinata a tergo dei diaframmi in c.a. che sono vincolati a tiranti costituiti da trefoli Falk da 06" in acciaio ad alta resistenza posti ad interasse di 2,50 m. L'interasse della parete combinata di progetto – per la sezione strutturale prescelta - è pari a 2.68 m e non a 2,48 come indicato (per mero refuso) nel PD.

Pertanto l'interferenza della parete combinata non è solo tra tiranti e palancole ma anche tra pali e tiranti in quanto gli interassi tra gli elementi di progetto ed esistenti, come sintetizzato nel seguito, non risultano compatibili:

- il modulo della parete combinata tubo/palancola di progetto è pari a 2.68 m
- il passo dei tiranti esistenti, inclinati di 18° rispetto l'orizzontale, è pari a 2.50m.
- l'interasse dei nuovi tiranti, inclinati alternativamente di 15°-20° rispetto all'orizzontale, è pari a **1.50 m**;

Le modalità transitorie di connessione (indicate nel PD) dei diaframmi esistenti ai pali di nuova realizzazione e di riconnessione di questi ai tiranti esistenti, indipendentemente dalla incompatibilità tra la larghezza del modulo del palancolato e l'interasse dei tiranti esistenti, comportano notevoli rallentamenti operativi e difficoltà esecutive.

In particolare, come noto, i tiranti esistenti (trefoli Falk da 06") presentano un comportamento altamente fragile caratterizzato da una elevata resistenza in assenza di snervamento, risultando complesso definirne il comportamento e le caratteristiche meccaniche residuali a seguito di eventuali manipolazioni.

Le attività di taglio e ricollegamento di ciascun tirante rappresentano quindi una tipologia di operazione caratterizzata da possibili criticità connesse alle incertezze circa l'effettivo stato di consistenza dei tiranti e la conseguente risposta a seguito di manipolazioni.

Inoltre occorre segnalare che anche l'eventuale criticità di ricollocazione anche solo di alcuni tiranti in fase provvisoria genererebbe una criticità rilevante alle strutture in fase di esecuzione, non essendo possibile definire ancoraggi alternativi e/o sostitutivi.

## 9.2 VIBROINFSSIONE DELLA PARETE COMBINATA IN PROSSIMITÀ DELLA PARATIA ESISTENTE

Le operazioni di vibroinfissione dei pali tubolari in acciaio della parete combinata previste dal progetto definitivo, da eseguirsi in adiacenza alla paratia esistente, oltre a poter interferire con i diaframmi che – come rilevato – non presentano un allineamento perfettamente verticale come indicato nei grafici del PD, potrebbero indurre sollecitazioni di carattere dinamico alle strutture esistenti di cui non è possibile valutare l'esito in relazione al reale stato di consistenza lungo lo sviluppo verticale.

Inoltre, anche in considerazione delle criticità di carattere geometrico emerse dalle indagini integrative eseguite dal G.C, eventuali sbulbamenti (interni) di calcestruzzo a tergo della paratia esistente, già evidenziati in fase di progettazione definitiva, potrebbero comportare rallentamenti e importanti problematiche esecutive nel corso delle attività di vibroinfissione della nuova parete combinata metallica fino ad impedirne l'infissione di alcuni moduli.

### Nastro trasportatore

Lungo lo sviluppo longitudinale del banchinamento, a circa 25 m dal ciglio di banchina, ovvero all'interno dell'area destinata alla formazione del cantiere (avente larghezza pari a 30 m), è presente un **nastro trasportatore** utilizzato dal concessionario per la movimentazione delle merci alla rinfusa. Tale nastro interferisce con le lavorazioni previste nel progetto definitivo.

Il nastro è fondato su plinti in c.a., non riportati negli elaborati grafici del progetto definitivo posto a base d'appalto, interferenti con il cantiere in fase esecutiva. A ridosso del nastro trasportatore e parallelo ad esso si estende una lastra in cls per la movimentazione delle tramogge, anch'essa non segnalata dagli elaborati del progetto definitivo.



*Figura 20 - Linea nastro trasportatore interferente con l'area di cantiere*

Nella immagine seguente è riportata planimetria dello stato dei luoghi con rappresentazione dei nastri trasportatori interferenti con l'area di cantiere.



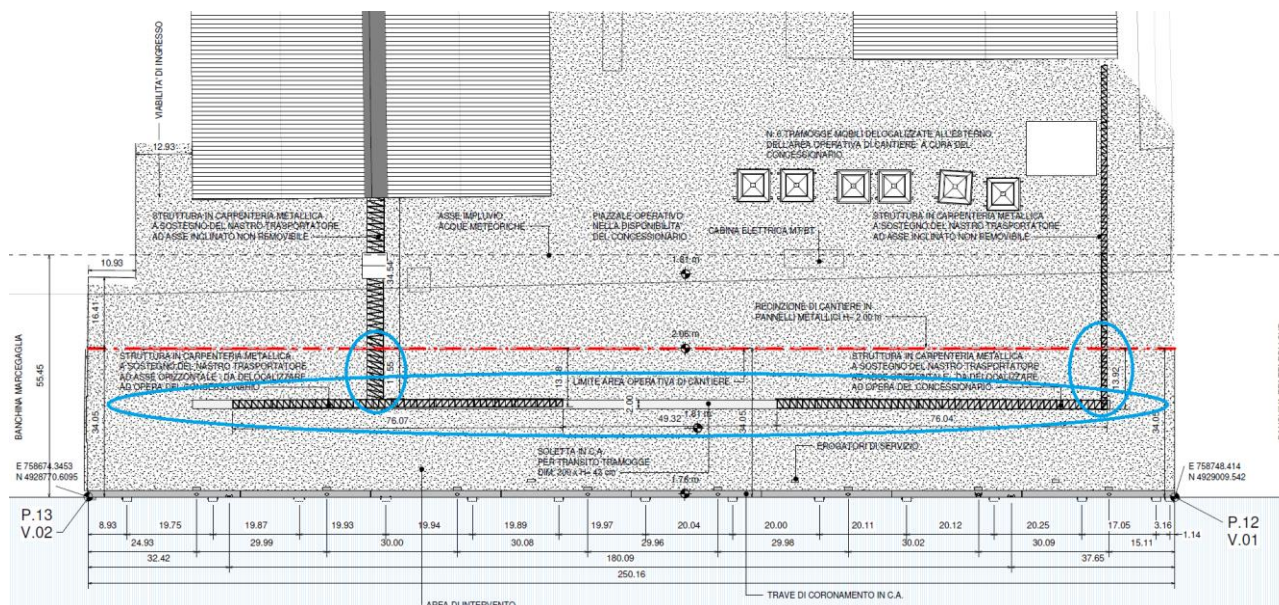


Figura 21 – Planimetria con indicazione delle interferenze dei nastri trasportatori

Inoltre parte dei due nastri trasportatori trasversali allo sviluppo della banchina ricade parzialmente nell'area di cantiere.



Figura 22 - Linea nastro trasportatore interferente con area di cantiere

In fase di elaborazione del presente progetto esecutivo, il concessionario si è reso disponibile allo smontaggio e spostamento del nastro trasportatore parallelo alla banchina.

La soletta di transito delle tramogge così come la parte di nastro trasportatore trasversale interferente con le opere di progetto permarranno nelle aree di cantiere,

Il progetto esecutivo contempla pertanto la demolizione e la ricostruzione della soletta di transito delle tramogge e la realizzazione di apprestamenti per la protezione dei nastri trasportatori meglio specificati nei capitoli successivi che limiteranno, per tali aree, l'esecuzione delle colonne di ghiaia e della pavimentazione previste in progetto.



## 9.3 VERIFICA IMPIANTI

### 9.3.1 Impianto antincendio

Il progetto definitivo prevede esclusivamente il ripristino delle n.4 dorsali secondarie elettriche che alimentano gli erogatori a servizio delle gru di banchina (n.2 cavidotti  $\varnothing 200$  e relativi pozzetti per ciascuna linea). E' inoltre prevista una nuova predisposizione impiantistica di banchina mediante la realizzazione di una linea costituita da n.2 nuovi cavidotti in PVC di diametro  $\varnothing 200$  e n. 1 cavidotto  $\varnothing 300$  per predisposizione impianti con pozzetti posti ad interasse pari a 20m.

Dai rilievi effettuati presso le aree di intervento è stata rilevata la presenza di un impianto antincendio completo di centrale di spinta collocata sul lato nord del banchinamento a circa 30 m dal ciglio banchina esistente. Essa è costituita da un basamento in c.a. e una cabina in pannelli prefabbricati. Da questa si diparte una tubazione di presa idrica che proviene dal canale Candiano. La linea antincendio è costituita da una tubazione interrata collocata alle spalle del nastro trasportatore. Sono rilevabili botole e idranti sottosuolo UNI 70.



Figura 23 - Manicotto impianto antincendio esistente



Figura 24 - Centrale di spinta impianto antincendio esistente

La rete antincendio rilevata ricade all'interno dell'area di intervento (circa 35 m dal ciglio di banchina esistente).  
**Gli elaborati progettuali (PD) non prevedono nessuna attività in merito al ripristino e/o rifacimento di tale impianto, né tantomeno sono evidenziati adempimenti specifici per la salvaguardia dello stesso.**  
Da progetto definitivo non sono previsti oneri legati a tali attività di rimozione /smontaggio/ demolizione e successivo ripristino.

### 9.3.2 Cavidotto media tensione su area IFA

In data 15/06/2021 l'ADSP con nota prot. 5036 ha comunicato al Contraente Generale la possibile interferenza di cavidotti di media tensione Enel con le opere previste alla banchina IFA, trasmettendo alcune planimetrie fornite da e-distribuzione e richiedendo di considerare tali informazioni nella stesura del progetto esecutivo.

A seguito delle verifiche effettuate in fase di progettazione esecutiva si è potuto constatare che cavi da 15000 V interrati potrebbero interferire localmente con le aree di intervento.

Infatti dall'analisi dell'elaborato grafico fornito e-distribuzione e riportato nelle tavole di progetto (CFR elab. 1114-E-BAI-IMP-01) sembrerebbe che la linea di media tensione si trovi proprio a ridosso del limite di intervento.

Il progetto esecutivo contempla pertanto gli oneri per gli scavi per mettere in evidenza la linea di media tensione al fine di verificare l'effettiva interferenza con le opere di progetto. Eventuali interferenze potrebbero rilevarsi localmente con alcuni attraversamenti impiantistici e con l'esecuzione dell'allineamento "L" delle colonne di ghiaia.

Pertanto preliminarmente l'esecuzione dei lavori, a valle delle attività di indagine sull'effettiva ubicazione della linea MT, risulta necessario prevedere una riunione di coordinamento con l'ADSP, il concessionario ed E-distribuzione al fine di valutare i necessari adempimenti per la risoluzione dell'interferenza.

Posizionando i nuovi attraversamenti impiantistici a quote non interferenti e variando del minimo indispensabile il posizionamento dell'ultimo allineamento delle colonne di ghiaia, si potrebbe addivenire alla risoluzione dell'interferenza senza necessariamente provvedere alla interruzione/delocalizzazione della linea MT.

## 9.4 RICHIESTE DEL CONCESSIONARIO IFA

In data 09/02/2021 il concessionario IFA nel corso della riunione indetta dall'AdSP ha formulato richiesta per l'elaborazione di alcune varianti al progetto definitivo per quanto di seguito riportato:

1. realizzazione di n. 5 linee di alimentazione gru, con n.3 tubazioni a doppia parete diam. 160 di lunghezza pari a circa 50 metri e comunque fino alla linea principale che inizia dalla cabina di trasformazione MT/BT. Il progetto definitivo prevede n. 4 linee – L=30 m con n.2 tubazioni d:200 mm;
2. formazione di pavimentazione con una pendenza pari al 2% a partire da quota +2.50 m.s.l.m.m. verso lo stabilimento del concessionario, calcolata rispetto alle caditorie della rete fognaria esistente;
3. realizzazione linea antincendio con idranti UNI 70 completi di chiusino di massima portata e attacco soprasuolo per manichetta antincendio; inoltre è stato richiesto passaggio del tubo di aspirazione con diam. 250 attraverso la nuova trave di banchina e la relativa protezione lungo il tratto di banchina dal ciglio trave al box pompe;
4. realizzazione di n.5 plinti sulla trave di banchina di dim. 150x150x h=30cm per posizionamento quadri elettrici di potenza per le prese a cui devono essere connesse le gru. All'interno del plinto occorre prevedere il passaggio di n3 tubazione di diam.160 mm;
5. formazione di una linea ortogonale alla banchina in aggiunta a quella di predisposizione impianti parallela alla linea di banchina

Il progetto esecutivo, come richiesto dall'ADSP, accoglie le istanze del concessionario pur se non contemplate nel progetto definitivo.

