

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 BA - BANCHINA "N" - NUOVO TERMINAL CONTAINER
ELABORATI GENERALI
RELAZIONE GENERALE - BANCHINA "N"

file
1114-E-BAN-GEN-RG-01-1.doc

codice
1114-E-BAN-GEN-RG-01-1

scala
-

Revisione	data	causale	redatto	verificato	approvato
0	28/07/2021	Emissione per approvazione	C. Scarpa	L. Masiero	T. Tassi
1	15/09/2021	Emissione per approvazione	C. Scarpa	L. Masiero	T. Tassi

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

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

committente



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

contraente generale



Consorzio Stabile Grandi Lavori Srl
Piazza del Popolo 18
00187 Roma



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 Belvedere 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

PROGETTO ESECUTIVO

BANCHINE

Relazione generale – Banchina “N”

28 Luglio 2021

PROGETTISTI

RTP:  **F&M**
ingegneria

F&M
ingegneria

SISPI
engineering

SOMMARIO

1	PREMESSA	4
2	IL NUOVO TERMINAL CONTAINER	6
3	CARATTERISTICHE DELL'AREA	8
3.1	BANCHINA N1	8
3.2	BANCHINA N2	9
3.2.1	RILEVATO E QUOTA PIANO CAMPAGNA / STATO ATTUALE	9
3.2.2	SITUAZIONE ALL'AVVIO DEI LAVORI.....	9
4	INDAGINI E RILIEVI	12
4.1	INDAGINI	12
4.2	RILIEVI	13
4.2.1	BANCHINA N1	13
4.2.2	BANCHINA N2.....	15
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO	17
5.1	ASSETTO GEOLOGICO	17
5.2	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	21
5.3	INQUADRAMENTO SISMICO	22
5.3.1	AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....	23
5.3.1.1	VITA NOMINALE.....	23
5.3.1.2	CLASSE D'USO	24
5.3.1.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	24
5.3.1.4	AZIONE SISMICA	25
5.3.2	MODELLO GEOTECNICO-SISMICO	25
6	DESCRIZIONE DELLE OPERE	28
6.1	BANCHINA N1	28
6.1.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	28
6.1.2	PRESTAZIONI RICHIESTE AL BANCHINAMENTO	30
6.1.3	INTERVENTO PREVISTO	31
6.2	BANCHINA N2	34
6.2.1	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	34
6.2.2	PRESTAZIONI RICHIESTE AL BANCHINAMENTO	34
6.2.3	INTERVENTO PREVISTO	34
7	CRONOPROGRAMMA DELLE LAVORAZIONI	37
7.1	BANCHINA N1	37
7.2	BANCHINA N2	38

8	QUADRO ECONOMICO CANTIERE N – NUOVO TERMINAL CONTAINER	41
----------	---	-----------

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 della **Banchina N** così suddivisa:

- N1: Sopraelevazione banchina esistente (lunghezza 310.16 m)
- N2: Nuovo tratto (lunghezza 681.51 m + risolto 75 m)

2 IL NUOVO TERMINAL CONTAINER

La presente relazione si riferisce all'intervento di adeguamento previsto per la banchina del Nuovo Terminal Container (Banchine N1 e N2) nell'ambito del progetto esecutivo "Approfondimento Canali Candiano e Baiona, adeguamento banchine operative esistenti, Nuovo Terminal in penisola Trattaroli e riutilizzo del materiale estratto in attuazione al P.R.G. vigente 2007 – I Fase – Porto di Ravenna".



Figura 2 – Individuazione del Nuovo Terminal Container (Banchine N1 e N2)

Nonostante la banchina N1 sia di recente costruzione (realizzata nel 2007-2008) dovrà essere adeguata a mutate esigenze d'uso che prevedono:

- L'utilizzo di n.1 gru a portale con scartamento di circa 19 m in luogo della iniziale previsione di una gru con scartamento di 30,48 m;
- Una quota del piano di banchina a +3,50 m su l.m.m. invece della precedente previsione di 2,50 m su l.m.m.
- Un fondale operativo a -14,50 m su l.m.m. (-15,00 m su l.m.m. di calcolo) in accordo alle previsioni del Piano Regolatore Portuale.

Con queste premesse 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), che ne stabilisce i criteri generali per la valutazione della sicurezza e per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo degli interventi su tali costruzioni.

Secondo quanto previsto risulta necessario individuare il livello di conoscenza delle opere realizzate ed eseguire una valutazione completa della sicurezza nei riguardi delle azioni di progetto stabilite per le nuove costruzioni, con deroga nei riguardi delle sole prescrizioni sui dettagli costruttivi purché siano garantite le prestazioni in termini di resistenza, duttilità e deformabilità prescritte per i vari stati limite.

La soluzione scelta per realizzare la **sezione corrente del Nuovo Terminal** consiste quindi in una struttura composita e specializzata costituita da un robusto palancolato metallico lato mare per sostenere la spinta delle terre, con riperforazione dei pali in acciaio diametro diametro 1.8 m tale da consentire la realizzazione di pali in c.a. armati a tutta lunghezza con funzione di rinforzo della parete combinata e di fondazione profonda nei confronti delle azioni verticali derivanti dalla gru STS di futura installazione.

Inoltre, considerato che nell'area del nuovo terminal erano presenti in passato casse di colmata e che l'area non è mai stata utilizzata, si prevede la realizzazione di una precarica prima dell'inizio della costruzione delle nuove opere per consolidare ed uniformare la risposta dei terreni presenti. Tale precarica sarà eseguita per

settori (7) utilizzando il medesimo materiale arido che sarà impiegato per l'elevazione del piano d'imposta fino all'intradosso del pacchetto di pavimentazione. Al di sotto delle precariche sarà preventivamente eseguito un trattamento migliorativo con colonne in ghiaia diametro 600 mm avente anche funzione di accelerazione dei tempi di consolidamento delle singole precariche, da monitorare mediante apposita strumentazione composta da assestimetri a piastra (posizionate alla base del rilevato) e mire topografiche (da posizionare in testa al rilevato).

In sintesi la sezione corrente del banchinamento in progetto ha le seguenti caratteristiche:

- Palancolato combinato in acciaio tipo Tubo1800/ AZ18 (interasse tubi 3.15 m) esteso fino a -25.00 m s.l.m.m, con trivellazione successiva all'interno del tubolare formando un palo in calcestruzzo armato fino a quota -34.50 m s.l.m.m;
- Nuova trave di coronamento con inserimento della rotaia e canaletta per ricovero cavi elettrici per alimentazione della gru;
- Trave portarotaia lato terra sorretta da pali \varnothing 1000 mm, $i=3.15$ m, esteso fino a -34.50 m s.l.m.m;
- Consolidamento del terreno mediante colonne in ghiaia \varnothing 600mm;
- rilevato in materiale arido compattato in grado di ospitare il pacchetto della pavimentazione di banchina;
- barra orizzontale di collegamento con barra tipo GEWI ad interasse 1,575 m;
- Trave martello costituita da palificata in c.a. \varnothing 1000, ad interasse 1,575 m, profondità -17.00 m s.l.m.m.

3 CARATTERISTICHE DELL'AREA

3.1 BANCHINA N1

La banchina N1 – NTC Sopraelevazione (ex Trattaroli Destra) oggetto della presente relazione fa parte del bacino di evoluzione del canale Candiano in corrispondenza di largo Trattaroli, in sponda Sud, per uno sviluppo di circa 300 m, in prosecuzione delle esistenti banchine in penisola Trattaroli. Il progetto esecutivo dell'opera risale all'agosto 2005, ma è stato rivisto significativamente nel novembre 2006, per poter tener conto dell'inclusione di Ravenna in zona sismica e in modo da essere compatibile con l'approfondimento a -14,50 m su l.m.m. del Canale Candiano.



Figura 3 – Ortofoto mediante drone Nuovo Terminal Container – Sopraelevazione (Banchina N1).

3.2 BANCHINA N2

3.2.1 Rilevato e quota piano campagna / stato attuale

Si evidenzia la presenza di rilevato in tutto il tratto del nuovo terminal come visibile nell'immagine seguente.



Figura 4 Individuazione del rilevato



Figura 5 – Foto oblique da rilievo effettuato nel progetto esecutivo

3.2.2 Situazione all'avvio dei lavori

L'area in esame, situata nell'ambito dell'avamposto di Porto Corsini (Ravenna), confinante a nord ed est con il Canale Candiano ad ovest con la cassa di colmata Trattaroli a sud con la banchina demaniale, ed è contraddistinta dalla presenza di una cassa di colmata per fanghi di dragaggio oggetto dell'attività che si intende effettuare.

Presso l'area in esame sono da tempo stoccati fanghi derivanti dalle attività di dragaggio delle zone portuali. Già a partire dal 2010 sono state condotte analisi sulla qualità dei materiali depositati in sito al fine di ottenere una caratterizzazione dei fanghi depositati. Le più recenti operazioni di indagine del materiale presente nella cassa di colmata Trattaroli Destra, sono state realizzate in conformità al piano di gestione condiviso con ARPAE (acquisito con PRGA/2017 del 23/02/17), estendendo, in accordo alla Valutazione rilasciata da

ARPAE con SINADOC 2017/7056 del 27/2/2017, le indagini anche al materiale costituente gli argini della cassa stessa.

Sulla base del Piano di Indagine, in data 05/06/2017 è stata avviata l'attività di livellamento del sito volta a ridurre le disomogeneità morfologiche caratteristiche della cassa, che presentava aree elevate fino ad oltre +8 m s.l.m. e zone depresse fino alla quota della base della cassa di colmata, circa +1 m s.l.m.

Il livellamento del materiale presente all'interno di ogni singola cassa di colmata, senza alcun trasferimento degli stessi tra una cassa e un'altra, ha consentito il successivo prelievo di campioni rappresentativi di lotti omogenei di materiale e lo svolgimento in condizioni di sicurezza delle operazioni di rilievo topografico e prelievo dei campioni.

L'attività si è protratta fino al 03/10/2017. Una volta completate le opere di livellamento sono stati svolti i campionamenti previsti dal Piano di Indagine che hanno permesso di ottenere una caratterizzazione diffusa dei materiali presenti in cassa di colmata.

Conformemente a quanto previsto dall'articolo di legge 184-quater, per la cessazione della qualifica di rifiuto dei materiali presenti nella casse di colmata si prevede di effettuare attività di scavo / movimentazione per successivo controllo delle caratteristiche qualitative dei materiali, senza alcuna operazione di cernita e selezione mediante vagli o impianti simili. Il tutto avverrà all'interno delle casse di colmata esistenti, senza realizzazione di alcun impianto.

Le operazioni di gestione rifiuti sono individuati come R13 messa in riserva di rifiuti per sottoporli alle successive operazioni per un quantitativo totale di circa 59.300 m3 calcolati rispetto alla quota di + 1,50 m s.l.m., ossia rispetto alla quota di imposta del fondo della cassa di colmata. Tale quantitativo è contenuto all'interno dell'area di banchina di nuova demanializzazione oggetto del presente progetto (HUB portuale).



Figura 6 – Attività di Recupero rifiuti R5 EoW con movimentazione del materiale al sito di destino (L3), previo asporto argini.

Durante le attività R13 ed R5 è prevista la compartimentazione distinguendo i rifiuti da altre tipologie di materiali il tutto come da figura a seguire inserendo palancoati nei singoli lotti.

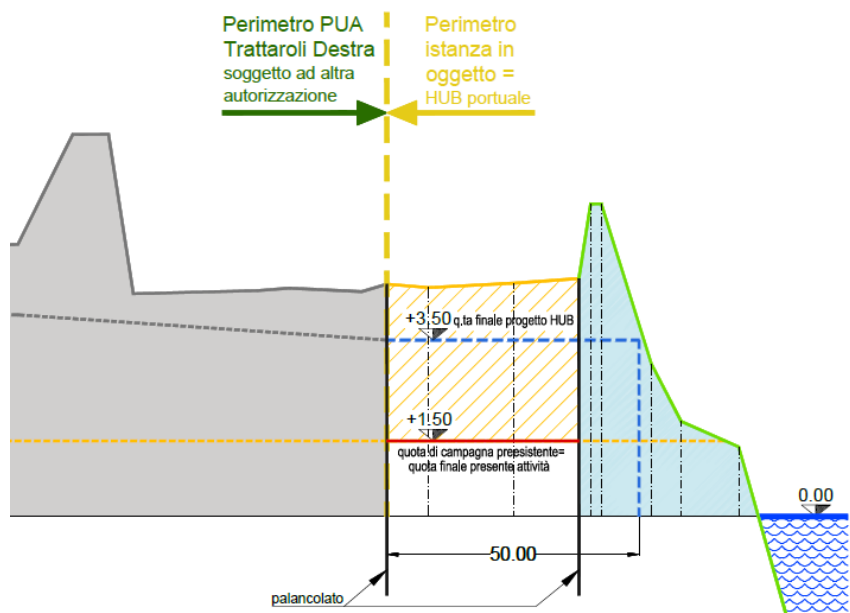


Figura 7 – Sezione stato di fatto / partenza opere Banchina N2

Al termine delle attività di recupero la cassa di colmata costituirà il basamento sui cui potranno essere realizzate opere previste dal PRP e dal Progetto HUB.

NOTA: l'infissione dei palancolati e l'attività di escavo a quota +1.50 m slmm (non oggetto del presente appalto) costituisce elemento di partenza per l'avvio dei lavori della banchina N2.

4 INDAGINI E RILIEVI

4.1 INDAGINI

Le indagini geognostiche realizzate per il progetto comprendono sondaggi, prelievi di campioni per l'esecuzione di prove geotecniche, prove geofisiche e prove penetrometriche.

