



INTERPORTO BOLOGNA SPA

LINEA BOLOGNA - PADOVA INTERVENTI PER LO SVILUPPO DELL'INTERPORTO DI BOLOGNA

FASE 1: POTENZIAMENTO DELL'AREA TERMINAL
DI BOLOGNA INTERPORTO AI FINI ADEGUAMENTO
PRESTAZIONALE A MODULO 750 METRI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

RELAZIONE ILLUSTRATIVA E TECNICA

N. ELABORATO

1

FORMATO A4

-

CODICE PROGETTO

29 22 S P S

1	2	2922SPS1_Relazione_2	04/06/2021	LF	AM	AM
Con.	Rev.	Nome file	Data	Redatto	Controllato	Approvato

COMMITTENTE
INTERPORTO BOLOGNA S.p.a.

PROGETTISTA
DOTT. ING. ANTONIO MARTINI



STUDIO MARTINI INGEGNERIA S.r.l.
info@martiniingegneria.it

Studio certificato per la Qualità, Sicurezza e Ambiente



INDICE

1.	RELAZIONE ILLUSTRATIVA	4
1.1	PREMESSA	4
1.2	ILLUSTRAZIONE DELLE RAGIONI DELLA SOLUZIONE SCELTA SOTTO IL PROFILO LOCALIZZATIVO E FUNZIONALE	5
1.3	STATO DEI LUOGHI	6
1.4	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	6
1.5	MITIGAZIONI AMBIENTALI ED ACUSTICHE	8
1.6	ACCERTAMENTO IN ORDINE ALLA DISPONIBILITA' DELLE AREE	8
1.7	VERIFICA SULLE INTERFERENZE CON LE RETI AEREE E SOTTERRANEE ESISTENTI	8
1.8	INDICAZIONI NECESSARIE A GARANTIRE L'ACCESSIBILITÀ, L'UTILIZZO E LA MANUTENZIONE DELLE OPERE, DEGLI IMPIANTI DEI SERVIZI ESISTENTI	9
1.9	INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO	9
1.10	ASPETTI URBANISTICI	10
1.11	PRIME INDICAZIONI E DISPOSIZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA	11
1.11.1	Normativa di riferimento	12
1.11.2	Elenco delle lavorazioni	13
1.11.3	Aree di cantiere e di stoccaggio dei materiali	13
1.11.4	Aspetti relativi alle interferenze dei lavori con la viabilità interessata	14
1.11.5	Aspetti relativi alle interferenze dei lavori con la linea ferroviaria	14
1.11.6	Aspetti legati alle interferenze con i sotto e sopra servizi	14
1.11.7	Individuazione dei principali rischi legati alle lavorazioni	14
1.11.8	Oneri per la sicurezza	15
1.12	CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE	15
2.	RELAZIONE TECNICA	17
2.1	CRITERI PROGETTUALI	17

2.2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	17
2.2.1	Realizzazione dei due nuovi binari ferroviari.....	17
2.2.2	Realizzazione del piazzale per lo scambio intermodale ferro/gomma	24
2.2.3	Realizzazione di fondazioni e predisposizioni per la futura installazione di gru a portale	26
2.2.4	Realizzazione di opere idrauliche e impiantistiche	28
2.3	ANALISI GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA PRELIMINARI	29
2.4	ASPETTI ARCHEOLOGICI.....	30
2.5	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	31
2.5.1	Premessa	31
2.5.2	Area di intervento	31
2.5.3	Coefficienti di afflusso	38
2.5.4	Determinazione dei volumi compensativi necessari	40
2.5.5	Misure compensative e/o di mitigazione del rischio	42
2.6	TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO.....	45
2.6.1	SISTEMI MANUALI DI INTERCETTAZIONE	47
3.	ASPETTI ECONOMICI	48
3.1	CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA.....	49
3.2	QUADRO ECONOMICO	54
4.	STUDIO DI PREFATTIBILITA' AMBIENTALE	55
4.1	ASPETTI URBANISTICI	55
4.2	PIANO TERRITORIALE REGIONALE DELL'EMILIA ROMAGNA.....	56
4.2.1	Piano Territoriale Paesaggistico Regionale.....	56
4.2.2	Piano Regionale Integrato Dei Trasporti	56
4.3	PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE DELLA CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA.....	56
4.3.1	Tav. 1.I Tutela Dei Sistemi Ambientali E Delle Risorse Naturali E Storici Culturali	57
4.3.2	Tav.2a.I Rischio Da Frana, Assetto Versanti E Gestione Delle Acque Meteoriche	59
4.3.3	Tav 2b. Nord Tutela Delle Acque Superficiali E Sotterranee	60
4.3.4	Tav 2c.I Rischio Sismico: Carta Delle Aree Suscettibili Di Effetti Locali	61

4.3.5	Tav 3.Nord Assetto Evolutivo Degli Insediamenti, Delle Reti Ambientali E Delle Reti Per La Mobilità.....	62
4.3.6	Tav 4.A Assetto Strategico Delle Infrastrutture E Della Mobilità	64
4.3.7	Tav 4.B Assetto Strategico Delle Infrastrutture E Dei Servizi Per La Mobilità Collettiva.....	66
4.3.8	Tav 5. Nord Reti Ecologiche	67
4.4	PIANO STRATEGICO D'UNIONE – UNIONE RENO GALLIERA.....	68
4.5	PIANO STRUTTURALE DEL COMUNE DI SAN GIORGIO DI PIANO	69
4.6	PIANO STRUTTURALE DEL COMUNE DI BENTIVOGLIO.....	71
4.7	REGIONE EMILIA - RETE NATURA 2000 SITI DI IMPORTANZA COMUNITARIA E ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE	72
4.8	SINTESI DELL'ANALISI PROGRAMMATICA.....	74
4.9	STUDIO SUI PREVEDIBILI EFFETTI DELLA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO E DEL SUO ESERCIZIO SULLE COMPONENTI AMBIENTALI E SULLA SALUTE DEI CITTADINI.....	74
4.10	ILLUSTRAZIONE, IN FUNZIONE DELLA MINIMIZZAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE, DELLE RAGIONI DELLA SCELTA DEL SITO E DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE PRESCELTA NONCHÉ DELLE POSSIBILI ALTERNATIVE LOCALIZZATIVE E TIPOLOGICHE.....	77
4.11	DETERMINAZIONE DELLE MISURE DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE E DEGLI EVENTUALI INTERVENTI DI RIPRISTINO, RIQUALIFICAZIONE E MIGLIORAMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO, CON LA STIMA DEI RELATIVI COSTI.....	79
4.12	INDICAZIONE DELLE PRINCIPALI NORME DI TUTELA AMBIENTALE CHE SI APPLICANO ALL'INTERVENTO NONCHÉ L'INDICAZIONE DEI CRITERI TECNICI CHE SI INTENDONO ADOTTARE PER ASSICURARNE IL RISPETTO	

80

5.	VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ A VIA.....	81
6.	CONCLUSIONI.....	82
7.	ALLEGATI.....	83

1. RELAZIONE ILLUSTRATIVA

1.1 PREMESSA

La presente relazione illustra il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica

Linea Bologna – Padova: Interventi per lo sviluppo dell'Interporto di Bologna

Fase 1: Potenziamento dell'Area Terminal di Bologna Interporto ai fini adeguamento prestazionale a modulo 750 metri

commissionato da Interporto Bologna S.p.a.

Obiettivo del presente studio è la redazione di un'ipotesi di progetto con relativa stima dei costi per la realizzazione di una soluzione che preveda l'ampliamento del terminal merci esistente con incremento dell'area di stoccaggio e movimentazione e l'implementazione di due nuovi binari ferroviari.

La soluzione progettuale proposta, grazie ai criteri di flessibilità ed ottimizzazione utilizzati, costituisce inoltre l'ideale base di partenza per un ulteriore sviluppo futuro dell'area che potrà essere ulteriormente ampliata e/o attrezzata a seconda delle esigenze che dovessero intervenire nel tempo.

1.2 ILLUSTRAZIONE DELLE RAGIONI DELLA SOLUZIONE SCELTA SOTTO IL PROFILO LOCALIZZATIVO E FUNZIONALE

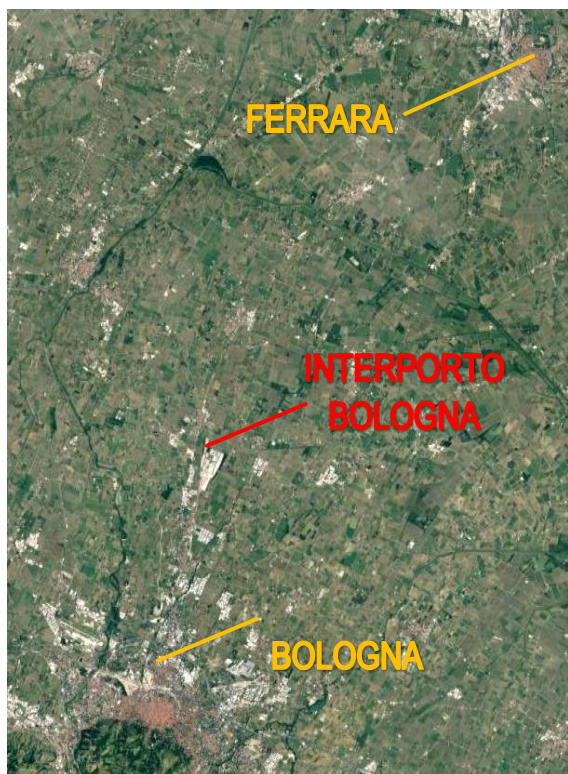


Figura 1 - Localizzazione dell'Interporto di Bologna

Nell'ottica di continuo miglioramento e implementazione dei collegamenti nazionali dedicati alla movimentazione delle merci e considerato il sempre maggiore orientamento allo spostamento delle merci su ferro, il potenziamento e l'adeguamento delle infrastrutture dedicate e dei relativi centri di scambio intermodale acquisisce sempre più importanza sia in ambito nazionale che internazionale.

In questo scenario il terminal merci di Interporto Bologna S.p.a., sito nei territori comunali di San Giorgio di Piano e Bentivoglio nell'area della Città Metropolitana di Bologna lungo la linea

ferroviaria Bologna - Padova, attualmente si configura come il principale polo di smistamento merci e interscambio tra il trasporto su gomma e quello su ferro presente nell'hinterland della città di Bologna.

La soluzione di progetto mira ad aumentare ancor di più la disponibilità di spazi sia sotto il profilo dello stoccaggio e della possibilità di movimentazione delle merci attraverso la creazione di un nuovo piazzale asfaltato, sia dal punto di vista di accoglimento dei convogli ferroviari con la creazione di due nuovi binari atti ad ospitare treni di lunghezza fino a 750m come previsto dai più recenti standard europei.

1.3 STATO DEI LUOGHI

La zona oggetto di intervento si colloca tra il sedime della linea ferroviaria Bologna-Padova e l'attuale piazzale già sede di attività di terminalizzazione treni da parte della Rete HIL, costituita da Terminali Italia ed Interporto Bologna S.p.a., e ricompreso nello scalo RFI.

La nuova infrastruttura si configurerà come ampliamento dello scalo RFI già in esercizio.

L'area attualmente risulta incolta ed occupata da vegetazione infestante e priva di qualsiasi valenza paesaggistica ed ambientale.

Inoltre, sul lato nord dell'area, insiste un'affossatura ove poter recapitare le eventuali acque meteoriche.

L'accessibilità all'area di intervento avviene dal piazzale esistente.

1.4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto di potenziamento del terminal prevede la realizzazione di un nuovo piazzale pavimentato in asfalto per la movimentazione e lo stoccaggio delle merci, di 2 nuovi binari per la sosta e il carico/scarico dei convogli, nonché delle fondazioni per l'installazione futura di gru a portale a servizio dell'area.

Si prevede inoltre di realizzare un nuovo sistema di affossature per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche.

Complessivamente la nuova infrastruttura si sviluppa su una superficie di circa 4 ettari.

Al momento non è possibile stimare esattamente l'andamento del piano campagna e/o la presenza di eventuali materiali da rimuovere; pertanto per poter procedere con i successivi livelli di progettazione sarà necessario effettuare una pulizia generale dell'area eliminando la vegetazione spontanea esistente e realizzando quindi un rilievo plano-altimetrico delle superfici.

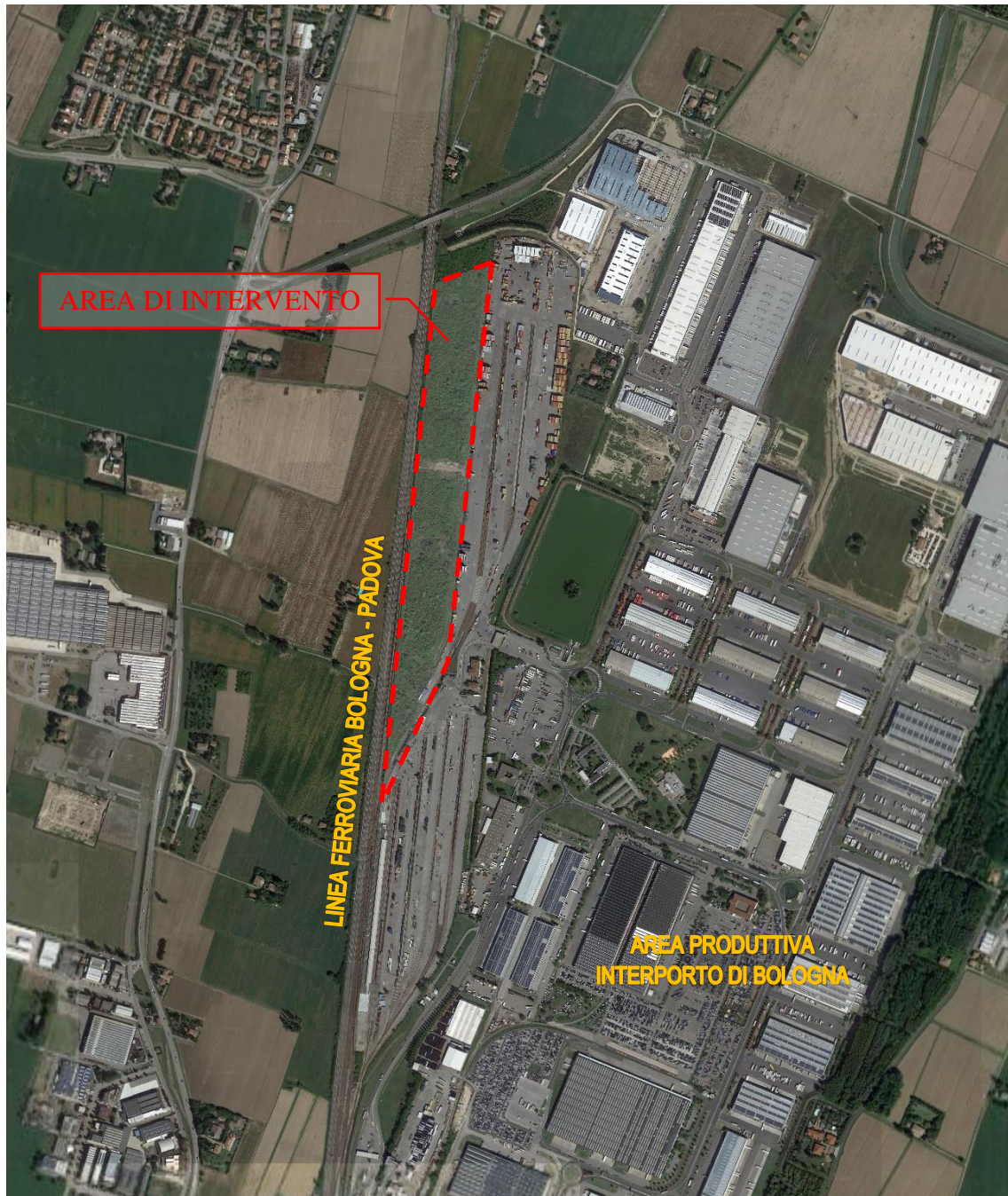


Figura 2 - Estratto fotocartografico della zona con localizzazione dell'area di intervento

1.5 MITIGAZIONI AMBIENTALI ED ACUSTICHE

L'intervento in progetto si inserisce in un contesto già fortemente urbanizzato e costituisce l'espansione di un'attività già in essere. In virtù di ciò, considerata anche la vicinanza con la linea ferroviaria Bologna – Padova, si ritiene non siano necessari particolari accorgimenti dal punto di vista ambientale ed acustico.

Per quanto concerne l'aspetto idraulico le acque di dilavamento verranno recapitate nei fossati di nuova realizzazione. Tali fossati, di volume adeguato, dovranno essere progettati in modo da garantire basse velocità di deflusso, permettendo all'interno degli stessi l'azione di processi combinati di invaso e sedimentazione.

1.6 ACCERTAMENTO IN ORDINE ALLA DISPONIBILITA' DELLE AREE

L'intervento di progetto si configura come ampliamento dello scalo già in esercizio e si sviluppa interamente all'interno di aree di proprietà di RFI.

La realizzazione e la futura gestione delle opere da realizzare sarà a carico di Interporto Bologna S.p.a. in base ad apposita convenzione che sarà stipulata tra i due enti.

1.7 VERIFICA SULLE INTERFERENZE CON LE RETI AEREE E SOTTERRANEE ESISTENTI

Da una ricognizione superficiale non sembrano insistere sull'area particolari impianti e/o sottoservizi che possano costituire interferenza con la realizzazione delle opere in progetto.

Tuttavia, nel corso delle successive fasi progettuali, dovranno essere approfondite le interazioni tra le opere in progetto e le eventuali reti tecnologiche esistenti. Le lavorazioni previste comporteranno infatti l'esecuzione di scavi e, pertanto, si dovrà procedere a un confronto in primis con la proprietà dell'area su eventuali impianti esistenti, e in seguito contattando anche gli Enti gestori dei servizi eventualmente presenti per individuarne le

posizioni esatte e per concordare la risoluzione delle eventuali interferenze e/o la protezione degli impianti da mantenere.

1.8 INDICAZIONI NECESSARIE A GARANTIRE L'ACCESSIBILITÀ, L'UTILIZZO E LA MANUTENZIONE DELLE OPERE, DEGLI IMPIANTI DEI SERVIZI ESISTENTI

L'area oggetto di intervento si trova all'interno di un complesso in cui sono presenti attività già avviate. La viabilità dei mezzi di cantiere dovrà essere concordata e coordinata con gli altri operatori già presenti nell'area e comunque sottostare alle indicazioni del Coordinatore per la Sicurezza e della Direzione Lavori.

1.9 INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO

Nella redazione del progetto definitivo dovranno essere prodotti gli elaborati previsti dal D.lgs. 50/2016 per la progettazione definitiva.

Nella redazione del progetto, nel quale verranno effettuati gli accertamenti e i rilievi previsti, dovranno essere comunque garantiti i dimensionamenti previsti negli elaborati di progetto.

L'approfondimento progettuale dovrà in particolare riguardare la definizione degli interventi per la risoluzione delle eventuali interferenze da concordare con le Società che gestiscono i servizi, e le verifiche idrauliche relative alla ricostituzione del reticolo idrico superficiale, oltre a recepire le osservazioni degli Enti interessati che dovessero emergere relativamente al progetto di fattibilità tecnica ed economica.

La pianificazione della manutenzione dovrà tenere in particolare conto gli aspetti relativi alle pavimentazioni e all'impianto di illuminazione pubblica.

1.10 ASPETTI URBANISTICI

Il presente progetto ricade all'interno del territorio comunale del Comune di San Giorgio di Piano (BO) tranne una piccola parte in corrispondenza del distacco del nuovo binario dalla linea esistente che è localizzata all'interno del territorio comunale del Comune di Bentivoglio (BO), entrambi nel territorio della Città Metropolitana di Bologna. Dall'analisi preliminare del Piano Strutturale Comunale dei Comuni interessati non si evidenziano vincoli particolari insistenti sulla zona di intervento. L'area risulta attualmente classificata in entrambi i piani come territorio edificato facente parte del complesso dell'Interporto di Bologna.

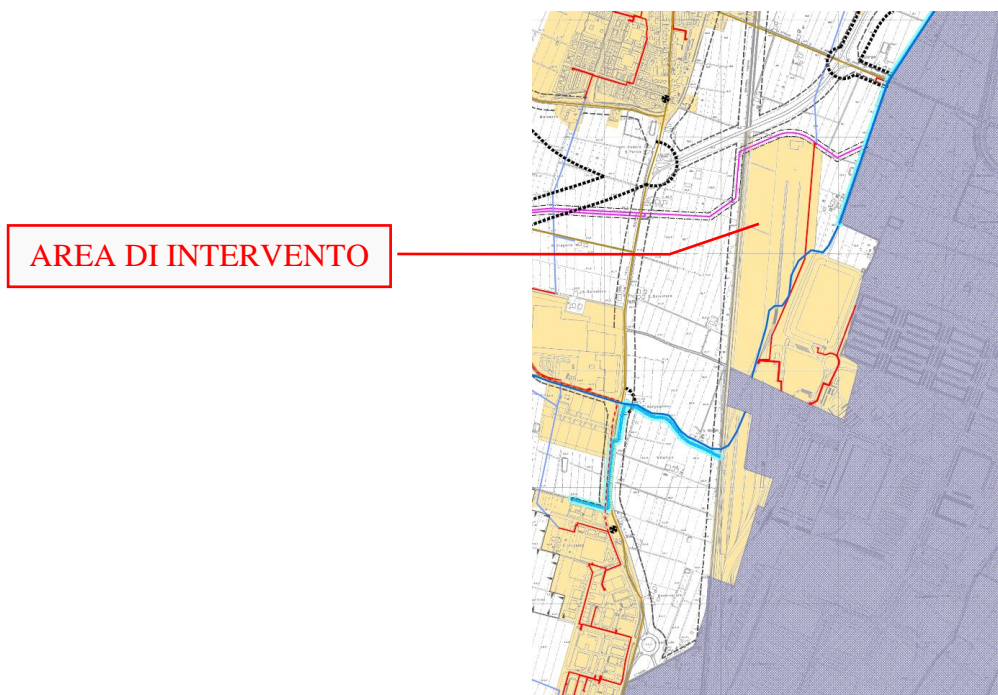


Figura 3 - Estratto del PSC del Comune di San Giorgio di Piano (BO)

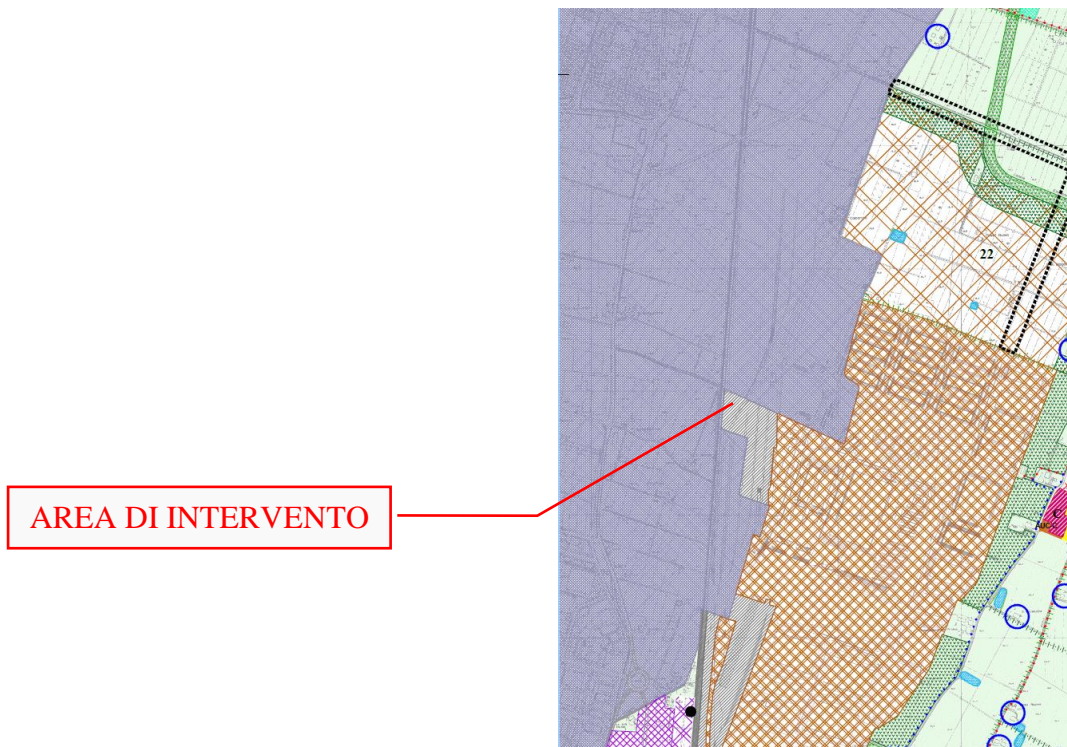


Figura 4 - Estratto del PSC del Comune di Bentivoglio (BO)

Analizzando gli strumenti urbanistici vigenti si ritiene che la realizzazione delle opere in progetto non comporti la necessità di alcuna variante ai piani che risultano già conformi.