## 10 PROGETTO ESECUTIVO

### 10.1 ADEGUAMENTO STRUTTURALE

Il progetto esecutivo è stato elaborato con il duplice scopo di superare le criticità rilevate dall'analisi del progetto definitivo posto a base d'appalto e di aggiornare il progetto alle evidenze rilevate a seguito delle indagini integrative effettuate dal Contraente Generale, in conformità all'analisi della matrice dei rischi prodotta in sede di gara.

Per la banchina IFA il PD prevedeva la realizzazione di un palancoato continuo a tergo della paratia esistente in grado di garantire la continuità del paramento in c.a. anche in caso di disallineamenti futuri delle strutture esistenti.

Il Progetto Esecutivo ha adottato delle soluzioni di consolidamento discontinue per tale banchina (al fine di mantenere in servizio gli ancoraggi esistenti) e la continuità del paramento si ottiene con interventi di sutura consistenti in perfori  $\varnothing 300\text{mm}$  tra i pali strutturali nei quali viene posato un tessuto non tessuto ("calza") idoneo a contenere una malta di iniezione

Le soluzioni adottate e di seguito descritte sono state preventivamente verificate e condivise dal Direttore per l'Esecuzione e dalla Stazione Appaltante.

In via preliminare si rappresenta che le soluzioni indicate nel PE risultano pienamente coerenti con le cogenti prescrizioni delle NTC 2018. Pertanto le armature dei pali delle paratie poste a tergo delle pareti combinati esistenti sono state dimensionate in relazione all'effettivo quadro sollecitativo e non già per raggiungere le resistenti individuate nel PD.

L'adeguamento strutturale della banchina IFA previsto dal progetto esecutivo prevede l'esecuzione delle seguenti opere:

- intervento di consolidamento dello strato sabbioso potenzialmente liquefacibile mediante vibroflottazione con colonne di ghiaia fino a -12.50 m dal l.m.m.;
- realizzazione di una paratia di **pali trivellati in c.a. d: 1000mm L= 30.00 m posti ad interasse 1.25 m** (disposti in maniera da non interferire con i tiranti esistenti posti ad interasse pari a 2.50m) distanziata di 140 cm dal diaframma esistente, senza palancole intermedie; Tale paratia, da realizzare a tergo della struttura a diaframmi esistente sarà realizzata con un sistema di infissione della tubazione di rivestimento, che dovrà essere eseguito con tecniche di avvitamento a rotazione con lamierini spessorati ( $s=22\text{ mm}$ ) dotati di giunti a labirinto;
- demolizione controllata corticale della trave di coronamento esistente (lato superiore e lato interno);
- realizzazione di una nuova trave di coronamento in c.a. di dimensioni  $4,00 \times h = 2,30\text{ m}$  in calcestruzzo C35/45 armato con barre d'armatura in acciaio B 450 C, connessa alla trave esistente mediante n.4 barre in acciaio B 450 C  $\varnothing 24/30$  inghisate inghisaggio mediante iniezione di malta cementizia polimero – modificata espansiva a ritiro compensato;
- realizzazione di nuovi tiranti di ancoraggio passivi in barre **dywidag d:47 mm con bulbo ad iniezioni ripetute (IRS)** aventi le seguenti caratteristiche:
  - Interasse 1,50 m;
  - Diametro nominale  $D_n = 0,25\text{ m}$ ;
  - Lunghezza del bulbo attivo  $L_s = 16,00\text{ m}$ ;
  - Lunghezza del tratto passivo  $L_p = 17,00\text{ m}$ ;
  - Inclinazione sull'orizzontale  $i = 11^\circ$ ;
  - Quota testa tirante +2,00 s.l.m.m.

I tiranti di progetto saranno ancorati alla nuova trave di coronamento all'interno di apposite nicchie successivamente sigillate con calcestruzzo C16/20 di chiusura.

Ai fini di garantire la continuità della paratia di progetto, tra i pali in c.a. saranno inoltre realizzati perfori di sigillatura della paratia con tessuto non tessuto di diametro variabile d:220/300 mm di lunghezza L = 14.00 m riempiti in calcestruzzo C28/35 XS3.

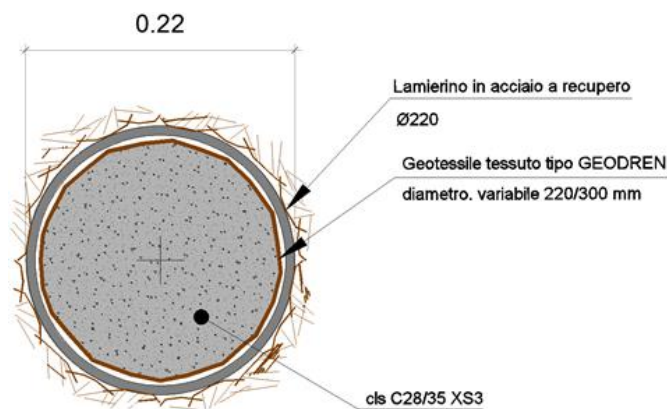


Figura 25 - Particolare perforo di chiusura

Si riporta di seguito una sezione tipologica dell'intervento di progetto previsto per il consolidamento della banchina IFA.

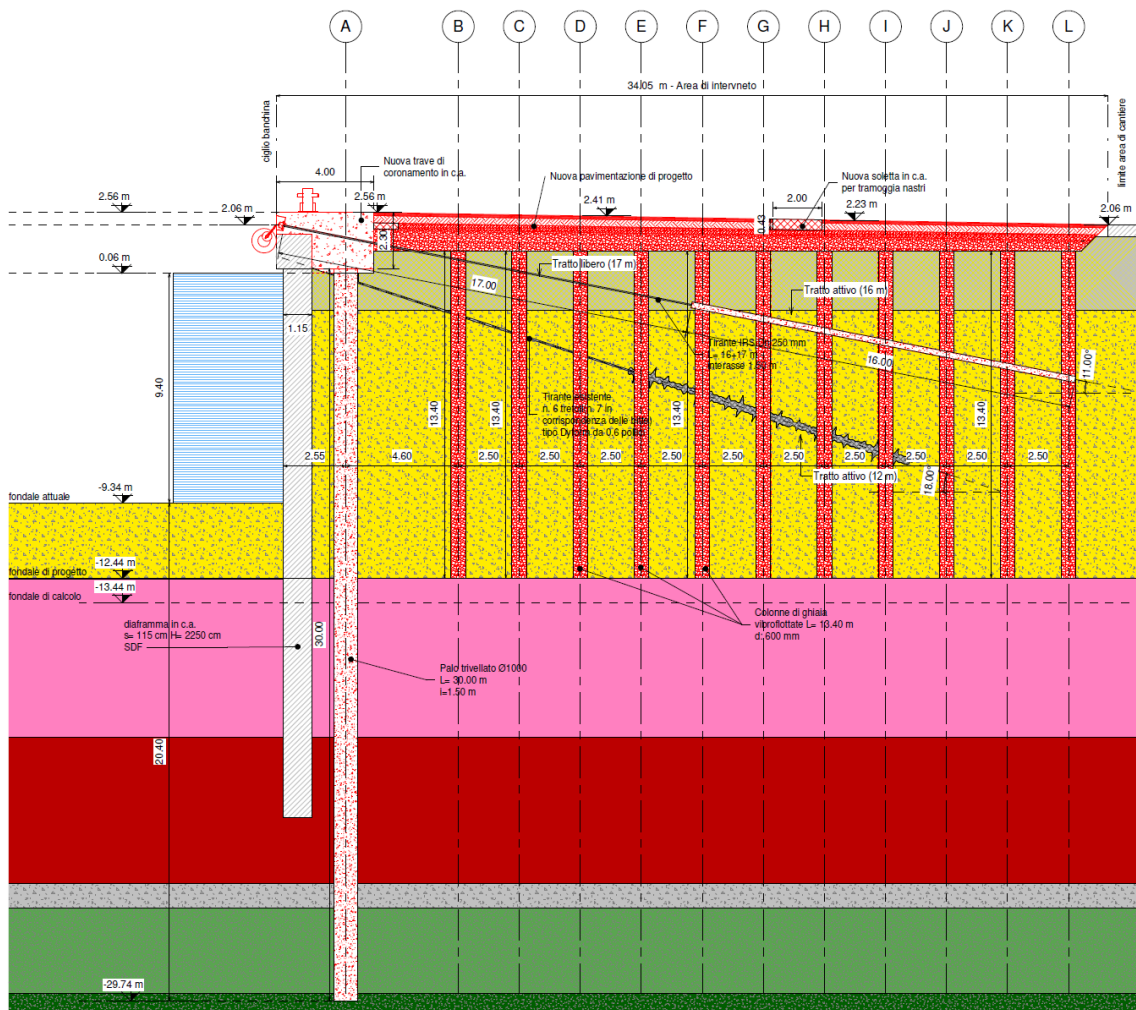


Figura 26 - Sezione tipologica di progetto - Banchina IFA



Tale soluzione consente di risolvere le criticità legate all'interferenza tra le opere di progetto e i tiranti esistenti, i quali verranno dunque lasciati in esercizio durante le fasi transitorie di realizzazione della paratia di pali, evitando le complicate operazioni di taglio, ritesatura e riconnessione di questi alla paratia di progetto prima dell'esecuzione dei nuovi tiranti.

### 10.1.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DI PROGETTO

Per gli interventi di progetto è previsto l'utilizzo dei seguenti materiali:

- Conglomerato cementizio classe di resistenza C35/45 classe di esposizione XS3 per la realizzazione delle opere in c.a.;
- Acciaio in barre tipo B 450 C per le armature delle opere in c.a.;
- Acciaio acciaio da precompressione tipo Dywidag Y1050H per i tiranti di ancoraggio.

Si riporta di seguito una descrizione dettagliata dei materiali utilizzati negli interventi di progetto.

#### Calcestruzzi per le opere in c.a.

Ai sensi della disciplina per le opere in conglomerato cementizio armato (Legge 05/10/71 n. 1086 pubblicata in G.U. n. 321 art.4 capo B), si riportano di seguito le caratteristiche, la qualità e le dosature dei materiali che verranno impiegati per le opere del progetto in questione, determinati in conformità al D.M. 17/01/2018.

#### Caratteristiche meccaniche

Per le opere in calcestruzzo armato di progetto verrà utilizzato un calcestruzzo con classe di resistenza C35/45 avente le seguenti caratteristiche meccaniche:

- |   |   |
|---|---|
| • Modulo di elasticità:   | $E = 34625 \text{ MPa}$                                 |
| • Peso specifico:   | $\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$                          |
| • Coefficiente di dilatazione termica                             | $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ |
| • Resistenza caratteristica cubica a compressione a 28 giorni     | $R_{ck} = 45 \text{ MPa}$                               |
| • Resistenza caratteristica cilindrica a compressione a 28 giorni | $f_{ck} = 0.83 R_{ck} = 37.35 \text{ MPa}$              |
| • Resistenza media a trazione semplice (assiale)                  | $f_{ctm} = 0.30 f_{ck}^{2/3} = 3.35 \text{ MPa}$        |
| • Valore caratteristico della resistenza a trazione               | $f_{ctk} = 0.70 f_{ctm} = 2.35 \text{ MPa}$             |
| • Resistenza di calcolo a compressione                            | $f_{cd} = 0.57 f_{ck} = 21.17 \text{ MPa}$              |
| • Resistenza di calcolo a trazione                                | $f_{ctd} = f_{ctk} / 1.50 = 1.56 \text{ MPa}$           |

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al § 4.1.2.1.2.1 del D.M. 17 gennaio 2018.