Il presente capitolo riassume in modo schematico le indagini eseguite nell'area delle banchine. Le campagne di indagini considerate sono quelle eseguite per il PD (2014/15) e quelle del PE (2020) a cui si aggiungono ulteriori indagini pregresse.

In specifico, l'area del porto, che prevede l'intervento delle banchine, è stata interessata negli anni da numerose campagne geognostiche finalizzate alla realizzazione di diverse opere, tali dati geognostici sono risultati utili al fine di avere una ulteriore conferma dell'assetto geologico (Tabella 1).

Per quanto riguarda la presentazione dei dati completi delle indagini, si fa riferimento al "Fascicolo di indagini - Progetto Esecutivo 2020".

Campagna indagini pregresse

Periodo	Impresa Esecutrice/Geologo	Opera Di Riferimento
Dicembre 1972	Pali Trevisani di Cesena	Zona P.I.R.
Aprile 1973	Studio geotecnico Dr. Radaelli e Dr. Castellotti di Segrate (Mi)	Prolungamento banchina SETRAMAR
Febbraio 1979	Tecnosol di Roma	Zona banchina FERRUZZI
Aprile 1980	Dott. Geol. Angelo Angeli di Cesena	Banchine piazzale Dante della S.A.P.I.R.
Novembre 1985	Prof. Silvano Marchetti	Appalto concorso rafforzamento Molo Guardiano Destro Canale Candiano
Giugno 1987	INDGEO S.r.l. di S. Giuseppe di Comacchio (Ferrara)	Zona EUROTERMINAL S.p.A.
Novembre 1991	INDGEO S.r.l. di S. Giuseppe di Comacchio (Ferrara)	Zona compresa tra canale Candiano, sponda destra e canale Piombone
Novembre 1991	INDGEO S.r.l. di S. Giuseppe di Comacchio (Ferrara)	Progetto esecutivo nuovo molo guardiano in sinistra canale Candiano (commissionata dalla S.A.P.I.R.)
Febbraio 1992	INDGEO S.r.l. di S. Giuseppe di Comacchio (Ferrara)	Zona Largo Trattaroli
Febbraio 1992	INDGEO S.r.l. di S. Giuseppe di Comacchio (Ferrara)	Zona Enichem
Aprile 1992	Acquater S.p.A. di San Lorenzo in Campo (Pesaro)	Prove laboratorio area Trattaroli sx
Luglio 1993	Dott. Geol. Angelo Angeli di Cesena	Zona sviluppo S.A.P.I.R.
Maggio 1995	INDGEO S.r.l. di S. Giuseppe di Comacchio (Ferrara)	Località Trattaroli
8 luglio 1997	PERIGEO Dott. Geol. Guarnieri	Molo San Filippo – Porto Corsini
30 marzo 2010	ISMGEO Seriate (Bergamo)	Prove laboratorio Banchina Polimeri Europa
4 settembre 2012	SOGEO S.r.l. Dott. Porcari	Piazzale Adriatico angolo via Don G. Verità Marina di Ravenna
Dicembre 2012	Dott. Geol. Angelo Angeli di Cesena	Piano urbanistico attuativo "Capitaneria di Porto" Marina di Ravenna
Febbraio 2013	Dott. Geol. Borghetti	Via Fabbrica Vecchia Marina di Ravenna
Aprile 2013	Dott. Geol. Angelo Angeli di Cesena	Banchina San Vitale

Tabella 1 – Lista indagini pregresse dell'area delle banchine del Porto di Ravenna. Riferimento alla data di esecuzione, all'impresa realizzatrice e all'opera per cui è stata realizzata.

Campagna indagini 2014 (Novembre 2014 - Gennaio 2015)

- n. 7 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a profondità di 35 m da p.c. S4/14 ÷ S7/14, S17/14 ÷ S19/14 (Sonedile s.r.l., 2015); 4 dei quali predisposti con tubo in PVC fino a fondo foro per prospezione geofisica Down Hole.
- prelievo n. 19 campioni di terreno indisturbati nel corso dei sondaggi sottoposti in laboratorio a prove geotecniche di classificazione (proprietà fisiche, limiti di Atterberg e analisi granulometrica), prove triassiali non consolidate non drenate (UU), consolidate drenate (CD), consolidate non drenate (CU), prove di taglio diretto (TD) e prove edometriche (EDO).
- n. 7 prove penetrometriche statiche con piezocono lato terra (CPTu); CPTu11/14 ÷ CPTu14/14, CPTu32/14 ÷ CPTu34/14 (Georicerche, 2014/15), spinte sino a una profondità variabile tra 35 e 50 m.
- n. 4 prove penetrometriche statiche con piezocono lato mare (CPTu) : CPTu9m/14 ÷ 11m/14, 34m/14 (Geostudi, 2014/15), spinte sino a una profondità variabile tra 26 e 30 m dal piano di lavoro.
- n. 7 prove con dilatometro Marchetti (DMT) (Geostudi, 2014/15).

Campagna indagini 2020

- n. 4 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a profondità di 50 m da p.c. (S1Pz/20 ÷ S3Pz/20, S6Pz/20), per ogni sondaggio sono state eseguite n.3 prove di permeabilità di tipo Lefranc; i sondaggi S1Pz/20 ÷ S3Pz/20 sono stati attrezzati con piezometro (Ambiente S.p.a.).
- prelievo n. 21 campioni di terreno indisturbati e n. 48 campioni rimaneggiati nel corso dei sondaggi sottoposti in laboratorio a prove geotecniche di classificazione (proprietà fisiche, limiti di Atterberg, analisi granulometrica), prove triassiali consolidate non drenate (CIU), prove di taglio diretto (TD), prove edometriche (EDO) e prove triassiali cicliche (TXC) (Socotec).
- n. 9 prove penetrometriche statiche con piezocono sismico (SCPTu) spinte fino a profondità di 30/40 m, SCPTu1/20 ÷ SCPTu9/20 e n.12 test di dissipazione su n.6 punti (Ambiente S.p.a., Nov.- Dic. 2020).
- n. 6 stendimenti MASW Multichannel Analysis of Surface Waves (SMA), SMA1 ÷ SMA6.
- n. 2 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino a profondità di 20 m da p.c. (S1A/21 ÷ S1B/21), in foro di sondaggio sono state condotte prove penetrometriche dinamiche Standard Penetration Test (SPT) (Sottosuolo s.r.l.);
- prelievo n. 6 campioni di terreno indisturbati nel corso dei sondaggi sottoposti in laboratorio a prove geotecniche di classificazione (proprietà fisiche, limiti di Atterberg, analisi granulometrica), prove triassiali consolidate non drenate (CIU) (Inge s.r.l.).

4.2 RILIEVI

4.2.1 Banchina N1


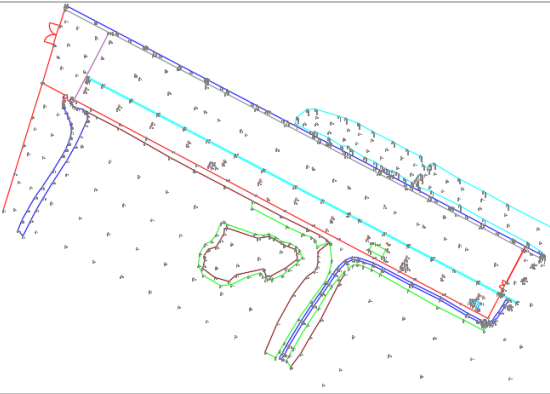
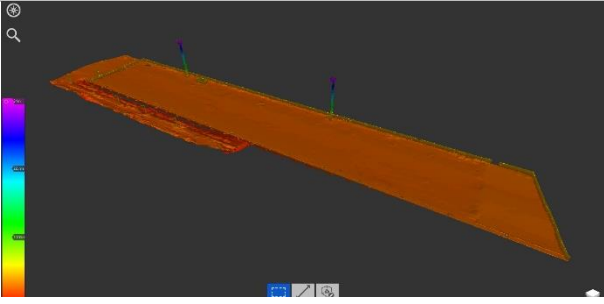
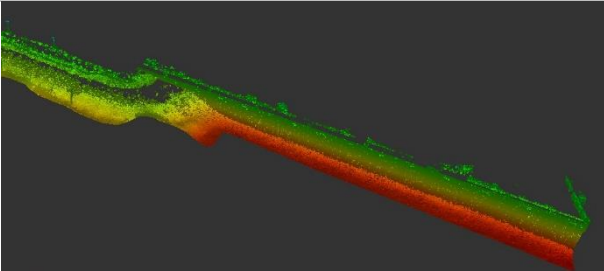
In seguito ai rilievi eseguiti dal GC relativi alla banchina N1 - NTC sopraelevazione, per l'analisi e ricostruzione dello stato attuale dei luoghi e la valutazione delle azioni progettuali è stata presa in considerazione la seguente documentazione:

- Rilievo Georadar 3D
- Rilievo Aereofotogrammetrico Banchina
- Paramento banchina restituito rilievo multibeam
- Rilievo Topografico Banchina e Laserscan
- Documentazione fotografica

Di seguito sono elencati gli elaborati di rilievo forniti e presi in considerazione:

- N1N2_orto_5cm.jpeg

- AN_BAN_TOPO_N.dwg
- AN_BAN_GPR_N.dwg
- Lidar + Multibeam N1.rpc
- Banchina N1 - Terreno da Mesh.rcp
- Banchina N1 - Terreno Alleggerito.rcp

Nome file	Immagine	Dati ottenuti
Ortofoto N1N2_orto_5cm.jpeg		Ortofoto di dettaglio dell'area
Topografia AN_BAN_TOPO_N.dwg		Disposizione elementi battuti e filo banchina interno
Banchina N1 - Terreno da Mesh.rcp		Verifica elementi in superficie
Lidar + Multibeam N1.rpc		Verifica elementi verticali in palancoato verticale

Georadar
AN_BAN_GPR_N.dwg



Individuazione
dei
sottoservizi

4.2.2 Banchina N2

In seguito ai rilievi eseguiti dal GC relativi alla banchina N2 - NTC nuovo tratto, per l'analisi e ricostruzione dello stato attuale dei luoghi e la valutazione delle azioni progettuali è stata presa in considerazione la seguente documentazione:

- Rilievo Aereofotogrammetrico
- Rilievo Topografico Banchina
- Documentazione fotografica

Fotogrammetria: il rilievo è stato eseguito il 18 novembre 2020, acquisendo foto nadirali e oblique a mezzo UAS. La superficie acquisita è stata di 0.19kq e sono stati acquisiti 721 fotogrammi. La quota di volo è stata di 60 m AGL (Above Ground Level) ed ha consentito una risoluzione al suolo (GSD) di 1,6 cm/pix. Sono stati posizionati 63 punti di controllo (GCP) di cui 3 Check Point.

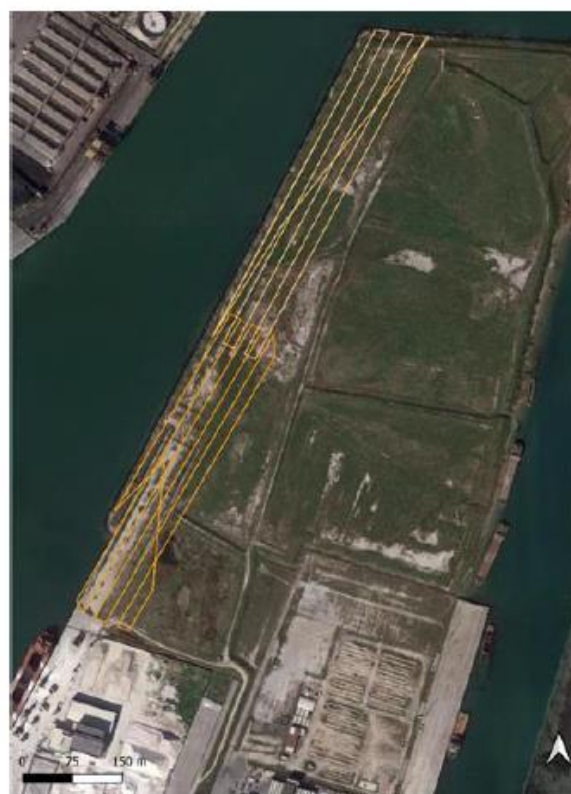


Figura 8 – Condizioni della superficie al momento del rilievo (a sx) e superficie rilevata con traiettorie di volo seguite dal drone durante l’acquisizione (a dx).

È da notare la folla vegetazione che ha reso molto difficoltosa la misura del GCP e l’interpretazione del dato fotogrammetrico. I fotogrammi sono stati elaborati nel software Agisoft Metashape Professional al fine di elaborare la nuvola di punti e l’ortofoto. La nuvola di punti prodotta contiene più di 85 milioni di punti.