Per una analisi più approfondita ed esaustiva della situazione urbanistica dell'area si rimanda comunque ai capitoli successivi relativi allo Studio di Prefattibilità Ambientale.

1.11 PRIME INDICAZIONI E DISPOSIZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA

I principali aspetti da considerare riguardano:

- l'individuazione delle aree di cantiere e di stoccaggio dei materiali;
- gli aspetti relativi alle interferenze dei lavori con le attività già in essere nei dintorni dell'area;

- gli aspetti relativi alle interferenze dei lavori con il traffico ferroviario interessante la linea interna allo scalo;
- gli aspetti legati alle interferenze con i sotto e sopra servizi;
- l'individuazione dei principali rischi legati alle lavorazioni e le indicazioni per le azioni di coordinamento e prevenzione da sviluppare nella stesura del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

1.11.1 Normativa di riferimento

Si riportano di seguito i principali riferimenti Normativi per la stesura delle presenti Linee Guida e che dovranno essere seguiti per la stesura del Piano di Sicurezza e Coordinamento:

- DECRETO LEGISLATIVO del 09 APRILE 2008, N. 81 e s.m.i. - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- DECRETO PRESIDENTE CONSIGLIO DEI MINISTRI 10 GENNAIO 1991, N. 55 -Regolamento recante disposizioni per garantire omogeneità di comportamenti delle stazioni committenti relativamente ai contenuti dei bandi, avvisi di gara e capitolati speciali, nonché disposizioni per la qualificazione dei soggetti partecipanti alle gare per l'esecuzione di opere pubbliche;
- DECRETO DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 09.06.1995 - disciplinare tecnico sulle prescrizioni relative ad indumenti e dispositivi autonomi per rendere visibile a distanza il personale impegnato su strada in condizioni di scarsa visibilità;

- DECRETO DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 10.07.2002 - disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo.

1.11.2 Elenco delle lavorazioni

Per la realizzazione delle opere si prevede l'esecuzione delle tipologie di lavorazioni così schematicamente riassumibili:

- Scavi
- Rilevati e rinterri
- Opere strutturali
- Pavimentazioni
- Segnaletica
- Illuminazione
- Opere idrauliche di smaltimento acque meteoriche
- Opere di regimazione idraulica
- Opere ferroviarie

1.11.3 Aree di cantiere e di stoccaggio dei materiali

Nella stesura del Piano di Sicurezza e Coordinamento dovrà essere indicata l'area destinata all'ubicazione degli apprestamenti di cantiere e per lo stoccaggio dei materiali.

1.11.4 Aspetti relativi alle interferenze dei lavori con la viabilità interessata

Nella stesura del Piano di Sicurezza e Coordinamento del presente intervento dovrà essere tenuto in considerazione il fatto che al momento della realizzazione delle opere il cantiere interesserà in parte il piazzale esistente sul quale è presente traffico di mezzi legato allo svolgimento dalle attività in essere, pertanto andrà prevista l'adozione degli opportuni accorgimenti di segnaletica e gestione della movimentazione dei mezzi.

1.11.5 Aspetti relativi alle interferenze dei lavori con la linea ferroviaria

Nella stesura del Piano di Sicurezza e Coordinamento del presente intervento dovrà essere tenuto in considerazione il fatto che al momento della realizzazione delle opere il cantiere interesserà in parte la linea ferroviaria in esercizio interna allo scalo, pertanto andrà prevista l'adozione degli opportuni accorgimenti di segnaletica e gestione dei mezzi e degli operatori di cantiere.

1.11.6 Aspetti legati alle interferenze con i sotto e sopra servizi

Il Piano di Sicurezza e Coordinamento dovrà prevedere tutti gli opportuni accorgimenti per evidenziare in fase di cantiere la presenza dei sotto e sopra servizi che verranno segnalati dalle Società erogatrici nel corso della progettazione e di quelli che verranno individuati nel corso dell'indagine in sito da eseguirsi prima dell'inizio dei lavori.

1.11.7 Individuazione dei principali rischi legati alle lavorazioni

Il lavoro in oggetto presenta gli aspetti di rischio legati a lavorazioni di tipo stradale e ferroviario. Non sono presenti particolari criticità peculiari del lavoro, trattandosi di rilevati di modesta entità in area prevalentemente sgombra.

I principali rischi legati alle lavorazioni previste riguardano il coordinamento tra imprese diverse che si troveranno ad operare nel cantiere, e soprattutto le interferenze col traffico in transito sia per i mezzi su gomma che per quelli su ferro.

Di tali aspetti pertanto, oltre che di quelli che eventualmente emergeranno nel corso degli altri livelli di progettazione dell'opera, dovrà essere tenuto conto in fase di redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

1.11.8 Oneri per la sicurezza

La stima dei costi relativi alla sicurezza in fase di redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento dovrà essere effettuata come somma di due contributi che formano il complesso degli oneri di cui all'art. 131 comma 3 del D.Lgs 163/2006 e s.m.i., che sono:

oneri di tipo generale OG

oneri di tipo speciale OS

Per oneri di tipo generale si intendono quelli relativi alle diverse tipologie di lavorazione, per oneri di tipo speciale si intendono invece gli oneri per apprestamenti ed attività specificamente legate all'intervento e che dovranno essere calcolati dal Coordinatore per la Sicurezza in sede di redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento dando evidenza degli stessi in un computo metrico estimativo.

In sede di redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento, in base al Decreto Legislativo 81/2008 e s.m.i. "la stima dovrà essere congrua, analitica per voci singole, a corpo o a misura, (...) basata su prezziari o listini ufficiali vigenti nell'area interessata, o sull'elenco prezzi delle misure di sicurezza del committente".

Nella presente fase di progettazione, i prevedibili oneri per la sicurezza, comprensivi degli oneri generali OG e degli oneri speciali OS vengono accorpati in una voce relativa agli oneri per la sicurezza nel quadro economico dell'intervento allegato al progetto.

1.12 CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE

Si riporta di seguito il prevedibile cronoprogramma delle fasi attuative realizzato su diagramma di Gantt.

CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE		MESI																												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
ATTIVITA'																														
Gara																														
Progettazione definitiva																														
Acquisizione pareri adeguamento ed approvazione del progetto definitivo																														
Progettazione esecutiva																														
Approvazione del progetto esecutivo																														
Gara - Aggiudicazione e stipula contratto																														
Esecuzione lavori																														
Collaudo in corso d'opera																														

2. RELAZIONE TECNICA

2.1 CRITERI PROGETTUALI

Per quanto riguarda la realizzazione del piazzale, i criteri progettuali utilizzati sono stati funzionali all'individuazione di percorsi e aree idonee al transito degli automezzi che usufruiranno dei nuovi spazi.

Per quanto concerne l'ampliamento dello scalo ferroviario, il progetto dei nuovi binari è stato sviluppato considerando i vincoli plano-altimetrici richiesti dall'infrastruttura e dall'esercizio ferroviario nonché dalle richieste operative della Committenza di avere una zona di stazionamento per i convogli di 750m di lunghezza.

Infine, per ciò che riguarda la predisposizione delle fondazioni per le gru a portale, si è considerata una lunghezza tale per cui la gru stessa abbia possibilità di carico e scarico sull'intera lunghezza del convoglio in stazionamento (750m).

2.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento in oggetto può essere diviso sostanzialmente in 4 diverse tipologie di lavorazioni:

- Realizzazione dei due nuovi binari ferroviari;
- Realizzazione del piazzale per lo scambio intermodale ferro/gomma;
- Realizzazione di fondazioni e predisposizioni per la futura installazione di gru a portale;
- Realizzazione di opere idrauliche e impiantistiche.

2.2.1 Realizzazione dei due nuovi binari ferroviari

Per incrementare il volume di merci trattate si rende necessaria la realizzazione di due nuovi binari ferroviari a servizio dell'area.

Analogamente a quanto succede per la parte di scalo attigua già in esercizio, il traffico che impegnerà l'infrastruttura ferroviaria di progetto sarà costituito da manovre derivanti da attività di carico/scarico e di stazionamento dei carri merci. Tali movimentazioni saranno realizzate tramite locomotori a trazione diesel.

I binari, realizzati con scartamento normale di 1435 mm, avranno una lunghezza tale da poter ospitare convogli lunghi fino a 750 m secondo quanto previsto dallo standard europeo attuale. Inoltre, oltre la lunghezza utile di stazionamento, si prevede un'ulteriore area di manovra di lunghezza 110 m dotata di deviatori al fine di poter garantire lo sgancio e l'uscita degli eventuali locomotori posti in testa al convoglio ferroviario in stazionamento.

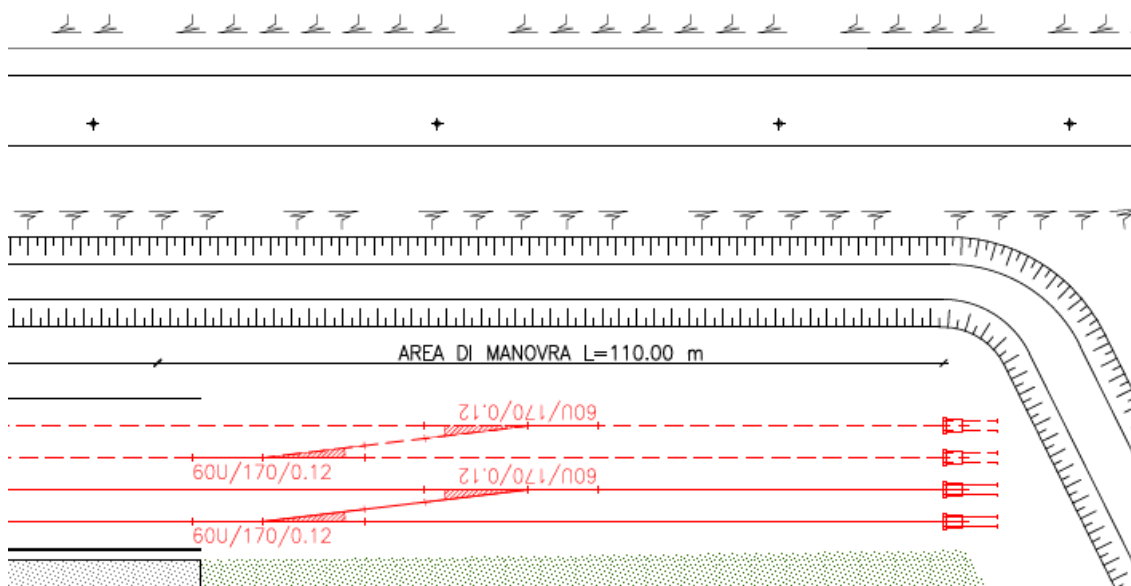


Figura 5- Estratto della Planimetria di Progetto: Area di Manovra per lo sgancio e l'uscita dei locomotori

Il tracciato plano-altimetrico dei binari è stato determinato in funzione dello stato di fatto e secondo gli standard ferroviari vigenti; i nuovi binari avranno lunghezza complessiva idonea all'accoglimento del convoglio da 750 m, e saranno collegati alla rete esistente mediante un'asta sulla quale si innesteranno tramite raccordi e deviatori.

L'interasse tra i binari di progetto sarà di m. 4.60 calcolato sulla base delle sagome limite e sulle larghezze di intervvia in modo tale da poter accogliere con i sufficienti franchi liberi due convogli affiancati.

E' previsto inoltre il posizionamento di un ulteriore deviatore sull'asta di raccordo e la realizzazione di un tronco di sicurezza al fine di isolare la parte di scalo merci di nuova realizzazione dal resto della rete in caso di manovra errata dei rotabili.

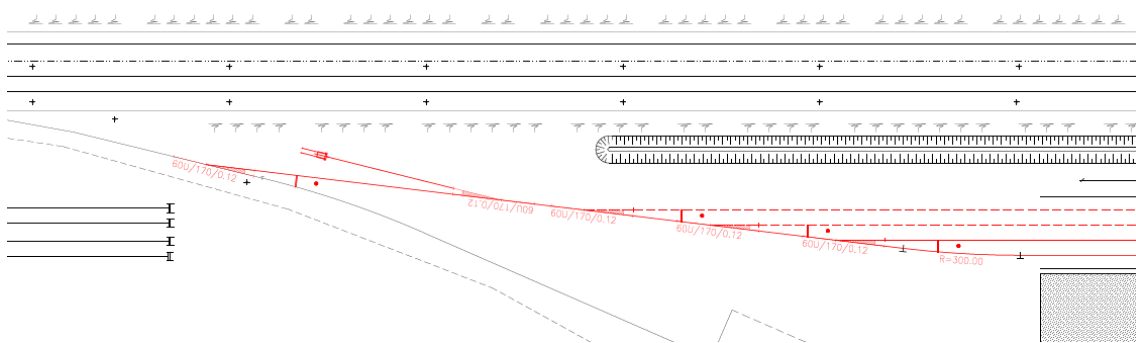


Figura 6 - Estratto della Planimetria di Progetto: Asta di raccordo alla rete esistente

Al termine delle rotaie è prevista l'installazione di idonei dispositivi di fine corsa e fermacarro.

L'andamento altimetrico dei nuovi binari sarà complanare con quello dei fasci già in esercizio in considerazione del fatto che il piazzale di progetto verrà realizzato alla stessa quota del piazzale attiguo esistente. Si prevede in ogni caso di realizzare pendenze longitudinali nell'ordine dell'1% con pendenza a decrescere verso i fermacarri, in modo tale anche da consentire lo smaltimento delle acque meteoriche accumulate sulla pavimentazione.

2.2.1.1 Asta di raccordo alla linea esistente

L'asta di raccordo che collega la linea esistente con i binari di nuova realizzazione si sviluppa a partire dalla quota del piano del ferro esistente fino a raggiungere la quota di imposta del nuovo piazzale per una lunghezza di circa 255 metri.

Per la sua realizzazione si prevede un pacchetto di fondazione impostato secondo lo schema seguente:

- Scotico del terreno esistente e sbancamento per una profondità di almeno 40 cm;
- Posa sul fondo dello scavo di geotessuto in poliestere con densità min. 320 g/mq e resistenza a trazione longitudinale e trasversale di min. 100kN/m;
- Stesa di strato anticapillare con spessore min. 20 cm;
- Riempimento con materiale da rilevato fino alla quota necessaria;
- Stesa di materiale da rilevato supercompattato per uno spessore finito di 30 cm;
- Realizzazione di strato di sub-ballast in conglomerato bituminoso con spessore di 12 cm;
- Realizzazione di massicciata ferroviaria in ballast fino alla quota di posa delle rotaie e spessore minimo sotto le traverse di 35 cm.

PAVIMENTAZIONE FERROVIARIA ASTA DI RACCORDO (PACCHETTO 1)

scala 1:20 - quote in cm

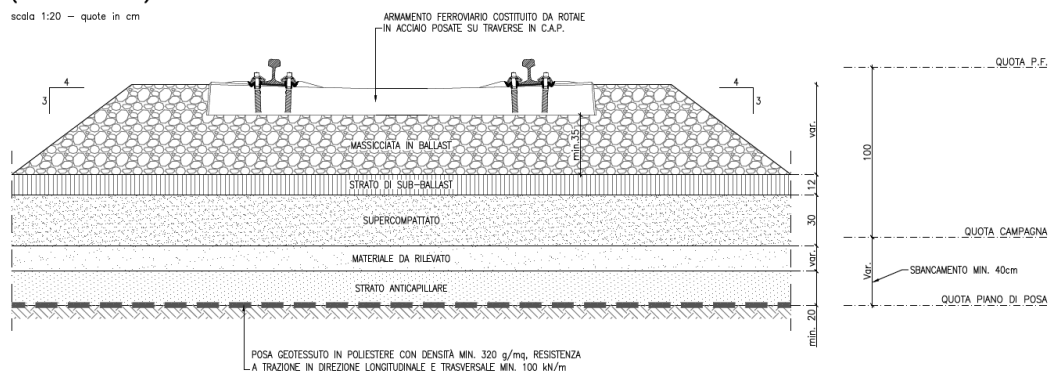


Figura 7 - Estratto della tavola Sezioni Tipologiche: Pacchetto di pavimentazione per l'asta di raccordo

Per la realizzazione dell'asta di raccordo verrà utilizzato un armamento costituito da rotaie in acciaio ancorate su traverse in C.A.P.

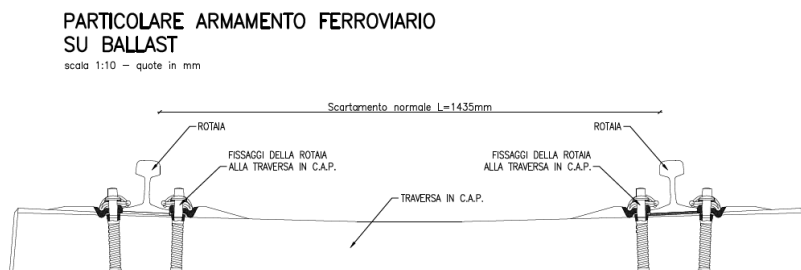


Figura 8 - Estratto della tavola Sezioni Tipologiche: Armamento ferroviario asta di raccordo

2.2.1.2 Area Stazionamento Convogli

I nuovi binari destinati allo stazionamento e al carico/scarico saranno adatti ad ospitare convogli di lunghezza fino a 750 metri come previsto dagli attuali standard europei.

La quota di imposta del piano del ferro, a raso con quella della pavimentazione del nuovo piazzale di progetto, sarà la stessa del piazzale esistente già in uso. Inoltre la pavimentazione sarà continua e a raso anche tra le rotaie in modo da ottenere una superficie carrabile in corrispondenza dei binari e favorire le eventuali operazioni di manutenzione dei carri e una più agevole movimentazione dei mezzi, oltre a consentire un più agevole scarico delle acque meteoriche.

Per la realizzazione dei binari nella zona di stazionamento dei convogli parallela al nuovo piazzale di progetto si prevede un pacchetto di fondazione realizzato secondo lo schema seguente:

- Scotico del terreno esistente e sbancamento per una profondità di almeno 40 cm;
- Posa sul fondo dello scavo di geotessuto in poliestere con densità min. 320 g/mq e resistenza a trazione longitudinale e trasversale di min. 100kN/m;
- Stesa di strato anticapillare con spessore min. 20 cm;
- Stesa di doppio strato in misto cementato 40 cm + 30 cm con percentuale di cemento al 2% e al 4%;
- Getto in magrone con spessore di 10 cm;

- Realizzazione di soletta in c.a. fibrorinforzato con spessore 20 cm per il sostegno dell'armamento ferroviario;
- Realizzazione di pavimentazione in c.a. autolivellante con spessore di 22 cm;

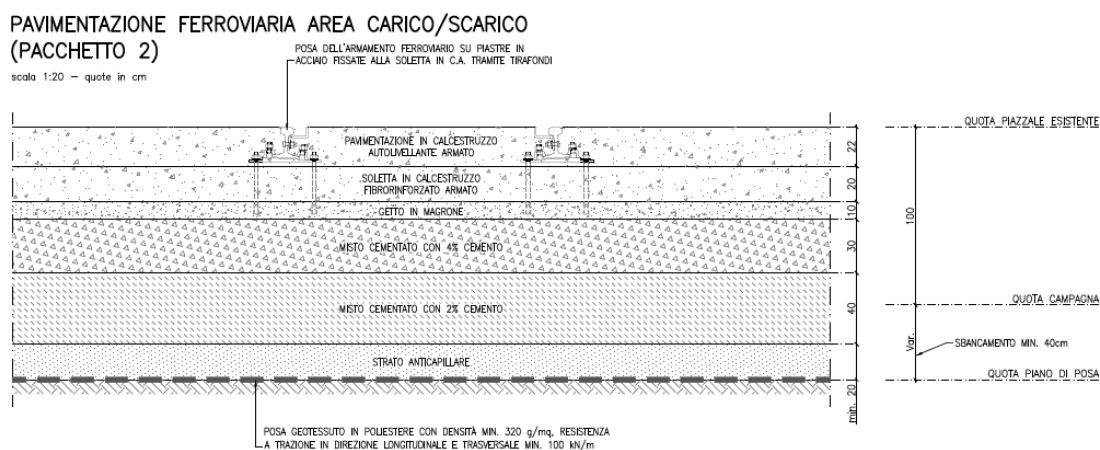


Figura 9 - Estratto della tavola Sezioni Tipologiche: Pacchetto di pavimentazione per l'area di stazionamento

L'armamento ferroviario sarà costituito da rotaie ancorate su piastre in acciaio al fine di garantire il corretto posizionamento e inclinazione delle rotaie stesse. A loro volta le piastre saranno ancorate alla soletta in c.a. sottostante tramite tirafondi in acciaio che ne garantiranno l'esatta quota e posizione.

Per consentire di realizzare il getto della pavimentazione anche tra le rotaie sulle stesse verranno montati angolari in acciaio che serviranno da cassero durante il getto della pavimentazione al fine di conservare gli adeguati franchi liberi per il corretto inserimento del profilo delle ruote.

**PARTICOLARE ARMAMENTO FERROVIARIO
 SU SOLETTA IN C.A.**

scala 1:10 – quote in mm

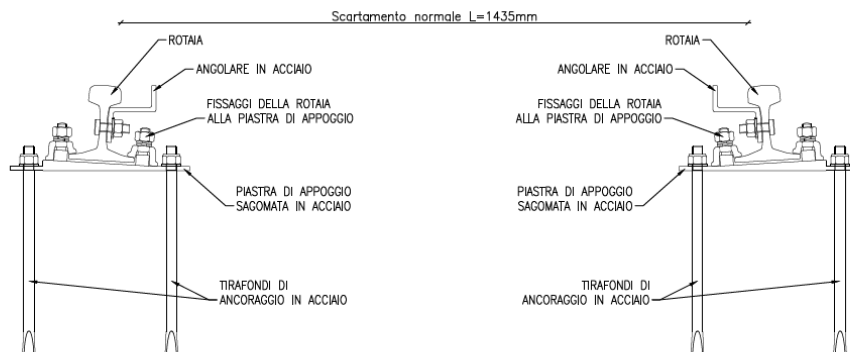


Figura 10 – Estratto della tavola Sezioni Tipologiche: Particolare dell'armamento ferroviario



Figura 11 - Esempi di installazione delle piastre in acciaio per il posizionamento delle rotaie

Inoltre, per consentire lo sviluppo futuro dell'area, la disposizione degli spazi è stata pensata in modo tale da poter accogliere due ulteriori nuovi binari idonei ad ospitare convogli da 750 m da realizzarsi con futuri interventi, in modo tale che il nuovo piazzale possa essere potenzialmente asservito da un nuovo fascio composto da un totale di 4 binari.