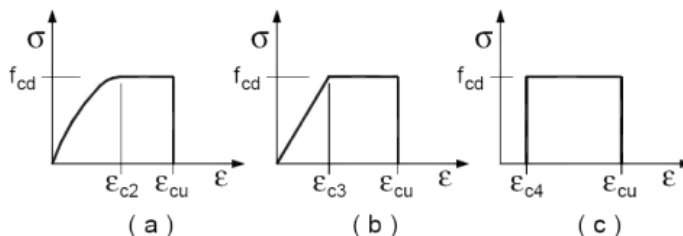


Figura 27 - Diagrammi di calcolo tensione - deformazione del calcestruzzo

La deformazione massima  $\epsilon_{c \max}$  è assunta pari a 0.0035.

### Classe d'esposizione e classe di consistenza

Le condizioni ambientali, ai fini della protezione contro la corrosione delle armature, sono suddivise in ordinarie, aggressive e molto aggressive in relazione a quanto indicato dalla Tab. 4.1.III delle NTC2018:

**Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali**

| Condizioni ambientali | Classe di esposizione             |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Ordinarie             | X0, XC1, XC2, XC3, XF1            |
| Aggressive            | XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3 |
| Molto aggressive      | XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4      |

Nel caso in oggetto si hanno condizioni ambientali molto aggressive. Per le opere in oggetto saranno dunque utilizzati calcestruzzi aventi la seguente classe d'esposizione XS3 – Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea.

Vengono di seguito riepilogate le caratteristiche dei calcestruzzi utilizzati

| Classe | Ambiente di esposizione   | Esempi informativi   | Rapporto max acqua/cemento | Dosaggio minimo cemento [kg/m <sup>3</sup> ] | Minima classe resistenza |
|--------|---|--|----------------------------|--|--------------------------|
| XS1    | Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità  | 0,45 (UNI 11104)           | 340 (UNI 11104)                              | C32/40 (UNI 11104)       |
|        |   |  | 0,50 (UNI EN 206-1)        | 300 (UNI EN 206-1)                           | C30/37 (UNI EN 206-1)    |
| XS2    | Permanentemente sommerso  | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua  | 0,45 (UNI 11104)           | 360 (UNI 11104)                              | C35/45 (UNI 11104)       |
|        |   |  | 0,45 (UNI EN 206-1)        | 320 (UNI EN 206-1)                           | C35/45 (UNI EN 206-1)    |
| XS3    | Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea                                       | Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti. alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare. | 0,45 (UNI 11104)           | 360 (UNI 11104)                              | C35/45 (UNI 11104)       |
|        |   |  | 0,45 (UNI EN 206-1)        | 340 (UNI EN 206-1)                           | C35/45 (UNI EN 206-1)    |

*Tabella 3 - Ambiente esposto a cloruri presenti nell'acqua di mare*

Per le opere in oggetto verrà utilizzato un calcestruzzo di consistenza fluida, ovvero di classe di consistenza S4.

### Acciaio per armatura c.a.

Le barre di armatura delle strutture in c.a. saranno in acciaio tipo B 450 C.

Con l'entrata in vigore del D.M. 17 gennaio 2018, la normativa ha introdotto l'utilizzo di una sola tipologia di acciaio nervato, l'acciaio del tipo B450. In particolare, le barre sono caratterizzate dal diametro  $\phi$  della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7.85 kg/dm<sup>3</sup>.

Gli acciai B450C (profilati a caldo) possono essere impiegati in barre di diametro  $\phi$  compreso tra 6 e 40 mm.

Si riportano di seguito le caratteristiche meccaniche di riferimento:

- Modulo di elasticità:  $E = 210000 \text{ MPa}$
- Modulo di elasticità tangenziale:  $G = 80769 \text{ MPa}$
- Peso specifico:  $\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$
- Coefficiente di dilatazione termica:  $\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Resistenza caratteristica allo snervamento:  $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$
- Resistenza di calcolo allo snervamento:  $f_{yd} = f_{yk}/1.15 = 391.3 \text{ MPa}$

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.3 del D.M. 17 gennaio 2018; in particolare è adottato il modello elastico perfettamente plastico rappresentato in fig. 3.b.

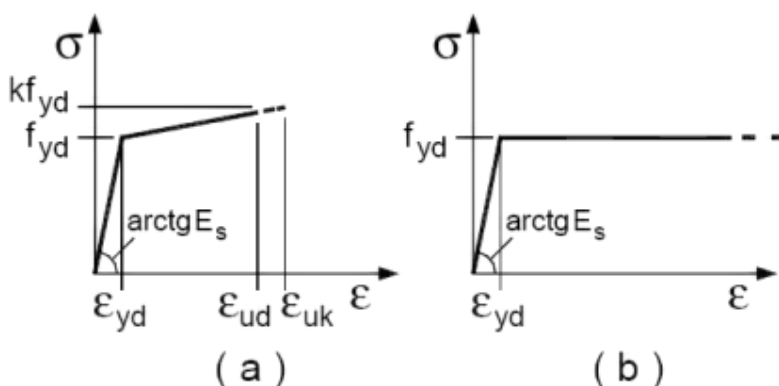


Figura 28 - Legami costitutivi acciaio

### Acciaio per i tiranti di ancoraggio

Il progetto esecutivo prevede la realizzazione di ancoraggi in barre con l'utilizzo di acciaio da precompressione tipo Dywidag Y1050H.

Le caratteristiche minime dell'acciaio utilizzato per i tiranti sono di seguito riportate:

- Modulo di elasticità:  $E = 210000 \text{ MPa}$
- Modulo di elasticità tangenziale:  $G = 80769 \text{ MPa}$
- Peso specifico:  $\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$
- Coefficiente di dilatazione termica:  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Tensione caratteristica allo snervamento:  $f_{yk} > 950 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica a rottura:  $f_{tk} > 1050 \text{ MPa}$

La durabilità dell'ancoraggio è garantita da un sistema di protezione a doppia guaina tipo DPC.

### 10.1.2 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei carichi permanenti ed accidentali agenti sulla struttura in esame condotta secondo la normativa di riferimento (D.M. 17 gennaio 2018).

In particolare, per le opere in progetto è necessario considerare le azioni dovute al peso proprio del terreno, ai sovraccarichi accidentali di banchina, alla gru di banchina, all'acqua, al vento (tiro alla bitta) e al sisma.

## **Carichi permanenti**

Nel caso in oggetto i carichi permanenti sono rappresentati dal peso proprio dei terreni di monte e degli elementi strutturali. Questi sono tenuti in conto in maniera automatica dal software di calcolo in base alle caratteristiche fisico – meccaniche assegnate ai diversi litotipi ed al peso specifico dei materiali utilizzati.

## **Carichi accidentali**

### **Sovraccarico di banchina**

Trattandosi di una banchina portuale operativa, in analogia con quanto previsto in fase di progettazione definitiva, si assume un valore caratteristico  $q_k$  delle azioni variabili unitarie pari a:

$$q_k = 40 \text{ kPa}$$

### **Tiro alla bitta**

In corrispondenza della banchina IFA il tiro alla bitta risulta pari a 1000 kN, da intendersi come valore caratteristico. Le bitte sono calcolate per un interasse pari a 25m anche se la disposizione di progetto ne prevede l'installazione con interasse pari a 30.0 m.

### **Gru di banchina semovente**

Il banchinamento in questione deve essere idoneo all'operatività di gru semoventi. La committenza ha indicato quale gru di riferimento nel porto di Ravenna quella attualmente operante presso la banchina Marcegaglia, le cui caratteristiche essenziali sono state fornita dalla committenza.




|  <b>FANTUZZI<br/>                 REGGIANE</b> |                      |         |
|---|----------------------|---------|
| <b>1.6 CARICO SUGLI ASSALI</b>  |                      |         |
| <b>1.6.1. Gru Con Braccio sull'Anteriore (Incl. 58°) con contrappesi 120+21 T</b>   |                      |         |
| • Assi posteriori (4,5,6,7)   | Kg.                  | 240.000 |
| • Assi anteriori (1,2,3)  | Kg.                  | 180.000 |
| <b>1.6.2. Gru con Torre Abbassata sull'Anteriore con contrappesi 100 T.</b>   |                      |         |
| • Assi posteriori (4,5,6,7)   | Kg.                  | 240.000 |
| • Assi anteriori (1,2,3)  | Kg.                  | 93.000  |
| • Ruota in punta braccio  | Kg.                  | 31.000  |
| <b>1.6.3. Carico sugli Assi</b>   |                      |         |
| • In traslazione nella peggiore condizione  | Kg.                  | 59.000  |
| • Carico max. ammesso per ogni asse (dinamico)  | Kg.                  | 60.000  |
| • Carico max. ammesso per ogni asse (statico)   | Kg.                  | 80.000  |
| <b>1.7. PRESSIONI AL SUOLO</b>  |                      |         |
| <b>1.7.1. Su ruote in traslazione</b>   | Kg/cm <sup>2</sup> . | 10,00   |
| <b>1.7.2. Su stabilizzatori con carico max.</b>   |                      |         |
| • Con piastre standard ( 1.800 x 1.800 mm. x n.°2 )   | Kg/cm <sup>2</sup> . | 3,70    |
| • Con piastre opzionali ( 1.800 x 2.600 mm. x n.°2 )  | Kg/cm <sup>2</sup> . | 2,56    |
| <b>1.7.3. Pressione media sull'area occupata dalla gru (19,8 x 13,8 m.)</b>   | T/m <sup>2</sup> .   | 1,87    |
| <b>1.8. VENTO</b>   |                      |         |
| • In traslazione  | Km/h                 | 72      |
| • In lavoro   | Km/h                 | 72      |
| • Gru ferma su stabilizzatori:  |                      |         |
| - torre e braccio eretti  | Km/h                 | 151     |
| - torre eretta e braccio abbassato  | Km/h                 | 200     |

Figura 29 – Scheda tecnica di riferimento per le gru semoventi da considerare nel progetto di adeguamento delle banchine

Dalla scheda fornita dal committente si ricavano e si assumono i seguenti valori di progetto per la gru semovente di riferimento:

- azione massima sullo stabilizzatore  $F_k = 2400$  kN
- dimensioni dello stabilizzatore: 1,80 m x 5,50 m
- 

## 10.2 INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO DEI TERRENI

Il progetto prevede in corrispondenza della banchina IFA un intervento di miglioramento del terreno di fondazione, nello specifico dello strato S al fine di ridurre il rischio di liquefazione.

L'intervento di consolidamento dei terreni sarà eseguito utilizzando la tecnica della vibrosostituzione con tecnologia del tipo *top-feed*. La vibrosostituzione colonnare consiste nella realizzazione, all'interno del terreno da trattare, di colonne in materiale granulare. Gli effetti di questa tecnica di consolidamento dipendono dalle

caratteristiche dei terreni trattati, oltre che ovviamente dall'energia e dalla quantità di materiale granulare utilizzato. In particolare, per terreni con comportamento drenato, granulari e non coesivi, l'effetto di addensamento è molto significativo; per terreni a grana più fine, l'effetto di addensamento si riduce in funzione della ridotta mobilità intergranulare – e quindi della plasticità del materiale trattato – arrivando all'estremo ad un meccanismo di sola sostituzione del terreno originale con un terreno granulare di migliori proprietà meccaniche e, soprattutto, drenante.

Nel caso in esame, trattandosi di terreni sabbiosi, si avrà un incremento della densità relativa nonché un miglioramento delle caratteristiche meccaniche dello strato consolidato.

L'intervento prevederà la realizzazione di colonne in ghiaia con diametro nominale pari a 600 mm disposte a maglia quadra ad interasse pari a 2.50x2.50 m, in modo da non interferire nelle fasi esecutive dell'intervento con i tiranti esistenti. Il trattamento sarà esteso per l'intero spessore delle sabbie, stimabile tra il p.c. (+0,5 ÷ +1,0 m su l.m.m.) e -12,50 m da l.m.m., formando colonne di ghiaia di lunghezza complessiva pari a circa 13,40 m, per una fascia di circa 30 m dal filo banchina.