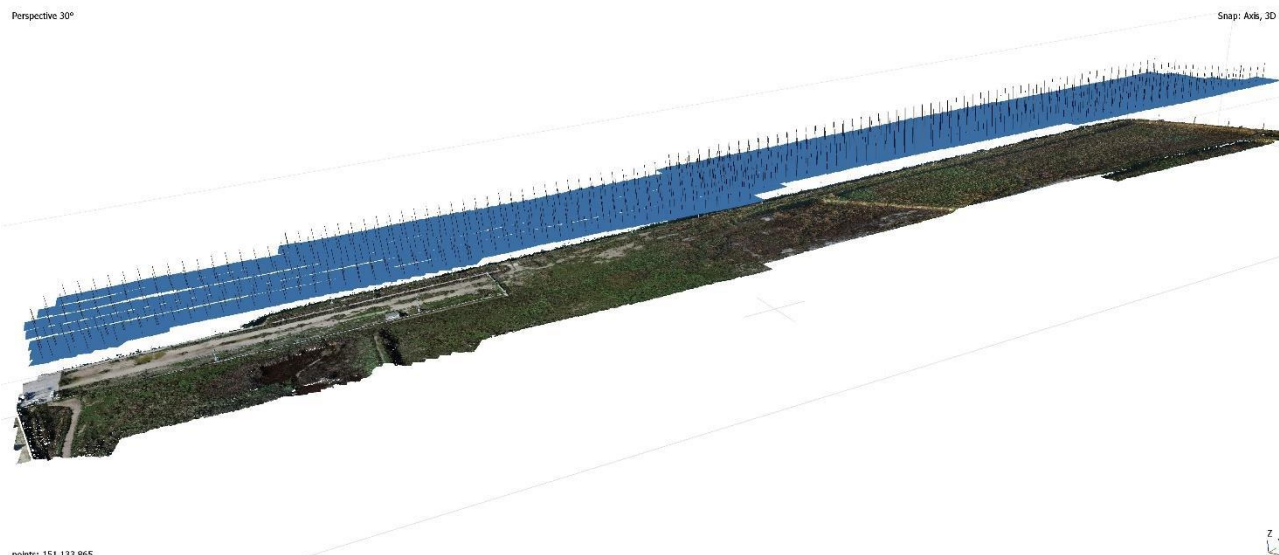


Figura 9 – Fotogrammi allineati sulla nuvola (dense cloud) in Metashape Professional

Sono stati inseriti i GCP per la georeferenziazione/scalatura del modello tridimensionale (Figura 47), e al termine dell’elaborazione è stato calcolato un errore RMSE totale (XYZ) di 2.7 cm per i GCP e di 2.9 cm per i Check Point. A partire dalla nuvola di punti è stato creato un ortomosaico con risoluzione nativa di 1.6 cm/pixel. La nuvola dei punti è stata pulita dal rumore, esportata e consegnata in formato E57, compatibile con Autodesk Recap, come concordato con la Committenza.

L’ortomosaico è stato esportato in formato jpg georiferito, con pixel di 5 cm per non creare un file troppo ingombrante di difficile gestione, mantenendo comunque un’elevata risoluzione. Dalla nuvola di punti è stato poi creato un piano quotato consegnato come Tavole in formato dwg. Sono state anche consegnate 16 foto oblique nel formato jpg originale

Rilievo: di seguito sono elencati gli elaborati di rilievo forniti e presi in considerazione:

- N1-N2-29012021.dwg
- N1N2_orto_5cm.jpg
- AN_BAN_TOPO_N.dwg
- AN_OVERVIEW.dwg

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOTECNICO E SISMICO

5.1 ASSETTO GEOLOGICO

L'area in cui si colloca l'opera in progetto è localizzata nella bassa pianura romagnola; questo territorio è assimilabile ad un piano debolmente inclinato con immersione E-NE e presenta lievissime ondulazioni che si manifestano con ampie e blande depressioni a fondo sub pianeggiante, separate da strette zone in leggero rilievo date dai dossi dei corsi d'acqua passati e recenti.

I processi morfogenetici caratteristici di quest'area sono generalmente di origine fluviale. Tale territorio, infatti, fa parte della piana a copertura alluvionale nella quale i corsi d'acqua appenninici, in occasione delle piene rompevano gli argini e tracimavano spandendo le loro acque nelle aree adiacenti di basso topografico.

Tuttavia, in quest'area, i processi alluvionali sono stati accompagnati da una dinamica litorale che ha fortemente modificato la morfologia costiera.

Da un punto di vista geologico i depositi che formano la Pianura Padana costituiscono il riempimento di avanfossa del Bacino Sedimentario Padano, di età plio-quadernaria, compreso tra gli Appennini a sud e la Catena Alpina a nord. Questi depositi poggiano sul substrato costituito da pieghe e pieghe-faglie con assi tettonici paralleli ai principali allineamenti appenninici di direzione NW-SE. La base dei sedimenti pliocenici nella zona di Ravenna si situa ad una profondità di circa 3500- 4000 m, mentre la base dei depositi quaternari può arrivare anche a 1500 m.

La successione quaternaria è costituita da due cicli sedimentari principali: uno marino e uno sedimentario. Questi cicli sono costituiti da successioni di depositi marini, deltizi, lagunari, palustri ed alluvionali e il loro spessore varia da 1000 a 1500 m in base alla morfologia del substrato.

Il nuovo "Foglio Geologico 223- Ravenna" suddivide il ciclo marino in parte del Gruppo del Santerno (Pliocene Medio - Pleistocene Inferiore) e le Sabbie di Imola (inizio del Pleistocene Medio).

Il ciclo sedimentario, invece, che ha come base una superficie di discontinuità principale, è denominato Supersistema Emiliano-Romagnolo (Pleistocene medio - Olocene), con uno spessore di circa 600 -700 m è suddiviso in due sistemi: il Sistema Emiliano Romagnolo Inferiore e il Sistema Emiliano Romagnolo Superiore-AES (Pleistocene Medio-Olocene).

Nella zona di Ravenna il Sistema Emiliano Romagnolo Inferiore non affiora, mentre il Superiore corrisponde al Subsistema di Ravenna, AES8 (Pleistocene Medio- Olocene).

L' AES8 risulta prevalentemente composto da corpi lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi di spessore plurimetrico di sabbie, argille e limi di ambiente alluvionale o di ambiente deltizio e litorale.

Il limite inferiore, non affiorante risulta inconforme e marcato da una superficie di discontinuità, mentre il limite superiore corrisponde al piano topografico. Lo spessore dell' unità è compreso, nell' area costiera tra i 20 e 28.5 m.

Nella parte sommitale del Subsistema di Ravenna viene distinta un'unità di rango inferiore, l'Unità di Modena (AES8a) di età post-romana (IV-VI sec. d.C. - Attuale), costituita da sabbie, argille e limi di ambiente alluvionale e deltizio-litorale. Il limite inferiore è inconforme e marcato da superfici di erosione fluviale mentre quello superiore coincide con il piano topografico ed è definito da un suolo calcareo. Lo spessore di questa unità è compreso tra 0 e 5.5 m.

La carta riportata in Figura 10 mostra come l'Unità di Modena affiora lungo tutta la zona costiera che comprende l'area in studio; si nota anche che la morfologia del territorio si presenta regolare, con una generale inclinazione del suolo da sud-ovest verso est e verso nord.

Le nuove carte geologiche, come il Foglio di Ravenna, riportano non solo la suddivisione in unità stratigrafiche a limiti inconformi, che accorpano associazioni di facies, ma anche quella in base al sistema morfologico-deposizionale che ha messo in posto i terreni, suddivisi anche in base alla granulometria.

Perciò, i depositi deltizi litorali presenti nell' area sono:

- corpi sedimentari sabbiosi orientati N-S corrispondenti a cordoni litorali (spiaggia duna eolica) con spessori di massimo 15 m e tendenza granulometrica negativa. Fanno transizione laterale e verso il

- basso a depositi di prodelta e transizione di piattaforma. Lateralmente e verso l'alto passano a depositi lagunari e palude salmastra, mentre localmente sono sormontati da depositi alluvionali;
- corpi nastriformi formati da argille limose, argille e limi argillosi in strati molto sottili a medi, alternati a sabbie fini ricche di bioclasti, di spessore massimo di 2.5 m. Corrispondono a depositi di palude salmastra e laguna (retrocordone). In prossimità dell' area portuale sono presenti accumuli di sabbia legati ad attività antropica.



Figura 10 – Stralci Carta Geologica Foglio 223- Ravenna, Regione Emilia-Romagna (scala 1:50.000).

Di seguito sono riportate le principali unità stratigrafiche, dalle più recenti alle più antiche, rappresentative della successione sedimentaria plio-quadernaria della zona portuale del comune di Ravenna e tratte dal Foglio Geologico 223- Ravenna (Figura 6-1).

CODICE	LITOFACIES	ASSOCIAZIONE DI FACIES (UNITA' CARTOGRAFICA)	ELEMENTO DEPOSIZIONALE	SISTEMA DEPOSIZ.
A1	argille di piana inondabile	piana inondabile	piana alluvionale	sistema alluvionale
A2	limi e sabbie di argine	canale, argine e rotta fluviale		
A3	sabbie di canale fluviale			
A4	sabbie di ventaglio di rotta			
D	sabbie e limi di canale distributore	canale distributore, argine e rotta	piana deltizia	sistema deltizio - litorale
P1	argille di palude salmastra	area interdistributrice, retrocordone	piana deltizia piana di sabbia	
P2	torbe di palude salmastra			
L1	argille lagunari			
L2	sabbie e argille lagunari			
S1	sabbie di spiaggia sommersa inferiore	cordone litorale	fronte deltizia piana di sabbia	
S2	sabbie di spiaggia sommersa superiore/spiaggia intertidale			
S3	sabbie e limi di spiaggia emersa			
M1	argille e sabbie di transizione spiaggia-piattaforma	prodelta e transizione alla piattaforma	prodelta e transizione alla piattaforma	
M2	argille e sabbie di prodelta			
B1	limi e argille di laguna/baia	retrobarriera (non affiorante)	complesso barriera/laguna	
B2	argille e torbe di laguna/baia			
B3	argille di palude di acqua dolce			
T1	lag conchigliere	barriera trasgressiva (non affiorante)		
T2	sabbie limose marine fossilifere			

Tabella 2 – Quadro sinottico delle unità stratigrafico deposizionali distinte all'interno del Subsistema di Ravenna e la loro relazione con le unità stratigrafiche nel Foglio di Ravenna.

La campagna di indagini svolta per il PE è stata eseguita al fine di confermare gli spessori degli strati individuati nel PD e di caratterizzarli più in dettaglio.

L'assetto geologico non si discosta da quello del PD a parte per l'aggiunta di uno spessore a tratti lenticolare dell'associazione di facies "P". Di seguito sono riportate in modo schematico le principali caratteristiche delle associazioni di facies precedentemente descritte.

Il presente modello geologico è supportato graficamente da profili geologici longitudinali e trasversali alle banchine presentati nelle Tavole di progetto.

Depositi antropici (tipo "R")

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. All'interno di questi terreni è importante la presenza di asfalti, laterizi (S3Pz/20) e talvolta materiale litoide di natura calcarea, attribuibili a scogliere (p.e. S1Pz/20, S2Pz/20, S6Pz/20). Le ghiaie sono spesso confinate nel primo metro; in alcuni casi si è osservata la presenza di calcestruzzi anche a profondità elevate (entro i 10-14 metri dal p.c.), questi vengono attribuiti ad opere di consolidamento esistenti (pali, tiranti, jet-grouting ecc.), inglobate all'interno del terreno naturale.

Depositi di palude salmastra (associazione di facies "P")

L'associazione di facies "P" non è di facile riconoscimento poiché a stretto contatto con i depositi antropici, infatti, questa associazione di facies risulta spesso rimaneggiata e rielaborata con il terreno sovrastante.

Tuttavia, grazie all'esecuzione dei nuovi sondaggi e prove SCPTu, è stato possibile individuare uno spessore di 1-2 m a tratti lenticolare avente valori di resistenza di punta bassi, compresi tra 1-2 MPa.

Depositi di cordone litorale (associazione di facies "S")

Le indagini eseguite nell' area delle banchine confermano la presenza dello spessore dell' associazione di facies "S" formato da un livello sabbioso immediatamente sotto ai depositi antropici di copertura, oppure sotto ai depositi palustri "P".

In particolare, le prove penetrometriche con piezocono sismico hanno individuato uno spessore variabile tra 7 e 11 m, mostrando valori di resistenza alla punta di circa 2-6 MPa con un valore medio di 5 MPa. I valori di resistenza di punta e gli spessori sono in linea con quanto riscontrato in sede di PD.

Dalle prove SCPTu1/20 e SCPTu2/20 si nota la presenza di un livello con una bassa resistenza di punta alla quota di circa - 8/10 m s.l.m. congruo ad un evento di isolamento lagunare-palustre durante le fasi di migrazioni dei cordoni, l' ambiente eolico-costiero, infatti, è un ambiente molto dinamico caratterizzato da una variabilità spaziale e temporale molto accentuata.

Depositi di prodelta e transizione alla piattaforma (associazione di facies "M")

Anche l'associazione di facies "M" è confermata; essa è costituita da limi e limi argillosi con livelli più sabbiosi di colore grigio, in livelli da poco consistenti a consistenti. Il limite superiore è quello con l'unità "S" e quello inferiore è un contatto transizionale con le sabbie trasgressive di barriera litorale (associazione di facies "T").

Dall' analisi dei sondaggi e delle prove penetrometriche lo spessore di questa unità è variabile tra 9-16 m.

Dalle prove SCPTu i valori medi di resistenza di punta sono bassi dell' ordine di 1-2 MPa con qualche picco più alto (fino a 6-7 MPa) corrispondente ai livelli più sabbiosi.

In nessun sondaggio sono stati riconosciuti resti vegetali e di legni e quindi non è stato facile differenziazione le due litofacies inferiore e superiore, pur essendo supportati da dati bibliografici, certi che nella zona sono presenti entrambe.

Depositi di barriera trasgressiva (associazione di facies "T")

In seguito all'integrazione delle indagini geognostiche e delle SCPTu l'associazione di facies "T" risulta avere uno spessore di 2-3 m, alla profondità di -25-28 m s.l.m. in linea con il PD. La base dell'associazione di facies "T" è stato posto sulla ben riconoscibile superficie di ravinement che corrisponde a un forte contrasto litologico; è, inoltre, facilmente identificabile nelle prove SCPTu sulla base di un netto aumento della resistenza alla punta qt verso l'alto.