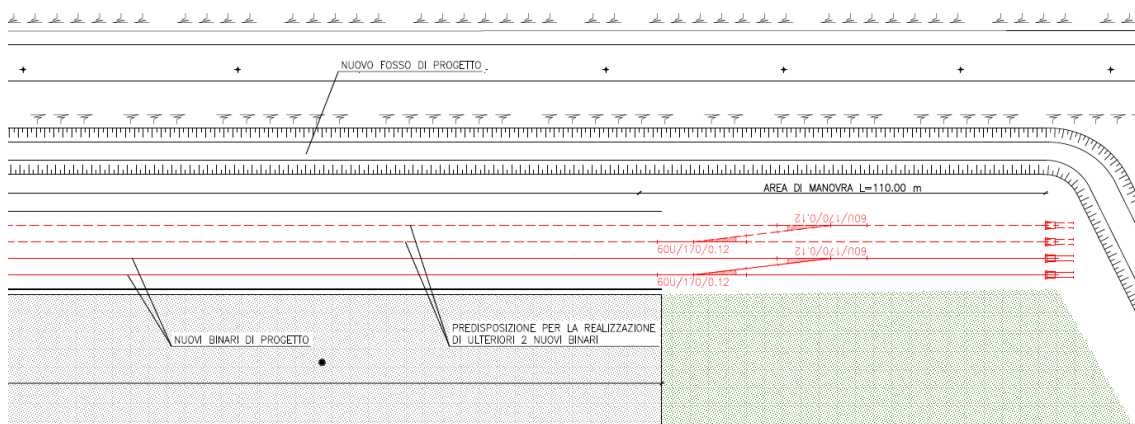


Figura 12 - Estratto della planimetria di progetto con indicazione dei 4 binari realizzabili

2.2.2 Realizzazione del piazzale per lo scambio intermodale ferro/gomma

Per aumentare l'area di lavorazione e stoccaggio merci e poter dare accesso ai nuovi binari previsti si prevede di realizzare un nuovo piazzale a ridosso degli stessi con collegamento al piazzale esistente.

Il nuovo piazzale avrà una lunghezza di 770 m sufficiente a coprire l'intera lunghezza di stazionamento consentendo il carico/scarico di tutti i carri senza ulteriori movimentazioni dei convogli, e una larghezza di circa 38 m destinata ad accogliere sia la viabilità destinata ai mezzi in fase di carico/scarico sia l'area destinata alla movimentazione e allo stoccaggio delle merci, attività questa che allo stato attuale avviene tramite mezzi tipo reach stacker.

Il collegamento con il piazzale esistente sarà realizzato mediante due punti di accesso di larghezza 50 m posizionati in prossimità dei due estremi del piazzale in modo da aumentarne la fruibilità e allo stesso tempo garantire un certo grado di flessibilità in fase di pianificazione della viabilità interna. Il nuovo piazzale così realizzato andrà a coprire un'area di circa 32.000 mq posizionata a ridosso dei nuovi binari lasciando una fascia verde di larghezza circa 30 m fino al piazzale esistente. Tale area, che nell'ipotesi attuale accoglie un fosso per lo scolo delle acque meteoriche, potrà essere sfruttata in futuro per

la realizzazione di possibili ampliamenti, sia incrementando la superficie occupata dal piazzale, sia implementando un nuovo ulteriore fascio di binari.

Il piazzale di progetto verrà realizzato alla stessa quota del piazzale esistente in modo da eliminare eventuali dislivelli che potrebbero rendere disagevole la movimentazione delle merci in caso di passaggio da un piazzale all'altro.

Per la realizzazione dell'opera si è optato per un pacchetto di fondazione che permetta di sopportare gli importanti carichi a cui verrà sottoposto, sui quali verrà applicata una pavimentazione in conglomerato bituminoso. Tale pacchetto sarà realizzato secondo il seguente schema:

- Scotico del terreno esistente e sbancamento per una profondità di almeno 40 cm;
- Posa sul fondo dello scavo di geotessuto in poliestere con densità min. 320 g/mq e resistenza a trazione longitudinale e trasversale di min. 100kN/m;
- Stesa di strato anticapillare con spessore min. 20 cm;
- Stesa di strato in misto cementato di spessore 80 cm con percentuale di cemento al 2%;
- Stesa di strato di base in misto bitumato con spessore di 12 cm;
- Stesa di strato di binder in conglomerato bituminoso con spessore di 6 cm;
- Finitura con strato d'usura in conglomerato bituminoso realizzato con bitume modificato tipo Hard con spessore di 4 cm.

PAVIMENTAZIONE PIAZZALE E VIABILITA' (PACCHETTO 3)

scala 1:20 – quote in cm

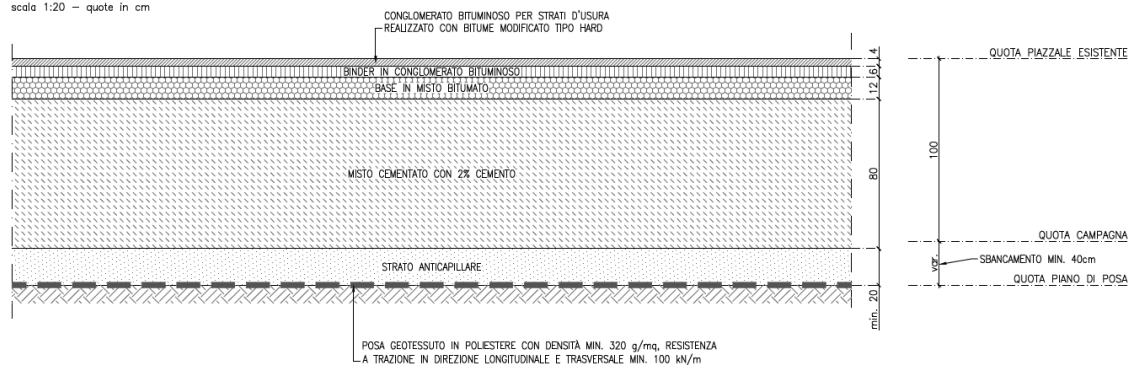


Figura 13 – Estratto della tavola Sezioni Tipologiche: pacchetto di fondazione per il nuovo piazzale

2.2.3 Realizzazione di fondazioni e predisposizioni per la futura installazione di gru a portale

In ottica di un futuro potenziamento della struttura, oltre alle possibilità di ampliamento finora descritte, il presente progetto prevede il dimensionamento e la realizzazione delle fondazioni per la futura messa in opera di gru a portale semoventi su rotaie. Tali

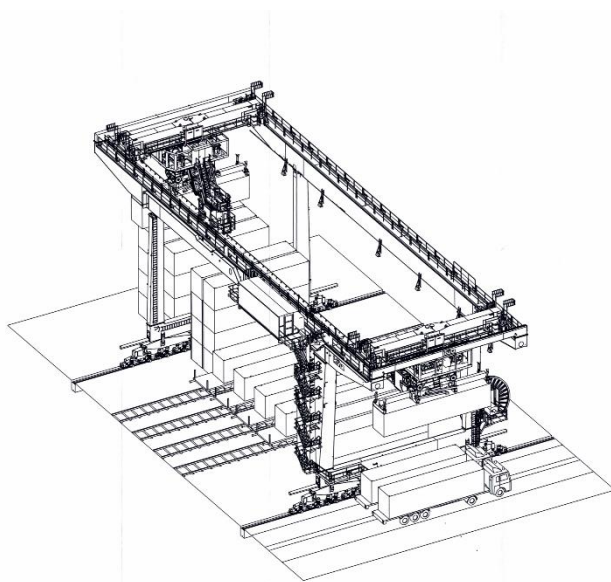


Figura 14 - Esempio di Gru a Portale

dispositivi, muovendosi a cavallo del fascio di binari e della viabilità carrabile, permettono il carico/scarico da uno qualsiasi dei binari e il trasferimento da e su gomma a prescindere dalla presenza o meno di altri convogli, aumentando nel contempo la velocità delle operazioni con una conseguente ottimizzazione dei tempi di lavorazione.

Considerato il peso che dovranno sostenere e le tolleranze minime da rispettare necessarie al corretto funzionamento delle

gru, le fondazioni costituiscono elemento fondamentale e di primaria importanza che dovrà essere oggetto di calcoli particolareggiati e che, per forza di cose, non potranno essere sviluppati in questa fase progettuale. Tuttavia, per procedere a una stima economica dei manufatti quantomeno realistica si è dovuto procedere a un dimensionamento preliminare dei pali di fondazione utilizzando valori ottenuti da indagini geognostiche eseguite nelle vicinanze realizzate per altri interventi.

Le opere di fondazione per la messa in opera delle gru a portale saranno costituite da travi in c.a. realizzate in opera correnti per tutta l'estesa di ognuna delle due rotaie di appoggio della gru. Le travi saranno fondate su pali troncoconici di lunghezza 9.00 m disposti a quinconce.

Sopra le travi di fondazione in c.a. saranno ancorate tramite tirafondi in acciaio rotaie tipo “burbac” sulle quali si muoverà la gru.

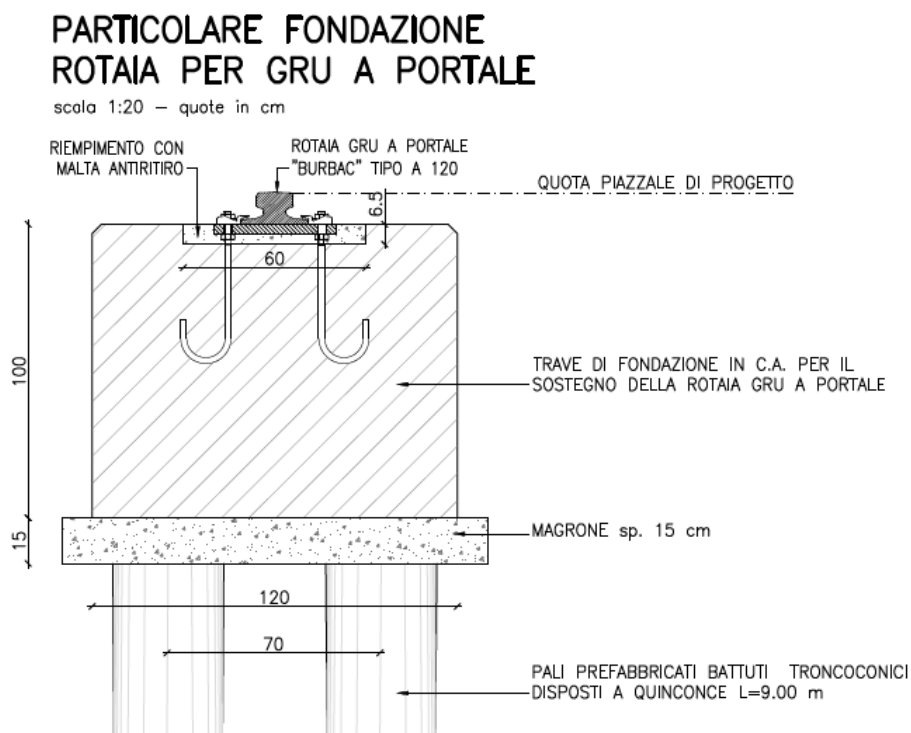


Figura 15 - Sezione tipologica della trave di fondazione e della rotaia di corsa per gru a portale

2.2.4 Realizzazione di opere idrauliche e impiantistiche

Al fine di realizzare un'opera immediatamente fruibile e rispondente alle norme vigenti sia tecniche che in materia di sicurezza dovranno essere previste alcune opere minori a corredo dell'intervento.

2.2.4.1 Opere idrauliche

Considerata l'entità dell'area pavimentata e impermeabilizzata da realizzare dovrà essere previsto un adeguato sistema di smaltimento delle acque meteoriche. A tale scopo i piani finiti saranno realizzati con apposite pendenze in modo da evacuare le acque meteoriche parte verso est e parte verso ovest. Particolare attenzione andrà posta nella realizzazione della pavimentazione a raso tra le rotaie in modo che queste non costituiscano ostacolo al deflusso delle acque.

Per la raccolta e lo smaltimento delle acque verranno realizzati due nuovi fossi, uno situato sul lato ovest dell'area tra il rilevato ferroviario della linea Bologna – Padova e il nuovo fascio di binari, e l'altro sul lato est del nuovo piazzale nell'area verde tra il piazzale di progetto e quello esistente.

I nuovi fossi avranno uno sviluppo lineare sufficiente a coprire tutta la lunghezza dell'area di intervento.

Inoltre il sistema di affossature così realizzato assicurerà la compatibilità idraulica dell'intervento fungendo da invaso per compensare la perdita di permeabilità di tutte quelle aree attualmente a verde che verranno impermeabilizzate a seguito della realizzazione delle opere.

2.2.4.2 Opere impiantistiche

Il piazzale attualmente in uso risulta illuminato tramite una maglia di torri faro disposte a quinconce con passo di circa 100 m.

Il nuovo piazzale da realizzare dovrà essere illuminato secondo gli standard previsti dalla normativa vigente. Nelle successive fasi progettuali dovrà essere studiato nel dettaglio e calcolato un apposito impianto di illuminazione per la nuova area. Tale impianto potrà essere realizzato sia implementando il sistema di torri faro esistente, sia con l'installazione di nuovi punti luce, tenendo conto della posizione delle varie zone operative e di stoccaggio definita con il committente.

A servizio del nuovo intervento dovrà essere altresì realizzato un adeguato impianto antincendio conforme alle normative vigenti, anch'esso da dimensionare nelle successive fasi progettuali.

2.3 ANALISI GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA PRELIMINARI

Le opere in progetto presentano una modesta interazione con il terreno ad esclusione delle travi di sostegno per le rotaie delle gru a portale che verranno fondate su pali.

Per la loro realizzazione, considerate le caratteristiche generali dell'area interessata dall'intervento che risulta incolta ed occupata da vegetazione spontanea molto fitta, è da prevedersi la rimozione della coltre di terreno vegetale superficiale previo il disboscamento dell'area e la sostituzione del terreno in sito con materiali con effetto anticapillare.

Al fine di garantire la stabilità dei rilevati le scarpate dovranno essere previste con pendenza non maggiore di 2/3 (65%). La pendenza del 65% dovrà essere adottata anche per la realizzazione dei nuovi fossati.

In allegato al presente documento viene fornita la Relazione di indagine geotecnica e sismica redatta nel corso dell'anno 2020 per la realizzazione di un altro intervento nelle immediate vicinanze dell'area interessata.

Si riporta di seguito estratto di tale documento, al quale si rimanda, relativo alle conclusioni emerse a seguito delle indagini e delle elaborazioni svolte:

“I dati delle n°9 prove penetrometriche statiche con piezocono hanno consentito di delineare una stratigrafia costituita principalmente da alternanze di argille, limi argillosi/argille limose, nei quali si intercalano localmente strati sabbiosi di variabile entità.

Il livello della prima falda freatica è stato rilevato a profondità variabili tra -1.60-2.20m. dal piano di indagine.

L'esito delle indagini sismiche ed il confronto tra i dati ottenuti, applicando sia il metodo semplificato di cui alle NTC 2018, che il metodo non semplificato tramite Analisi di Risposta Sismica Locale, inducono ad adottare ai fini della progettazione, come minimo, lo spettro di risposta della categoria di suolo C delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018.

Gli esiti numerici delle verifiche del potenziale di liquefazione hanno evidenziato un basso rischio al verificarsi di tale fenomeno, e relativamente a questo, appare evidente come il valore di LPI sia regolato fondamentalmente dalla presenza di modeste lenti sabbiose, intercalate in prevalenti litologie coesive limoso argillose.

Si sottolinea quindi una bassa probabilità del rischio di liquefazione, per quanto attiene le verticali indagate.”

2.4 ASPETTI ARCHEOLOGICI

In considerazione del fatto che l'area di intervento ricade in un contesto già pesantemente urbanizzato e che le lavorazioni previste comportano solamente la realizzazione di scavi superficiali si ritiene che non vi siano particolari motivazioni di rischio archeologico.

Si demanda comunque alle fasi di progettazione successive per una più attenta analisi, anche a fronte del disboscamento e della preparazione dell'area.

2.5 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

2.5.1 Premessa

Lo Studio di compatibilità idraulica è l'elaborato tecnico deputato alla verifica che l'intervento in progetto non aggravi il livello di pericolosità idraulica e alla definizione degli eventuali dispositivi di compensazione (volumi di invaso) dell'incremento di impermeabilizzazione da realizzare nell'ambito dell'opera.

Lo Studio di compatibilità idraulica viene generalmente predisposto nel corso della progettazione definitiva dell'intervento nel caso in cui la trasformazione del territorio causata dall'opera sia significativa.

Nonostante il presente livello di progettazione sia precedente alla progettazione definitiva, nella presente relazione si procede ad un pre-dimensionamento dei volumi di invaso necessari a garantire che l'intervento sia idraulicamente invariante.

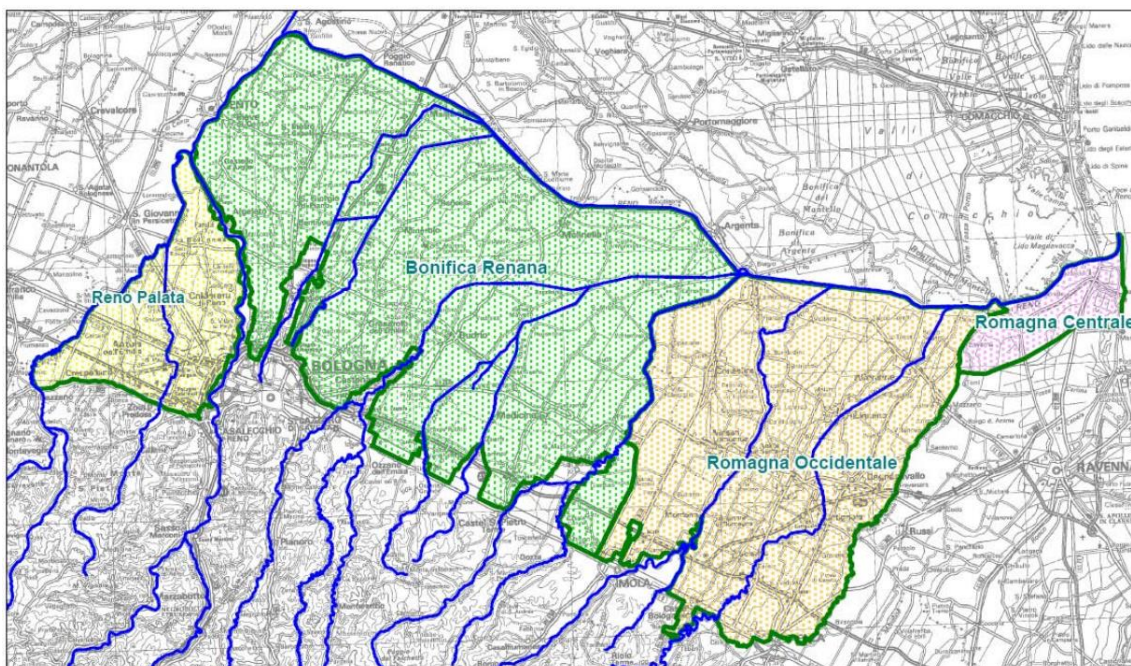
2.5.2 Area di intervento

Come esplicitato nella Relazione allegata alla “*Direttiva per la sicurezza idraulica nei sistemi idrografici di pianura nel Bacino del Reno*” (Autorità di Bacino del Reno, 2008), l'area di intervento ricade nel territorio del Consorzio della Bonifica Renana all'interno del Bacino Idrografico “Canale della Botte” che si estende a Nord di Bologna per una superficie pari a 414 kmq.

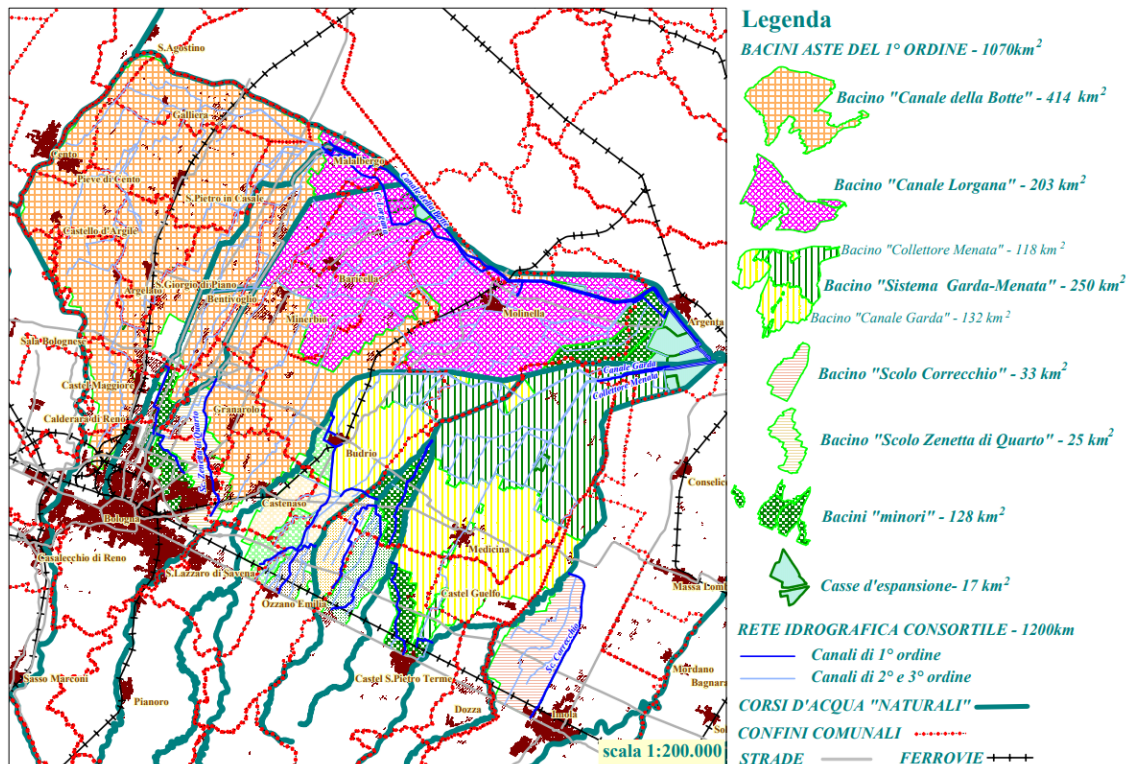
In prossimità dell'area di intervento non sono presenti corpi idrici classificati come di I° Ordine ma solo canali di 2° e 3° ordine, possibili recettori delle portate generata dalla trasformazione delle superfici.

La Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischi Alluvioni e i Piani Stralcio di Bacino, finalizzata al coordinamento tra tali Piani e il Piano Gestione Rischio Alluvioni - Integrazioni alle Norme e alle Tavole di piano - Adozione - Delibera CI n. 3/1 del 7

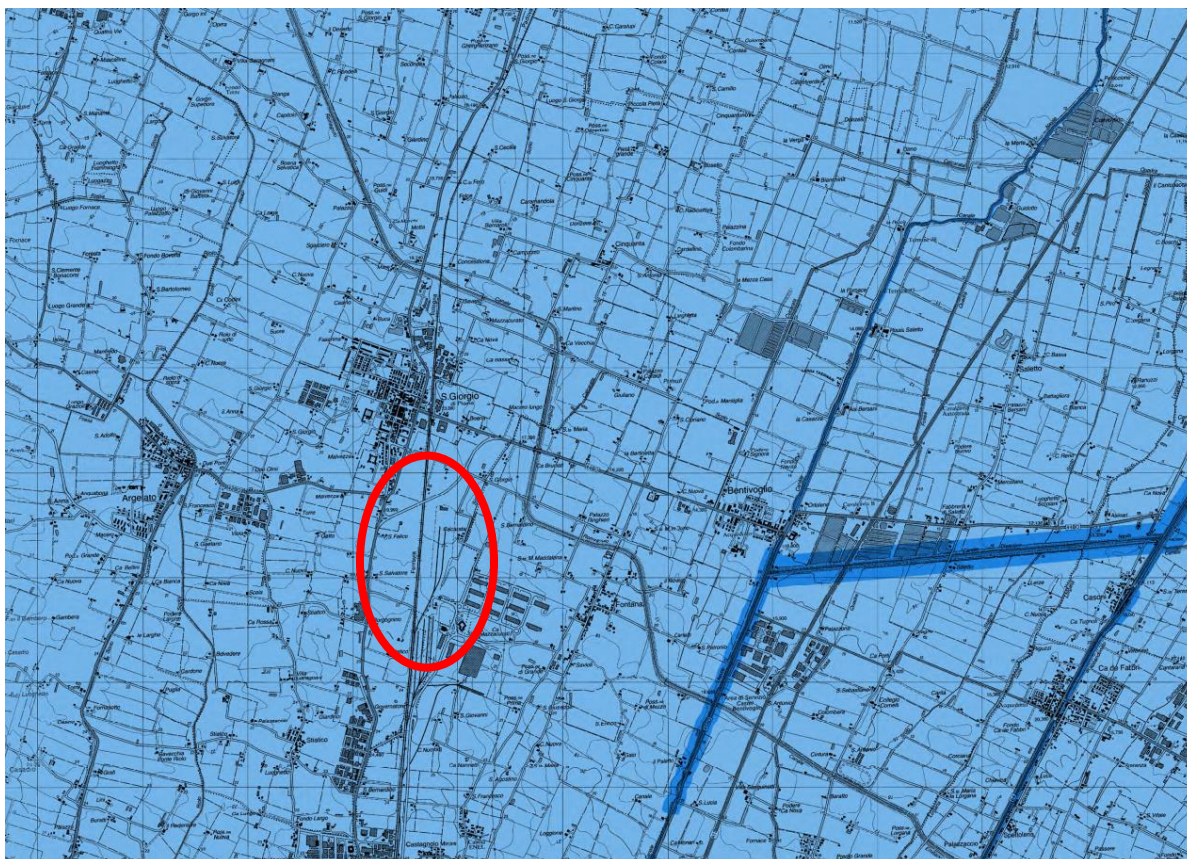
novembre 2016 alla Tavola MP 7 – Mappa di Pericolosità delle aree Potenzialmente interessate da alluvioni, identifica l'area di intervento come ricadente nello Scenario di Pericolosità P2 – Alluvioni poco frequenti.