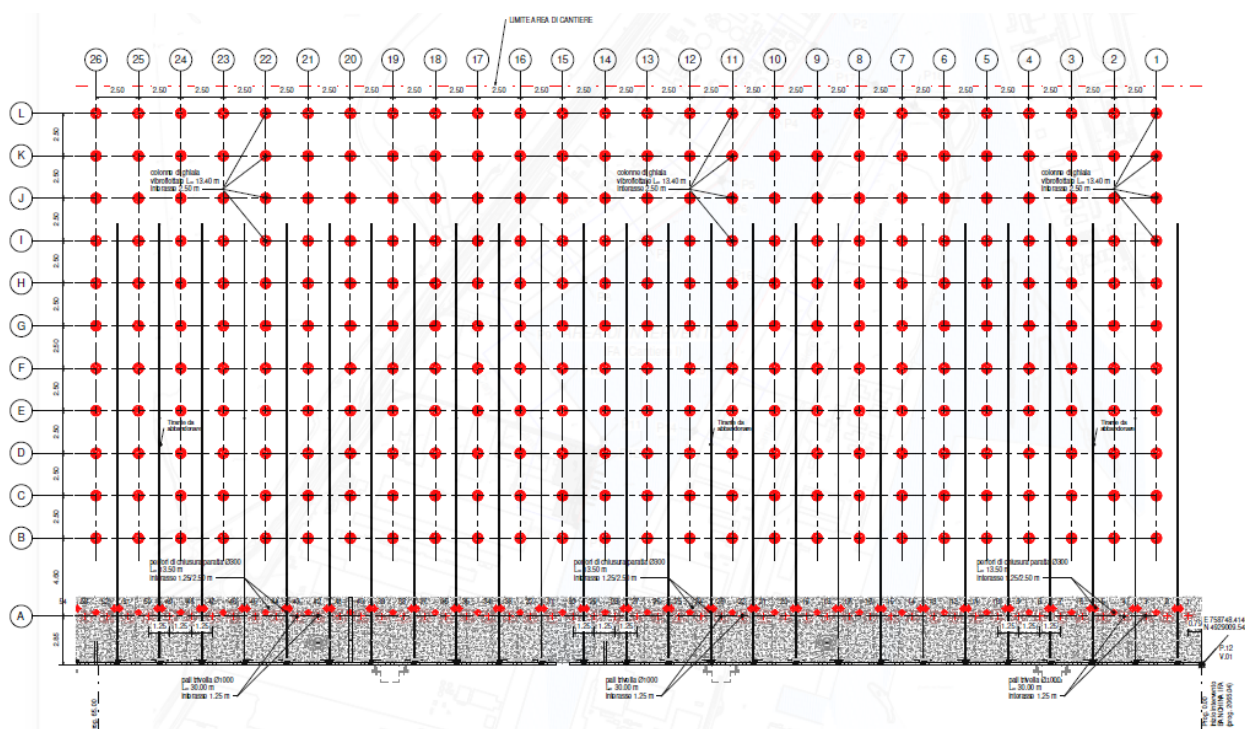


Figura 30 - Stralcio planimetrico tracciamento colonne di ghiaia

Per gli aspetti geotecnici rilevanti, è stato considerato attraverso sia un effetto di addensamento dello strato sabbioso ( $D_{r(post)} = 60\%$ ), sia in termini di miglioramento delle caratteristiche del terreno valutato con un incremento del 15÷20% della rigidezza dello stesso e in un incremento minimo di resistenza al taglio (pari a 2 gradi) legato al maggior grado di addensamento, tenendo conto di una media pesata tra le aree di terreno naturale e quelle di colonne in ghiaia.

Si ritiene che tali valori rappresentino il limite inferiore di quanto sia possibile ottenere con vibrosostituzione.

### 10.3 IMPIANTI

Il progetto esecutivo integra gli apprestamenti impiantistici previsti in fase di progettazione definitiva con le richieste effettuate dal concessionario descritte al capitolo 9.4.

In particolare il progetto esecutivo prevede la realizzazione di interventi orientati essenzialmente al ripristino e l'ammmodernamento degli impianti presenti presso la banchina interessata dagli interventi di progetto.

Attualmente la banchina ed il retrostante piazzale sono caratterizzati dalla presenza dei seguenti impianti:

#### **All'esterno dell'area di intervento**

- 1) Rete per la raccolta e smaltimento delle acque meteoriche del piazzale retrostante la banchina con tubazioni del diametro variabile  $\varnothing 800$ - $\varnothing 1200$ , con caditoie; le acque confluiscono nella vasca di prima pioggia prima dell'immissione nel Canale Candiano che avviene con tubazioni di  $\varnothing 1200$ .

#### **All'interno dell'area di intervento**

- 1) Rete elettrica secondaria, n.4 dorsali ortogonali alla linea di banchina, con n.2 cavidotti  $\varnothing 120$ .
- 2) Tratto dell'impianto antincendio non previsto negli elaborati del progetto definitivo, costituito da tubazione in acciaio d:60 e n. 4 idranti sottosuolo.

Le nuove predisposizioni impiantistiche previste in progetto interessano esclusivamente le aree di intervento e contemplan la realizzazione di:

- 1) Realizzazione rete elettrica secondaria per alimentazione gru mediante l'esecuzione di n. 5 dorsali ortogonali alla linea di banchina  $L=50$  m, con n.3 tubazioni a doppia parete  $\varnothing 160$  e relativo collegamento alla cabina elettrica esistenteM
- 2) N.2 nuovi cavidotti in PVC di diametro  $\varnothing 200$  e n. 1 cavidotto  $\varnothing 300$  per predisposizione impianti con pozzetti delle dimensioni 80x80 cm con interasse di 20m da realizzare a tergo della trave di coronamento parallelamente alla banchina oltre a n.2 rami ortogonali da realizzare fino al limite dell'area di intervento;
- 3) Ripristino della linea antincendio da rimuovere in fase di esecuzione dei lavori con idranti sottosuolo UNI 70 con chiusino di massima portata e attacco soprasuolo per manichetta antincendio a circa 23 m dal ciglio banchina. Passaggio del tubo di aspirazione  $\varnothing 250$  attraverso la nuova trave di banchina con relativa protezione lungo il tratti di banchina dal ciglio trave al box pompe con valvola di intercettazione a 30 m.

### 10.4 PAVIMENTAZIONE

Come richiesto dalla Stazione Appaltante, in accordo con il concessionario la pavimentazione di progetto dovrà raccordare la nuova trave di coronamento (quota +2.50 m s.l.m.m) al piazzale retrostante fino al limite intervento, con unica pendenza, al fine di mantenere la funzionalità della rete drenante esistente le cui caditoie sono posizionate a circa 50 metri dal filo banchina.

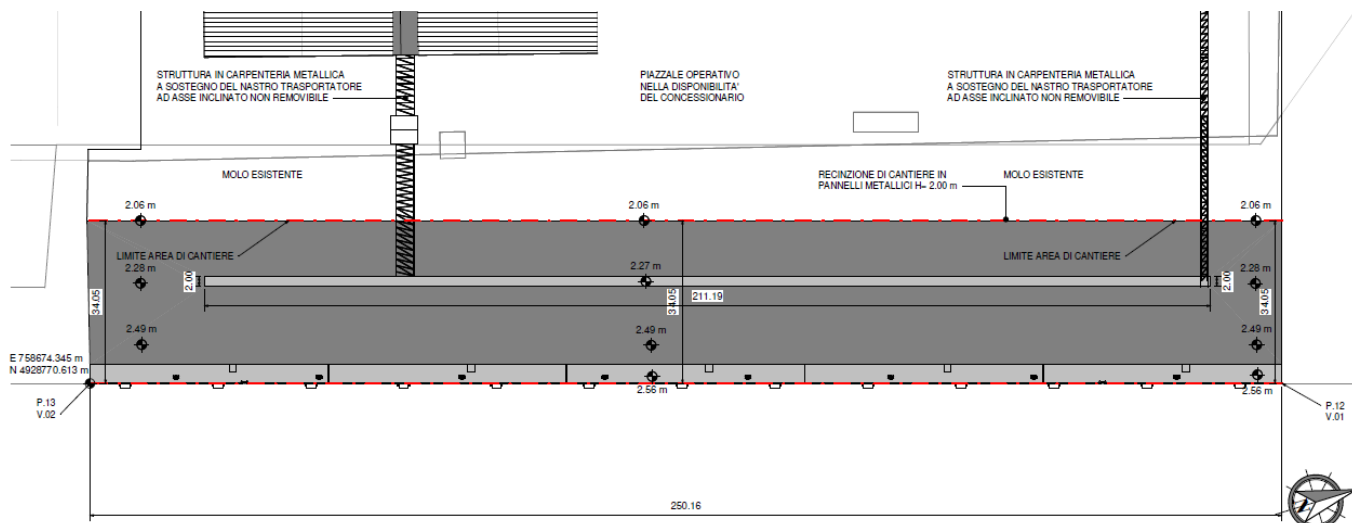


Figura 31 – Planimetria pavimentazione di progetto

Il progetto prevede l'esecuzione di un pacchetto di pavimentazione flessibile costituito da:

- sottofondo in tout venant compattata dallo spessore variabile (49-20 cm) per definire le pendenze di progetto;
- strato in pietrisco da cava dallo spessore pari a 25.0cm;
- misto stabilizzato s= 30.0 cm;
- binder s= 10 cm;
- tappetino di usura s=3.0 cm

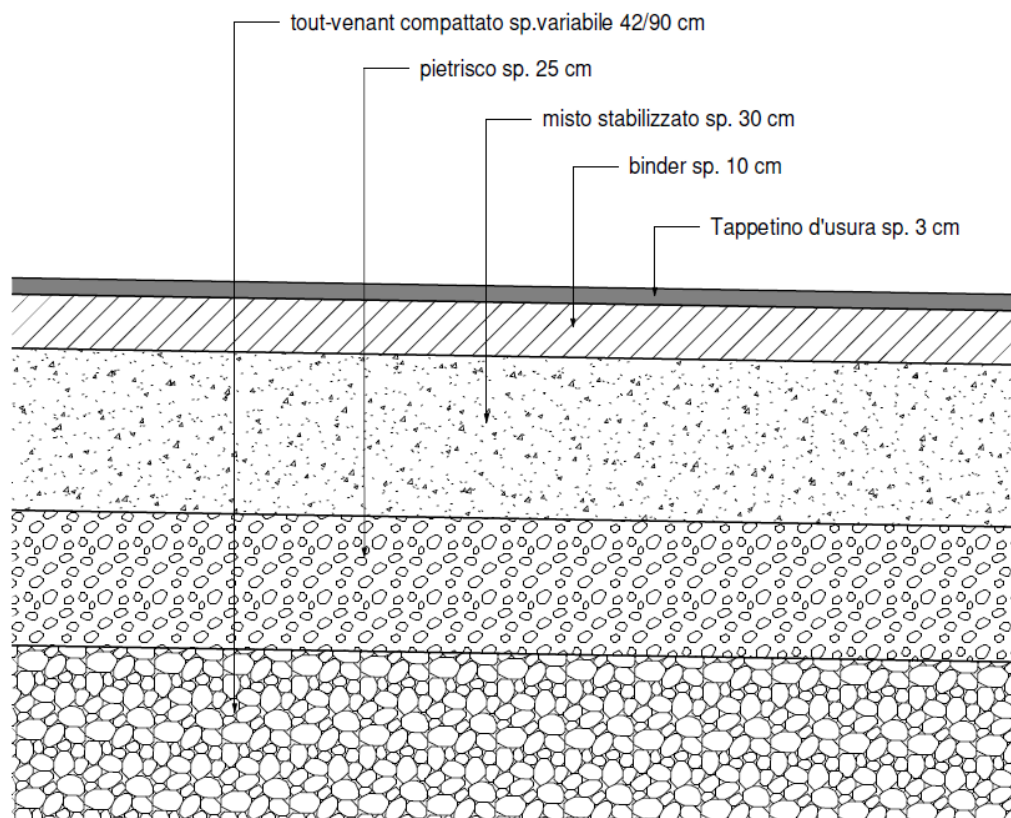


Figura 32 – Particolare pacchetto di pavimentazione



## 10.5 ARREDI DI BANCHINA

Il progetto prevede la rimozione degli attuali arredi di banchina (bitte, parabordi e scalette alla marinara) e la fornitura e posa in opera di nuovi arredi di banchina.