Depositi di piana alluvionale (associazione di facies "A")

Per quanto riguarda la presenza di limi appartenenti ai depositi di piana alluvionale di tipo "A", si tratta di granulometrie di limi argillo-sabbiosi consistenti grigiasti con venature azzurrate e screziature, intervallati a livelli più sabbiosi o livelli organici (S1Pz/20, S2Pz/20).

Il limite tra l'associazione di facies "A" e i depositi trasgressivi sovrastanti, corrispondente alla base del Subsistema di Ravenna, nei sondaggi è visibile in corrispondenza dalla brusca variazione di facies da depositi alluvionali, generalmente sovraconsolidati, a sovrastanti depositi di retrobarriera o, localmente (dove i sedimenti di retrobarriera sono stati erosi), di spiaggia sommersa.

La stessa superficie è ben identificabile nelle prove penetrometriche con piezocono in coincidenza di un brusco aumento di resistenza laterale del terreno, accompagnato da una netta diminuzione della pressione interstiziale. La profondità della base del Subsistema di Ravenna varia tra i 26 e 28 m.

5.2 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

L'interpretazione delle indagini di progetto definitivo ed esecutivo ha permesso di individuare le unità stratigrafiche, che costituiscono i terreni di fondazione.

Sono state identificate otto aree, corrispondenti alle 8 banchine oggetto d'intervento, caratterizzate da profili stratigrafici omogenei per le quali sono stati definiti i modelli geotecnici di riferimento.

Dall'esame dei profili rilevati emerge una litologia regolare dei terreni di fondazione distinta dal differente spessore della successione dei singoli strati di terreno. Si riporta di seguito la sequenza stratigrafica rilevata e già delineata nell'ambito del PD.

- Al di sotto dei terreni di riporto, presenti con spessore variabile sino ad una profondità di +1.0÷-3.0m s.l.m., e fino alla profondità di circa -8÷-13m s.l.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 qc misurata nelle prove penetrometriche statiche compresa tra 2MPa e 8MPa.
- 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 qc compresa tra 0.5MPa e 1.2Mpa.
- A seguire e sino alla profondità di -25.0 ÷ -27.0m s.l.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. (qc compresa tra 0.8MPa e 3.5MPa).
- Da -23.0÷-25.0m s.l.m. si rileva la presenza di un orizzonte granulare composto da sabbie e sabbie limose (unità T) di spessore metrico (qc compresa tra 8MPa e 13MPa). Tale deposito è intercalato da livelli fini tanto da non venire sempre identificato nelle colonne stratigrafiche di sondaggio.
- 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 qc 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

Nelle seguenti tabelle si riporta la stratigrafia di riferimento per il futuro CTS.

Unità	Tipologia Terreno	da [m s.l.m.]	a [m s.l.m.]	γ/γ' [kN/m ³]	ν [-]	OCR [-]	e_0 [-]	C_c [-]	C_R [-]	c_v [m ² /s]	D_{10} [%]	ϕ'_k [°]	c'_k [kPa]	c_{vk} [kPa]	V_s [m/s]	G_0 [MPa]	E_{sp} [MPa]	r [-]	M [MPa]
R	Incoerente	2	-1,5	19/9	0,25	-	-	-	-	-	-	30	-	-	140	38	13	2	8
P	Coesivo	-1,5	-3,5	18/8	0,30	1	1,00	0,25	0,04	1,0E-06	-	28	2,5	25	150	41	7	4	5
S	Incoerente	-3,5	-9	20/10	0,25	-	-	-	-	-	40	34	-	-	160	52	25	2	15
S _{stato*}	Incoerente	-1,5	-12,5	20/10	0,25	-	-	-	-	-	60	36	-	-	170	60	30	2	18
M1	Coesivo	-9	-19	18,5/8,5	0,30	1	0,95	0,16	0,04	2,0E-07	-	29	5	30	175	58	9	4	6
M2	Coesivo	-19	-25	18,5/8,5	0,30	1	0,95	0,16	0,04	4,0E-07	-	30	5	45	225	95	12	4	8
T	Incoerente	-25	-26	20/10	0,25	-	-	-	-	-	50	35	-	-	250	127	42	2	25
A1	Coesivo	-26	-29	19/9	0,30	1	0,80	0,25	0,04	-	-	29	5	65	240	112	15	4	10
A2	Incoerente	-29	-32	20/10	0,25	-	-	-	-	-	50	35	-	-	260	131	50	2	30
A1	Coesivo	-32	-38	19/9	0,30	1	-	0,25	0,04	-	-	29	5	75	260	131	22	4	15

* caratteristiche dello stato S a seguito degli interventi di vibroflottazione-vibrosostituzione ove previsti.

Tabella 3 – Modello geotecnico futuro CTS

Per quanto riguarda la quota di falda, nel territorio in oggetto è presente una falda superficiale freatica alimentata dall'infiltrazione diretta delle precipitazioni, dalla irrigazione e dalle perdite del reticolo idrografico. Essa è principalmente contenuta nei terreni granulari, ossia sabbie e sabbie limose presenti fino a circa 15m di profondità e corrispondenti all'unità "S".

Il livello impermeabile dei limi ed argille del prodelta separa verso l'alto una falda libera all'interno delle sabbie e invece verso il basso un sistema di acquiferi multistrato con falde in pressione costituite da orizzonti permeabili sabbiosi (unità "T" e parte granulare delle unità "A") isolati da livelli argillosi (parte fine delle unità "A").

L'esame delle informazioni dirette desunte dalle letture piezometriche, eseguite nei piezometri installati, mette in evidenza un livello piezometrico medio alla quota del medio mare, in conformità a quanto previsto nel PD.

5.3 INQUADRAMENTO SISMICO

Per la definizione della sismicità dell'area si fa riferimento al lavoro di Stucchi M. et al. (2004) che hanno ridefinito la zonazione sismogenetica italiana (Zonazione sismogenetica ZS9).

La zona dell'Appennino settentrionale-centrale è stata suddivisa secondo 5 fasce parallele longitudinali alla catena e, la zona 912 sulla quale ricade l'area in progetto, insieme alla 917, rappresentano la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico. Segna perciò la spinta del fronte compressivo sepolto nord orientale più avanzato.

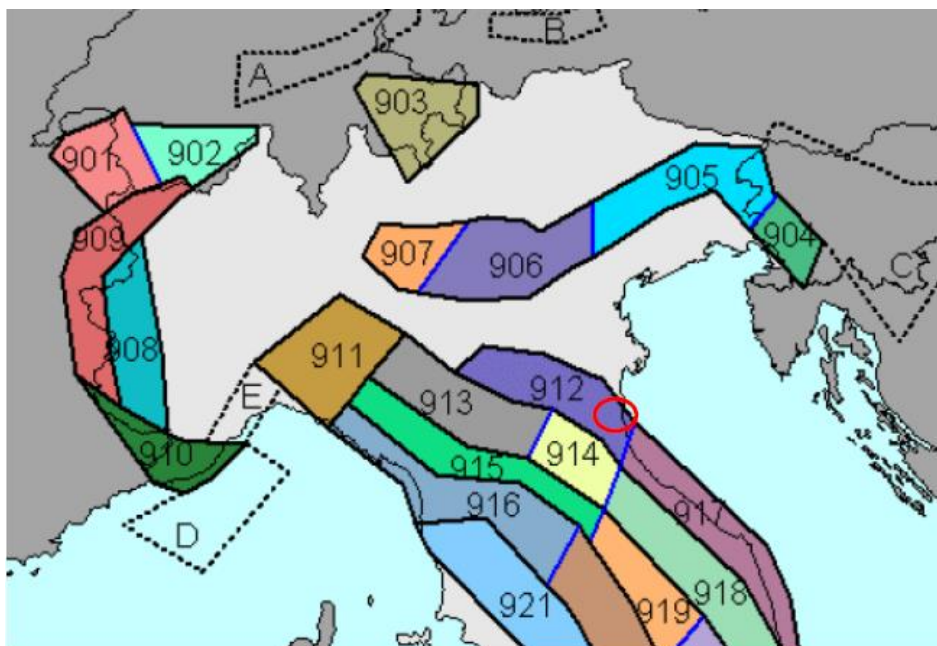


Figura 11 – Estratto (fuori scala) della zonazione sismogenetica ZS906 Nord Italia (Stucchi M. et al., 2004).

Il meccanismo focale prevalente della fascia è quello inverso (con angolo di rake >45, <135) ed è stata assegnata una profondità efficace sulla base del valore della moda e della forma della distribuzione di frequenza degli eventi in funzione della profondità tra i 5 e gli 8 km (Boncio et al., 2000; Galadini et al., 2001). I cataloghi storici mostrano una serie di terremoti con sismicità intermedia e dannosa che hanno interessato l'area come il terremoto di Classe-Ravenna del 725 d.C. con una magnitudo di 5.6, le manifestazioni del 18 marzo 1624 (Mw 5.4, Argenta) e del 30 dicembre 1967 (Mw 5.4, Bassa Padana); i terremoti del 22 ottobre 1796 (Mw 5.6, Bassa Padana) e del 13 gennaio 1909 (Mw 5.5, Bassa Padana) (Boschi et al. 2000; DISS Working Group, 2018; Gruppo di lavoro CPTI, 2004; Guidoboni et al., 2007).

In accordo a quanto riportato nella relazione “Valutazione del potenziale di liquefazione del Porto di Ravenna” a cura di Eucentre e sulla base dei dati a disposizione, è stata adottata la seguente magnitudo:
Tr 712 anni SLV $M_w = 5.96$

5.3.1 Azione sismica di progetto

Il progetto delle strutture è realizzato nel rispetto del Decreto Ministeriale 17/01/2018 “Norme Tecniche per le costruzioni”, che prescrive di esplicitare la scelta di Vita Nominale di Progetto e Classe d'Uso delle opere, la quale deve essere effettuata di concerto con il Committente.

5.3.1.1 Vita Nominale

Tutte le opere sono assegnate alla Tipologia 2 “Costruzioni con livelli di prestazioni ordinati”

→ Vita Nominale $V_N = 50$ anni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tab. 2.4.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

5.3.1.2 Classe d'uso

Per il caso specifico si assume una **Classe III**

CLASSE	DESCRIZIONE:
I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
II	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
III	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.
IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tab. 2.4.I – Classi d'uso secondo il paragrafo §2.4.2 delle NTC18

5.3.1.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento è associato alle Prescrizioni del Consiglio superiore dei lavori pubblici – CSLLPP (parere n. 63 del 2017) che dispone quanto segue:

Aspetti strutturali.

2. La maggior parte delle opere sono dimensionate nella assunzione di vita nominale 50 anni e classe d'uso III, con le azioni sismiche sviluppate di conseguenza per un periodo di riferimento di 75 anni, scelta che si ritiene condivisibile. Fa eccezione la banchina Bunge nord, per la quale sono state invece assunte una vita nominale di 50 anni e classe d'uso II. La motivazione di tale incongruenza, anche se modesta, vista la moderata sismicità della zona, appare connessa al diverso sviluppo temporale di quella porzione del progetto. Ove nelle successive fasi di progettazione tale disomogeneità non fosse sanabile, si ritiene opportuna almeno una verifica delle conseguenze sui livelli di sicurezza attinti per le combinazioni sismiche.

Pertanto, il periodo di riferimento per l'azione sismica per la banchina in esame è:

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

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

5.3.1.4 Azione sismica

L'azione del sisma è stata definita in accordo con il DM 17.01.2018 e la Circolare n° 7 del 21.01.2019.

Le azioni sismiche vengono valutate in relazione al periodo di riferimento $V_R = 75$ anni

Il tempo di ritorno dell'evento sismico è pari a $T_r = 712$ anni, pertanto l'accelerazione orizzontale di base a_g su sito di riferimento rigido risulta essere:

$$\begin{array}{ll} \text{Stato Limite di Danno (SLD)} & a_g = 0.064g \\ \text{Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)} & a_g = 0.172g \end{array}$$

È stata fatta una analisi di Risposta Sismica Locale (RSL) sulla base dei dati desunti dalle indagini di progetto definitivo ed esecutivo, per definire l'accelerazione sismica orizzontale massima di progetto (amplificazione stratigrafica), che è pari a:

$$\begin{array}{ll} \text{Stato Limite di Danno (SLD)} & a_{g,max} = 0.02g \\ \text{Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)} & a_{g,max} = 0.1g \end{array}$$

Si rimanda alla "Relazione sismica" di progetto esecutivo per un maggiore dettaglio degli argomenti trattati.

5.3.2 Modello geotecnico-sismico

La caratterizzazione ai fini sismici ha portato a identificare due aree caratterizzate da profili geotecnici sismici omogenei: MGS1 (comprendente le banchine IFA e Trattaroli Sud) e MGS2 (comprendente le rimanenti) e riportati nella seguente figura.