Consorzi nel territorio dell'Autorità di Bacino del Reno



Bacini Idrografici rientranti nel Consorzio della Bonifica Renana



Estratto Mappa MP 7 – Mappa di Pericolosità delle aree Potenzialmente interessate da alluvioni

L'ambito oggetto di intervento ricade quindi nel territorio soggetto all'“Articolo 20 – Controllo degli apporti d'acqua” del Piano Stralcio dell'Assetto Idrogeologico (PSAI Reno, Idice-Savena, Sillaro e Santerno (art.1 c. 1 L. 3.08.98 n.267 e s.m.i.)) elaborato dall'autorità di bacino.

L'Art. 20 c.1 cita: “*Al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, per le aree ricadenti nel territorio di pianura e pedecollina indicate nelle tavole del “Titolo II Assetto della Rete Idrografica” i Comuni prevedono nelle zone di espansione, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, che la realizzazione di interventi edilizi sia subordinata alla realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di*

almeno 500 m³ per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto che non scolino, direttamente o indirettamente e considerando saturo d'acqua il terreno, nel sistema di smaltimento delle acque meteoriche; sono inoltre escluse le superfici dei sistemi di raccolta a cielo aperto. [...]” ed inoltre “[...] rispettare il principio dell'invarianza idraulica andando a creare volumi di accumulo per le acque meteoriche dimensionati nella misura di 500 mc per ettaro di superficie di intervento ad esclusione del verde compatto. Da tali volumi di accumulo le acque meteoriche dovranno essere restituite al reticolo di acque superficiali nella misura massima di 10 l/s/ha.”

Successivamente l'All. A) alla Deliberazione n.1/3 del 5 Marzo 2014 “Linee Guida per la progettazione dei sistemi di raccolta delle acque piovane per il controllo degli apporti nelle reti idrografiche di pianura” definisce il calcolo e scelta della tipologia dei volumi costituenti i sistemi di raccolta delle acque piovane.

Il calcolo del volume di laminazione (V_L) viene fatto definendo il Tempo di ritorno critico espresso in anni (T_{RC}) dell'evento di pioggia per il quale il volume totale del sistema di raccolta è completamente invasato; per eventi con tempi di ritorno maggiori di T_{RC} non è più possibile scaricare con sicurezza le portate derivanti dallo scolo delle acque di pioggia.

Il Volume di laminazione viene quindi calcolato come:

$$V_L = V_e - V_u$$

dove: V_e è il volume che affluisce nella vasca di laminazione durante la precipitazione di durata pari al tempo di pioggia critico (t_{pc}) che è il tempo, espresso in ore, per il quale si massimizza V_L ed il cui valore massimo è convenzionalmente posto pari a 72 ore.

$$t_{pc} = \left(\frac{Q_u}{\varphi \cdot S_N \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$Q_u = u \cdot S_N$$

Con $u = 10 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ (Coefficiente udometrico).

$$V_e = \varphi \cdot S_N \cdot a \cdot (t_{pc})^n$$

$$V_u = Q_u \cdot t_{pc}$$

- V_u è il volume che defluisce dalla vasca di laminazione durante la precipitazione di durata pari al tempo di pioggia critico (t_{pc});
- φ è il coefficiente di afflusso;
- a , espresso in metri/ore, ed n sono i parametri che caratterizzano la curva di possibilità pluviometrica ed i cui valori sono indicati, per ogni comune, nella tabella successivamente riportata.

PROV.	COMUNE	TR=2 anni		TR=30 anni		TR=50 anni		TR=100 anni		TR=200 anni	
		a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
BO	ANZOLA	0,0213	0,3038	0,0433	0,2261	0,0475	0,2548	0,0534	0,2472	0,0596	0,2398
BO	ARGELATO	0,0199	0,2746	0,0403	0,2318	0,0443	0,2256	0,0498	0,218	0,0555	0,2106
BO	BARICELLA	0,0211	0,2515	0,0428	0,2086	0,047	0,2025	0,0528	0,1948	0,0589	0,1875
BO	BAZZANO	0,0235	0,3276	0,0476	0,2847	0,0523	0,2786	0,0588	0,2709	0,0656	0,2635
BO	BENTIVOGLIO	0,0246	0,2731	0,0418	0,2241	0,0459	0,2241	0,0517	0,2165	0,0576	0,2091
BO	BOLOGNA	0,0208	0,3181	0,0423	0,2753	0,0464	0,2691	0,0522	0,2615	0,0582	0,2541
BO	BUDRIO	0,0195	0,288	0,0397	0,2452	0,0435	0,239	0,0489	0,2314	0,0546	0,224
BO	CALDERARA DI RENO	0,0185	0,3043	0,0375	0,2614	0,0412	0,2553	0,0463	0,2476	0,0516	0,2402
BO	CASALECCHIO DI RENO	0,0204	0,3604	0,0413	0,3175	0,0453	0,3114	0,051	0,3038	0,0569	0,2964
BO	CASTEL GUELFO	0,0218	0,2827	0,0443	0,2398	0,0486	0,2337	0,0547	0,226	0,061	0,2186
BO	CASTEL MAGGIORE	0,0188	0,304	0,0381	0,2612	0,0419	0,255	0,0471	0,2474	0,0525	0,24
BO	CASTEL S.PIETRO TERME	0,0208	0,3171	0,0421	0,2742	0,0463	0,2681	0,052	0,2604	0,058	0,253
BO	CASTELLO D'ARGILE	0,0209	0,2472	0,0425	0,2043	0,0466	0,1982	0,0524	0,1905	0,0585	0,1831
BO	CASTENASO	0,019	0,3138	0,0385	0,2709	0,0423	0,2648	0,0475	0,2571	0,053	0,2498
BO	CREPELLANO	0,0231	0,3205	0,0468	0,2776	0,0514	0,2715	0,0578	0,2638	0,0645	0,2565
BO	DOZZA	0,0209	0,3165	0,0425	0,2736	0,0466	0,2675	0,0524	0,2598	0,0585	0,2525
BO	GALLIERA	0,0214	0,3165	0,0433	0,2122	0,0476	0,2061	0,0535	0,1984	0,0597	0,1911
BO	GRANAROLO	0,0185	0,313	0,0375	0,2701	0,0412	0,264	0,0463	0,2564	0,0516	0,249
BO	IMOLA	0,0231	0,3018	0,0468	0,2589	0,0514	0,2528	0,0578	0,2451	0,0644	0,2377
BO	MALALBERGO	0,0216	0,2513	0,0439	0,2084	0,0482	0,2023	0,0542	0,1946	0,0604	0,1873
BO	MEDICINA	0,0223	0,2555	0,0452	0,2126	0,0496	0,2065	0,0557	0,1988	0,0622	0,1915
BO	MINERBIO	0,0208	0,2583	0,0421	0,2154	0,0462	0,2093	0,052	0,2016	0,058	0,1943
BO	MOLINELLA	0,0198	0,2821	0,0402	0,2393	0,0442	0,2331	0,0497	0,2255	0,0554	0,2181
BO	MORDANO	0,0253	0,2804	0,0513	0,2376	0,0564	0,2314	0,0634	0,2238	0,0707	0,2164
BO	OZZANO	0,0212	0,3973	0,043	0,2644	0,0472	0,2583	0,053	0,2506	0,0592	0,2433
BO	PIEVE DI CENTO	0,0212	0,2448	0,043	0,202	0,0472	0,1959	0,053	0,1882	0,0591	0,1808
BO	S.GIORGIO DI PIANO	0,0208	0,2682	0,0423	0,2253	0,0464	0,2192	0,0522	0,2115	0,0582	0,2041
BO	S.LAZZARO DI SAVENA	0,0216	0,3031	0,0439	0,2603	0,0482	0,2541	0,0542	0,2465	0,0604	0,2391
BO	S.PIETRO IN CASALE	0,0217	0,2486	0,044	0,2058	0,0483	0,1996	0,0543	0,192	0,0606	0,1846
BO	SALA BOLOGNESE	0,0193	0,2691	0,0392	0,2263	0,0431	0,2201	0,0484	0,2125	0,054	0,2051
BO	ZOLA PREDOSA	0,021	0,3497	0,0426	0,3069	0,0468	0,3008	0,0526	0,2931	0,0587	0,2857
FE	ARGENTA	0,0196	0,3037	0,0399	0,2608	0,0438	0,2547	0,0492	0,247	0,0549	0,2397
RA	ALFONSINE	0,0221	0,3003	0,0449	0,2575	0,0493	0,2513	0,0554	0,2437	0,0618	0,2363
RA	BAGNACAVALLLO	0,0279	0,2578	0,0565	0,2149	0,0621	0,2088	0,0698	0,2011	0,0788	0,1938
RA	BAGNARA DI ROMAGNA	0,0269	0,2693	0,0545	0,2264	0,0599	0,2203	0,0673	0,2126	0,0751	0,2052
RA	CASTEL BOLOGNESE	0,0249	0,2988	0,0505	0,2559	0,0555	0,2498	0,0694	0,2422	0,0696	0,2348
RA	CONSELICE	0,0208	0,3163	0,0423	0,2735	0,0464	0,2674	0,0522	0,2597	0,0582	0,2523
RA	COTIGNOLA	0,0288	0,2523	0,0584	0,2095	0,0641	0,2033	0,0721	0,1957	0,0804	0,1883
RA	FAENZA	0,0275	0,2781	0,0557	0,2363	0,0612	0,2291	0,0688	0,2215	0,0767	0,2141
RA	FUSIGNANO	0,0252	0,2757	0,0512	0,2329	0,0562	0,2267	0,0632	0,2191	0,0705	0,2117
RA	LUGO	0,0246	0,2831	0,0498	0,2402	0,0547	0,2341	0,0615	0,2264	0,0686	0,219
RA	MASSALOMBARDA	0,0235	0,2962	0,0476	0,2533	0,0523	0,2472	0,0588	0,2395	0,0656	0,2371
RA	RAVENNA	0,0267	0,2699	0,0542	0,2271	0,0595	0,221	0,0669	0,2133	0,0746	0,2059
RA	S.AGATA SUL SANTERNO	0,0254	0,2802	0,0515	0,2373	0,0565	0,2312	0,0635	0,2235	0,0709	0,2161
RA	SOLAROLO	0,0272	0,2698	0,0551	0,2269	0,0605	0,2208	0,068	0,2131	0,0759	0,2057

Per l'area di intervento i valori della curva di possibilità pluviometrica a due parametri da utilizzare per il calcolo del volume di pioggia sono di seguito riportati per i tempi di ritorno di 50 e 100 anni.

Comune di S. Giorgio di Piano		
Tr (anni)	a (m/h)	n
50	0.0464	0.2192
100	0.0522	0.2115

2.5.3 Coefficienti di afflusso

Il coefficiente di afflusso è il rapporto tra il volume totale delle acque meteoriche superficiali defluite alla sezione di chiusura di un dato bacino scolante e il volume totale degli afflussi meteorici. È uno dei parametri di riferimento per la determinazione del livello di significatività della trasformazione operata dall'intervento in progetto.

I valori comunemente considerati per il calcolo son i seguenti:

Tipo di superficie	φ
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, ...)	0,9
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...)	0,6
Superfici permeabili (aree verdi)	0,2
Aree agricole	0,1

Nel caso in cui l'area complessiva S sia caratterizzata da superfici scolanti di diversa natura (caratterizzate da diversi valori del coefficiente di deflusso φ), è necessario calcolare la media ponderale di φ ; detto φ_i il coefficiente di deflusso relativo alla superficie S_i , sarà:

$$\bar{\phi} = \frac{\sum \phi_i S_i}{\sum S_i}$$

L'incremento di impermeabilizzazione dovuto alla realizzazione di nuove opere si traduce in aumento del coefficiente di deflusso medio dell'area per cui è prevista la trasformazione del suolo e cioè in aumento del volume idrico che defluisce dall'area stessa verso il recettore.

Secondo un principio di precauzione è stata considerata impermeabile anche tutta la superficie dell'asta di raccordo tra la linea ferroviaria e l'area di stazionamento dei convogli ferroviari.

STATO ANTE OPERAM

Uso del suolo	Area (mq)	ϕ
Superfici impermeabili	0	0,90
Superfici semi-permeabili	0	0,60
Superfici permeabili	117.289	0,20
Aree agricole	0	0,10
117.289		0,200

STATO POST OPERAM

Uso del suolo	Area (mq)	ϕ
Superfici impermeabili	88.809	0,90
Superfici semi-permeabili	0	0,60
Superfici permeabili	28.480	0,20
Aree agricole	0	0,10
117.289		0,730

2.5.4 Determinazione dei volumi compensativi necessari

Il calcolo dei volumi conservativi necessari è stato eseguito secondo le modalità definite nel l'All. A) alla Deliberazione n.1/3 del 5 Marzo 2014 “Linee Guida per la progettazione dei sistemi di raccolta delle acque piovane per il controllo degli apporti nelle reti idrografiche di pianura” sia per un Tempo di ritorno di 50 anni sia per un tempo di ritorno di 100 anni. I valori così ottenuti sono stati confrontati con quanto previsto dal comma 1 dell'Articolo 20 – Controllo degli apporti d'acqua” del Piano Stralcio dell'Assetto Idrogeologico. Secondo un principio di precauzione si è quindi considerato il valore più cautelativo.

Si riportano di seguito le tabelle con i risultati del calcolo.

Tr = 50 anni	
a [m/h]	0,0464
n	0,2192
S _N [mq]	117'289
φ	0,730
u [l/sha]	10
Q _u [l/s]	117,3
Q _u [m³/h]	422,3
t _{pc} [h]	3,56
V _u [m³]	1503,3
V _e [m³]	5591,0
V _L [m³]	4089,7
V* [m³/ha]	348,5

Tr = 100 anni	
a [m/h]	0,0522
n	0,2115
S _N [mq]	117'289
φ	0,730
u [l/sha]	10
Q _u [l/s]	117,3
Q _u [m³/h]	422,3
t _{pc} [h]	2,78
V _u [m³]	1174,0
V _e [m³]	5552,6
V _L [m³]	4378,6
V* [m³/ha]	373,32

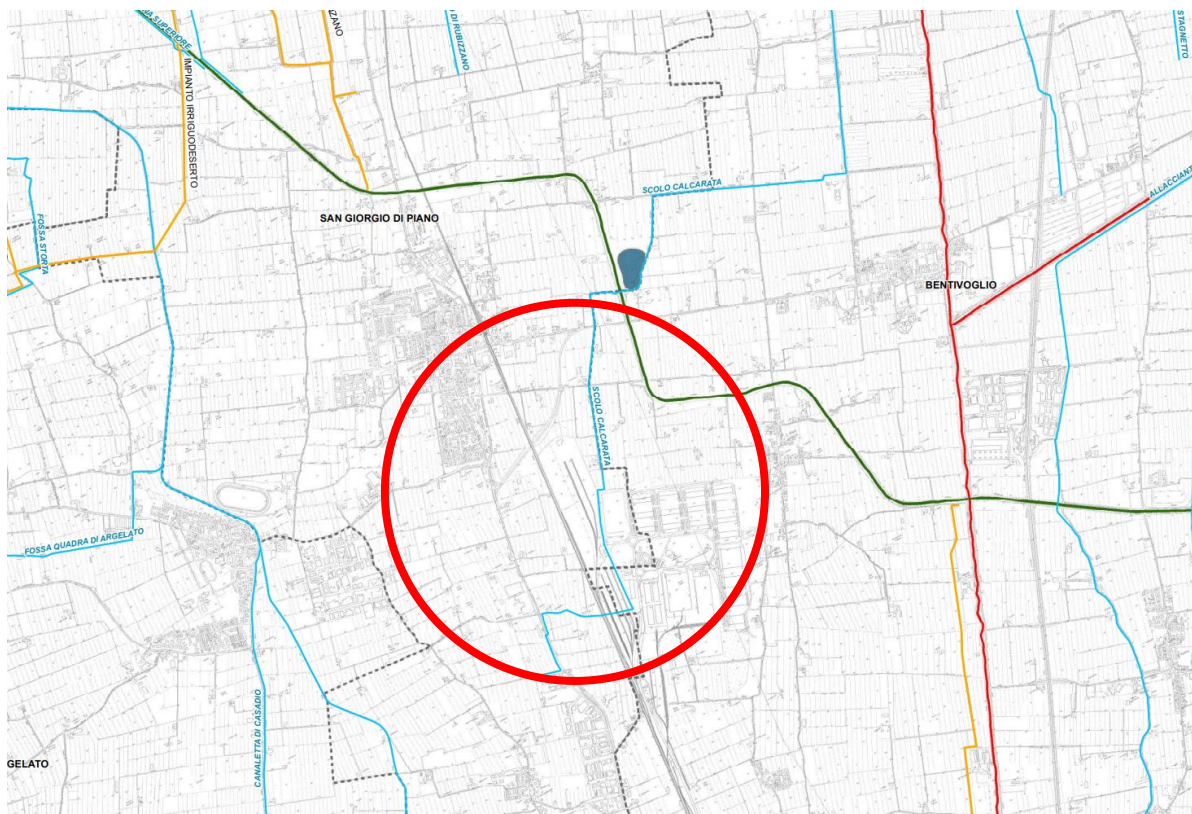
Il valore di 500 mc/ha indicato dal comma 1 dell'Articolo 20 – Controllo degli apporti d'acqua" del Piano Stralcio dell'Assetto Idrogeologico risulta essere il più cautelativo.

Tale condizione porta alla necessità di dover prevedere a volumi di laminazione per un totale di:

$$V_L = 500 \frac{m^3}{ha} \cdot 11,7289 ha = \mathbf{5864,50 m^3}$$

2.5.5 Misure compensative e/o di mitigazione del rischio

L'area interessata dall'intervento ricade in prossimità un contesto prevalentemente urbanizzato agricolo caratterizzato dalla presenza di reti di smaltimento di acque meteoriche anche di importanti dimensioni. Il principale corso d'acqua nell'area di intervento è lo Scolo Calcarata che già ad oggi riceve gli apporti delle acque meteoriche provenienti dall'area dell'Interporto.



*Estratto della Tav. Nord-Ovest della Rete Idraulica Consortile del Consorzio di Bonifica
Renana*



Manufatti di scarico in prossimità dello Scolo Calcarata

Con la realizzazione delle nuove opere vengono scavati nuovi fossi e mantenuti o ripristinati i fossi esistenti, a margine sviluppo dell'intervento, sia per garantire il deflusso delle acque meteoriche sia per le necessità di realizzazione dei volumi di invaso.

Nell'impostazione della nuova rete idrica superficiale e nei successivi approfondimenti progettuali, verrà prestata particolare attenzione a garantire il mantenimento delle attuali connessioni tra i diversi canali esistenti e i versi di scorrimento esistenti.

L'opera sarà accompagnata da un adeguata rete di smaltimento delle acque superficiali.

Dall'applicazione dei metodi di calcolo suddetti, si è ottenuto che l'opera deve realizzare un volume di invaso minimo W_{min} compensativo dell'incremento dell'impermeabilizzazione pari a $V_{L,min} = 5864,50 m^3$.

Per soddisfare tale richiesta si prevede la realizzazione di un invaso a cielo aperto. L'invaso, realizzato a confine tra l'area oggetto di intervento e la linea ferroviaria Padova-Bologna avrà sezione trapezoidale, con base di larghezza 4,00 m e scarpate di pendenza 2/3, come riassunto nella seguente tabella.

Largh. fondo [m]	Profondità [m]	Tirante [m]	Area liquida [mq]	Sviluppo [m]	Volume invasabile W [mc]
4,00	2,67	2,00	14,00	600	8.400
					8.400

Cautelativamente non si è tenuto conto nel computo dei volumi realizzati delle affossature minori di progetto.

L'opera in progetto, dunque, realizza volumi d'invaso tali per cui

$$V_L = 8400 \text{ m}^3 > 5864,50 \text{ m}^3 = V_{L,min}$$

Gli invasi così realizzati saranno effettivamente attivati dalla presenza di opportuni manufatti di regolazione delle portate posizionati in corrispondenza dello scarico verso i recapiti. Il dimensionamento di tali manufatti viene rimandato alla successiva fase progettuale.

Allo stesso modo viene rimandata alla progettazione definitiva dell'opera la valutazione di eventuali sistemi di infiltrazione facilitata delle acque di origine meteorica, a seguito degli esiti delle indagini idrogeologiche.

Confrontando il volume di accumulo da reperire per garantire l'invarianza idraulica dell'intervento W_{min} con il volume ottenuto con lo scavo dei nuovi fossati W si può concludere che l'invaso realizzato con l'opera risulta sufficiente a garantire il volume complessivo richiesto, con un margine di sicurezza.

Si può pertanto affermare che **l'intervento è idraulicamente compatibile.**

2.6 TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO

Il tema è disciplinato dal D.lgs. 152/06 all'Art. 113, Parte III “Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia”. A livello regionale la Regione Emilia Romagna disciplina tale aspetto con la Delibera n. 2184/2007, la Delibera n. 1860/2006 e la Delibera n. 286/2005.

Con la Deliberazione della Giunta Regionale del 18 dicembre 2006, n. 1860 sono state formulate le “Linee guida di indirizzo per gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione G.R. n. 286 del 14/2/2005”

Il Capitolo I delle suddette Linee Guida tratta gli “Orientamenti interpretativi ed esplicativi relativi al paragrafo 8 della direttiva n. 286/2005” inerente alle aree esterne da attività commerciali e/o di produzione di beni.

Le Linee Guida, al Paragrafo A.1, punti I-II, riporta i “Criteri di esclusione totale delle superfici impermeabili scoperte dall'ambito di applicazione della direttiva”. Si riporta di seguito l'estratto del paragrafo per completezza.

I ORIENTAMENTI INTERPRETATIVI ED ESPLICATIVI RELATIVI AL PARAGRAFO 8 DELLA DIRETTIVA N. 286 / 2005 (Aree esterne da attività commerciali e/o di produzione di beni)**A.1 Criteri di esclusione totale delle superfici impermeabili scoperte dall'ambito di applicazione della direttiva**

I. Per gli insediamenti/stabilimenti destinati ad attività commerciale o di produzione di beni/servizi dotati di una superficie esterna impermeabile e scoperta, il primo criterio di esclusione dagli obblighi di gestione delle acque di prima pioggia o di lavaggio derivanti dalla predetta superficie è quello previsto al punto 8.1.1 - III, lettera C della direttiva, ossia tale superficie deve essere destinata esclusivamente a parcheggio degli autoveicoli delle maestranze e dei clienti, compresi quelli a servizio dell'attività dell'azienda, nonché al transito degli automezzi anche pesanti connessi alle attività svolte.

Per aree destinate a parcheggio di notevole estensione, resta salva la facoltà delle Province, in riferimento alle esigenze di tutela/salvaguardia degli usi specifici delle acque dei corpi idrici significativi e di interesse, previsti dagli strumenti di pianificazione locale, di prescrivere sistemi di gestione delle acque di prima pioggia.