In particolare si prevede:

- la fornitura e posa in opera di n. 8 bitte da 1000 kN in acciaio S355J2H EN 10219 CE poste ad interasse reciproco pari a 30.0 m;
- la fornitura e posa in opera di n.2 scalette alla marinara in acciaio inox AISI 316L incassate nella trave di coronamento da collocare nella medesima posizione di rilievo;
- la fornitura e posa in opera di n. 13 parabordi cilindrici in gomma con catenarie in acciaio zincato.

Il progetto definitivo, come rappresentato dal Direttore dell'Esecuzione, ha dimensionato i parabordi nell'ipotesi di utilizzo contemporaneo di n.2 elementi con riferimento alla nave di progetto indicata nella relazione 1114.GEN.N\_Relazione cantierizzazione. In fase di sviluppo del progetto esecutivo si è ritenuto di sottoporre al RUP ed al DE, quale intervento migliorativo, un dimensionamento che considera, a parità di nave di progetto, la condizione estrema di utilizzo di un solo parabordo nella fase di ormeggio/disormeggio come anche suggerito dal PIANC.

Come meglio specificato nella relazione di calcolo degli arredi di banchina, le analisi condotte per i parabordi con riferimento alle tipologie navi che usualmente ormeggiano in tale banchina definiscono valori di energia da assorbire incompatibili con le dimensioni dei parabordi previsti in fase di progettazione definitiva (d,est 1000 mm – d,int 500 mm - L =1500 mm) nell'ipotesi estrema che venga sollecitato un solo elemento.

Si è proceduto pertanto ad effettuare le verifiche su parabordi cilindrici di maggiori dimensioni secondo le linee guida PIANC del 2002 e per la banchina IFA si è optato per la fornitura di parabordi cilindrici aventi d,est 1600 mm – d,int 800 mm - L =2000 mm ritenuta migliorativa dalla Stazione Appaltante.

## 11 FASI DI ESECUZIONE

Le fasi di esecuzione dell'opera sono state analiticamente individuate secondo la naturale evoluzione cronologica delle attività che di seguito si espongono indicando anche, per ciascuna di esse, la identificazione delle WBS di terzo livello e di quarto livello.

Per la banchina IFA, che misura una lunghezza di 250,15 m, è previsto un cronoprogramma per dare le opere finite di 624 giorni naturali e consecutivi dalla data di consegna dei lavori, quest'ultima prevista nella FASE 2 ovvero al completamento dei cantieri G e H sulle adiacenti banchine della Trattaroli Sud.

In occasione della consegna delle aree il concessionario dovrà allontanare dall'area operativa di cantiere sia le tramogge mobili, sia i due nastri trasportatori ad asse orizzontale, lasciando in opera solo i due nastri di trasporto ad asse inclinato.

La **fase preliminare** dei lavori riguarda il posizionamento delle recinzioni di confinamento delle aree di cantiere, l'allestimento delle aree logistiche e quelle destinate al deposito dei materiali provenienti dalle trivellazioni, dagli scavi e dalle demolizioni, nonché il posizionamento della tabella di cantiere, della segnaletica verticale ed orizzontale. In tale fase si provvederà anche alla verifica delle interferenze delle opere esistenti con i sottoservizi; in particolare si procederà in contraddittorio con E-Distribuzione ad identificare la posizione esatta nel sottosuolo del cavo di Media tensione collocato al limite dell'area d'intervento e parallelamente a questa che, a cura del gestore elettrico, dovrà essere opportunamente sezionato ovvero isolato. In tale fase si provvederà anche a delimitare con tavole in legno la parte terminale dei nastri trasportatori per una lunghezza di circa 5,0 m, per evitare danni agli stessi durante le lavorazioni.

|   |  |
|---|--|
| 1 | Recinzione cantiere con pannelli metallici elettrosaldati h=2,0 m con basette mobili e reti di poletilene ad alta visibilità |
| 2 | formazione strutture di protezione della parte basamentale del nastro trasportatore fisso con piano inclinato                |
| 3 | allestimento area logistica  |
| 4 | verifica in contraddittorio con ENEL per analisi delle interferenze con impianti di alimentazione in alta tensione           |
| 5 | allestimento area destinata ai materiali in cumulo provenienti dalle trivellazioni e dagli scavi                             |
| 6 | smontaggio idranti esistenti, trasporto a ricovero per successivo rimontaggio  |

Nella **prima fase operativa**, a seguito delle operazioni preliminari e previa disalimentazione di tutti i cavi elettrici in BT, si procederà ad asportare i chiusini e le griglie, ad eseguire gli scavi a sezione obbligata per demolire e/o delocalizzare i sottoservizi ivi presenti in modo da rendere l'ibera l'area di intervento per le attività successive.

|   |   |
|---|---|
| 7 | smontaggio chiusini   |
| 8 | scavi a sezione obbligata per svellimento impianti  |
| 9 | svellimento impianti esistenti (incluso smontaggio impianto antincendio esistente per successivo rimontaggio) |

La **seconda fase operativa** prevede lo svellimento della pavimentazione bituminosa esistente, la demolizione della soletta in c.a. posta a perimetro dei due nastri trasportatori e lo scavo a sezione aperta dalla quota piazzale (+1,76 m media) a quota +0,96 m lasciando inalterata la trave di bordo cge formerà un confinamento per evitare accidentali sversamenti in mare di materiali provenienti dagli scavi.

Si procederà dunque alla demolizione degli speroni rinvenuti a ringrosso della trave di coronamento ad un interasse di circa 25 m fino al ciglio interno della trave in c.a..

A seguire si procederà a perimetro di banchina ad uno scavo a sezione obbligata fino a quota +0,26 m e per una larghezza media di 2,5 m dalla parte interna della trave, al fine di individuare con precisione la posizione dei tiranti esistenti (l=2,50 m) che formeranno la guida per l'infissione dei pali trivellati del primo allineamento. Dopo l'identificazione della posizione dei tiranti si procederà a segnalarle ed a riempire con materiale arido lo scavo al fine di ottenere un piano unico a quota +0,96 m

|    |   |
|----|---|
| 10 | demolizione soletta in c.a. a perimetro del nastro trasportatore dim. 2,00xH=0,43xL=211,21 m  |
| 11 | demolizione di pavimentazione bituminosa nell'area di intervento da q.ta +1,76 m a +1,26 m slmm per spessore di 50 cm   |
| 12 | scavo a sezione aperta da quota media +1,26 m fino a quota +0,96 m (quota testa colonne ghiaia) per intera area di intervento H=30 cm   |
| 13 | demolizione di strutture in c.a. degli speroni ad interasse 25 m posti a tergo della trave di coronamento - n. 8 dim. cadauno 1,80x0,6xH=1,50 m   |
| 13 | scavo a sezione obbligata da quota +0,96 m a quota +0,26 per una larghezza di 2,5 m (media) da ciglio interno coronamento banchina per individuazione testa tiranti esistenti ad interasse 2,50 m |
| 15 | prospezioni ad asse verticale h=5,0 m ogni 40 m per l'individuazione della deviazione dei tiranti esistenti in corrispondenza dell'allineamento 11 colonne  |
| 16 | rinfiacco dello scavo a sezione obbligata dim 2,50 m (medio) x h=0,70 m fino da quota +0,20 m a +0,90 m dopo il segnalamento in superficie della posizione dei tiranti                            |

La **quarta fase operativa** prevede la realizzazione dei pali trivellati dell'allineamento 1, ovvero dei pali d:1000 mm – L=30 m che saranno posizionati a tergo della paratia in c.a. Il posizionamento di tali pali sarà determinato dall'effettiva posizione dei tiranti rinvenuti. In prevalenza l'interasse dei pali è circa 1,25 m anche per tener conto della modalità di infissione della controcamicia a recupero che avverrà a rotazione con lamierini da 25 mm di spessore dotati di giunti a labirinto che verranno infissi per una lunghezza di 26 m come verificato nel corso delle prove sperimentali.

I pali saranno realizzati in maniera sequenziale alternata in modo da turbare il meno possibile la paratia esistente da sud verso nord, ovvero dalla banchina Marcegaglia alla banchina Trattaroli Sud.

Dopo il completamento dei pali, al fine di sigillare l'interspazio tra i pali d:1000 mm, è prevista la perforazione di un micropalo non armato d:300 mm nel quale viene introdotto, unitamente al tubo getto, un geotessuto capace di espandersi fino a 350 mm di diam e garantire la perfetta adesione alla generatrice dei pali, fino all'altezza prevista per l'escavo dei fondali.

Tale intervento rappresenta una precauzione ulteriore ancorchè non strettamente necessaria, per evitare ipotesi di dilavamento del materiale retrostante che comunque resta confinato dalla paratia in c.a. esistente.

Le macchine trivellatrici scorreranno parallelamente al ciglio di banchina senza interferire con le altre lavorazioni.

|    |   |
|----|---|
| 17 | infissione per rototraslazione di lamierino spessorato con giunti a labirinto diam 1000 per h=26 m - quota testa +0,20 m ALL 1        |
| 18 | trivellazione pali d:1000 L=30,0 m - interasse 1,25 m - ALL 1   |
| 19 | posa in opera armatura pali - quota testa armature +1,20 m - ALL 1  |
| 20 | getto palo d:1000 mm - i: 1,25 m - quota testa +0,20 m - ALL. 1   |
| 21 | formazione di perfori d:300 mm L=13,50 m per sigillatura paratia con tessuto non tessuto riempito in cls C28/35 - quota testa +0,20 m |

La **quinta fase operativa** prevede la realizzazione delle colonne di ghiaia d: 600 mm interasse 4,0 m e lunghezza di 13,40 m, posizionate su 11 allineamenti paralleli al ciglio banchina numerati da 2 (lato mare) a 12 (lato terrapieno).

L'intervento verrà eseguito alternativamente con attrezzature tipo Top Feed con apporto di materiale arido dall'alto ovvero, in alternativa, con attrezzature bottob feed, ovvero con caricamento del materiale arido nel cassone posto sulla parte sommitale dell'ago, con sversamento dal basso (punta) verso l'alto.

Si procederà alla formazione delle colonne di ghiaia procedendo parallelamente al ciglio di banchina, avviando prioritariamente l'allineamento 12 per poi procedere, in parallelo, con gli allineamenti verso mare (all 11, 10 etc.)

Tali attività verranno eseguite, sempre partendo dalla banchina Marcegaglia vers Trattaroli, contestualmente alla formazione dei pali d:1000 mm.

Tale condizione comporterà che quando si arriverà ad eseguire le colonne dell'allineamento 2, i pali d:1000 mm corrispondenti saranno già completati.



|    |  |
|----|--|
| 22 | formazione di colonne di ghiaia mediante tecnica top feed diam 600 mm L=13,40 m - quota testa +0,90 m - ALL 12 |
| 23 | formazione di colonne di ghiaia mediante tecnica top feed diam 600 mm L=13,40 m - quota testa +0,90 m - ALL 11 |
| 24 | formazione di colonne di ghiaia mediante tecnica top feed diam 600 mm L=13,40 m - quota testa +0,90 m - ALL 10 |
| 25 | formazione di colonne di ghiaia mediante tecnica top feed diam 600 mm L=13,40 m - quota testa +0,90 m - ALL 9  |
| 26 | formazione di colonne di ghiaia mediante tecnica top feed diam 600 mm L=13,40 m - quota testa +0,90 m - ALL 8  |
| 27 | formazione di colonne di ghiaia mediante tecnica top feed diam 600 mm L=13,40 m - quota testa +0,90 m - ALL 7  |
| 28 | formazione di colonne di ghiaia mediante tecnica top feed diam 600 mm L=13,40 m - quota testa +0,90 m - ALL 6  |
| 29 | formazione di colonne di ghiaia mediante tecnica top feed diam 600 mm L=13,40 m - quota testa +0,90 m - ALL 5  |
| 30 | formazione di colonne di ghiaia mediante tecnica top feed diam 600 mm L=13,40 m - quota testa +0,90 m - ALL 4  |
| 31 | formazione di colonne di ghiaia mediante tecnica top feed diam 600 mm L=13,40 m - quota testa +0,90 m - ALL 3  |
| 32 | formazione di colonne di ghiaia mediante tecnica top feed diam 600 mm L=13,40 m - quota testa +0,90 m - ALL 2  |

La **sesta fase operativa**, a completamento dei pali e delle colonne di ghiaia, prevede la scapitozzatura dei pali d: 1000 mm, lo scavo a sezione obbligata a ridosso della trave di coronamento esistente, lo smontaggio degli arredi di banchina (bitte, parabordi e scalette), la demolizione parziale della trave di bordo e la fioretatura delle barre di ancoraggio (verticali ed orizzontali) della trave esistente predisposta al ringrosso.