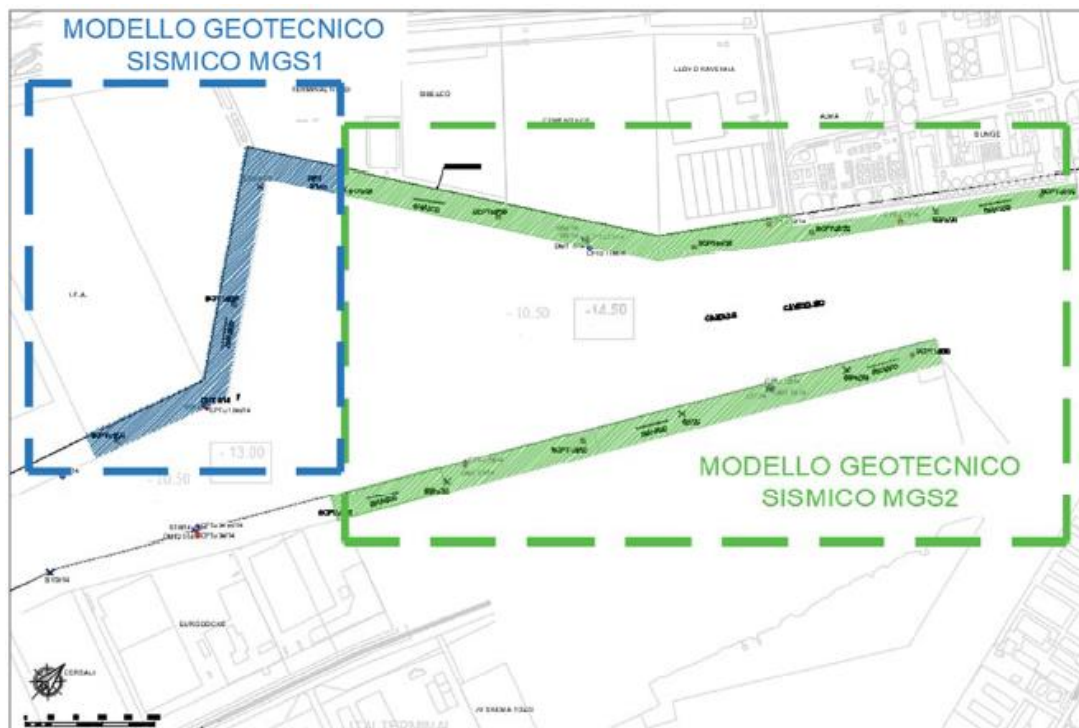


Figura 12 – Planimetria aree di competenza dei n.2 modelli geotecnici sismici adottati.

Unità	Tipologia Terreno	da [m s.l.m.]	a [m s.l.m.]	σ_v' [kPa]	z [m s.l.m.]	SLD a maxig = 0.10		SLV a maxig = 0.20	
						G [MPa]	γ [%]	G [MPa]	γ [%]
R	Incoerente	2,00	-1,50	25,75	0,25	28	0,008	26	0,016
P	Coesivo	-1,50	-3,50	59,50	-2,50	27	0,019	22	0,047
S	Incoerente	-3,50	-9,00	95,00	-6,25	21	0,042	12	0,144
M1	Coesivo	-9,00	-19,00	165,00	-14,00	27	0,055	22	0,136
M2	Coesivo	-19,00	-25,00	233,00	-22,00	50	0,038	19	0,194
T	Incoerente	-25,00	-26,00	263,50	-25,50	50	0,040	11	0,371
A1	Coesivo	-26,00	-30,00	286,50	-28,00	68	0,030	45	0,090
A2	Incoerente	-30,00	-38,00	340,50	-34,00	82	0,025	46	0,088

Tabella 4 – Andamento di γ con la profondità per modello geotecnico MGS 2

Per quanto riguarda il MGS 2, in condizioni SLD le deformazioni di taglio γ risultano inferiori a 0.04 % per i terreni incoerenti e a 0.05 % per quelli coesivi, tali da non creare sovrappressioni significative.

In condizioni SLV le deformazioni di taglio γ risultano inferiori a 0.2 % per i terreni coesivi, tali quindi da non creare sovrappressioni significative.

Per quanto riguarda i terreni incoerenti, le deformazioni di taglio γ risultano significative, dell'ordine dello 0.15%, per l'unità S individuata dalle indagini fra -3.5 e -9.0 m s.l.m..

Si rilevano deformazioni significative anche nello strato T che però risulta poco influente ai fini del dimensionamento delle opere di sostegno

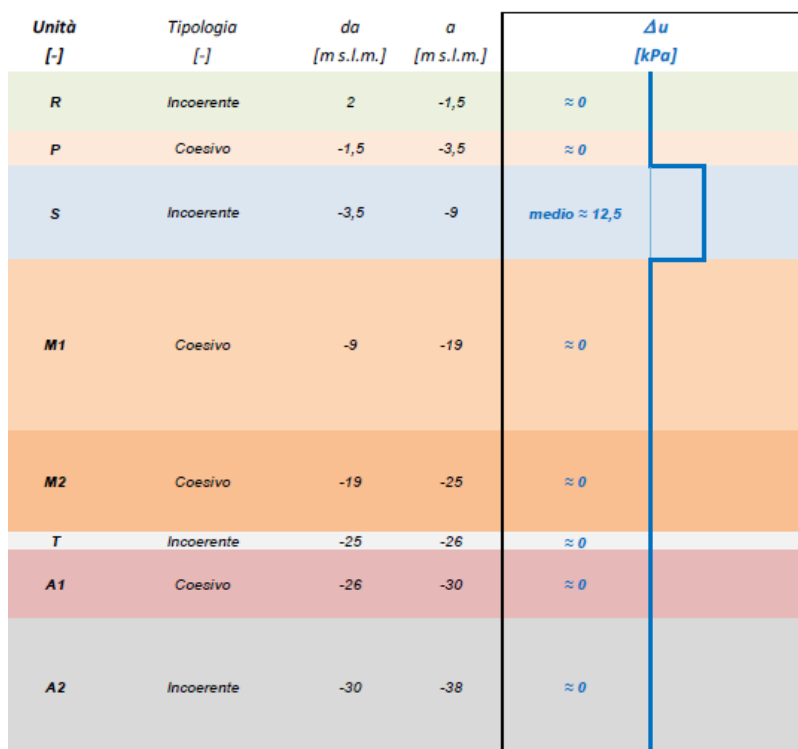


Figura 13 – Andamento dell'incremento Δu in condizioni SLV per il MGS 2.

Si ritenete che non si possano generare sovrappressioni laddove sono previsti gli interventi di vibroflottazione-vibrosostituzione del livello sabbioso S; tali interventi hanno infatti un duplice effetto:

- rendere più addensati e quindi più rigidi e meno deformabili tali livelli;
- creare delle vie di drenaggio che non permettono l'accumulo di Δu .

6 DESCRIZIONE DELLE OPERE

6.1 BANCHINA N1

6.1.1 Documenti di riferimento

- Progetto definitivo posto a base di gara

In merito alla banchina esistente, dall'Autorità Portuale è stata reperita la seguente documentazione:

- Progetto Esecutivo;
- Progetto - 1^a Perizia di Variante;
- Progetto - 2^a Perizia di Variante;
- Relazione a strutture ultimate del Direttore dei Lavori;
- Relazione di collaudo statico.

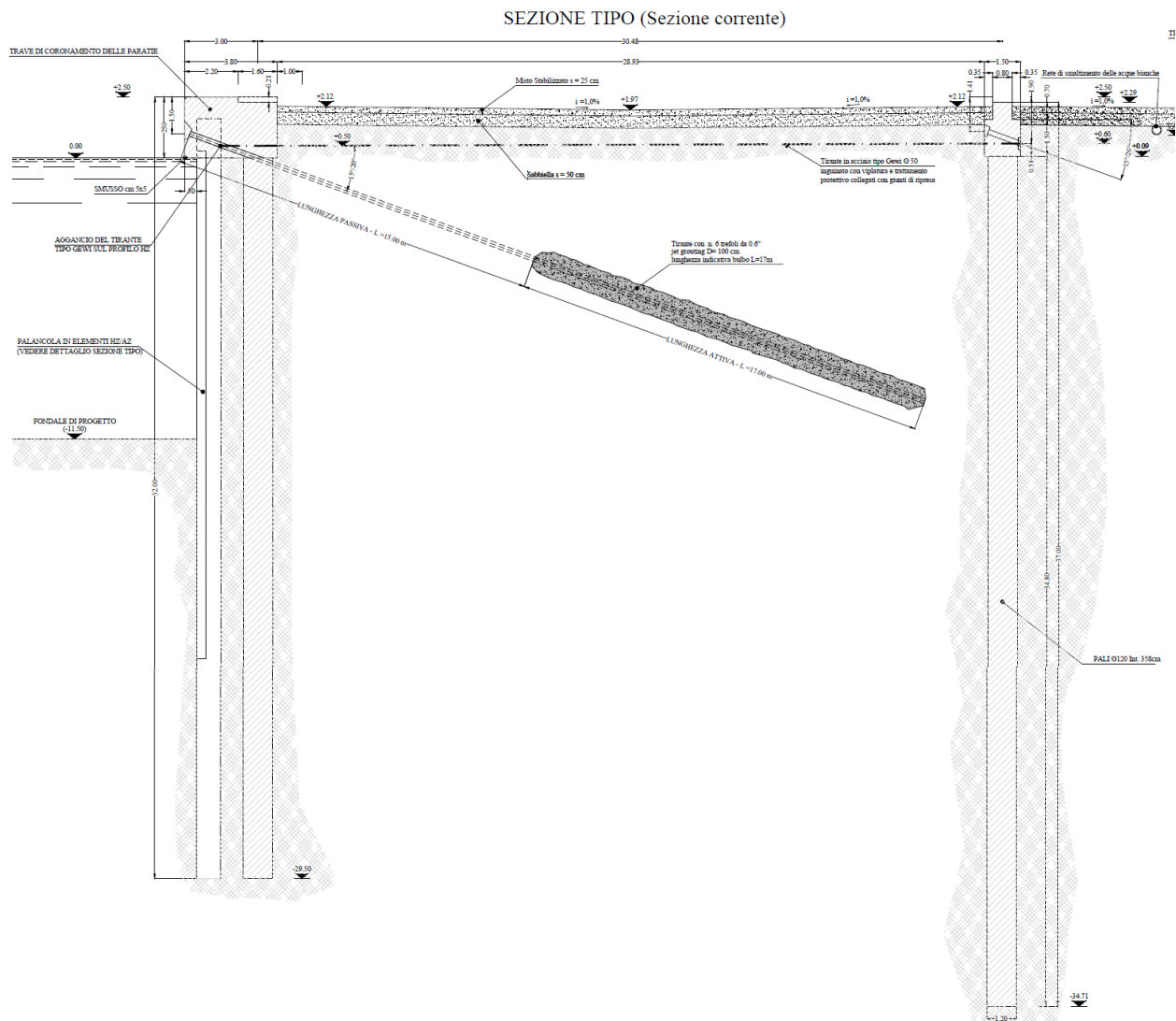


Figura 14 – Stato di fatto - Sezione corrente (Estratto dalla 2^a Perizia di Variante – Sezioni Tipologiche: Tiranti con Jet Grouting)

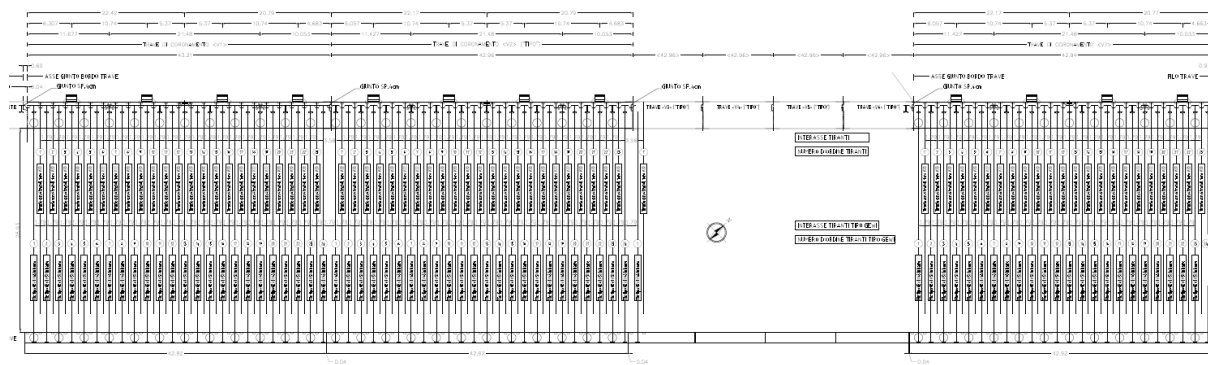


Figura 15 - Estratto da PE di Variante - Tav.02 - Stralcio planimetrico con ubicazione arredi di banchina

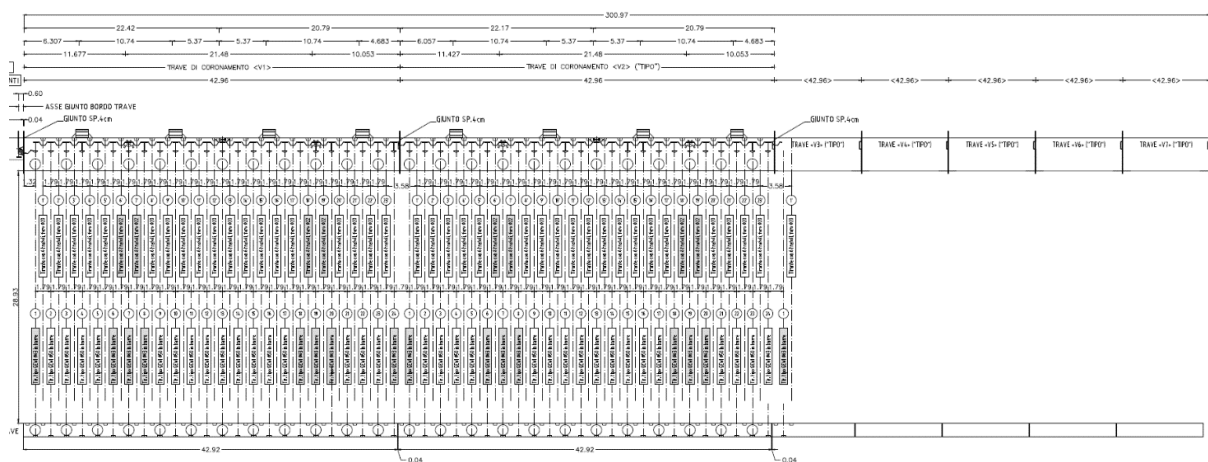


Figura 16 - Estratto da PE 2° perizia di variante e suppletiva - T001 Planimetria generale

La struttura di banchina è composta da una parete combinata HZ975C-AZ18 con piede a quota -29.50 m s.l.m.m. (-29,80 m su l.m.m. in corrispondenza delle bitte) ed è ancorata in testa mediante tiranti a n. 6 trefoli da 0.6" (n.8 trefoli in corrispondenza delle bitte) pretesi inclinati alternativamente di 15° e 20° sull'orizzontale con bulbo in jet-grouting di diametro 1 m e lunghezza 17 m.