II. Inoltre sono da ritenersi esclusi dagli obblighi di gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne anche gli insediamenti /stabilimenti destinati ad attività commerciale o di produzione di beni dotati di superfici impermeabili scoperte adibite esclusivamente al deposito dei prodotti finiti e delle materie prime, connessi all'attività dello stabilimento, eseguito con modalità e tipologie di protezione tali da evitare oggettivamente il dilavamento delle acque meteoriche (ad esempio: materiale completamente protetto da imballaggi, strutture / sistemi di protezione, ecc.).

III. Per le situazioni non riconducibili alle casistiche indicate ai precedenti punti I e II, la possibilità di esclusione dall'ambito di applicazione della direttiva può prevedersi soltanto nel rispetto delle condizioni previste al successivo paragrafo A 2, punto 3 lettera c)

L'intervento in oggetto ricade nei criteri di esclusione ai punti I e II del paragrafo A.1 per le seguenti motivazioni:

1. La tipologia d'opera, in quanto area di smistamento di merci per il passaggio da rotaia a gomma, è assimilabile ad uno stabilimento destinato attività produttiva con il solo passaggio senza soste prolungate di automezzi anche pesanti connessi alle attività svolte;
2. Le superfici impermeabili scoperte in progetto sono destinate al deposito temporaneo dei container per il passaggio da rotaia a gomma e viceversa. I container rappresentano un elemento di protezione per evitare il dilavamento delle acque meteoriche.

2.6.1 SISTEMI MANUALI DI INTERCETTAZIONE

Vista la destinazione d'uso delle opere che accoglieranno container con merci di diversa natura, movimentate in container verso treni merci o mezzi gommati, non è del tutto escludibile la possibilità di rari e limitati sversamenti accidentali di sostanze potenzialmente inquinanti derivanti dalle merci in deposito o dai mezzi in transito nelle aree.

Per rispondere a tale eventualità, muovendosi nella direzione della tutela dei corpi idrici recettori, le successive fasi progettuali dovranno prevedere il dimensionamento di sistemi manuali di intercettazione delle acque meteoriche di dilavamento in caso di sversamenti accidentali.

Tali sistemi, (saracinesche, paratoie, ...) dovranno essere posizionati a monte dello scarico della rete di smaltimento delle acque meteoriche nelle affossature di progetto e sono finalizzati ad isolare l'area di piazzale in cui si è verificato lo sversamento accidentale prima che la sostanza potenzialmente inquinante raggiunga le affossature di progetto e quindi il corpo idrico di recapito.

3. ASPETTI ECONOMICI

Al fine di quantificare l'impegno economico necessario alla realizzazione dell'opera si è proceduto a redigere una stima economica parametrica e quindi un quadro economico delle somme a disposizione riportati nelle pagine successive.

3.1 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA

Si riporta di seguito il riepilogo dei costi per la realizzazione dell'opera in progetto.

RIEPILOGO COSTI					
	Lunghezza (m)	Larghezza (m)	Costo Unitario		Totale
Piazzale	770	38	106,00	€/mq	€ 3 100 000,00
Rilevato Ferroviario Asta di Raccordo	360	4,6	56,00	€/mq	€ 100 000,00
Rilevato Ferroviario Area Carico/Scarico	1750	4,6	153,00	€/mq	€ 1 200 000,00
Armamento (corpo)					€ 800 000,00
Predisposizione gru a portale	1540		1 168,00	€/m	€ 1 800 000,00
TOTALE					€ 7 000 000,00

Seguono alle pagine seguenti le tabelle riepilogative per le diverse sezioni tipologiche utilizzate

PIAZZALE PAVIMENTATO						
Riferimento	N. Articolo	n.	Descrizione	U.M.	p.u.	Quantità
Regione Emilia Romagna 2019	C04.094.045	1	Taglio di vegetazione spontanea	m²	1,53	1,00
Regione Emilia Romagna 2019	C01.001.005.a	2	Scavo di sbancamento con mezzi meccanici	mc	4,56	0,40
	NP.01	3	Geotessuto di rinforzo	m²	5,80	1,00
Regione Emilia Romagna 2019	C01.016.020.a	4	Strato anticappillare	mc	40,20	0,30
	NP.02	5	Strato di fondazione in misto cementato	mc	50,25	0,80
Regione Emilia Romagna 2019	C01.022.010.b	6	Fornitura e stesa dello strato di base (10 cm)	m²	14,81	1,00
Regione Emilia Romagna 2019	C01.022.010.c	7	Fornitura e stesa dello strato di base (+2 cm)	m²*cm	1,48	2,00
Regione Emilia Romagna 2019	C01.022.015.b	8	Fornitura e stesa di binder (6 cm)	m²	9,42	1,00
Regione Emilia Romagna 2019	C01.022.020.a	9	Fornitura e stesa di strato d'usura multifunzionale (3 cm)	m²	5,17	1,00
Regione Emilia Romagna 2019	C01.022.020.b	10	Maggiorazione per 1 cm	m²	1,72	1,00
	NP.03	11	Maggiorazione per tappeto d'usura ad elevate prestazioni	m²*cm	1,42	4,00
	NP.04	12	Opere minori, illuminazione, antincendio e finiture	%	1,00	4,50
TOTALE						105,73
COSTO PER METRO QUADRO						106,00

FONDAZIONE BINARIO - ASTA DI RACCORDO						
Riferimento	N. Articolo	n.	Descrizione	U.M.	p.u.	Quantità
Regione Emilia Romagna 2019	C04.094.045	1	Taglio di vegetazione spontanea	m²	1,53	1,00
Regione Emilia Romagna 2019	C01.001.005.a	2	Scavo di sbancamento con mezzi meccanici	mc	4,56	0,40
	NP.01	3	Geotessuto di rinforzo	m²	5,80	1,00
Regione Emilia Romagna 2019	C01.016.020.a	4	Strato anticapillare	mc	40,20	0,30
Regione Emilia Romagna 2019	C01.016.015.c	5	Materiale da rilevato	mc	17,59	0,20
	NP.06	6	Strato supercompattato	mc	22,20	0,30
	NP.07	7	Strato di sub-ballast spessore 12 cm in conglomerato bituminoso	m²	12,17	1,00
	NP.08	8	Massicciata in ballast	mc	21,57	0,53
	NP.05	9	Opere minori e finiture	%	1,00	1,00
TOTALE						55,54
COSTO PER METRO QUADRATO						56,00

FONDAZIONE BINARIO - AREA CARICO/SCARICO							
Riferimento	N. Articolo	n.	Descrizione	U.M.	p.u.	Quantità	Importo
Regione Emilia Romagna 2019	C04.094.045	1	Taglio di vegetazione spontanea	m²	1,53	1,00	1,53
Regione Emilia Romagna 2019	C01.001.005.a	2	Scavo di sbancamento con mezzi meccanici	mc	4,56	0,40	1,82
	NP.01	3	Geotessuto di rinforzo	m²	5,80	1,00	5,80
Regione Emilia Romagna 2019	C01.016.020.a	4	Strato anticapillare	mc	40,20	0,30	12,06
	NP.02	5	Strato di fondazione in misto cementato	mc	50,25	0,70	35,18
Regione Emilia Romagna 2019	A03.007.005.a	6	Magrone	mc	82,07	0,10	8,21
Regione Emilia Romagna 2019	A03.007.145.d	7	Calcestruzzo SCC C35/55 Autocompattante (20 cm + 22 cm)	mc	154,82	0,42	65,02
Regione Emilia Romagna 2019	A03.013.005.e	8	Acciaio	Kg	1,34	16,00	21,44
	NP.05	15	Opere minori e finiture	%	1,00	1,00	1,51
TOTALE							152,57
							153,00
							COSTO PER METRO QUADRATO

PREDISPOSIZIONE GRU A PORTALE							
Riferimento	N. Articolo	n.	Descrizione	U.M.	p.u.	Quantità	Importo
Regione Emilia Romagna 2019	C01.004.005.a	1	Scavo di fondazione a sezione obbligatoria	mc	5,23	0,48	2,51
Regione Emilia Romagna 2019	A02.043.005.b	2	pali troncoconici lunghezza 9 m f.p.	m	48,20	7,53	363,11
	NP.09	3	maggiorazione al prezzo dei pali per classe resistenza cls	m	1,49	7,53	11,22
Regione Emilia Romagna 2019	A03.007.005.a	4	Magrone	mc	82,07	0,20	16,00
Regione Emilia Romagna 2019	A03.010.005.a	5	Casseratura in legno	mq	25,02	2,00	50,04
Regione Emilia Romagna 2019	A03.007.145.b	6	calces truzzo C35/45	mc	154,82	1,20	185,78
Regione Emilia Romagna 2019	A03.013.005.e	7	Acciaio	Kg	1,34	106,00	142,04
	NP.10	8	Sistema ancoraggio giunti	cad	300,00	0,07	22,20
	NP.11	9	Fornitura rotaia guida per gru a portale	m	141,00	1,00	141,00
	NP.12	10	Piastra appoggio per rotaia	kg	1,62	62,80	101,74
	NP.13	11	Tirafondi	kg	1,62	18,94	30,68
	NP.14	12	Piastrine di fissaggio	cad	5,50	3,33	18,33
	NP.15	13	Malta antiritiro	m	52,00	1,00	52,00
	NP.16	14	Installazione rotaia Burbach	m	20,00	1,00	20,00
	NP.17	15	Opere minori e finiture	%	1,00	3,00	11,58
TOTALE							1 168,24
COSTO PER METRO LINEARE							1 168,00

3.2 QUADRO ECONOMICO

Si riporta di seguito il quadro economico delle somme a disposizione relativo al presente intervento.

LINEA BOLOGNA - PADOVA: INTERVENTI PER LO SVILUPPO DELL'INTERPORTO DI BOLOGNA
Fase 1: Potenziamento dell'area terminal di Bologna Interporto ai fini adeguamento prestazionale a modulo 750 metri

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

QUADRO ECONOMICO

A) LAVORI PRINCIPALI

A1) TOTALE BASE D'ASTA	€	7 000 000,00	
A2) TOTALE ONERI PER LA SICUREZZA	€	150 000,00	
TOTALE LAVORI PRINCIPALI (A1+A2)		€ 7 150 000,00	€ 7 150 000,00

B) SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE

B1) Rilievi e indagini	€	20 000,00	
TOTALE B1	€	20 000,00	€ 20 000,00
B2) Allacciamenti, oneri per servizi	€	10 000,00	
TOTALE B2	€	10 000,00	€ 10 000,00
B3) Imprevisti:			
B3.1 Imprevisti	€	200 000,00	
B3.2 Arrotondamenti	€	10 000,00	
TOTALE B3			€ 210 000,00
B4) Spese generali e tecniche Progettazione, Direzione Lavori, Sicurezza e Collaudi	€	600 000,00	
TOTALE B4	€	600 000,00	€ 600 000,00
B5) Spese per pubblicità			
TOTALE B5			€ 10 000,00
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE		€ 850 000,00	€ 850 000,00
TOTALE INTERVENTO (A + B)			€ 8 000 000,00

4. STUDIO DI PREFATTIBILITA' AMBIENTALE

4.1 ASPETTI URBANISTICI

La presente analisi ha lo scopo di individuare le eventuali relazioni esistenti tra l'intervento in oggetto e gli atti di pianificazione e programmazione territoriale e settoriale vigenti, individuando, tra tutti, quelli di maggiore attinenza e valenza nei confronti dell'opera in questione, in modo tale da verificare la congruenza dell'intervento proposto con il quadro vincolistico generale nonché individuare l'eventuale presenza di vincoli nell'area di intervento.

Gli strumenti di pianificazione analizzati sono:

- A livello regionale, il Piano territoriale regionale della Regione Emilia Romagna con annesso il Piano Territoriale paesistico regionale e il Piano regionale integrato dei trasporti.
- A livello provinciale, si fa riferimento al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Città Metropolitana di Bologna.
- A livello comunale, il Piano Strategico dell'Unione Reno Galliera e il relativo Piano strutturale del comune di San Giorgio di Piano e Bentivoglio.

4.2 PIANO TERRITORIALE REGIONALE DELL'EMILIA ROMAGNA.

Il Piano Territoriale Regionale, che rappresenta il disegno strategico di sviluppo sostenibile del sistema regionale restituisce una visione d'insieme del territorio. Il progetto in questione non va ad interferire con la *vision* futura della regione perché si tratta di un progetto studiato nell'ottica di continuo miglioramento e implementazione dei collegamenti nazionali dedicati alla movimentazione delle merci.

4.2.1 Piano Territoriale Paesaggistico Regionale

Il Piano Territoriale Paesaggistico Regionale è parte tematica del Piano Territoriale regionale. Attraverso la cartografia in formato vettoriale è stato possibile verificare che l'area oggetto di progetto non insiste in zone tutelate (la distanza che intercorre tra l'area in essere e la prima zona sottoposta a tutela di paesaggio è di circa 5 km).

4.2.2 Piano Regionale Integrato Dei Trasporti

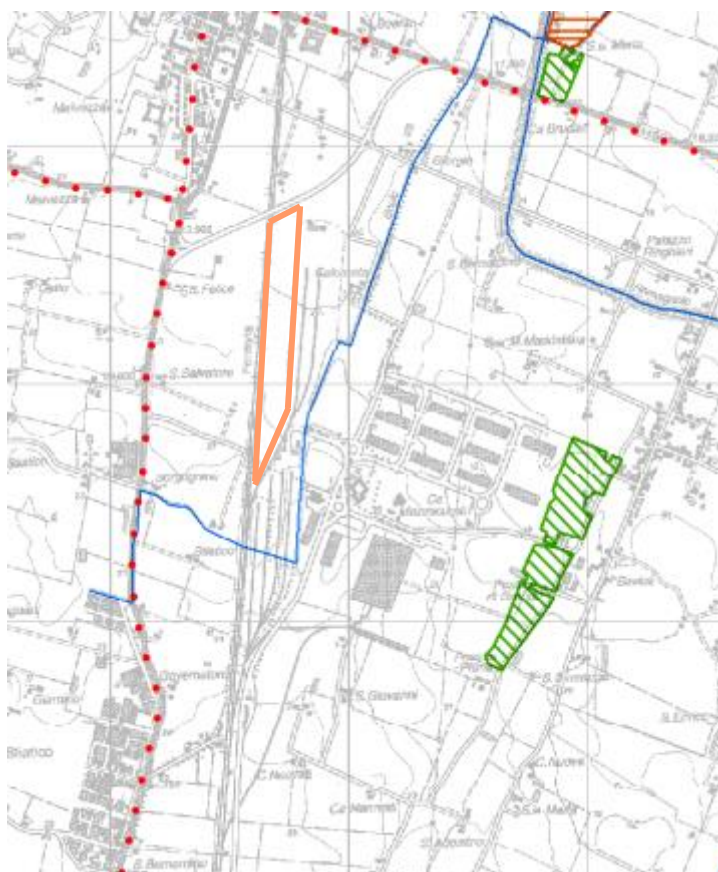
In riferimento al Piano Regionale integrato dei trasporti (Prit 2025) in fase di approvazione non ci sono elementi da evidenziare. Anche nel Prit attualmente vigente (1998-2010) non ci sono indirizzi specifici per l'area di interesse. Tuttavia, come già detto in precedenza, si può affermare che il progetto in questione non andrà ad interferire con le visioni future della regione, anzi, andrà a massimizzare la capacità del sistema ferroviario delle merci in linea con il secondo obiettivo del piano.




























4.3 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE DELLA CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA

La Legge nazionale 267/2000 (Testo Unico degli Enti Locali) affida al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale il compito di indicare le diverse destinazioni del territorio in relazione alla prevalente vocazione delle sue parti, la localizzazione di massima delle maggiori infrastrutture e delle principali linee di comunicazione, i parchi e le riserve

naturali, le linee d'intervento per la sistemazione idrica, idrogeologica ed idraulico-forestale. La Legge regionale 20/2000 (Nuova disciplina del territorio) ne ha specificato ulteriormente i compiti. Per il legislatore regionale il PTCP deve definire l'assetto del territorio con riferimento agli interessi sovracomunali, indirizzare e coordinare la pianificazione urbanistica comunale, articolare sul territorio le linee di azione della programmazione regionale, sottoporre a verifica e raccordare le politiche settoriali della Provincia.

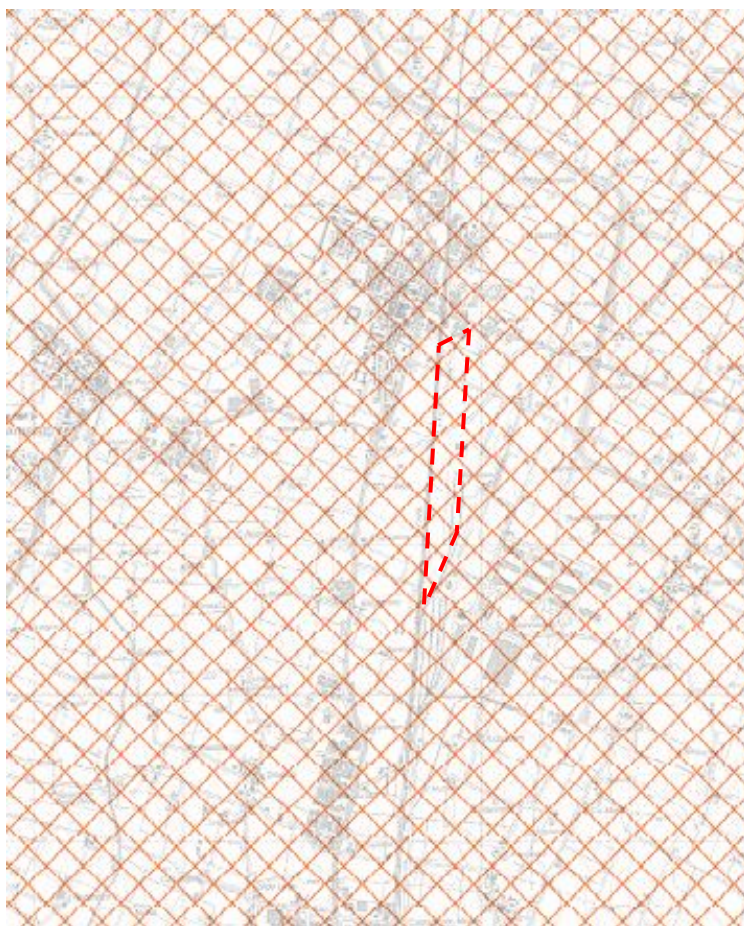
4.3.1 Tav. 1.I Tutela Dei Sistemi Ambientali E Delle Risorse Naturali E Storici Culturali






Sistema idrografico	Altri sistemi zone ed elementi naturali e paesaggistici
 Alvei attivi e invasi dei bacini idrici (art. 4.2)	 Sistema collinare (artt. 3.2, 7.1 e 10.8)
 Reticolo idrografico principale (art. 4.2)	 Sistema di crinale (artt. 3.2 e 7.1)
 Reticolo idrografico secondario (art. 4.2)	 Sistema delle aree forestali (art. 7.2)
 Reticolo idrografico minore (art. 4.2)	 Sistema delle aree forestali (art. 7.2): aree oggetto di rimboscimento
 Canali di bonifica (art. 4.2)	 Zone di particolare interesse paesaggistico - ambientale (art. 7.3)
 Canale Emiliano - Romagnolo (art. 4.2)	 Zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura (art. 7)
 Fasce di tutela fluviale (art. 4.3)	 zone di rispetto dei nodi ecologici
 Fasce di tutela fluviale (art. 4.3): area interessata dal campo base TAV (utilizzabile per l'ampliamento o il trasferimento delle aziende già insediate nel comune di Pianoro secondo i criteri richiesti dal PTCP e fatte salve le verifiche previste dall'art.18 del PSAI)	 nodi ecologici complessi
 Fasce di pertinenza fluviale (art. 4.4)	 Zone di tutela naturalistica (art. 7.5)
 Aree ad alta probabilità di inondazione (art. 4.5)	 Zone umide (artt. 3.5 e 3.6)
 Aree di interventi idraulici strutturali (art. 4.6)	 Crinali significativi (art. 7.6)
 Aree di localizzazione di interventi idraulici strutturali (art. 4.6)	 Calanchi significativi (art. 7.6)
 Aree di potenziale localizzazione di interventi idraulici strutturali (art. 4.6)	 Dossi (art. 7.6)
 Aree a rischio di inondazione in caso di eventi di pioggia con tempo di ritorno di 200 anni (art. 4.11)	

La tavola restituisce la localizzazione delle aree protette compresi i siti di Rete Natura 2000 ed evidenzia anche le aree storiche e archeologiche previste nel territorio. Il progetto oggetto d'esame non ricade in nessuna delle seguenti aree.

4.3.2 Tav.2a.I Rischio Da Frana, Assetto Versanti E Gestione Delle Acque Meteoriche



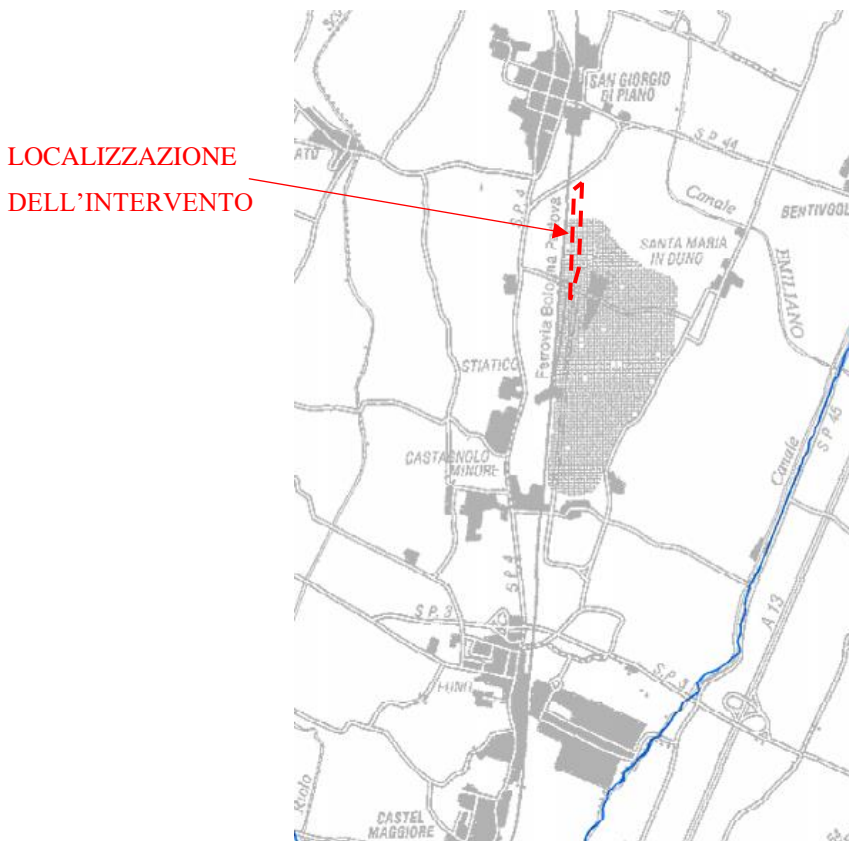
Gestione delle acque meteoriche

-  Ambito di controllo degli apporti d'acqua in pianura (art.4.8)
-  Ambito di controllo degli apporti d'acqua in collina zona A (art.4.8)
-  Ambito di controllo degli apporti d'acqua in collina zona B (art.4.8)

La tavola individua le aree a rischio e più fragili nel territorio. Il progetto fa parte di un ambito di controllo degli apporti d'acqua in pianura, per quanto riguarda la gestione delle

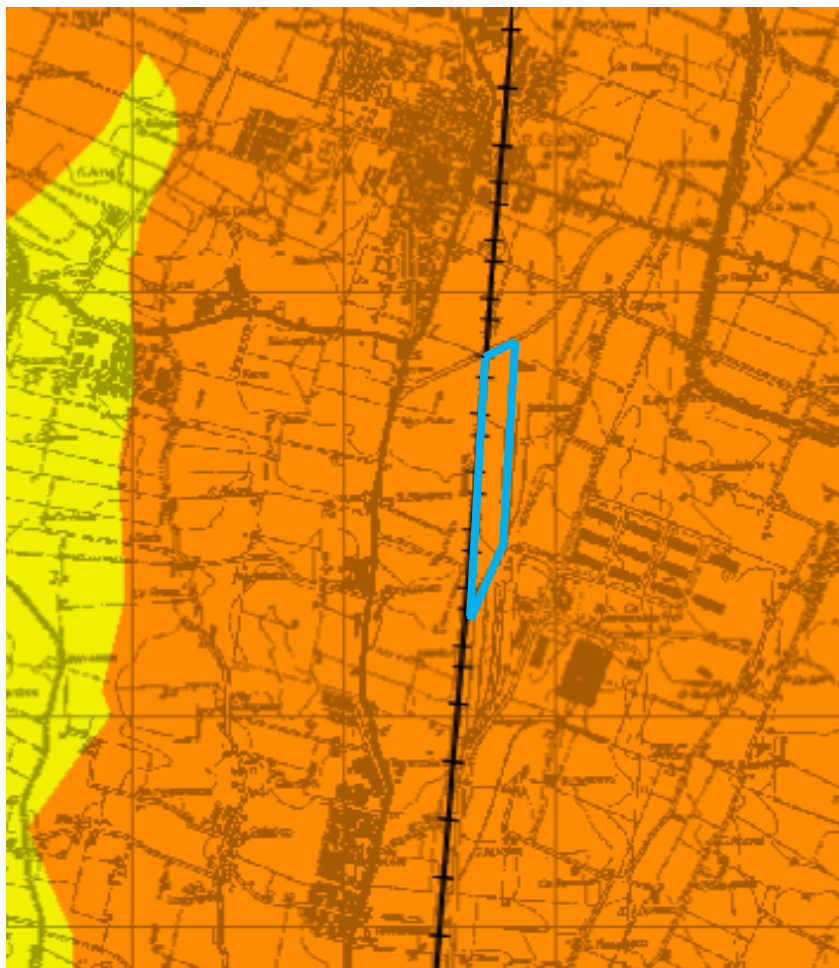
acque meteoriche. Non sono presenti particolari indicazioni per quanto riguarda il rischio di frane e di dissesto dei versanti.