Realizzata la struttura di carpenteria e montate le armature che conetteranno la paratia di pali d:1000 mm alla esistente trave di bordo (senza taglio dei tiranti esistenti) ed i casseri in acciaio (tasche in negativo) di ancoraggio dei nuovi tiranti di progetto, si procederà al getto della nuova trave in c.a. che ingloberà la preesistente paratia in c.a. e la nuova paratia di pali d:1000 mm.

|    |   |
|----|---|
| 33 | scapitozzatura pali d:1000 mm ( fino a quota +0,26 m)   |
| 34 | scavo a sezione obbligata da quota +0,96 fino a quota +0,26 per larghezza trave coronamento di progetto tergo trave coronamento esistente |
| 35 | getto cls non armato da quota 0,00 fino a quota +0,20 m (base trave coronamento)  |
| 36 | smontaggio parabordi esistenti  |
| 37 | smontaggio bitte esistenti con taglio fusto   |
| 38 | rimozione n. 2 scalette alla marinara   |
| 39 | scarificazione superficiale della trave di coronamento esistente parte superiore e lato interno   |
| 40 | realizzazione perfori su trave di coronamento (1+1d24 mm /30 cm) per cucitura   |
| 41 | inghisaggio armature nei perfori  |
| 42 | montaggio tubazioni per formazione tiranti  |
| 43 | posa in opera casseri trave   |
| 44 | montaggio dime e tirafondi parabordi  |
| 45 | montaggio armatura e carpenteria trave coronamento  |
| 46 | posa in opera nuove bitte   |
| 47 | getto in cls per formazione trave coronamento - dim al finito 4,0 m x h=2,30 m  |

La **settima fase operativa** prevede l'esecuzione di nuovi tiranti da realizzarsi da mare con l'ausilio di moto-pontone. I tiranti verranno trivellati dalle tasche predisposte sul bordo superiore della trave di coronamento ringrossata che, tra l'altro, prevede la posa in opera di tubazioni in pvc per evitare di perforare il calcestruzzo della trave.

Trattasi di tiranti IRS (ad iniezione multipla ripetuta) posti ad un interasse di 2,50 m (ovvero in posizione sfalsata rispetto a quelli esistenti) aventi lunghezza di 33 m di cui 16 m di bulbo.

Tale attività non sarà interferente con le residue attività di completamento, salvo per l'approvvigionamento dei materiali a bordo pontone ed il trasferimento a terra del materiale proveniente dalle trivellazioni, per il deposito, la caratterizzazione in cumulo ed il successivo trasporto a sito di recupero e/o scarica.

|    |  |
|----|--|
| 48 | realizzazione nuovi tiranti IRS Lunghezza 33 m (17 m libero e 16 m bullbo) |
|----|--|

**L'ottava fase operativa** consiste nel predisporre gli impianti di rete elettrica, idrica ed antincendio secondo i tracciati di progetto, i conduits in PVC, i tubi in PEAD ed i relativi pozzetti di intercettazione. In tale fase saranno posizionati, previo scavo per la posa della fondazione, dei muretti di piccola dimensione (ha max 40 cm) per contenere la pavimentazione di progetto intorno ai nastri trasportatori ad asse inclinato.

Ed infatti il progetto, come richiesto dall'AdSP in corso di elaborazione, prevede un rialzo del piazzale con un'inclinazione costante verso l'impluvio esistente. Tale attività comporta un rialzo di circa 38 cm in corrispondenza della sezione di appoggio dei nastri trasportatori e richiede la costruzioni di muri in c.a. per confinare la pavimentazione di progetto.

|    |  |
|----|--|
| 49 | formazione di strutture di c.a. di contenimento per basamento nastro trasportatore inclinato |
| 50 | formazione di riempimento in tout venant spessore var 40/50 cm                               |
| 51 | montaggio cavidotti in PEAD -  |
| 52 | montaggio impianto antincendio per presa acqua mare e alimentazione idranti esistenti        |
| 53 | rimontaggio idranti esistenti  |

La **nona fase operativa** contempla i movimenti di terra per la formazione della nuova pavimentazione con relative pendenze verso l'impluvio di progetto, con attività di bagnatura del fondo, formazione dei vari strati di fondazione e di misto come da progetto, stabilizzazione con rullo vibrante da 16 t e formazione degli strati bituminosi (binder e tappetino). Il tutto previa posa in opera degli ancoraggi ed i telati per i chiusini dei pozzetti degli impianti, nelle diverse configurazioni.

|    |   |
|----|---|
| 54 | formazione fondazione stradale con misto stabilizzato H=30+25 cm                        |
| 55 | formazione soletta in c.a. di fondazione del nastro trasportatore dim 200 x h=40 +10 cm |
| 56 | formazione di binder s=10 cm  |
| 57 | formazione pozzetti intercettazione impianti e posa del telaio di appoggio chiusini     |
| 58 | formazione tappetino di usura s=30cm  |

La **decima ed ultima fase operativa** contempla il montaggio degli arredi di banchina da terra, previa applicazione a spalmatura di malta protettiva in corrispondenza della sezione di sigillatura tra vecchia trave e nuova trave e la smobilitazione delle strutture mobili di cantiere.

|    |  |
|----|--|
| 59 | trattamento superficiale trave di bordo con applicazione di malte impermeabilizzanti a stabilità volumetrica tipo Planitop della MAPEI |
| 60 | posa in opera di parabordi e scalette  |
| 61 | demob recinzioni ed area logistica   |

Durante le fasi operative in cantiere verranno installate vasche per la raccolta di materiale proveniente dagli scavi, dalla trivellazione di pali e tiranti e, separatamente, dalle demolizioni e dallo svellimento di materiale bituminoso

Le vasche saranno dimensionate per raccogliere il materiale in cumuli, effettuare le analisi di caratterizzazione e di test di cessione, determinare i codici CER ed avviare progressivamente il materiale a destino finale, sia esso cave di recupero o discariche autorizzate.

Le aree di deposito temporaneo a norma del Dlgs 152/06 saranno appositamente confinate da reti metalliche mobili.

## 12 LAYOUT DI CANTIERE

Il lay-out di cantiere è stato definito in ragione delle attività costruttive da svolgere, dei servizi da rendere al personale operativo, alla direzione tecnica di cantiere ed alla direzione dei lavori, in ragione di quanto definito dal Dlgs 81/08 e smi come integrati dai protocolli definiti tra le associazioni di categoria, il Ministero delle Infrastrutture ed il Ministero della Sanità per la gestione delle misure di mitigazione del rischio da contagio COVI-19.

Tenuto conto delle attività previste e del cronoprogramma operativo, il cantiere è stato dimensionato per un utilizzo su singolo turno di 20 ULA oltre di 4 persone della direzione tecnica di cantiere e 2 persone dell'ufficio di Direzione Lavori.

Nella tabella che segue è riportata la distinta delle aree di cantiere con le diverse destinazioni d'uso.

| destinazione                    | Area |           | lunghezza (m) | larghezza (m) |
|---------------------------------|------|-----------|---------------|---------------|
| area operativa                  | m2   | 8.517,95  | 250,16        | 34,05         |
| area logistica                  | m2   | 900,00    | 90,00         | 10,00         |
| vasca sedimenti                 | m2   | 392,00    | 49,00         | 8,00          |
| area totale                     | m2   | 10.067,00 |               |               |
| perimetro cantiere              | m2   | 337,84    |               |               |
| rapporto area operativa/ totale | %    | 85%       |               |               |

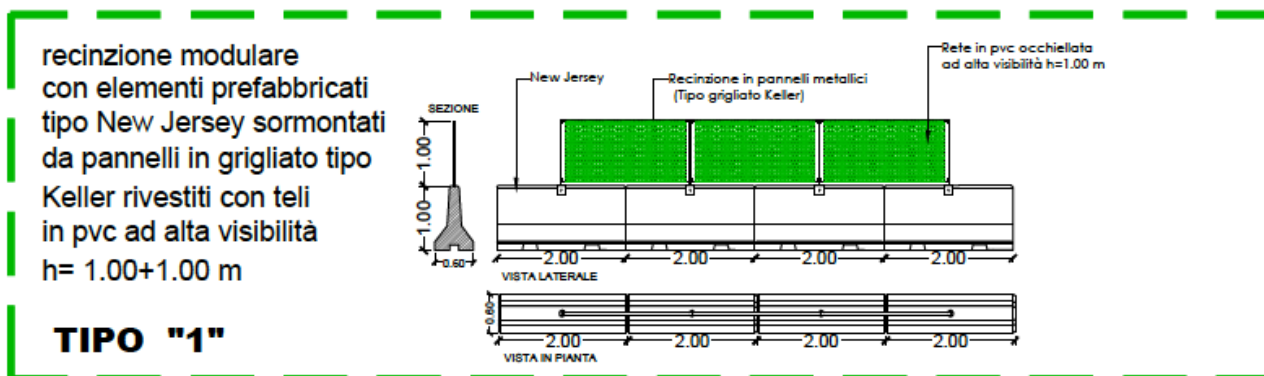
L'accesso al cantiere sarà ubicato in posizione prossima alla viabilità che consente l'accesso all'intera area e che sarà utilizzata in maniera promiscua sia dal concessionario IFA sia dall'impresa esecutrice designata dal CG.

In prossimità dell'accesso sarà collocato un front-desk con personale specializzato per il rilevamento della temperatura, il rilevamento della saturazione dell'ossigeno nel sangue ed il tracciamento del personale in ingresso ed in uscita sottoposto a procedure di autocertificazione.

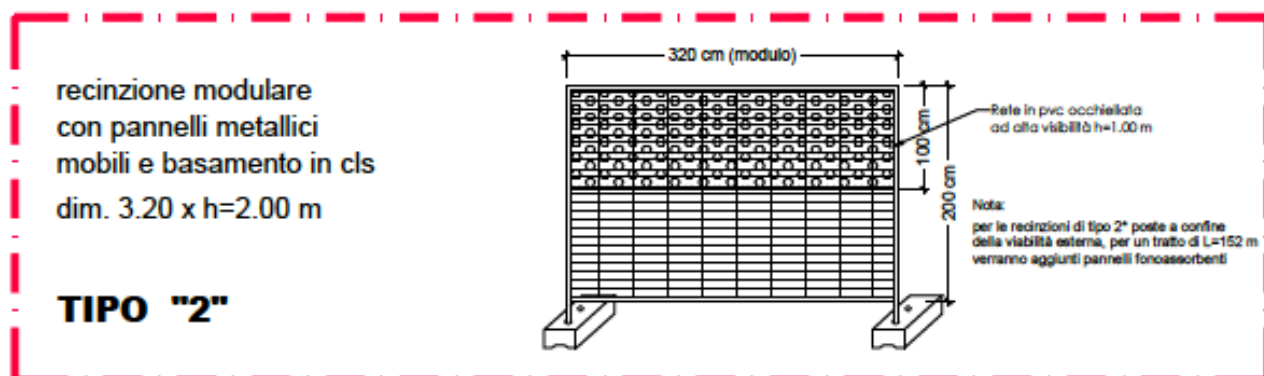




A confinamento dell'area logistica saranno poste in opera recinzioni con new jersey sormontate da pannelli metallici in acciaio zincato a caldo

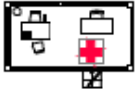

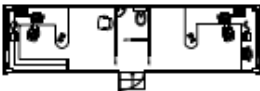
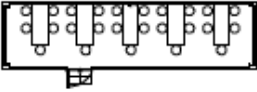
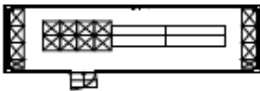


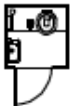




La recinzione dell'area operativa di cantiere è invece prevista in pannelli metallici in acciaio zincato modulari, di dim 3,20 x h=2,0 m su basette mobili in cls; tali recinzioni saranno reciprocamente unificate e sorpontate, per l'altezza di un metro, da teli forati in PVC ad alta visibilità colore arancione.