La struttura è completata da una doppia fila di pali trivellati, diametro 1200 mm e interasse 3.58 m, che fungono da fondazione delle vie di corsa della futura gru a portale. La fila di pali lato mare ha piede a quota -29.50 m s.l.m.m ed è collegata al palancoito tramite una trave di coronamento in c.a., la fila di pali lato terra, che dista circa 30 metri rispetto alla via di corsa lato mare, ha piede a quota -34.71 m s.l.m.m. ed è collegata in testa da una trave in c.a. che presenta una predisposizione per l'installazione di un tirante inclinato di 15/20° rispetto all'orizzontale.

Le due file di pali sono mutuamente collegate mediante tiranti a barra tipo Gewi Ø50 (Ø63.5 in corrispondenza delle bitte) posti ad interasse di 1.79 m.

PRESCRIZIONI MATERIALI	
CALCESTRUZZO	
RESISTENZA CARATTERISTICA CUBICA CLS. R_{ck}	= 45 MPa
RESISTENZA CARATTERISTICA CILINDRICA CLS. f_{ck}	= 35 MPa
CEMENTO POZZOLANICO CLASSE	= 42.5 R
CONTENUTO MINIMO CEMENTO NELL'IMPASTO	= 370 kg/m ³
RAPPORTO MASSIMO ACQUA/CEMENTO A/C	= 0.45
DIMENSIONE MASSIMA NOMINALE AGGREGATI D_{max}	= 30 mm
SLUMP (S4)	= 160-210 mm
ACCIAIO CONTROLLATO IN STABILIMENTO AD ADERENZA MIGLIORATA	
BARRE AVENTI DIAMETRO NOM. INFERIORE/UGUALE A 26 mm	= Fe B 44 k
BARRE AVENTI DIAMETRO NOM. UGUALE A 30 mm	= Fe B 38 k
COPRIFERRO	
IL COPRIFERRO MINIMO NON DEVE ESSERE INFERIORE A	= 4 cm
NOTA BENE	
E' AMMESSO L'USO DI RITARDANTI PER CONSENTIRE LA LAVORABILITA' DEL CLS. DIETRO APPROVAZIONE PREVENTIVA DEL DIRETTORE DEI LAVORI.	
LE MISURE DEI FERRI DI ARMATURA LONGITUDINALE DOVRANNO ESSERE PRESE IN BASE ALLE EFFETTIVE POSIZIONI DEI GIUNTI (INTERMEDI ALLE PALANCOLE PRINCIPALI E SITUATI SULLE COPPIE DI PALANCOLE SECONDARIE).	
AI FINI COSTRUTTIVI VANNO COMUNQUE VERIFICATE LE MISURE DEI FERRI D'ARMATURA.	
PALANCOLA	
ELEMENTI H	ACCIAIO S430GP SNERVAMENTO- f_y >430 N/mm ² ROTTURA R_t >510 N/mm ²
ELEMENTI Z	ACCIAIO S430GP SNERVAMENTO- f_y >430 N/mm ² ROTTURA R_t >510 N/mm ²
BARRE IN ACCIAIO TIPO GEWI	
TIPO A	DIAM. Ø50 ACCIAIO TIPO 500/550 CARICO DI SNERVAMENTO 982KN CARICO DI ROTTURA 1080KN
TIPO B	DIAM. Ø63 ACCIAIO TIPO 555/700 CARICO DI SNERVAMENTO 1758KN CARICO DI ROTTURA 2217KN
TIRANTI DI ANCORAGGIO	TREFOLI DA 0,6" IN ACCIAIO ARMONICO Fpk 1860 N/mm ² Fpk(1)k 1670 N/mm ²

Figura 17 – Stato di fatto – Prescrizioni materiali (Estratto dalla 2^a Perizia di Variante – Sezioni Tipologiche: Tiranti con Jet Grouting)

6.1.2 Prestazioni richieste al banchinamento

e prestazioni richieste per l'adeguamento della banchina N1 sono:

	Esplicitamente indicate dalla committenza in fase di Progetto Definitivo	Utilizzato nel Progetto Esecutivo
Fondale di progetto:	-12,50 m su l.m.m.	12,50 m su l.m.m.
Futuro fondale di progetto:	-14,50 m su l.m.m.	-14,50 m su l.m.m.
Fondale di calcolo:	-15,00 m s.l.m.m.	-15,00 m s.l.m.m.
Quota piazzali:	+3.50 m s.l.m.m.	+3.50 m s.l.m.m.
Sovraccarico:	60 kPa	60 kPa
Bitte da 1000 kN ad interasse:	25 m	Mantenute le bitte esistenti
Gru STS con scartamento:	19 m	19 m
Nave di progetto:	da 100.000 t (<i>molto grande</i> ai sensi della definizione delle NTC 2008).	da 100.000 t (<i>molto grande</i> ai sensi della definizione delle NTC 2008). Per il calcolo dei fender sono state assunte le seguenti Navi portacontainer: <ul style="list-style-type: none"> • Panamax da 30'000 DWT • Panamax da 60'000 DWT • Post Panamax da 70'000 DWT • Post Panamax da 100'000 DWT
Azione sismica		
Classe d'uso:	III	III
Vita nominale:	50 anni	50 anni
Coefficiente di compartecipazione dei carichi:	$\psi_{2,i}=0.8$	$\psi_{2,i}=0.8$ categoria E secondo NTC2018

6.1.3 Intervento previsto

L'intervento prevede le seguenti fasi realizzative:

- Scavo di sbancamento fino a quota +0.10 m s.l.m.m., al fine di evidenziare i tiranti orizzontali esistenti, e rimozione delle sovrastrutture quali recinzioni e sottoservizi
- Rimozione dei tiranti
- Realizzazione dei nuovi pali trivellati Ø600 a sostegno della pavimentazione del piazzale retrobanchina e dei pali Ø1000 che costituiscono le fondazioni delle vie di corsa della gru a portale
- Consolidamento del terreno nell'area di stoccaggio mediante colonne in ghiaia Ø600
- Reinserimento dei tiranti di ancoraggio precedentemente rimossi
- Realizzazione delle travi di collegamento dei pali Ø600 e di parte della trave di fondazione della via di corsa lato terra
- Sopraelevazione della trave di banchina
- Completamento della trave di fondazione della via di corsa lato mare
- Rinterro fino a quota +2.50 m s.l.m.m. e realizzazione della pavimentazione di piazzale
- Dragaggio del fondale fino alla quota di progetto

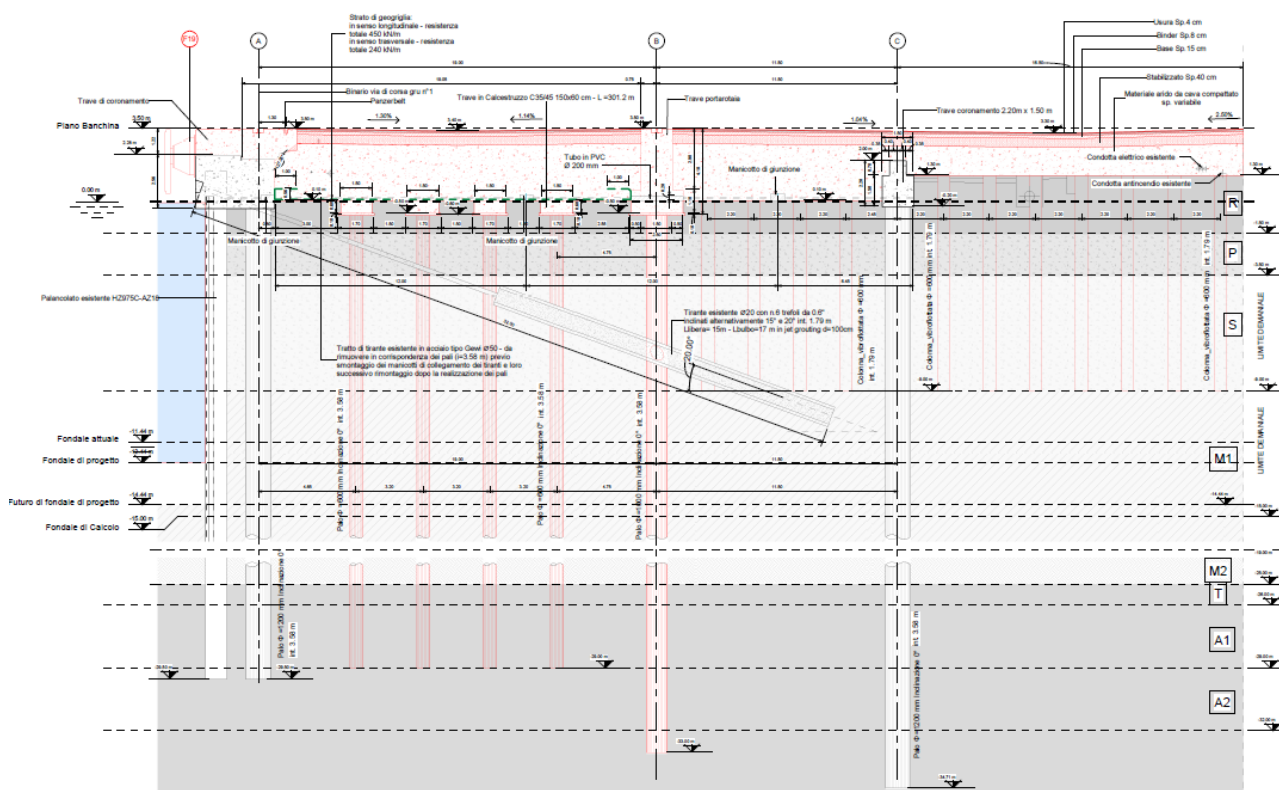


Figura 18 – Banchina N1 – Sezione di progetto.

Colonne in ghiaia

Le colonne in ghiaia di diametro $D=600$ mm e disposte con maglia 1.79×2.2 m saranno realizzate nell'area di stoccaggio per abbattere le sovrappressioni neutre indotte dall'azione sismica e ridurre così il rischio di liquefazione dello strato sabbioso "S". Le colonne lato mare saranno spinte fino a quota -9.00 m s.l.m.m.

Pali trivellati

I pali necessari alla riduzione dei cedimenti della pavimentazione retro banchina hanno diametro $D=600$ mm e sono disposti con maglia 3.2×3.58 m da quota $+0.10$ m s.l.m.m. a quota -29.00 m s.l.m.m. (quota di

estradosso dello strato incoerente); il collegamento in testa è garantito per file mediante travi in c.a. di larghezza 1.50 m e altezza 0.60 m.

I pali di fondazione delle vie di corsa della gru a portale hanno diametro D=1000 mm e sono disposti con interasse 3.580m da quota +0.10 m s.l.m.m. a quota -35,00 m s.l.m.m..

Arredi banchina:

Le bitte sono quelle esistenti di capacità da 100 ton.

I parabordi

I nuovi parabordi saranno installati nella stessa posizione di quelli esistenti, ma saranno del tipo conico SCN1300 E1.9. con pannello frontale di altezza 3 m e larghezza 2.3 m

Pavimentazione

Pavimentazione di tipo flessibile composta da uno strato di misto stabilizzato di spessore 40 cm che poggia sul materiale di riempimento compattato, strato di base di spessore 15 cm, binder di spessore 8 cm e tappeto di usura di spessore 4 cm.

Materiale arido di nuova fornitura

Per raggiungere la quota di progetto prima della posa del pacchetto di pavimentazione, è prevista la stesa di materiale arido da cava di idonea composizione e compattato per strati.

Nella zona compresa tra le due vie di corsa, prima della stesa del materiale arido, si prevede la posa di una geogriglia di resistenza longitudinale 450 kN/m e trasversale 240 kN/m.