4.3.3 Tav 2b. Nord Tutela Delle Acque Superficiali E Sotterranee



La tavola in oggetto riguarda la protezione di tutte le acque superficiali e sotterranee. Per l'area interessata dal progetto in questione, non ci sono elementi da evidenziare.

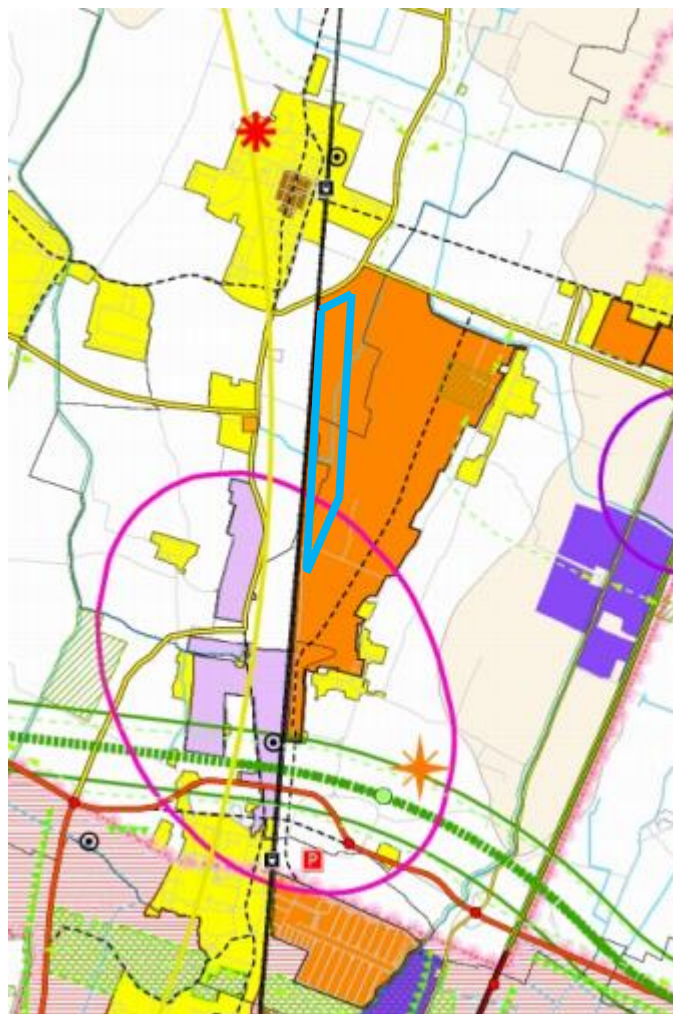
4.3.4 Tav 2c.I Rischio Sismico: Carta Delle Aree Suscettibili Di Effetti Locali







- L1 - Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale presenza di terreni predisponenti la liquefazione
- L2 - Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione
- G - Area potenzialmente instabile per presenza di cavità sotterranee
- R - Aree incoerenti/incerte per caratteristiche litologiche e morfologiche
- C - Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziali cedimenti

In questa tavola vengono individuate le caratteristiche dei terreni in risposta agli effetti come ad esempio il sisma. L'area oggetto di analisi è classificata come “area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale presenza di terreni predisponenti la liquefazione”.

4.3.5 Tav 3. Nord Assetto Evolutivo Degli Insediamenti, Delle Reti Ambientali E Delle Reti Per La Mobilità.



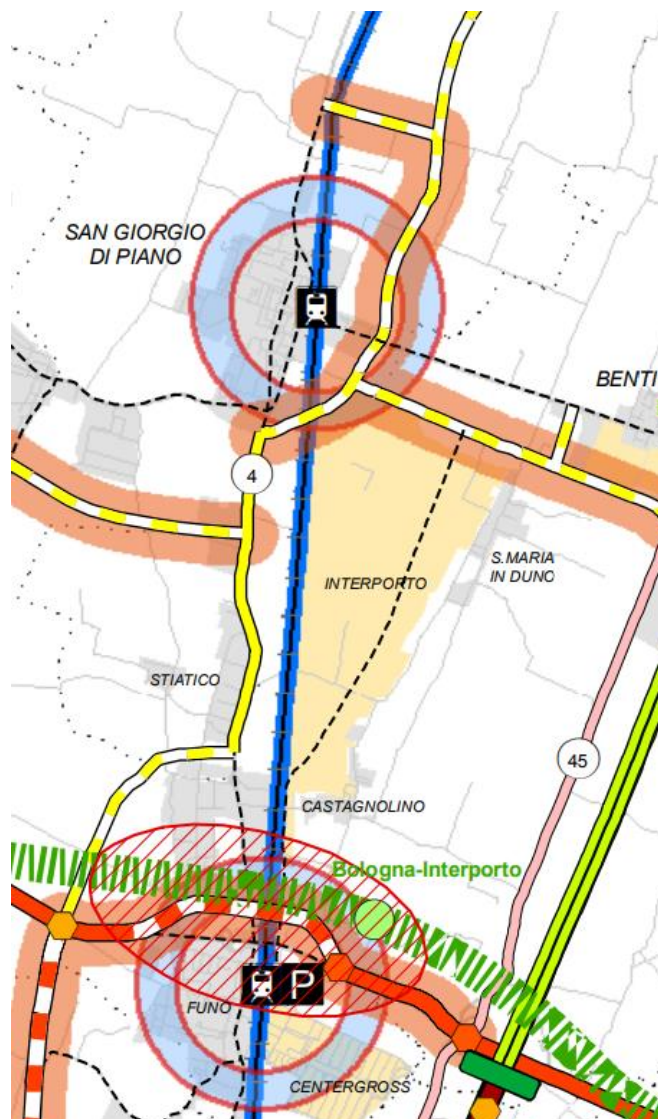
-  Poli funzionali (art. 9.4)
-  Ambiti produttivi di rilievo sovracomunale consolidati per funzioni miste manifatturiere e terziarie o la cui evoluzione è indirizzabile verso funzioni miste o terziarie (art. 9.1)
-  Ambiti produttivi di rilievo sovracomunale consolidati per funzioni prevalentemente produttive manifatturiere (artt. 9.1 e 9.3)
-  Ambiti produttivi di rilievo sovracomunale suscettibili di sviluppo per funzioni miste produttive, logistiche e del commercio non alimentare (art. 9.1)

La tavola 3 restituisce l'uso del territorio e la sua evoluzione. L'area in questione si trova all'interno dell'area denominata Poli funzionali.

Le norme tecniche annesse, all'art. 9.4 danno disposizione in materia di poli funzionali. Per quanto riguarda l'interporto di Bologna vengono individuati i comuni di Bentivoglio, S. Giorgio di Piano e Argelato come possibili aree di nuova localizzazione (nel rispetto dei criteri citati dal punto 1 al punto 8 delle norme).

Pertanto, il progetto risulta in linea con le disposizioni oggetto del PTCP.

4.3.6 Tav 4.A Assetto Strategico Delle Infrastrutture E Della Mobilità

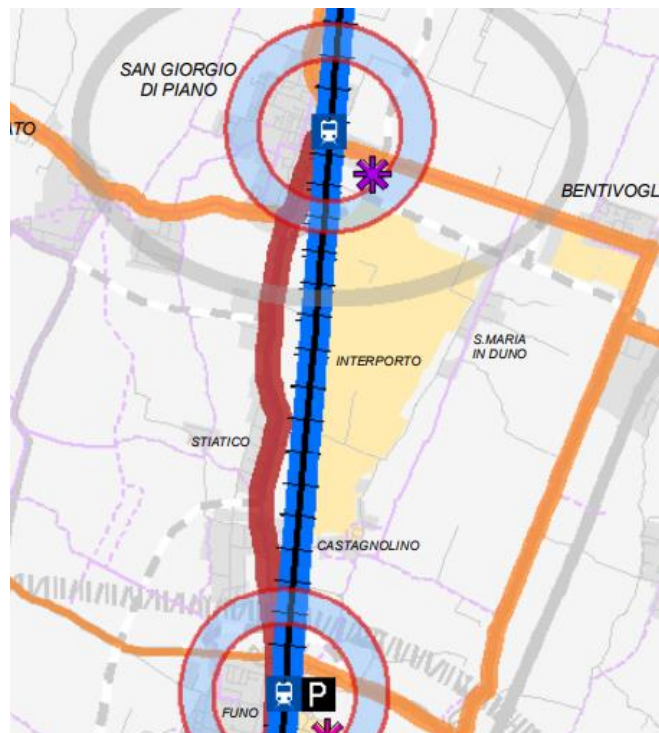




La tavola 4 restituisce la visione strategica futura. Per quanto riguarda la zona in cui ricade l'interporto di Bologna quello che emerge è la volontà dell'amministrazione di potenziare l'area dal punto di vista infrastrutturale prevedendo una nuova rete di "grande viabilità" di interesse nazionale/regionale e la realizzazione di una viabilità extraurbana secondaria di livello provinciale.

Il progetto, in tal senso, rispecchia l'idea di sviluppo per l'intero contesto circostante, il quale avrà un rapido sviluppo sia della rete viaria sia della rete ferroviaria.

4.3.7 Tav 4.B Assetto Strategico Delle Infrastrutture E Dei Servizi Per La Mobilità Collettiva



- | | | | |
|--|--|--|--|
| | Nuova stazione centrale di Bologna | | Linee portanti del TPL, ad alta frequenza (art. 12.8, comma 2) |
| | Stazioni principali del SFM (art. 12.7, comma 2) | | Linee portanti del TPL, a media frequenza (art. 12.8, comma 2) |
| | Stazioni e fermate del SFM (art. 12.6) | | Principali linee locali del TPL, a media frequenza (art. 12.8, comma 2) |
| | Stazioni e fermate del SFM da sottoporre a verifica di fattibilità | | Principali linee locali del TPL, a bassa frequenza (art. 12.8, comma 2) |
| | Stazioni e fermate ferroviarie esterne al confine provinciale o non SFM | | Percorsi delle linee extraurbane e suburbane del TPL nell'area centrale |
| | Nodi principali del SFM (art. 12.7, comma 2) | | Linee di trasporto collettivo ad alta capacità |
| | Stazioni e fermate SFM di scambio con l'auto (art. 12.6, comma 4) | | Viabilità attrezzata per la velocizzazione del TPL (art. 12.12, comma 7) |
| | Stazioni e fermate SFM primarie di scambio con il TPL (art. 12.6, comma 5) | | Principali percorsi ciclabili esistenti (art. 12.9) |
| | Stazioni e fermate SFM secondarie di scambio con il TPL (art. 12.6, comma 5) | | Principali percorsi ciclabili di progetto (art. 12.9) |
| | Parcheggi scambiatori strategici del SFM (art. 12.6, comma 4) | | Percorsi ciclabili di progetto lungo il fiume Reno (art. 12.9) |
| | Aree strategici di interscambio del trasporto collettivo (art. 12.6, comma 6) | | Reinternalizzazione dei costi di trasporto privato: Road Pricing (art. 12.17, comma 1) |
| | Stazioni strategiche per funzioni commerciali (art. 12.7, comma 4) | | Autostrade di progetto (art. 12.12) |
| | Ambiti di stazione idonei ad ospitare commercio (art. 12.7, comma 4) | | Rete stradale esistente (art. 12.12) |
| | Linee Alta Velocità/Alta Capacità | | Rete stradale di progetto (art. 12.12) |
| | Linee servite da servizi SFM con frequenza ogni 30 minuti (art. 12.7, comma 3) | | Ambiti a domanda debole o dispersa di TPL (art. 12.8, comma 3) |
| | Linee servite da servizi SFM con frequenza ogni 60 minuti (art. 12.7, comma 3) | | Poli funzionali (art. 9.4) |
| | Tracciati ferroviari esistenti e di progetto | | Centri Urbani |

La tavola 4 restituisce l'assetto strategico funzionale delle reti del trasporto pubblico. Per quanto riguarda l'area circostante all'interporto di Bologna quello che emerge è la volontà dell'amministrazione di potenziare l'area dal punto di vista infrastrutturale definendo a nord un'area strategica di interscambio del trasporto collettivo e un ambito idoneo ad ospitare il commercio.

Anche in questo caso il progetto previsto è in linea con l'idea di sviluppo per l'intero contesto circostante.

4.3.8 Tav 5. Nord Reti Ecologiche



 Nodi ecologici semplici (art. 3.5)	 Interferenze con aree urbanizzate e aree pianificate
 Nodi ecologici complessi (art. 3.5)	 Interferenze con poli funzionali
 Zone di rispetto dei nodi ecologici complessi (art. 3.5)	 Interferenze con principali ambiti produttivi e insediamenti dismessi o di possibile dismissione
 Corridoi ecologici (art. 3.5)	 Interferenze con ambiti produttivi di rilievo sovracomunale suscettibili di sviluppo
 Connettivo ecologico diffuso (art. 3.5)	 Interferenze con ambiti produttivi di rilievo sovracomunale consolidati
 Connettivo ecologico di particolare interesse naturalistico e paesaggistico (art. 3.5)	 Interferenze con infrastrutture ferroviarie esistenti e di progetto
 Connettivo ecologico diffuso periurbano (art. 3.5)	 Interferenze con infrastrutture viarie esistenti
 Aree per interventi idraulici strutturali con potenzialità di valorizzazione ecologica (art. 4.6)	 Interferenze con infrastrutture viarie di progetto
 Direzioni di collegamento ecologico (art. 3.5)	
 Area di potenziamento della rete ecologica (art. 3.5)	
 Varchi ecologici (art. 3.5)	

Quello che emerge è la presenza di direzioni di collegamento ecologico che però non interferiscono con l'area interessata dall'espansione dell'interporto di Bologna.

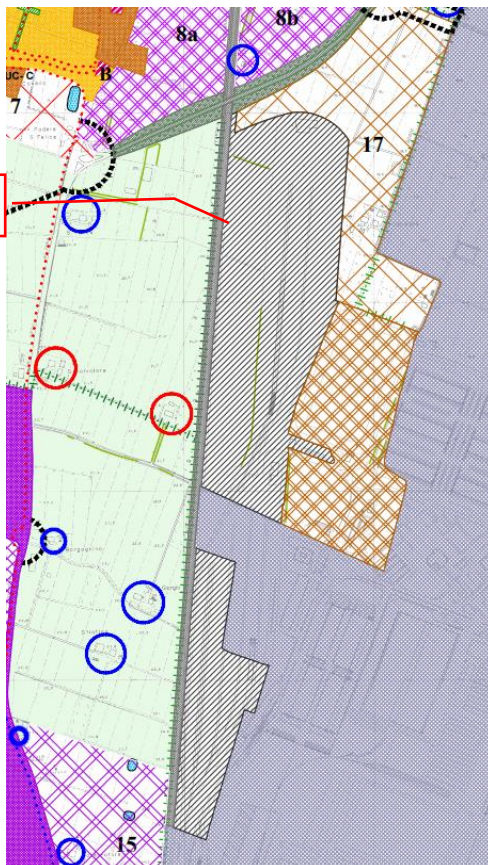
4.4 PIANO STRATEGICO D'UNIONE – UNIONE RENO GALLIERA

Il seguente Piano sottoscritto dai 9 comuni dell'Unione Reno Galliera pone le linee di sviluppo per l'intero territorio. Nell'ambito dell'interporto, in coerenza con i piani provinciali, viene evidenziata l'esigenza di potenziare l'area per rispondere ai nuovi bisogni collegati al mondo produttivo. Si individuano una serie di congestioni dovute al traffico viario alimentato dalla presenza dei due poli scambiatori.

In questo contesto il progetto in questione del potenziamento dell'interporto permetterà di aumentare la disponibilità di spazi sotto il profilo dello stoccaggio e della movimentazione merci, così da aumentare gli standard attuali.

4.5 PIANO STRUTTURALE DEL COMUNE DI SAN GIORGIO DI PIANO

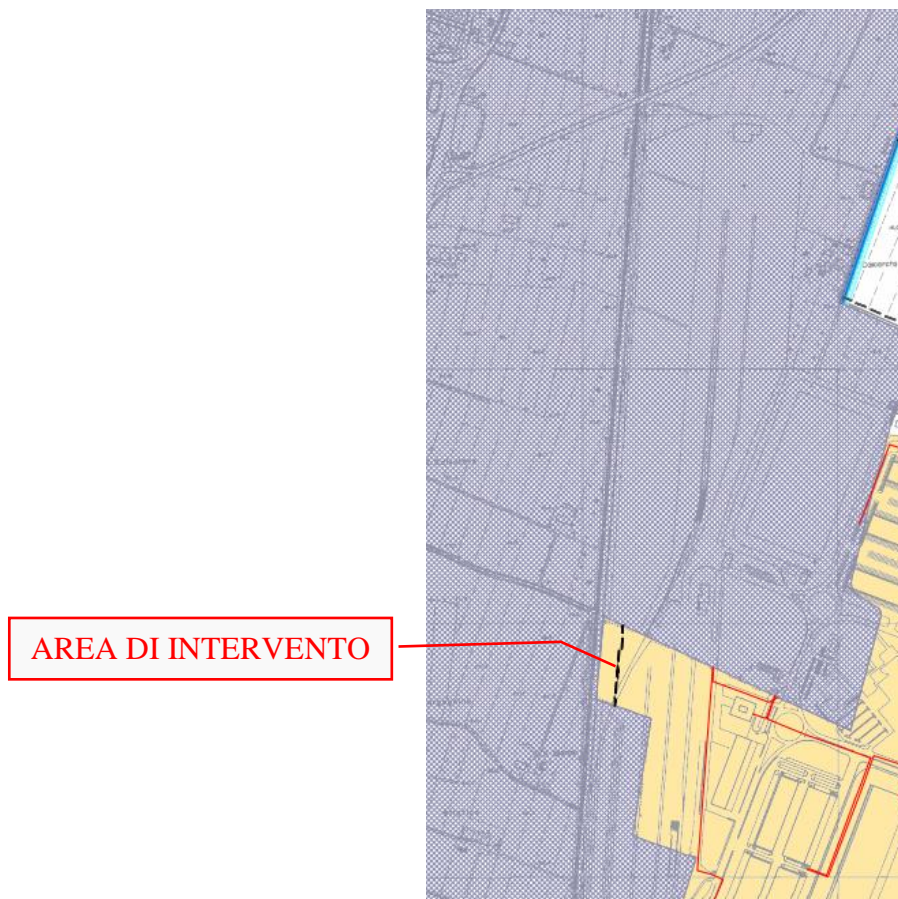
AREA DI INTERVENTO





Gli indirizzi del PSC, cioè del piano strutturale del comune di San Giorgio di Piano, individuano l'area oggetto di progetto come “area ferroviaria interporto” e l'area adiacente come “polo funzionale di previsione” per funzioni terziarie-direzionali.

4.6 PIANO STRUTTURALE DEL COMUNE DI BENTIVOGLIO



La tavola del PSC, cioè del piano strutturale del comune di Bentivoglio, include l'area di progetto sotto la denominazione “terreno edificato” dove compare la linea della fascia di rispetto della ferrovia.

L'articolo 19.2 delle norme tecniche relativo alla fascia di rispetto non interferisce con il progetto in essere in quanto lo stesso sarà un intervento a servizio della ferrovia e non prevede la costruzione di manufatti o l'ampiamiento di un edificio esistente.

4.7 REGIONE EMILIA - RETE NATURA 2000 SITI DI IMPORTANZA COMUNITARIA E ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE

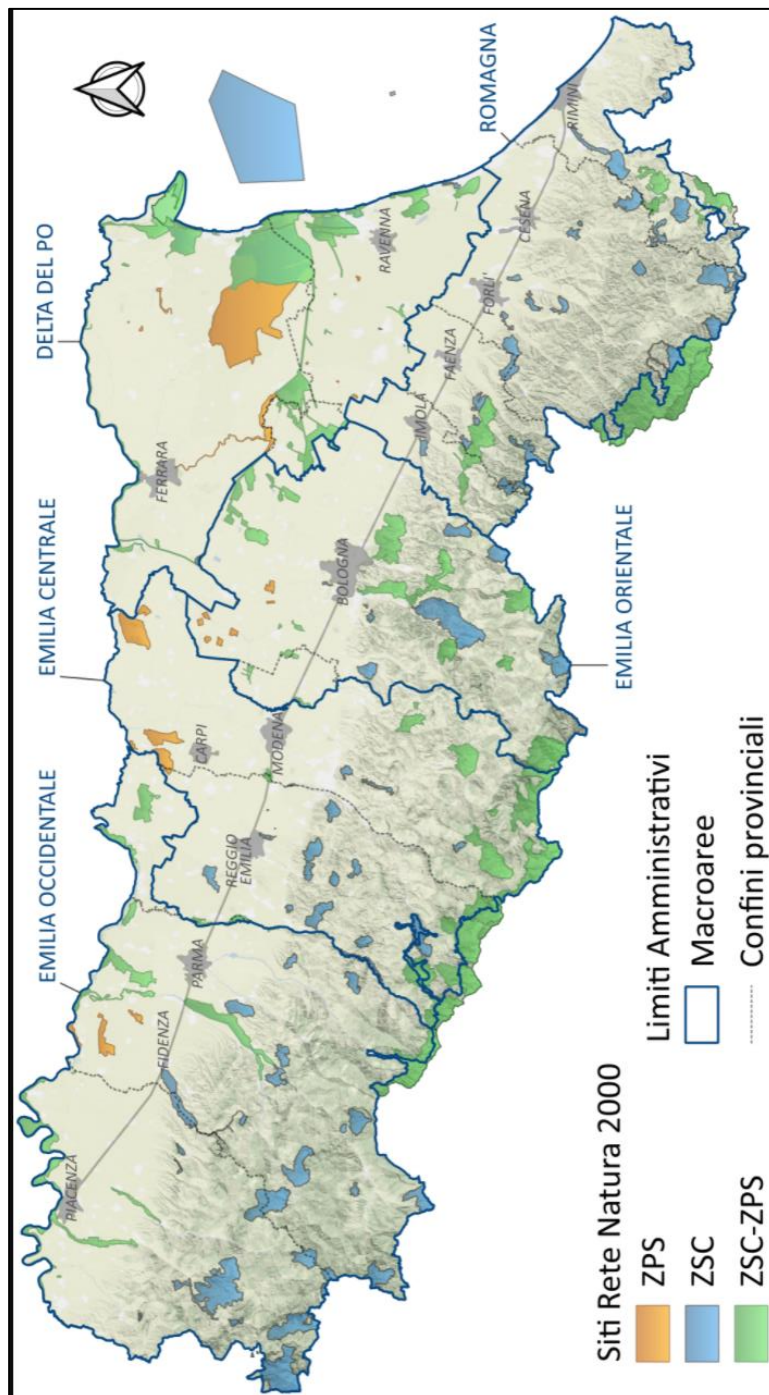
La Rete Natura 2000 è il nome che il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha assegnato a un sistema coordinato e coerente di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente nel territorio dell'Unione stessa e in particolare alla tutela di una serie di habitat e specie animali e vegetali indicati negli allegati I e II della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" (recepita dal D.P.R. 357/1997 e successive modifiche nel D.P.R. 120/2003) e delle specie di uccelli indicati nell'allegato I della Direttiva 79/409/CEE

"Uccelli" (recepita dalla Legge 157/1992). La Rete Natura 2000, ai sensi della Direttiva "Habitat" (art. 3), è attualmente composta da due tipi di aree: le Zone di Protezione Speciale (Z.P.S.), previste alla Direttiva "Uccelli", e i Siti di Importanza Comunitaria, i quali possono essere proposti (p.S.I.C.) o definitivi (S.I.C.). Tali zone possono avere tra loro diverse relazioni spaziali, dalla totale sovrapposizione alla completa separazione.