L'area logistica di cantiere ospiterà n. 8 moduli prefabbricati, posizionati ad una interdistanza non inferiore a 50 cm su basette in cls per garantire un distanziamento di 30 cm dal suolo, opportunamente dotate di impianto elettrico e rete di terra

Nella tabella che segue si riporta la distinta degli allestimenti dell'area logistica, sia per la parte destinata al personale operativo e direttivo, sia per la parte destinata al deposito di materiali deperibili ed attrezzature minute di cantiere, sia alle vasche per il contenimento dei cubetti di prova del calcestruzzo ed alla presda per le verifiche strutturali di cantiere (prove a schiacciamento).

| LEGENDA |   |     |   |
|---------|---|-----|---|
| A       |    | N.1 | FRONT OFFICE 4.50 X 2.40 m<br>EM. COVID |
| B       |    | N.1 | UFFICIO D.L. 9.00 X 2.40 m              |
| C       |    | N.1 | UFFICIO TECNICO 9.00 X 2.40 m           |
| D       |    | N.1 | MENSA 9.00 X 2.40 m                     |
| E       |   | N.1 | SPOGLIATOIO 9.00 X 2.40 m               |
| F       |  | N.1 | SERVIZI IGIENICI 6.00 X 2.40 m          |
| G       |  | N.2 | CONTAINER ATTREZZI<br>6.00 X 2.40 m     |
| H       |  | N.2 | WC CHIMICO 1.10 X 1.10 m                |
| I       |  | N.4 | VASCHE CUBETTI C.A.<br>1.60 x 0.80 m    |
| L       |  | N.1 | BANCO PRESSA PER CLS<br>1.60 x 0.80 m   |

## 13 GESTIONE DELLA MATERIE

### 13.1 SITI DI PRODUZIONE DEI MATERIALI DI RISULTA

I siti di produzione dei materiali di risulta sono circoscritti all'area operativa di cantiere ove è prevista:

- lo svellimento di pavimentazione in materiale bituminoso
- la demolizione di strutture in calcestruzzo e calcestruzzo armato
- gli scavi a sezione aperta / obbligata in terreni e materiali sciolti
- la trivellazione di pali di medio/grande/piccolo diametro
- la perforazione per formazione di tiranti
- lo svellimento di elementi in PVC e gomma proveniente da tubazioni di impianti
- lo svellimento di strutture metalliche

### 13.2 MODALITA' DI ACCATASTAMENTO E DEPOSITO DEI MATERIALI DI RISULTA

I materiali provenienti dalle attività di cui al par 13,1 saranno posizionati in cumuli distinti per tipologia di materiale e provenienza degli stessi in aree di deposito temporaneo posizionate all'interno del cantiere ed opportunamente segnalate e confinate.

Tali cumuli saranno caratterizzati per il successivo conferimento a rifiuto o a recupero

Limitatamente ai materiali provenienti dalle trivellazioni di pali, caratterizzati dalla presenza di acqua, il deposito temporaneo sarà posto esternamente all'area operativa e sarà confinato da New Jersey h=120 cm poggiati su materiale terroso confinato da teli in PVC in corrispondenza dell'impronta dei New Jersey.

Considerata la limitata disponibilità di spazio si prevede di realizzare due aree distinte solo quando la lunghezza sia sufficiente ( $> 65$  m), ma anche nei siti in cui vi è una sola vasca le fasi operative consentono di gestire materiali diversi in momenti differenti e quindi garantire l'assenza di miscelazione fra materiali diversi.

### 13.3 CARATTERIZZAZIONE IN CORSO D'OPERA DEI MATERIALI DI RISULTA

La caratterizzazione in corso d'opera dei materiali di scavo sarà effettuata in corrispondenza di cumuli o delle vasche di deposito temporaneo realizzate con elementi prefabbricati all'interno del recinto del cantiere.

I materiali saranno disposti nel sito separando le varie tipologie merceologiche, al fine di formare cumuli di materiali omogenei.

Per la caratterizzazione ambientale si prevede il prelievo di un campione per ogni cumulo di materiale omogeneo; il volume del cumulo dipende dalle dimensioni della vasca e quindi variabile ma sempre inferiore al valore comunemente considerato e pari a 3.000 m<sup>3</sup> circa.

Ciò è certamente a favore di sicurezza e consente di ottenere una maggiore rappresentatività del materiale caratterizzato.

Su ciascun campione saranno condotte le determinazioni analitiche previste dalla normativa vigente per la gestione dei materiali di risulta in regime di rifiuto, ovvero con conferimento ad idoneo impianto di smaltimento e/o recupero. Si tratta di:

- classificazione del materiale come rifiuto (cd. omologa), per la definizione del codice CER e della pericolosità (rif. Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.);
- idoneità al recupero, per definire le potenziali operazioni di recupero e dunque la tipologia di impianto di recupero cui conferire il materiale (rif. DM 186/06 e s.m.i.);
- ammissibilità in discarica, per individuare la tipologia di impianto di smaltimento cui conferire il materiale (rif. DM 27/09/10 e s.m.i.);



Sono esclusi dalle attività di caratterizzazione ambientale descritta in questo ambito, i materiali che dovessero essere rinvenuti sui siti e identificabili all'origine: ad es. il ferro e l'acciaio, la plastica (tubazioni, chiusini metallici, manufatti ecc.); questi saranno caricati sui mezzi di trasporto ed inviati ad impianto di recupero autorizzato.

Saranno invece caratterizzati in banco prima della loro demolizione, le pavimentazioni e i manufatti in calcestruzzo per semplificare le operazioni di rimozione, che potranno avvenire prima del completamento delle vasche di deposito

Le analisi da effettuarsi sui campioni saranno le medesime sopradescritte.

### 13.4 SITI DI CONFERIMENTO DEI MATERIALI DI RISULTA

Con riferimento alle operazioni di recupero e smaltimento, sulla base delle indicazioni fornite dalla stazione appaltante nel progetto definitivo, sono stati ipotizzati i seguenti codici CER ai materiali di risulta:

- 170302: miscele bituminose
- 170504: terre e rocce da scavo (materiale terrigeno sia esso naturale che antropico derivante dalla realizzazione delle strutture di fondazione delle opere in quota);
- 170904: materiali misti dell'attività di costruzione e demolizione.

Nel caso si rendesse necessario sostituire in parte o in toto tubazioni in plastica ammalorate o venissero rinvenuti elementi metallici cui ritiene possano essere applicati i seguenti codici CER:

- 17 01 01: cemento e calcestruzzo;
- 17 02 03 Plastica da demolizione e costruzione
- 17 04 05: ferro e acciaio
- 19 10 01: rifiuti di ferro e acciaio prodotti da operazione di frantumazione di rifiuti contenenti metallo.

In corso d'opera saranno individuate idonei centri di smaltimento e/o recupero autorizzati.

Si precisa che il codice CER dovrà essere confermato in sede di esecuzione del lavoro dall'Appaltatore incaricato; ai sensi della normativa vigente (Legge 116/14 e s.m.i., D.Lgs. 152/06 e s.m.i.), infatti, la "responsabilità di assegnazione del competente codice CER" è in capo al produttore del rifiuto.

In linea con le previsioni sopracitate, sono stati in questa sede individuati siti di conferimento in grado di accettare tutte le tipologie di materiale di risulta:

- Cementerie Barbetti SpA, ubicato in via Baiona 228, Area Industriale RA. :
- Ecocave SrL, ubicato in via dello Scolone (RA).
- Impianto Bosca SrL, via Bosca (RA)

Tutti i siti sono situati nel raggio di 10 km dalle aree di cantiere.

L'ubicazione dei siti citati è riportata nell'elaborato di progetto "Planimetria Cave e Discariche" (cod. elaborato: 1114-E-GEE-MAT-DF-01-0).

Nella tabella seguente sono elencate tutte le tipologie di rifiuto che possono essere gestiti negli impianti individuati.

*Tipologie di rifiuto che possono essere gestite nei diversi impianti*

| Tipologia di rifiuto e relativo CER (Codice Europeo dei Rifiuti)  | Cementerie<br>Barbetti<br>SpA | Ecocave<br>SrL | Impianto<br>Bosca Srl |
|---|-------------------------------|----------------|-----------------------|
| 101311 Rifiuti della produzione di materiali compositi a base di cemento, diversi da quelli di cui alle voci 10 13 09 e 10 13 10    |                               | x              | x                     |
| 101314 Rifiuti e fanghi di cemento  |                               | x              |                       |
| 17 01 01 Cemento  |                               | x              | x                     |
| 17 01 02 Mattoni  |                               | x              | x                     |
| 17 01 03 Mattonelle e ceramiche   |                               | x              | x                     |
| 17 01 07 Miscugli o frazioni separate di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 17 01 06      |                               | x              | x                     |
| 17 03 02 Miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01   |                               |                | x                     |
| 17 05 04 Terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03   | x                             |                |                       |
| 17 05 06 Materiale di dragaggio, diversa da quella di cui alla voce 17 05 05  | x                             |                |                       |
| 17 08 02 Materiali da costruzione a base di gesso diversi da quelli di cui alla voce 17 08 01                                       |                               | x              | x                     |
| 17 09 04 Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03 | x                             | x              | x                     |
| 20 03 01 Rifiuti urbani non differenziati   |                               |                | x                     |

### 13.5 SITI DI APPROVVIGIONAMENTO

Per l'approvvigionamento dei materiali granulari sono state individuate le seguenti fonti:

- Cementerie Barbetti SpA, ubicato in via Baiona 228, Area Industriale (RA) . :
- Ecocave SrL, ubicato in via dello Scolone (RA).
- Impianto Bosca SrL, via Bosca (RA)Consar, via Vicoli 93 RA
- Con. Eco. Trasporti via Randi 44 RA
- Trentin Ghiaia SpA via brenta 1 Albaredo (TV)

L'ubicazione dei siti citati è riportata nell'elaborato di progetto "Planimetria Cave e Discariche" (cod. elaborato: 1114-E-GEE-MAT-DF-01-0)

### 13.6 SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO

I siti di deposito intermedio sono costituiti dalle vasche utilizzate per la caratterizzazione ambientale ed ubicate all'interno dell'area di cantiere

Le vasche di deposito saranno realizzate con elementi prefabbricati ed ubicate all'interno delle aree di cantiere; avranno dimensioni variabili in funzione della effettiva disponibilità di spazi sufficienti a garantire l'operatività del cantiere. La dimensione della vasca (8 x 49 m x h=1,20 m) è riportata nella planimetria di cantiere

Il materiale scavato o derivante da demolizione rimarrà depositato nelle vasche il tempo sufficiente al completamento delle operazioni di caratterizzazione (circa 1/ 2 settimane)

Poichè le vasche di deposito interne al cantiere comunque non risultano sufficienti all'esecuzione dei lavori secondo la programmazione prevista in appalto, il Contraente Generale ha richiesto alla stazione appaltante di individuare ulteriori aree all'esterno delle aree operative di cantiere.

Nel caso venissero individuate, il presente documento verrà opportunamente modificato/ aggiornato e si procederà ad informare l'Ente di Controllo.

### 13.7 TRASPORTO

I percorsi per il trasporto dei materiali di risulta dai siti di produzione alle vasche di deposito intermedio già individuate nell'ambito del presente progetto, non interessano aree esterne all'ambito del cantiere.