Scavi

Il volume complessivo del materiale derivante dalle fasi di scavo e di realizzazione dei pali trivellati è stimabile in circa 17'460.91 m³ così suddivisi:

DEMOLIZIONI E SCAVI		
Categoria	Descrizione	Volume m ³
Demolizioni	Demolizione di pavimentazione bituminosa (tappetino, binder e strati di base), spessore 0,55-0,70 m	8.545,42
Demolizioni	Demolizione di strutture in calcestruzzo semplice e/o armato. Volume stimato	108,13
Scavi	Scavo di sbancamento sp. 1,20m	10.588,79
Scavi	Scavo a sezione obbligata per realizzazione travi di coronamento	1.791,90
Scavi	Scavo per pali trivellati dia. 600mm	2.764,55
Scavi	Scavo per pali trivellati dia.1000mm	2.315,67
COSTRUZIONI		
Categoria	Descrizione	Volume m ³
Riporti	Riempimento di colonne di ghiaia dia. 600mm	5.886,38
Riporti	Misto granulato di cava. Formazione di rilevati con materiale arido di idonea composizione granulometrica esente da argilla. Appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-	26.446,96

	5, A3, ovvero di frantumati di roccia o smarino di galleria, di materiali idonei provenienti sia dagli scavi che dalle cave di prestito.	
--	--	--

Riutilizzo in sito terre da scavo

Non è previsto il riutilizzo delle terre e rocce da scavo in sito ma si prevede la destinazione dello stesso a smaltimento, presso idonea discarica, e pertanto verrà considerato come rifiuto.

Il materiale dovrà essere classificato adeguatamente, con rispettivo codice CER, mediante classificazione merceologica e definizione di pericolosità dello stesso.

Reti impiantistiche

Sono previsti nuovi cavidotti e pozzetti di ispezione/rompitratta, posizionati come da elaborati grafici, per l'installazione e la futura manutenzione delle linee elettriche da parte dei terminalisti.

6.2 BANCHINA N2

6.2.1 Documenti di riferimento

- Progetto definitivo posto a base di gara

6.2.2 Prestazioni richieste al banchinamento

Le prestazioni richieste la banchina N2 sono:

	Esplicitamente indicate dalla committenza in fase di Progetto Definitivo	Utilizzato nel Progetto Esecutivo
Fondale di progetto:	-12,50 m su l.m.m.	12,50 m su l.m.m.
Futuro fondale di progetto:	-14,50 m su l.m.m.	-14,50 m su l.m.m.
Fondale di calcolo:	-15,00 m s.l.m.m.	-15,00 m s.l.m.m.
Quota piazzali:	+3.50 m s.l.m.m.	+3.50 m s.l.m.m.
Sovraccarico:	60 kPa	60 kPa
Bitte da 1000 kN ad interasse:	25 m	25 m
Gru STS con scartamento:	19 m	19 m
Nave di progetto:	da 100.000 t (<i>molto grande</i> ai sensi della definizione delle NTC 2008).	Nave portacontainer: <ul style="list-style-type: none"> • Panamax da 30'000 DWT • Panamax da 60'000 DWT • Post Panamax da 70'000 DWT • Post Panamax da 100'000 DWT
Azione sismica		
Classe d'uso:	III	III
Vita nominale:	50 anni	50 anni
Coefficiente di compartecipazione dei carichi:	$\psi_{2,i}=0.8$	$\psi_{2,i}=0.8$ <i>categoria E secondo NTC2018</i>

6.2.3 Intervento previsto

L'intervento prevede le seguenti fasi realizzative:

- Stato di partenza quota +1.50 m slmmm
- Scavo di sbancamento fino a quota +0.70 m s.l.m.m.
- Consolidamento del terreno nell'area mediante colonne in ghiaia Ø600, maglia 1.575 x 2.50 m, con due lunghezze:
 - 16.7 m, nell'area di banchina fra le due vie di corsa della futura gru STS
 - 10.7 nell'area a tergo
- Realizzazione rilevati di precarica per settori successivi (no.7)
- Contestuale realizzazione della paratia lato mare mediante:
 - Vibroinfissione della parete combintazione in acciaio (tubo D1.8 m / palancola AZ18) fino a quota -25 m slmm
 - Trivellazione all'interno dei tubi fino a quota -34.50 m slmm per formazione di palo in c.a. diametro 1.8 m
 - Realizzazione della trave di coronamento secondo sagoma di progetto, con inserimento delle bitte e dei panzerbelt
- Rimozione dei rilevati di precarica fino a quota +0.70 m slmm

- Realizzazione pali Ø1000 che costituiscono le fondazioni delle vie di corsa della gru STS fino a quota -34.50 m slmm e la trave martello (-17 m slmm)
- Realizzazione ancoraggio fra la paratia e la trave martello mediante tiranti a barra interasse 1.575 m
- Realizzazione delle travi di collegamento dei pali Ø1000 (via di corda lato terra e trave martello).
- Rinterro con materiale arido, posa impianti e realizzazione della pavimentazione di piazzale
- Dragaggio del fondale fino alla quota di progetto (da realizzare in fase successiva).

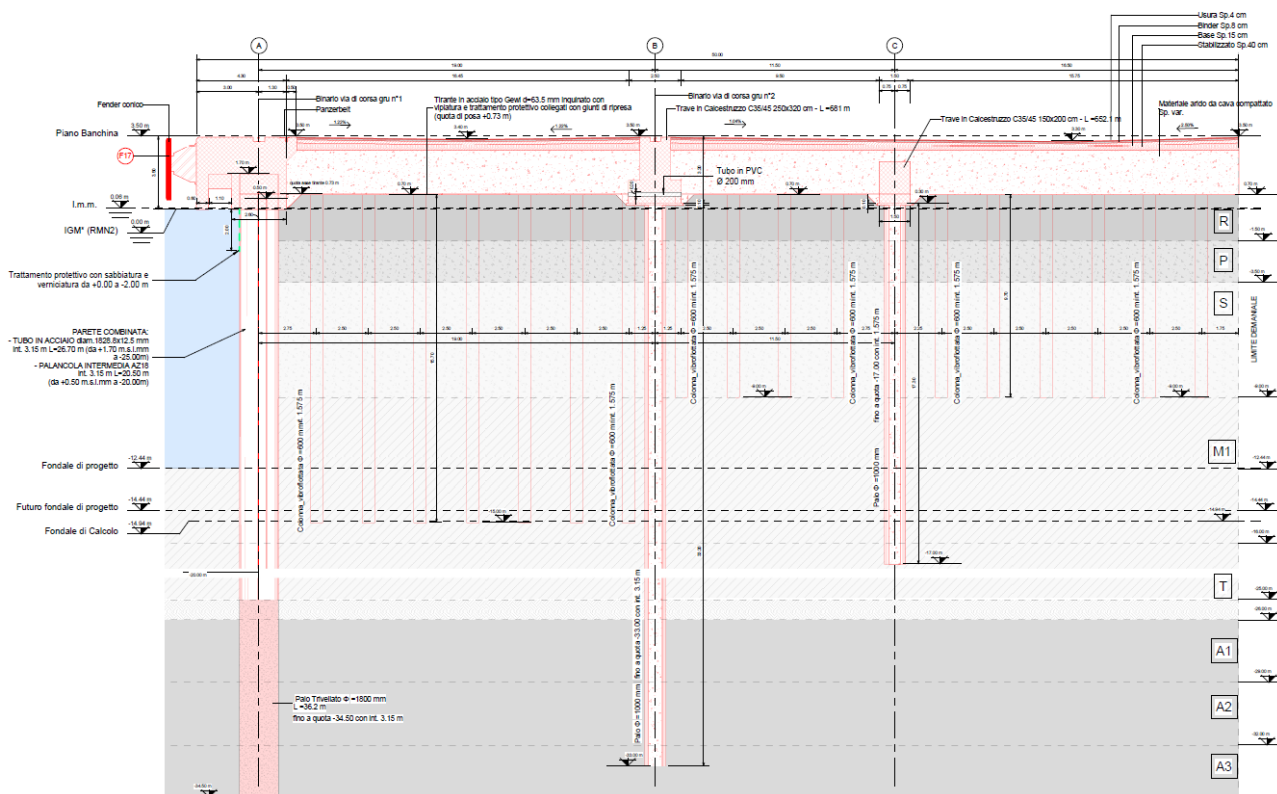


Figura 19 – Banchina N2 – Sezione di progetto.

Colonne in ghiaia

Le colonne in ghiaia di diametro $D=600$ mm e disposte con maglia 1.575×2.5 m saranno realizzate nell'area di stoccaggio per abbattere le sovrappressioni neutre indotte dall'azione sismica e ridurre così il rischio di liquefazione dello strato sabbioso "S".

Pali trivellati

I pali di fondazione della via di corsa lato mare della gru STS, da realizzare all'interno del tubo della parete combinata, hanno diametro $D=1800$ mm e sono disposti con interasse 3.15 m con lunghezza fino a -34.50 m slmm.

I pali di fondazione della via di corsa lato terra della gru STS hanno diametro $D=1000$ mm e sono disposti con interasse 3.15 m con lunghezza fino a -34.50 m slmm.

I pali di fondazione della trave martello hanno diametro $D=1000$ mm e sono disposti con interasse 1.575 m con lunghezza fino a -17.00 m slmm.

Arredi banchina:

Le bitte hanno capacità da 100 ton, disposti con interasse 25 m

I nuovi parabordi sono del tipo conico SCN1300 E1.9. con pannello frontale di altezza 3 m e larghezza 2.3 m, disposti con interasse 12.5 m

Pavimentazione

Pavimentazione di tipo flessibile composta da uno strato di misto stabilizzato di spessore 40 cm che poggia sul materiale di riempimento compattato, strato di base di spessore 15 cm, binder di spessore 8 cm e tappeto di usura di spessore 4 cm.

Materiale arido di nuova fornitura

Per raggiungere la quota di progetto prima della posa del pacchetto di pavimentazione, è prevista la stesa di materiale arido da cava di idonea composizione e compattato per strati.

Scavi

Viene riportato di seguito un quadro sinottico, relativamente alle stime dei materiali derivanti da attività di demolizione, dalle fasi di scavo ed il materiale utile alle differenti fasi di costruzione.

DEMOLIZIONI E SCAVI		
Categoria	Descrizione	Volume m ³
Scavi	Scavo di sbancamento da quota piano campagna a quota +0,7	37.891,96
Scavi	Scavo a sezione obbligata per realizzazione travi	2.602,49
Scavi	Scavo di sbancamento terreno di approvvigionamento per precariche. Materiale fornito per una tratta e successivamente riutilizzato nelle seguenti 6 tratte.	20.500,00
Scavi	Scavo per pali trivellati dia. 1000mm	12.771,52
Scavi	Scavo per pali trivellati dia. 1800mm	22.108,27
COSTRUZIONI		
Categoria	Descrizione	Volume m ³
Riporti	Riempimento di colonne di ghiaia dia. 600mm	30.507,02
Riporti	<i>Misto granulato di cava.</i> Formazione di rilevati con materiale arido di idonea composizione granulometrica esente da argilla. Appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3, ovvero di frantumati di roccia o smarino di galleria, di materiali idonei provenienti sia dagli scavi che dalle cave di prestito.	82.613,80

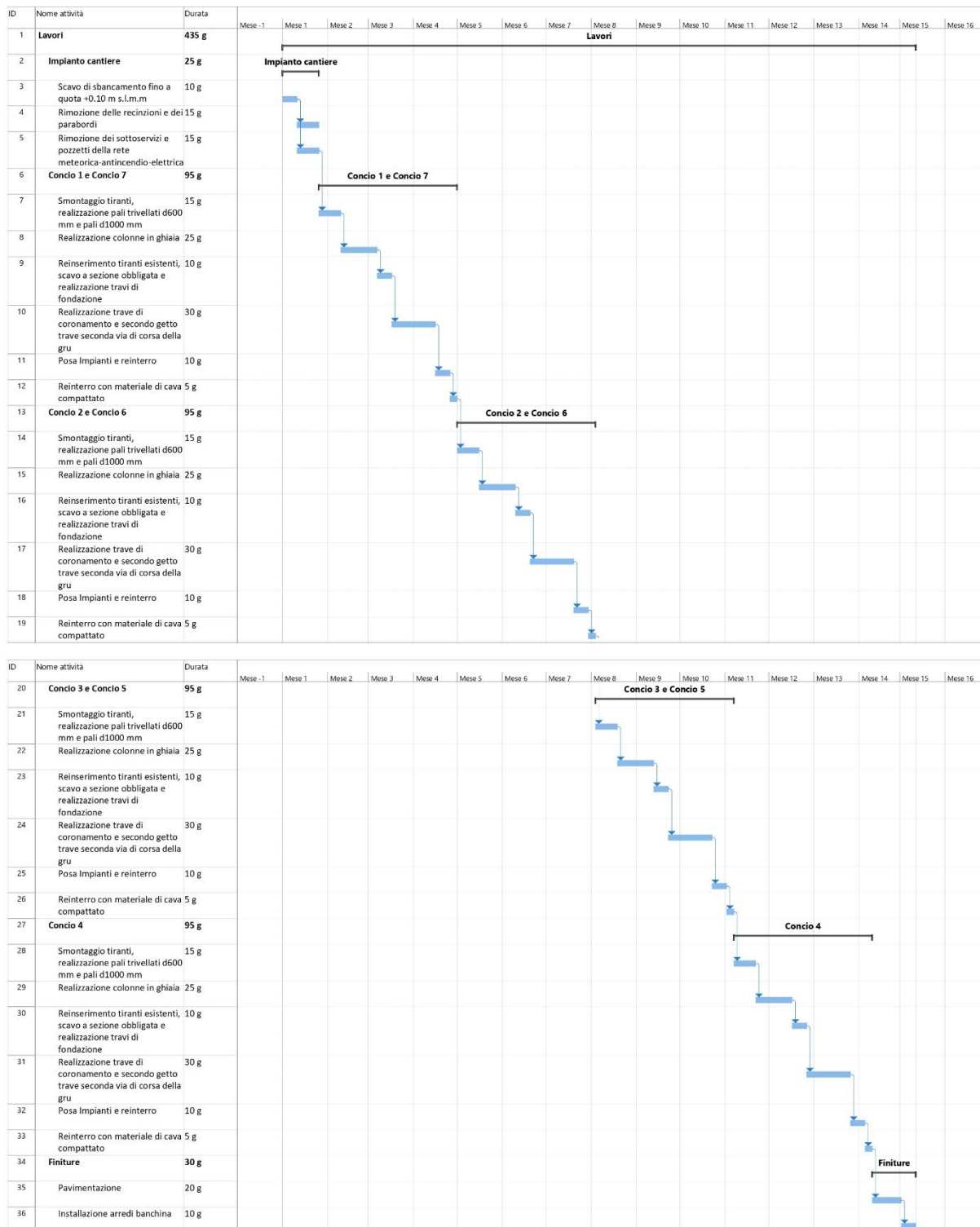
Reti impiantistiche

Sono previsti nuovi cavidotti e pozzetti di ispezione/rompitratta, posizionati come da elaborati grafici, per l'installazione e la futura manutenzione delle linee elettriche da parte dei terminalisti.