Dal confronto con le perimetrazioni dei siti della Rete Natura 2000 si evidenzia, come riportato di seguito nella cartografia disponibile nel sito dell'Emilia Romagna, che l'opera in oggetto risultano esterne a tali siti e a significativa distanza dagli stessi.

I siti che risultano essere più prossimi all'area di intervento sono:

- ZSC-ZPS IT4050018: Golena San Vitale e Golena del Lippo
- ZSC-ZPS IT4050031: Cassa di espansione del Torrente Samoggia
- ZPS IT4050026: Bacini ex-zuccherificio di Argelato e Golena del Fiume Reno
- ZSC-ZPS IT4050023: Biotopi e Ripristini ambientali di Budrio e Minerbio



Gli interventi in progetto sono a significativa distanza dai suddetti Siti. Il sito più prossimo è il sito ZPS IT4050026 Bacini ex-zuccherificio di Argelato e Golena del Fiume Reno a circa 5 km di distanza.

4.8 SINTESI DELL'ANALISI PROGRAMMATICA

Dall'analisi programmatica effettuata ai paragrafi precedenti, si è riscontrato che il progetto oggetto d'indagine non interessa aree soggette a tutela dal punto di vista ambientale. L'area di intervento interessa un'area descritta dalla pianificazione come area destinata all'interporto di Bologna, in particolare adiacente a zone preferenziali per futuri sviluppi delle infrastrutture viarie e ferroviarie. Dal punto paesaggistico, l'area in cui è prevista la realizzazione del progetto, non ricade all'interno di vincoli paesaggistici.

Considerate le finalità dell'opera, considerato il confronto con i tematismi trattati dagli strumenti di pianificazione di coordinamento regionale, provinciale e comunale, si ritiene che l'intervento risulti fattibile senza provocare significative alterazioni negative di valore ambientale e paesaggistico nell'ambito di intervento.

4.9 STUDIO SUI PREVEDIBILI EFFETTI DELLA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO E DEL SUO ESERCIZIO SULLE COMPONENTI AMBIENTALI E SULLA SALUTE DEI CITTADINI

Obiettivo dell'opera in progetto è quello di ampliare il terminal merci esistente con incremento dell'area di stoccaggio e movimentazione e in aggiunta l'implementazione di due nuovi binari ferroviarie.

Per quanto concerne le componenti ambientali, non si attendono alterazioni negative rispetto allo stato attuale.

Per quanto riguarda la **componente suolo e sottosuolo**, l'opera in progetto presenta interazioni con tale componente limitatamente alla realizzazione di fondazioni e predisposizioni per la futura installazione di gru a portale. Durante la fase di cantiere la preparazione delle aree di cantiere potrà produrre impatti indiretti sulla infiltrazione superficiale delle acque meteoriche, sulla permeabilità dei suoli e sulla disponibilità di habitat per la fauna. Tale impatto è da considerarsi ridotto visto lo stato di fatto delle aree e il contesto industrializzato dove sorgeranno le opere.

Per quanto riguarda la produzione di terre da scavo, le stesse saranno gestite con riguardo alla Normativa Vigente in materia di terre e rocce da scavo, laddove tecnicamente ed ambientalmente conformi o, diversamente, gestite come rifiuto.

Per quanto riguarda la componente **acque superficiali**, in fase di cantiere, le operazioni di scavo non interferiranno con la rete idrografica esistente. In fase di esercizio, non si attendono alterazioni negative significative della qualità delle acque dovute alle acque di dilavamento delle superfici del piazzale rispetto alla situazione attuale, vista destinazione d'uso delle aree contermini.

Il progetto comunque prevede la realizzazione di un'adeguata rete di smaltimento delle acque meteoriche, al fine di garantire l'invarianza idraulica dell'intervento fin dalle prime fasi del cantiere.

Come descritto ai paragrafi precedenti, l'eventualità di sversamenti accidentali di sostanze potenzialmente inquinabili derivanti dalle merci in deposito o dai mezzi in transito nelle aree è risolta con la realizzazione di sistemi manuali di intercettazione delle acque meteoriche e delle sostanze potenzialmente.

In merito alla componente **atmosfera, rumore e vibrazioni**, in fase di cantiere, le emissioni in atmosfera e l'incremento di inquinamento acustico saranno provocati principalmente dalle operazioni di: movimentazione dei mezzi, scavo e movimentazione del materiale provenienti dagli scavi e approvvigionamento dei materiali per la realizzazione delle opere. Da evidenziare in ogni caso che le lavorazioni si svilupperanno nell'area adiacente all'attuale interporto e a destinazione terziaria già interessata da importanti emissioni acustiche e atmosferiche.

Al fine di minimizzare le emissioni di inquinanti ed in particolare delle polveri, in fase di cantiere, saranno poste in essere una serie di misure di contenimento delle emissioni. Tali misure potranno riguardare interventi diretti sui macchinari, attuabili attraverso l'uso di macchine operatrici ed autoveicoli a basse emissioni (con effetti positivi anche sulle

emissioni acustiche) nonché mediante la manutenzione metodica e frequente delle macchine operatrici. Inoltre, potranno essere predisposti una serie di interventi passivi, atti a proteggere i ricettori dalle emissioni, quali barriere piene per le recinzioni di cantiere a tutela dei residenti delle abitazioni più vicine nonché dispositivi e accorgimenti di abbattimento delle polveri sollevate dai cumuli di materiale e dalle piste di cantiere.

Per quanto concerne la componente **vegetazione, flora, fauna e ecosistemi**, la situazione floristica e vegetazionale dei luoghi non risulta rilevante. Durante la fase di cantiere, la presenza dei mezzi meccanici e del personale all'opera, potrà produrre un certo disturbo alla fauna potenziale presente nell'area di intervento. Tuttavia si ritiene che la comunità animale presente nell'area di intervento, visto il contesto urbanizzato, non sia particolarmente sensibile alla presenza di disturbi antropici.

Per quanto concerne la componente **assetto territoriale e socio-economico**, in fase di cantiere, si può ritenere che il traffico indotto sulla viabilità limitrofa per l'approvvigionamento e lo smaltimento dei materiali di risulta possa considerarsi limitato in quanto la movimentazione avverrà prevalentemente lungo l'area stessa.

Gli eventuali reflui di cantiere prodotti dalla normale conduzione e dalle lavorazioni di cantiere nonché gli eventuali rifiuti saranno trattati secondo quanto stabilito dalla vigente Normativa.

Durante la fase di esercizio non si attendono particolari produzioni di rifiuti.

Le aree di stoccaggio, dimensionate in maniera diversa in funzione dei quantitativi di materiali da accumulare, verranno realizzate in modo da contenere al minimo gli impatti sulle matrici ambientali, con specifico riferimento alla tutela delle acque superficiali e sotterranee e alla dispersione delle polveri. In particolare tali aree saranno localizzate lungo l'area di progetto.

All'interno delle singole aree il terreno dovrà essere stoccato in cumuli separati, distinti per natura e provenienza del materiale, con altezza massima derivante dall'angolo di

riposo del materiale in condizioni sature, tenendo conto degli spazi necessari per operare in sicurezza nelle attività di deposito e prelievo del materiale.

All'interno delle aree di stoccaggio si dovrà aver cura di predisporre, in modo separato e con chiara segnalazione di identificazione:

- depositi di accumulo dei materiali da scavo da sottoporre ad analisi, ovvero aree in cui verranno depositate le terre e rocce da scavo in attesa della determinazione delle caratteristiche di qualità ai fini della loro riutilizzazione;
- depositi di accumulo dei materiali da riutilizzare, ovvero aree in cui verranno stoccate, per un successivo riutilizzo, le terre e rocce da scavo già caratterizzate e che non vengono immediatamente reimpiegate;
- depositi temporanei di rifiuti non pericolosi, ovvero aree in cui vengono accumulati i rifiuti identificati come non pericolosi prima di procedere al loro smaltimento e/o recupero.

Al fine di garantire la massima tutela nelle aree destinate ai rifiuti, i tempi di deposito per le singole tipologie di materiali non dovranno superare quanto stabilito dalla normativa attualmente vigente. Inoltre, le diverse tipologie di rifiuti dovranno essere mantenute separate tra loro. La durata dei lavori, potrà essere nell'ordine dei 12 mesi.

4.10 ILLUSTRAZIONE, IN FUNZIONE DELLA MINIMIZZAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE, DELLE RAGIONI DELLA SCELTA DEL SITO E DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE PRESCELTA NONCHÉ DELLE POSSIBILI ALTERNATIVE LOCALIZZATIVE E TIPOLOGICHE

Lo sviluppo planimetrico dell'opera in progetto è vincolato dalla vicinanza con l'attuale Interporto. La scelta della collocazione oltre ad essere dettata dalla vicinanza è legata anche alle previsioni urbanistiche che individuano l'area circostante all'attuale interporto come possibile/unica zona di sviluppo (vedi sezione "aspetti urbanistici").

Alla luce di quanto esposto, lo sviluppo planimetrico risulta vincolato e la posizione risulta essere la più adatta a soddisfare le suddette esigenze.

4.11 DETERMINAZIONE DELLE MISURE DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE E DEGLI EVENTUALI INTERVENTI DI RIPRISTINO, RIQUALIFICAZIONE E MIGLIORAMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO, CON LA STIMA DEI RELATIVI COSTI

Attualmente lo stato di fatto dell'area di colloca vicino al sedime della ferrovia e l'area dell'Interporto di Bologna. L'area attualmente risulta incolta ed occupata da vegetazione spontanea. L'opera in progetto prevede i seguenti interventi di mitigazione ambientale e paesaggistica:

- Sistemazione a verde delle aree più prossime.
- Piantumazione di essenze arboree autoctone.
- Realizzazione di invasi a cielo aperto per garantire l'invarianza idraulica. Tali invasi, caratterizzati dal periodico riempimento e dal deflusso lento delle acque meteoriche, posso essere anche considerati elementi di attrazione per la fauna locale.

4.12 INDICAZIONE DELLE PRINCIPALI NORME DI TUTELA AMBIENTALE CHE SI APPLICANO ALL'INTERVENTO NONCHÉ L'INDICAZIONE DEI CRITERI TECNICI CHE SI INTENDONO ADOTTARE PER ASSICURARNE IL RISPETTO

Di seguito sono elencate le principali norme di tutela ambientale applicabili all'intervento in oggetto:

- D.LGS. 18 APRILE 2016, N. 50 E SS.MM.II., Codice dei contratti pubblici.
- D.LGS. 42/2004, Codice dei beni culturali e del paesaggio.
- D.LGS. 3 APRILE 2006, N. 152 E SS.MM.II., Norme in materia ambientale.
- Normativa nazionale e regionale di settore sulle terre e rocce da scavo.
- Normativa di settore sui rifiuti per lo smaltimento del materiale proveniente dalla fresatura degli strati di pavimentazione in conglomerato bituminoso.

Per quanto concerne gli aspetti relativi alla gestione delle terre e rocce da scavo, in sede di progetto esecutivo dovrà essere redatto apposito bilancio dei movimenti terra con indicazione delle destinazioni dei materiali provenienti dagli scavi nonché ogni elaborato previsto dalla vigente Normativa.

5. VERIFICA DI ASSOGGETTABILITÀ A VIA

L'art. 6 c. 6 lettera b) del D.lgs. 152/2006 prevede che per *“le modifiche o le estensioni dei progetti elencati nell'allegato II, II-bis, III e IV alla parte seconda del presente decreto, la cui realizzazione potenzialmente possa produrre impatti ambientali significativi e negativi, ad eccezione delle modifiche o estensioni che risultino conformi agli eventuali valori limite stabiliti nei medesimi allegati II e III”* sia redatta la verifica di assoggettabilità a VIA. L'ampliamento dell'area dell'interporto ricade nella fattispecie di interventi infrastrutturali descritti nell'*“ALLEGATO II-bis - Progetti sottoposti alla verifica di assoggettabilità di competenza statale”* al punto 2 lettera a) *“interporti, piattaforme intermodali e terminali intermodali”*.

Sulla scorta di quanto analizzato nel precedente capitolo, nello studio di prefattibilità ambientale si conclude che l'intervento nel suo complesso non genera impatti ambientali significativi e negativi. Per tale motivazione l'intervento in oggetto può essere escluso dalla verifica di assoggettabilità a VIA in quanto non produce impatti significativi negativi sul contesto ambientale.

6. CONCLUSIONI

Obiettivo del presente progetto è di fornire al Committente una soluzione per la realizzazione di nuove opere che vadano ad integrare la struttura esistente già in gestione a Interporto Bologna S.p.A. all'interno dello scalo RFI in esercizio, sviluppata sia sotto il profilo tecnico che sotto quello economico.

La soluzione proposta, incrementando il numero di binari disponibili, aumenta il possibile volume di merci accoglibili, che potranno essere lavorate grazie all'area del nuovo piazzale.

La realizzazione delle fondazioni per la futura installazione di gru a portale garantisce, nel momento in cui si dovessero trovare i necessari fondi per l'acquisto delle gru stesse, una pronta installazione senza ulteriori oneri sia in termini di tempo che di opere da realizzare.

Inoltre, la disposizione degli spazi permette uno sviluppo flessibile in linea con le nuove esigenze che si dovessero presentare in futuro.

7. ALLEGATI

Si riportano di seguito i seguenti allegati:

1. Copia dell'elaborato “Corografia” in formato ridotto;
2. Copia dell'elaborato “Stato di Fatto” in formato ridotto;
3. Copia dell'elaborato “Planimetria di Progetto” in formato ridotto;
4. Copia dell'elaborato “Sezioni Tipologiche” in formato ridotto;
5. Relazione di indagine geotecnica e sismica

LEGENDA

LINEA FERROVARIA
BOLOGNA - PADOVA

LINEE FERROVIARIE

AUTOSTRADA A13
BOLOGNA - PADOVA

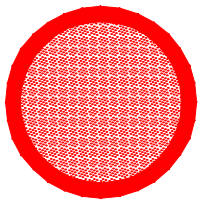
VIABILITA' AUTOSTRADALE

S.S. 64

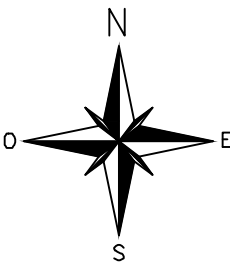
VIABILITA' STATALE/REGIONALE

MALALBERGO
BOLOGNA

COMUNI / CAPOLUOGHI



LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO



SCALA GRAFICA 1:50000

0m 500 1.000 1.500 2.000 2.500m



**INTERPORTO
BOLOGNA SPA**

LINEA BOLOGNA - PADOVA
INTERVENTI PER LO SVILUPPO
DELL'INTERPORTO DI BOLOGNA

FASE 1: POTENZIAMENTO DELL'AREA TERMINAL
DI BOLOGNA INTERPORTO AI FINI ADEGUAMENTO
PRESTAZIONALE A MODULO 750 METRI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

COROGRAFIA

N. ELABORATO

2

FORMATO A1

SCALA 1:50000

CODICE PROGETTO

29 22 S PS

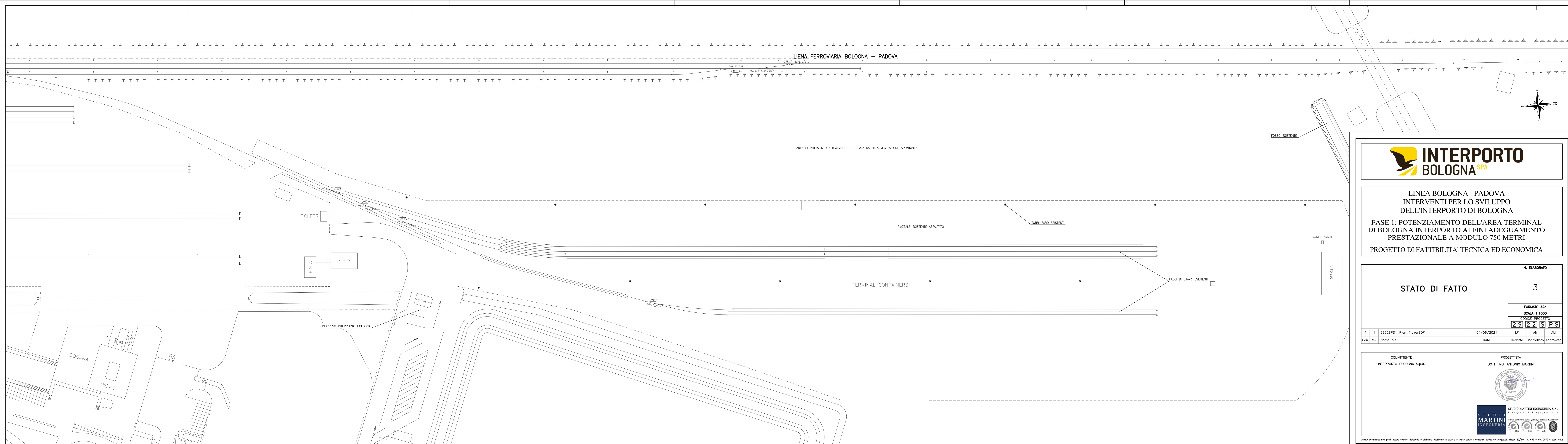
1	1	2922SPS1_Corografia_1	04/06/2021	LF	AM	AM
Con.	Rev.	Nome file	Data	Redatto	Controllato	Approvato

COMMITTENTE
INTERPORTO BOLOGNA S.p.a.

PROGETTISTA
DOTT. ING. ANTONIO MARTINI



STUDIO MARTINI INGEGNERIA S.r.l.
info@martiningegneria.it
Studio certificato per la Qualità, Sicurezza e Ambiente
SIS SIS SIS



LINEA BOLOGNA - PADOVA
INTERVENTI PER LO SVILUPPO
DELL'INTERPORTO DI BOLOGNA

**FASE 1: POTENZIAMENTO DELL'AREA TERMINAL
DI BOLOGNA INTERPORTO AI FINI ADEGUAMENTO
PRESTAZIONALE A MODULO 750 METRI**

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

STATO DI FATTO

N. ELABORAT

3

FORMATO A2

SCALA 1:100

CODICE PROGE

29 22 S

LF	AM
----	----

1	1	2922SPS1_Plan_1.dwg SDF	04/06/2021	LF	AM
---	---	-------------------------	------------	----	----

Con	Rev	Nome file	Data	Redatto	Controllato
-----	-----	-----------	------	---------	-------------

DATE	TIME	LOCATION AND	DATE	TIME	LOCATION AND
------	------	--------------	------	------	--------------

COMMITTENTE
INTERPORTO BOLOGNA S.p.A.

PROGETTISTA
DOTT. ING. ANTONIO MARTINI



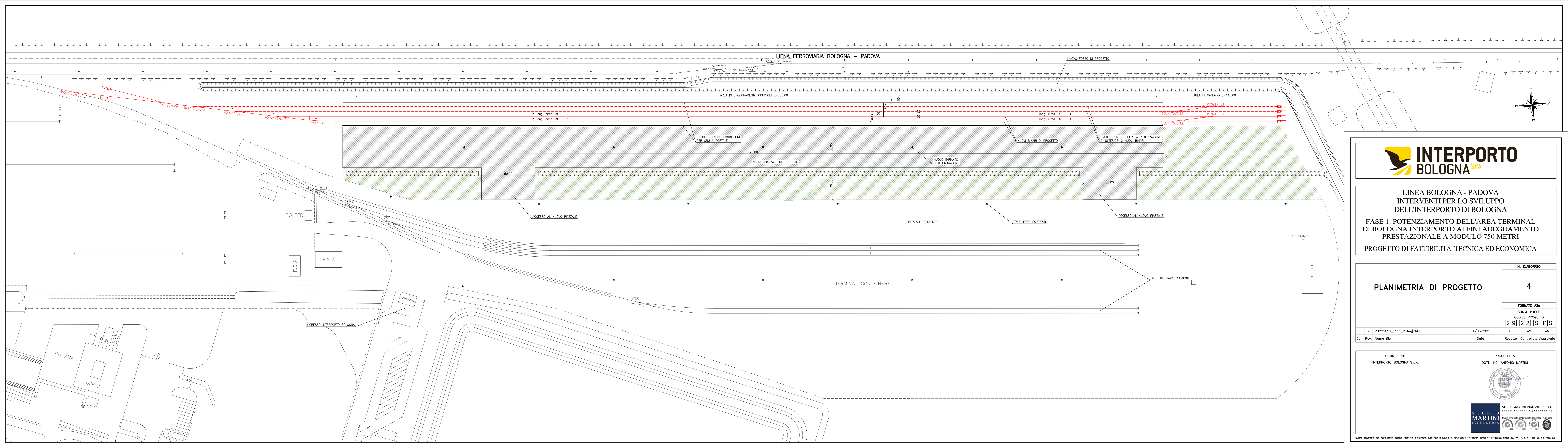
**STUDIO
MARTINI
INGEGNERIA**

STUDIO MARTINI INGEGNERIA S.r.l.
info@martiniingegneria.it

Studio certificato per la Qualità, Sicurezza e Ambiente



Questo documento non potrà essere copiato, ristampato o altrimenti pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto dei progettisti. (legge 22/4/41 n. 633 - art. 2575 e seq. c.c.)



LINEA BOLOGNA - PADOVA
INTERVENTI PER LO SVILUPPO
DELL'INTERPORTO DI BOLOGNA

FASE 1: POTENZIAMENTO DELL'AREA TERMINAL
DI BOLOGNA INTERPORTO AI FINI ADEGUAMENTO
PRESTAZIONALE A MODULO 750 METRI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

PLANIMETRIA DI PROGETTO

N. ELABORATO		
4		
FORMATO A2a		
SCALA 1:1000		
CODICE PROGETTO		
29	22	S P S
1	2	2922SPS1_Plan_2.dwg PROG
Con.	Rev.	Nome file
04/06/2021		
Data		
LF	AM	AM
Redatto	Controllato	Approvato

COMMITTENTE
INTERPORTO BOLOGNA S.p.a.

PROGETTISTA
DOTT. ING. ANTONIO MARTINI



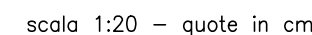
scala 1:20 – quote in cm



scala 1:20 – quote in cm



scala 1:20 – quote in cm



scala 1:10 – quote in mm



scala 1:10 – quote in mm

Questo documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto dei progettisti. (legge 22/4/41 n. 633 - art. 2575 e segg. c.c.)