Per quanto riguarda eventuali vasche di deposito ubicate in aree esterne al cantiere, attualmente in corso di identificazione da parte del Contraente Generale, saranno presumibilmente localizzate fra le aree industriali situate a tergo delle banchine e quindi il trasporto interesserà tratti molto limitati della sola viabilità locale di collegamento fra le aree industriali.

Per quanto riguarda invece i percorsi, da e verso i siti di smaltimento e/o recupero e da e verso i siti di approvvigionamento sono stati individuati percorsi che privilegiano la viabilità di scorrimento quali autostrade, e strade statali, e per quanto possibile fanno ricorso alla viabilità locale solo quando necessario, per lo più in prossimità delle aree di cantiere e dei siti di smaltimento o fornitura

In linea con tale indicazione è stata predisposta una prima ipotesi di percorsi che collegano le aree di cantiere ai diversi siti individuati. Si segnala che per la soc. Consar si è considerato il deposito di inerti di via Bartolotte e per la soc. Coneco il deposito sito in via Vicoli

In corso d'opera, dopo confronto con le Amministrazioni locali, sarà definita la soluzione definitiva e predisposte le eventuali misure necessarie per ridurre al minimo gli impatti sul traffico preesistente.

Le soluzioni ipotizzate sono riportate nelle tabelle seguenti.

Per quanto riguarda la soc. Trentin Ghiaia, considerata la distanza, si assume che il traffico segua la rete autostradale fino alla diramazione dell'A14 e da qui segua i medesimi percorsi già individuati per la soc. CONSAR.

Trasporti: ipotesi di percorso da e verso le aree di cantiere

| CON.ECO TRASPORTI   | CON SAR   | CEMENTERIE BARBETTI | CAVA BOSCA  | ECOCAVE   |
|---|---|---------------------|---|---|
| Via Vicoli<br>Via Torre<br>SS16<br>Via San Vitale<br>Via Canale Magni<br>Via Baiona | Via Bartolotte<br>A14<br>Via San Vitale<br>Via Canale Magni<br>Via Baiona | Via Baiona          | Via Bosca<br>Via Marabina<br>SS67<br>Via Trieste<br>Via Monti<br>Via Baiona | Via Scolone<br>Via canale<br>Molinetto<br>Via Europa<br>Via Monti<br>Via Baiona |

## 14 CRONOPROGRAMMA

Per la realizzazione degli interventi alla banchina IFA sono previsti 624 giorni pari a 21 mesi; nell'ambito degli interventi programmati il cantiere I (banchina IFA) dovrà avere inizio nella II fase, ovvero all'inizio del 15° mese dopo il completamento dei cantieri G ed H (Trattaroli Sud)

| BANCHINA |                             | CANTIERE | FASE | GG   | MESI |
|----------|-----------------------------|----------|------|------|------|
| 0        | ALLESTIMENTO AREA LOGISTICA | --       | I    | 60   | 2    |
| 1        | IFA                         | I        | II   | 624  | 21   |
| 2        | TRATTAROLI SUD              | H        | I    | 410  | 14   |
| 3        | TRATTAROLI SUD              | G        | I    | 410  | 14   |
| 4        | TRATTAROLI SUD              | F        | II   | 452  | 15   |
| 5        | TRATTAROLI SUD/NORD         | E        | II   | 452  | 15   |
| 6        | TRATTAROLI NORD             | D        | I    | 540  | 18   |
| 7        | LLOYD                       | O/1      | II   | 365  | 12   |
| 8        |                             | O/2      | II   | 365  | 12   |
| 9        | ALMA                        | C        | I    | 540  | 18   |
| 10       | BUNGE SUD                   | B        | I    | 330  | 11   |
| 11       | BUNGE NORD                  | A        | I    | 100  | 3,4  |
| 12       | DOKS PIOMBONI               | M        | I    | 321  | 11   |
| 13       | TERMINAL CONTAINERS         | N1+N2    | I    | 1082 | 36   |

Nel cronoprogramma allegato sono riportate, raggruppate per WBS di livello 3, le principali attività riportate nella seguente tabella.



| <b>BANCHINA IFA (BA.I) - cantiere I</b> |  |
|---|--|
| <b>FASI ESECUTIVE</b>                   |  |
| 1                                       | <b>OPERE DI CANTIERIZZAZIONE</b>   |
| 2                                       | <b>DEMOLIZIONI, RIMOZIONI E SVELLIMENTO IMPIANTI</b>                                     |
| 3                                       | <b>REALIZZAZIONE PARATIA PALI D:1000 mm/1.25 m E PERFORI SI SIGILLATURA</b>              |
| 4                                       | <b>REALIZZAZIONE COLONNE DI GHIAIA D:600 mm i2.50x2.50 m</b>                             |
| 5                                       | <b>RIMOZIONE ARREDI DI BANCHINA ESISTENTI</b>  |
| 6                                       | <b>REALIZZAZIONE NUOVA TRAVE DI CORONAMENTO</b>  |
| 7                                       | <b>POSA IN OPERA BITTE ED ANCORAGGI PARABORDI E SCALETTE</b>                             |
| 8                                       | <b>REALIZZAZIONE TIRANTI IRS - L=33 m (17 m LIBERO + 16 m BULBO) - i:1.50m</b>           |
| 9                                       | <b>REALIZZAZIONE DI STRUTTURE IN C.A. DI CONTENIMENTO NASTRO TRASPORTATORE INCLINATO</b> |
| 10                                      | <b>FORMAZIONE DI RIEMPIMENTO IN TOUT VENANT</b>  |
| 11                                      | <b>REALIZZAZIONE CAVIDOTTI IN PEAD</b>   |
| 12                                      | <b>RIPRISTINO IMPIANTO ANTINCENDIO</b>   |
| 13                                      | <b>FORMAZIONE DI SOLETTA IN C.A. PER TRANSITO TRAMOGGE</b>                               |
| 14                                      | <b>FORMAZIONE NUOVO PACCHETTO DI PAVIMENTAZIONE</b>                                      |
| 15                                      | <b>POSA IN OPERA NUOVI PARABORDI E SCALETTE ALLA MARINARA</b>                            |
| 16                                      | <b>DEMOB RECIZIONI DI CANITERE ED AREA LOGISTICA</b>                                     |

## 15 QUADRO ECONOMICO CANTIERE I – BANCHINA IFA

L'importo dei lavori previsti alla banchina IFA risulta pari ad **Euro 6,865,722.77** di cui Euro **6,754,309.16** per opere a corpo ed Euro **111,413.61** per opere a misura oltre ad Euro **121.287,40** per opere a corpo aggiuntive migliorative extracontrattuali.

Si riporta di seguito quadro economico di riepilogo delle WBS che caratterizzano l'appalto:

### LAVORI CONTRATTUALI A CORPO ED A MISURA

#### IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA

| INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE PROVVISI                | IMPORTI PARZIALI    | IMPORTI TOTALI      |
|--|---------------------|---------------------|
| <b>A) LAVORI</b>                                       |                     |                     |
| <b>Lavori a CORPO</b>                                  | <b>6 754 309,16</b> |                     |
| <b>BA - BANCHINE</b>                                   | <b>6 754 309,16</b> |                     |
| <i>BAI - BANCHINA IFA (Cantiere I)</i>                 | <i>6 754 309,16</i> |                     |
| <i>01 - Demolizioni</i>                                | <i>77 120,21</i>    |                     |
| <i>001 - Demolizioni opere in c.a.</i>                 | <i>18 319,64</i>    |                     |
| <i>002 - Rimozione arredi di banchina</i>              | <i>2 591,20</i>     |                     |
| <i>003 - Demolizione pavimentazioni</i>                | <i>56 209,37</i>    |                     |
| <i>02 - Fondazioni profonde</i>                        | <i>5 011 017,36</i> |                     |
| <i>005 - Pali</i>                                      | <i>3 559 295,36</i> |                     |
| <i>007 - Consolidamenti terreno</i>                    | <i>613 510,74</i>   |                     |
| <i>009 - Opere di sostegno (tiranti)</i>               | <i>788 832,00</i>   |                     |
| <i>018 - Trasporti</i>                                 | <i>30 489,72</i>    |                     |
| <i>019 - Oneri conferimento</i>                        | <i>18 889,54</i>    |                     |
| <i>03 - Movimenti terra</i>                            | <i>21 738,41</i>    |                     |
| <i>010 - Scavi</i>                                     | <i>18 590,77</i>    |                     |
| <i>011 - Rinterri</i>                                  | <i>3 147,64</i>     |                     |
| <i>05 - Trasporti e conferimenti a discarica</i>       | <i>108 016,02</i>   |                     |
| <i>018 - Trasporti</i>                                 | <i>82 297,92</i>    |                     |
| <i>019 - Oneri conferimento</i>                        | <i>25 718,10</i>    |                     |
| <i>06 - Opere in c.a.</i>                              | <i>818 393,21</i>   |                     |
| <i>021 - Trave di coronamento</i>                      | <i>818 393,21</i>   |                     |
| <i>08 - Arredi di banchina</i>                         | <i>113 549,56</i>   |                     |
| <i>027 - Arredi di banchina definitivi</i>             | <i>113 549,56</i>   |                     |
| <i>10 - Impianti elettrici e tecnologici</i>           | <i>0,00</i>         |                     |
| <i>032 - Impianti elettrici</i>                        | <i>0,00</i>         |                     |
| <i>11 - Strade e pavimentazioni</i>                    | <i>557 377,67</i>   |                     |
| <i>033 - Pavimentazioni in conglomerati bituminosi</i> | <i>510 590,02</i>   |                     |
| <i>034 - Pavimentazioni in c.a.</i>                    | <i>46 787,65</i>    |                     |
| <i>13 - Monitoraggi</i>                                | <i>47 096,72</i>    |                     |
| <i>126 - Stazioni di monitoraggio</i>                  | <i>47 096,72</i>    |                     |
| <b>Lavori a MISURA</b>                                 | <b>111 413,61</b>   |                     |
| <b>BA - BANCHINE</b>                                   | <b>111 413,61</b>   |                     |
| <i>BAI - BANCHINA IFA (Cantiere I)</i>                 | <i>111 413,61</i>   |                     |
| <i>03 - Movimenti terra</i>                            | <i>10 104,60</i>    |                     |
| <i>010 - Scavi</i>                                     | <i>7 190,85</i>     |                     |
| <i>018 - Trasporti</i>                                 | <i>2 220,00</i>     |                     |
| <i>019 - Oneri conferimento</i>                        | <i>693,75</i>       |                     |
| <i>09 - Opere idrauliche</i>                           | <i>12 540,92</i>    |                     |
| <i>028 - Impianto antincendio</i>                      | <i>12 540,92</i>    |                     |
| <i>10 - Impianti elettrici e tecnologici</i>           | <i>88 768,09</i>    |                     |
| <i>032 - Impianti elettrici</i>                        | <i>88 768,09</i>    |                     |
| IMPORTO LAVORI Euro                                    |                     | 6 865 722,77        |
| Importo dei lavori soggetti a ribasso d'asta Euro      | 6 865 722,77        |                     |
| <b>IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA Euro</b>             |                     | <b>6 865 722,77</b> |

### OPERA MIGLIORATIVE EXTRA CONTRATTUALI

| INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE PROVVISI           | IMPORTI PARZIALI  | IMPORTI TOTALI    |
|---|-------------------|-------------------|
| <b>A) LAVORI</b>                                  |                   |                   |
| <b>Lavori a CORPO</b>                             | <b>121 287,40</b> |                   |
| <b>BA - BANCHINE</b>                              | <b>121 287,40</b> |                   |
| <i>BAI - BANCHINA IFA (Cantiere I)</i>            | <i>121 287,40</i> |                   |
| <i>08 - Arredi di banchina</i>                    | <i>121 287,40</i> |                   |
| <i>027 - Arredi di banchina definitivi</i>        | <i>121 287,40</i> |                   |
| IMPORTO LAVORI Euro                               |                   | 121 287,40        |
| Importo dei lavori soggetti a ribasso d'asta Euro | 121 287,40        |                   |
| <b>IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA Euro</b>        |                   | <b>121 287,40</b> |