7 CRONOPROGRAMMA DELLE LAVORAZIONI

7.1 BANCHINA N1

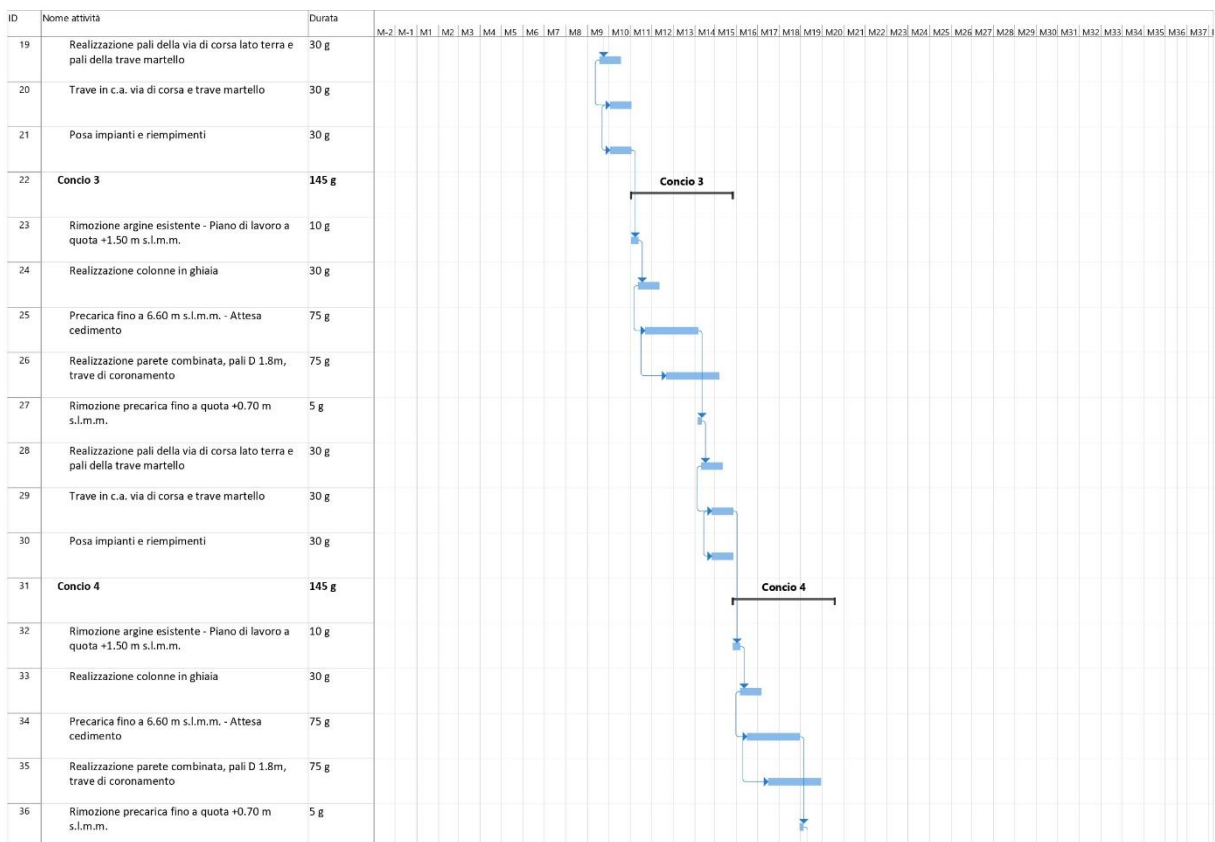
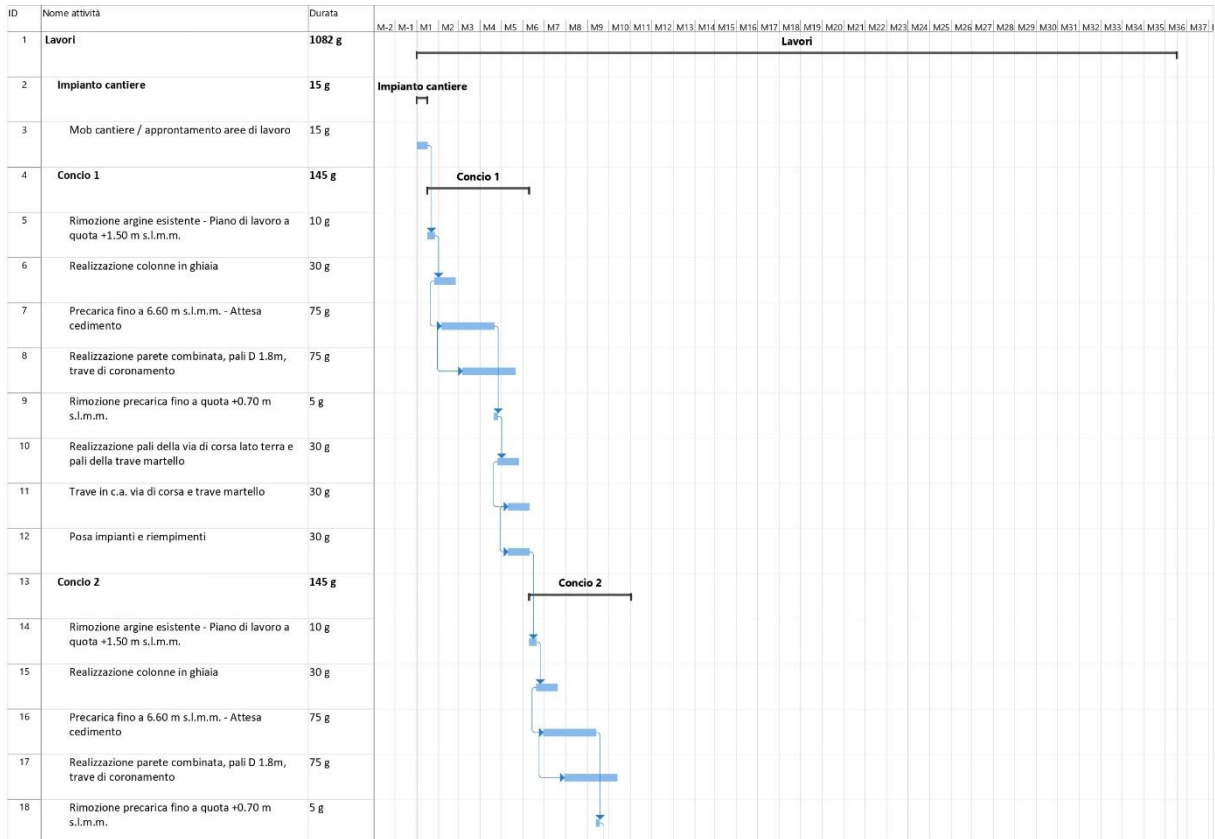
Di seguito si rappresenta il cronoprogramma temporale delle lavorazioni.



Per le singole fasi costruttive si rimanda alla relazione di cantierizzazione (doc. "1114-E-BAC-CAN-RE-01-0").

7.2 BANCHINA N2

Di seguito si rappresenta il cronoprogramma temporale delle lavorazioni.



8 QUADRO ECONOMICO CANTIERE N – NUOVO TERMINAL CONTAINER

BANCHINA N1

IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA

INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE PROVVISTE	IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI
A) LAVORI		
Lavori a CORPO	7 895 749,51	
BA - BANCHINE	7 895 749,51	
<i>BAK - BANCHINA FUTURO CTS (Cantiere N1 - Sopraelevazione NTC)</i>	<i>7 895 749,51</i>	
02 - Fondazioni profonde	3 815 534,32	
005 - Pali	3 068 737,36	
007 - Consolidamenti terreno	746 796,96	
03 - Movimenti terra	447 804,19	
010 - Scavi	447 804,19	
06 - Opere in c.a.	1 543 600,14	
021 - Trave di coronamento	784 150,53	
023 - Travi portarotaie	759 449,61	
07 - Strutture per impianti di movimentazione	300 384,84	
024 - Rotaie gru	300 384,84	
08 - Arredi di banchina	5 605,68	
027 - Arredi di banchina definitivi	5 605,68	
10 - Impianti elettrici e tecnologici	157 717,49	
025 - Canalette per gru	157 717,49	
11 - Strade e pavimentazioni	1 585 891,64	
033 - Pavimentazioni in conglomerati bituminosi	1 585 891,64	
13 - Monitoraggi	35 745,22	
037 - Stazioni di monitoraggio	35 745,22	
14 - Prove su strutture	3 465,99	
038 - Prove su tiranti esistenti	3 465,99	
Lavori a MISURA	284 275,02	
BA - BANCHINE	284 275,02	
<i>BAK - BANCHINA FUTURO CTS (Cantiere N1 - Sopraelevazione NTC)</i>	<i>284 275,02</i>	
10 - Impianti elettrici e tecnologici	284 275,02	
028 - Impianto antincendio	76 299,08	
029 - Impianto smaltimento acque meteoriche	102 972,01	
032 - Impianti elettrici	105 003,93	
IMPORTO LAVORI Euro		8 180 024,53
Importo dei lavori soggetti a ribasso d'asta Euro	8 180 024,53	
IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA Euro		8 180 024,53

Opere aggiuntive:

IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA

INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE PROVVISTE	IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI
A) LAVORI		
Lavori a CORPO	892 233,27	
BA - BANCHINE	892 233,27	
<i>BAK - BANCHINA FUTURO CTS (Cantiere N1 - Sopraelevazione NTC)</i>	<i>892 233,27</i>	
08 - Arredi di banchina	600 208,00	
027 - Arredi di banchina definitivi	600 208,00	
11 - Strade e pavimentazioni	292 025,27	
033 - Pavimentazioni in conglomerati bituminosi	292 025,27	
IMPORTO LAVORI Euro		892 233,27
Importo dei lavori soggetti a ribasso d'asta Euro	892 233,27	
IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA Euro		892 233,27

BANCHINA N2

IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA

INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE PROVVISTE	IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI
A) LAVORI		
Lavori a CORPO	45 925 874,67	
BA - BANCHINE	45 925 874,67	
BAN - BANCHINA FUTURO CTS (Cantiere N2 - Nuovo Tratto NTC)	45 925 874,67	
02 - Fondazioni profonde	32 187 540,46	
005 - Pali	18 483 789,84	
007 - Consolidamenti terreno	3 932 306,26	
008 - Palancolati	7 853 476,94	
009 - Opere di sostegno (tiranti)	1 470 522,59	
018 - Trasporti	318 375,87	
019 - Oneri conferimento	129 068,96	
03 - Movimenti terra	2 018 162,09	
010 - Scavi	289 601,69	
011 - Rinterrati	1 283 415,00	
018 - Trasporti	339 158,40	
019 - Oneri conferimento	105 987,00	
06 - Opere in c.a.	5 986 520,68	
021 - Trave di coronamento	4 386 688,52	
023 - Travi portarotaie	1 599 832,16	
07 - Strutture per impianti di movimentazione	1 112 367,32	
024 - Rotaie gru	728 317,16	
025 - Canalette per gru	384 050,16	
08 - Arredi di banchina	1 376 627,62	
027 - Arredi di banchina definitivi	1 376 627,62	
11 - Strade e pavimentazioni	3 132 003,86	
033 - Pavimentazioni in conglomerati bituminosi	3 132 003,86	
13 - Monitoraggi	112 652,64	
037 - Stazioni di monitoraggio	112 652,64	
Lavori a MISURA	769 471,08	
BA - BANCHINE	769 471,08	
BAN - BANCHINA FUTURO CTS (Cantiere N2 - Nuovo Tratto NTC)	769 471,08	
10 - Impianti elettrici e tecnologici	769 471,08	
028 - Impianto antincendio	51 414,94	
029 - Impianto smaltimento acque meteoriche	420 801,65	
031 - Impianti acque nere	65 108,52	
032 - Impianti elettrici	232 145,97	
IMPORTO LAVORI Euro		46 695 345,75

Opere per migliorie tecniche:

IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA

INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE PROVVISTE	IMPORTI PARZIALI	IMPORTI TOTALI
A) LAVORI		
Lavori a CORPO	907 768,72	
BA - BANCHINE	907 768,72	
BAN - BANCHINA FUTURO CTS (Cantiere N2 - Nuovo Tratto NTC)	907 768,72	
08 - Arredi di banchina	170 800,00	
027 - Arredi di banchina definitivi	170 800,00	
11 - Strade e pavimentazioni	736 968,72	
033 - Pavimentazioni in conglomerati bituminosi	736 968,72	
IMPORTO LAVORI Euro		907 768,72
Importo dei lavori soggetti a ribasso d'asta Euro	907 768,72	
IMPORTO COMPLESSIVO DELL'OPERA Euro		907 768,72