REGIONE EMILIA ROMAGNA
Città Metropolitana di Bologna
Comune di San Giorgio di Piano

Magazzino DC 20 - Interporto di Bologna

Relazione indagine geotecnica e sismica

Aggiornamenti	4				
	3				
	2				
	1	Marzo 2020	Claudio Cinti	Alessandro Zanna	Emissione
	0	Febbraio 2020	Claudio Cinti	Alessandro Zanna	Emissione
	N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione

Committente:



Redatto da:



GEOTEA s.r.l.
Geologia Territorio Ambiente



Fornitori:



MOD PROD14 REV00

Codice Cliente:

Codice interno: 20.037

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378
e-mail: info@geoteasrl.it

SOMMARIO

1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3.	PREMESSE	5
3.1.	Riferimenti cartografici	5
4.	SISMICITA' DEL SITO	6
4.1.	Pericolosità sismica di base	6
5.	INDAGINE SISMICA	7
5.1.	Risposta sismica locale metodo semplificato	7
5.1.1.	Prospezione geofisica in array (MASW)	7
5.1.2.	Misura ambientale microtremori (ReMi)	7
5.1.3.	Misura a stazione singola HVSR (H/V)	8
5.1.4.	Risultati e analisi dei dati ottenuti	9
6.	INDAGINE GEOTECNICA	11
6.1.	Prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU)	11
6.1.1.	Risultati Prove penetrometriche	12
7.	ANALISI DEI DATI	22
8.	ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE	23
9.	STUDIO DELLA POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DEI SEDIMENTI SABBIOSI	25
9.1.	Metodo di calcolo	25
9.1.1.	Parametri di Input	25
9.1.2.	Risultati dell'analisi	26
10.	CONCLUSIONI	27

ALLEGATI



ALLEGATO 1 – Ubicazione Indagini

ALLEGATO 2 – Rapporto Prove Penetrometriche Statiche (CPTU)

ALLEGATO 3 – Report Indagini Geofisiche (MASW-ReMi-HVSR)

ALLEGATO 4 – Analisi Risposta Sismica Locale

ALLEGATO 5 – Verifiche del Potenziale di Liquefazione

	<p>Relazione indagine geotecnica e sismica Magazzino DC 20 Interporto di Bologna</p>	
---	---	---

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 20.037 rev. n° 00, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Claudio Cinti



Dott. Geol. Stefano Maggi

Redazione del documento.

Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Claudio Cinti

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n° 27 pagine di relazione, n°239 pagine di allegati.

	<p>Relazione indagine geotecnica e sismica Magazzino DC 20 Interporto di Bologna</p>	
---	--	---

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 21.01.2019 Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.17 gennaio 2018.

Decreto Ministeriale 17.02.2018

Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni"

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008.

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

Allegato al voto n.36 del 27.07.2007

Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI

Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II :Progettazione assistita con prove in sito(2002).UNI

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I :Regole Generali .-UNI

Circ. Min. LL.PP. n° 30483 24 Settembre 1988

Istruzioni relative alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";

Decreto Ministeriale 11 Marzo 1988

"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazioni".

3. PREMESSE

La presente relazione riepiloga i dati delle indagini geognostiche volte a ricostruire il modello e i caratteri sismici del sito, interessato dal Comparto Produttivo DC20, posto nell'area nord dell'Interporto di Bologna.



Figura 1 – Dettaglio delle aree di intervento; il tratto rosso indica l'ubicazione dell'area (google earth)

Per tali fini è stata richiesta dalla committenza una specifica campagna di indagine consistita nelle seguenti prove geotecniche e sismiche:

- N° 9 penetrometriche statiche a punta elettrica e piezocono (CPTU)
- N° 1 profilo sismico in array MASW-ReMi
- N° 1 misure HVSR con tomografo digitale

3.1. Riferimenti cartografici

Da un punto di vista cartografico l'area in oggetto è compresa nei seguenti elaborati tecnici:

- C.T.R. della R.E.R., scala 1:5.000 Elemento n. 203130

4. SISMICITA' DEL SITO

4.1. Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica del sito in esame viene definita a partire dalle sue coordinate geografiche (Coordinate WGS84 - Lat.44.633757; Lon.11.383471) e da quelle relative ai 4 nodi del reticolo di riferimento all'interno del quale ricade l'area in studio

SITO	ID	LAT (°)	LON(°)	Distanza (m)
MAGAZZINO DC20 Interporto di Bologna	-	44,634692	11,384465	-
NODO 1	16287	44,6162	11,3840	2054.268
NODO 2	16288	44,6174	11,4542	5843.354
NODO 3	16066	44,6674	11,4525	6499.353
NODO 4	16065	44,6662	11,3823	3508.862

Tab. 1 - Coordinate geografiche del sito in esame e dei nodi di riferimento espresse in ED50.

Lo scrivente ha ipotizzato la classe d'uso: II. La scelta finale della classe d'uso dell'opera oggetto di indagine spetterà al tecnico progettista.

Tipologia opera	Viabilità di accesso	-
V_N	50	anni
Classe uso	II	-
C_U	1.0	-
V_R	50	anni

Tab. 2 - Vita nominale e carattere strategico dell'opera di progetto.

L'azione sismica per il sito in esame è definita sulla base della pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione orizzontale massima a_g per ciascun stato limite ultimo e di esercizio.

Stati limite		P _{VR} (%)	T _R (anni)	a _g (g)	F ₀ (adm)	T _c * (s)
SLE	SLO	81	30	0.048	2,473	0,257
	SLD	63	50	0.059	2,504	0,273
SLU	SLV	10	475	0.161	2,569	0,276
	SLC	5	975	0,213	2,519	0,283

Tab. 3 - Parametri sismici ottenuti considerando V_R = 50 anni (C_U = 1.0; Classe d'uso II)

P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento;

T_R = periodo di ritorno dell'azione sismica;

a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di riferimento rigido orizzontale;

F₀ = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_c* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

5. INDAGINE SISMICA

5.1. Risposta sismica locale metodo semplificato

Per determinare gli effetti di sito e la risposta sismica locale mediante il parametro V_s come da vigente normativa NTC 2018, è stata realizzata, in data 12/02/2020, una campagna di indagini geofisiche (vedi Allegato 3) consistita nelle seguenti prove:

- n. 1 profilo sismico in array con tecnica MASW-ReMi
- n. 1 misura a stazione singola con tecnica HVSR

5.1.1. Prospezione geofisica in array (MASW)

La procedura MASW si può sintetizzare in tre stadi successivi e distinti:

- acquisizione delle onde superficiali (*ground roll*);
- costruzione della curva di dispersione : grafico velocità di fase V_r – frequenza ν ,
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale della V_s .

La prima fase viene effettuata direttamente in campagna generando un treno di onde superficiali mediante l'utilizzo di una sorgente sismica attiva, quale generalmente una mazza battente, e uno stendimento lineare di geofoni ricevitori (vedi Fig. 5.1). L'indagine svolta nel presente lavoro è stata condotta utilizzando la strumentazione DOLANG JEA 24 descritta nelle premesse.

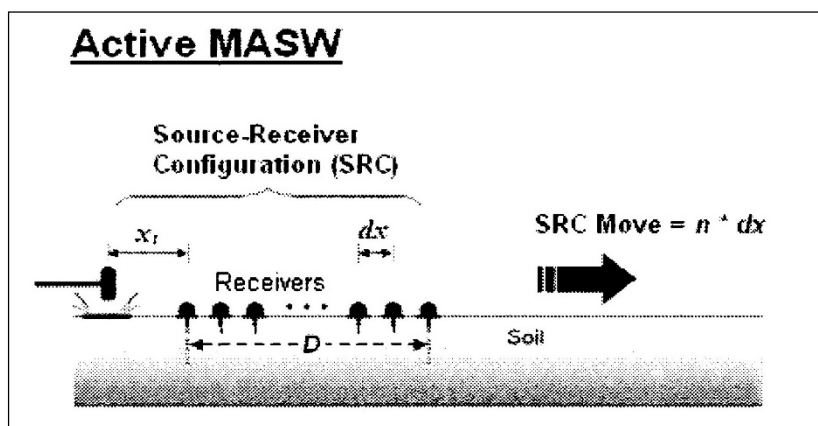


Figura 5-1 - MASW : stendimento lineare e sorgente attiva

Mediante il software si procede alla lettura dei dati acquisiti (*common-shot gather*) e al calcolo dello spettro di velocità di fase (trasformata di Fourier) dal quale è possibile estrarre la curva di dispersione sperimentale.

Si procede quindi alla definizione del profilo verticale di velocità delle onde di taglio S .

L'elaborazione dei dati acquisiti, avvenuta mediante software Grilla, è riportata in dettaglio nel rapporto d'indagine allegato alla presente relazione.

5.1.2. Misura ambientale microtremori (ReMi)

A differenza del convenzionale metodo MASW, il quale prevede l'utilizzo di una sorgente sismica attiva (es: mazza battente), la tecnica Re.Mi. utilizza onde di superficie generate passivamente dall'ambiente circostante. L'origine di questo cosiddetto "rumore di fondo" è sia di tipo naturale (onde oceaniche di marea, perturbazioni atmosferiche) sia di tipo antropico (traffico veicolare, industrie, ferrovie, etc...).

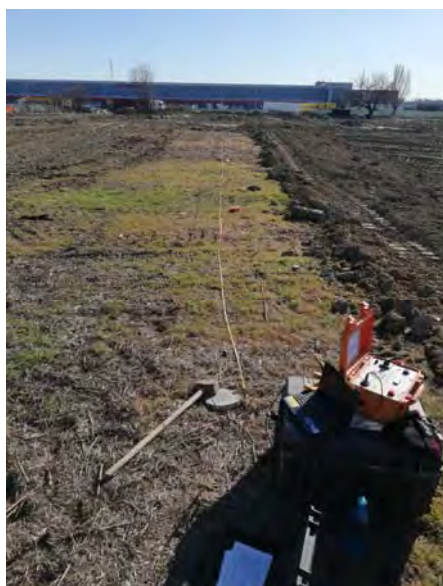
L'utilizzo di profili di geofoni a geometria lineare, genera il problema della sovrastima della velocità di fase (velocità apparente) nello spettro di velocità che si ottiene dall'elaborazione dei dati. La velocità apparente nello spettro deriva dal fatto che la direzione di propagazione delle onde (rumore di fondo) non necessariamente è parallela allo stendimento di geofoni. Per questo motivo la pratica comune prevede che il picking sulla curva di dispersione sperimentale venga eseguito non in corrispondenza del massimo di energia, ma in corrispondenza del bordo inferiore.

Il metodo Re.Mi. eseguito nel presente studio ha sfruttato la stessa geometria di profilo utilizzata per il metodo MASW. Solitamente il campionamento complessivo è della durata di qualche minuto.

5.1.3. Misura a stazione singola HVSR (H/V)

Il metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) proposto da Nogoshi e Igarashi (1970) e successivamente modificato da Nakamura (1989), si basa sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontale (H) e verticale (V) del rumore sismico registrato in un sito. Il rumore sismico è presente ovunque ed è generato sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) che dall'attività antropica. Il rumore sismico è indicato spesso come microtremore poiché è caratterizzato da oscillazioni molto deboli (dell'ordine dei $\mu\text{m/s}$). I microtremori sono in parte costituiti da onde di volume, P o S, ma soprattutto da onde superficiali, la cui velocità è comunque prossima a quella delle onde S (Mulargia et al., 2007). La tecnica di misura del rumore sismico richiede tempi di registrazione pari a 14-30 minuti e necessita di sensori tridirezionali da sismologia, con digitalizzatore 24 bit ad elevato guadagno ed elevata frequenza di campionamento nativo, con minimizzazione del rumore elettro/meccanico.

L'acquisizione è stata eseguita utilizzando un tromografo digitale, "TROMINO ENGY" (Micromed S.p.A.) dotato di 3 canali velocimetrici (N-S, E-W, Up-Down) ad alto guadagno per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale (fino a $\sim 1.5 \text{ mm/s}$); il sistema opera nell'intervallo di frequenze 0.1–1024 Hz. La misura è stata poi ripetuta per controllo. L'elaborazione dei dati di rumore sismico acquisiti è avvenuta mediante software Grilla (Micromed S.p.A.).



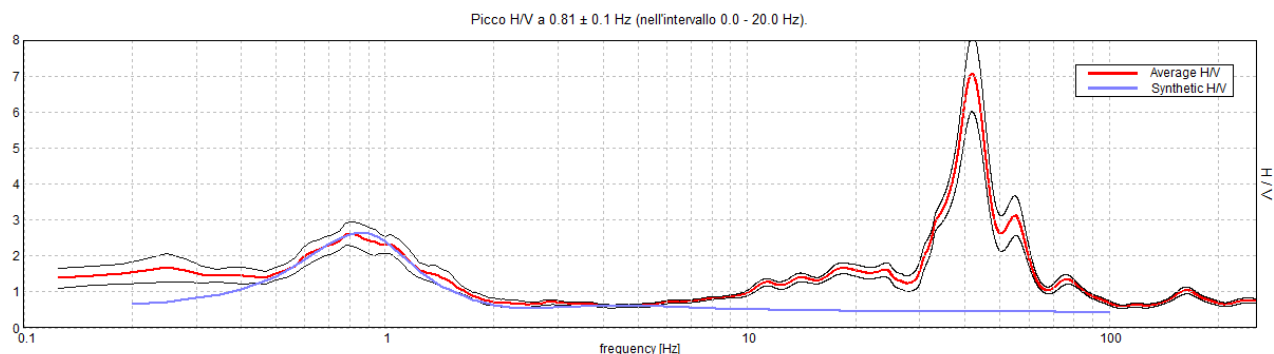
Prospezione MASW



Misura HVSR

5.1.4. Risultati e analisi dei dati ottenuti

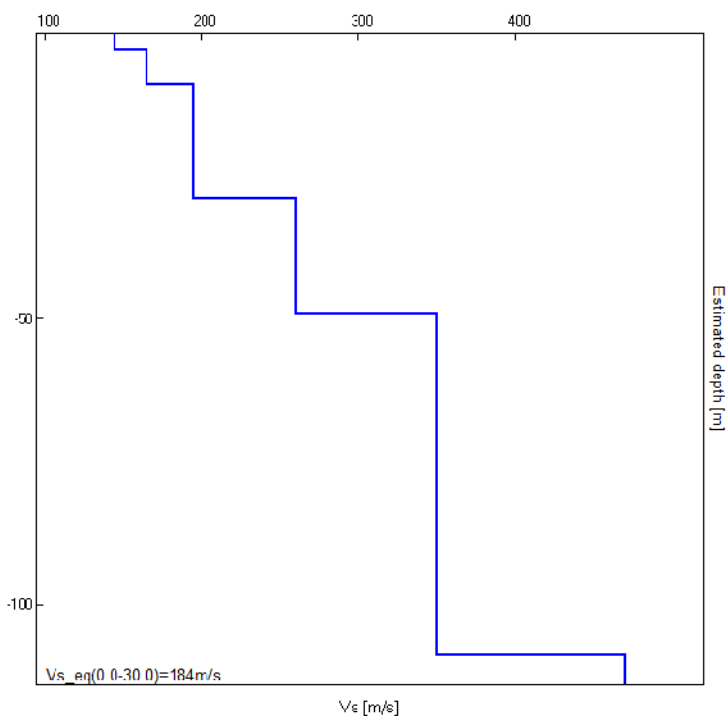
Sulla base dei dati ricavati dalle indagini sismiche di campagna, è stato definito un modello sismico di sottosuolo di riferimento:



La curva HVSR è caratterizzata da una significativa amplificazione locale del moto del suolo per amplificazione stratigrafica alle basse frequenze con picco a circa 0.8 Hz.

Si segnala che l'amplificazione in questione presenta ampiezze di picco medie comprese tra $2 < F_0 < 3$ (dove F_0 rappresenta l'ampiezza della frequenza di picco).

Profondità base strato (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)
3.00	3.00	145
9.00	6.00	165
29.00	20.00	195
49.00	20.00	260
109.00	60.00	350
inf.	inf.	470



Considerato che nei primi 30 m di sottosuolo non è stato riconosciuto un substrato costituito da roccia o terreno molto rigido caratterizzato da $V_s \geq 800$ m/s., la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$.

L'analisi congiunta MASW-Re.Mi.-HVSr ha permesso sia di ricostruire il profilo verticale di velocità delle onde S nel sito in esame, sia di individuare la presenza di contrasti d'impedenza-rigidezza nel sottosuolo medesimo. **$V_{s,eq} = V_{s,30} = 184$ [m/s]** (da quota piano campagna su cui è stata eseguita l'indagine geofisica, in fase di

progettazione il valore di Vs30 dovrà essere calcolato dal piano di posa delle fondazioni)

E pertanto possibile collocare il **sottosuolo nella categoria C**, al limite con la categoria D.

C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
----------	---

Tab. 5 - Categoria C di suolo di fondazione sulla base del valore Vs30 (tabella 3.2.II - NTC 2018)

categoria	caratteristiche della superficie topografica	S _T
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$	1.0

Tab. 6 – Coefficiente di amplificazione topografica.

A questo punto sulla base dei dati riportati nelle precedenti pagine è possibile definire l'azione sismica per il sito in esame, con riferimento alla tipologia di opera che si intende realizzare (carattere strategico dell'opera), sulla base della pericolosità sismica di base (espressa in termini di accelerazione orizzontale massima a_g per ciascun stato limite ultimo e di esercizio) e delle amplificazioni stratigrafiche e topografiche dipendenti rispettivamente dalla categoria di suolo ottenuta e dalle caratteristiche della superficie topografica sulla quale si colloca l'area di studio.

Stati limite		S _s (-)	C _c (-)	S _T (-)	K _h (-)	K _v (-)	A _{max} (m/s ²)	Beta (-)
SLE	SLO	1.500	1.640	1.000	0.014	0.007	0.703	0.200
	SLD	1.500	1.610	1.000	0.018	0.009	0.870	0.200
SLU	SLV	1.450	1.610	1.000	0.056	0.028	2.295	0.240
	SLC	1.380	1.590	1.000	0.082	0.041	2.881	0.280

Tab.7 - Coefficienti sismici considerando $V_R = 50$ anni ($C_U = 1.0$; Classe d'uso II) – in evidenza i coefficienti relativi allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita

Dove:

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica.

C_c = coefficiente funzione della categoria di suolo

$S = S_s \times S_T$

A_{max} = accelerazione massima attesa nel sito

Beta = coefficiente di riduzione

K_h = coefficiente sismico orizzontale

K_v = coefficiente sismico verticale

I coefficienti K_h e K_v sono riportati già ridotti del coefficiente Beta.

6. INDAGINE GEOTECNICA

Nel dettaglio sono state eseguite n°9 Prove Penetrometriche Statiche con piezocono (CPTU) ubicate come da planimetria allegata (Allegato1 - Ubicazione Indagini)

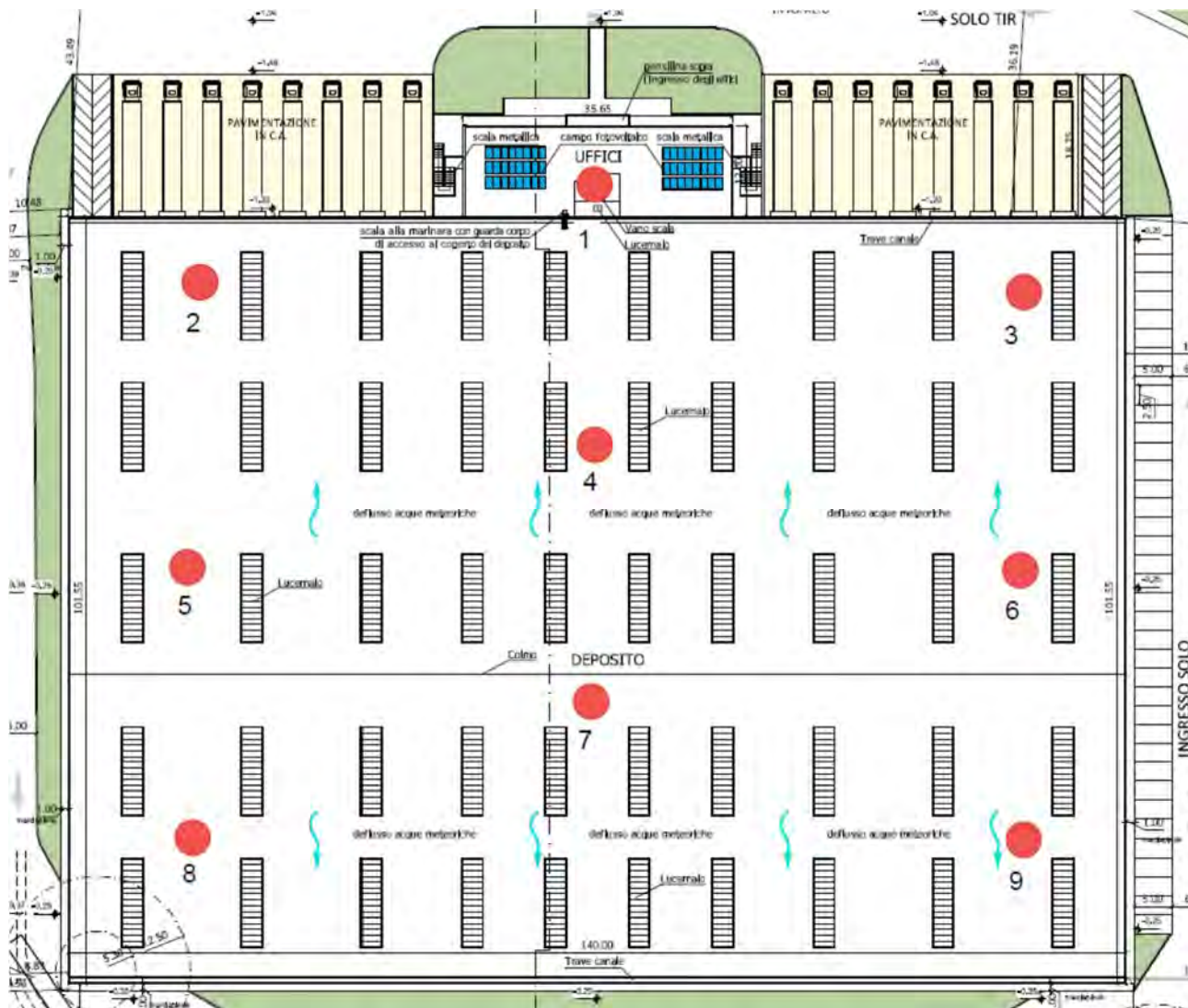


Figura 6 – Indagine sul magazzino DC20

6.1. Prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU)

Sono stati utilizzati: un penetrometro statico montato su autocarro Bremach 4x4 da 200 kN di spinta, ed un penetrometro statico Deep Drill da 100 kN entrambi muniti di punta elettrica e piezocono.

La prova penetrometrica con punta elettrica permette di effettuare la registrazione in continuo (passo di lettura pari a 2 cm) dei valori della resistenza alla punta e dell'attrito laterale locale. La punta elettrica ha le stesse dimensioni definite per la punta meccanica: area della punta pari a 10 cm², e area del manicotto laterale pari a 150 cm².

Per registrare anche la pressione neutra dell'acqua del terreno attraversato, la punta elettrica è dotata di un trasduttore di pressione alloggiato nella parte anteriore della sonda e comunicante con l'esterno attraverso un

filtro generalmente in bronzo poroso o acciaio sinterizzato. Lo strumento è in questo modo indicato come piezocono (prova CPTU).

Durante l'avanzamento inoltre viene misurata l'inclinazione dello strumento mediante 2 sensori inclinometrici biassiali presenti all'interno della sonda stessa.

La punta elettrica con piezocono utilizzata nella presente indagine è identificata con la sigla G1-CPL2IN (TECNOPENTA) e il sistema di acquisizione è identificato con la sigla D1-PEN8 (TECNOPENTA).

L'elaborazione dei dati provenienti da prova CPTU è stata eseguita mediante il software CPeT-IT della Geologismiky / Gregg Drilling and Testing Inc., con interpretazione dei parametri geotecnici basata sulle correlazioni di Robertson et al. (2009 e 2012) e interpretazione litologica basata sul metodo del prof. Peter Robertson (1990).

I grafici ottenuti dall'interpretazione contengono anche una interpretazione basata sul metodo SBT (*Soil Behavior Type*), ovvero sul tipo di comportamento che presenta il terreno durante la penetrazione della punta del penetrometro.

Bisogna comunque notare che non è sempre possibile identificare chiaramente e in maniera univoca un tipo di terreno basandosi esclusivamente sui dati di resistenza alla punta, resistenza per attrito laterale e della sovrappressione interstiziale. Il metodo SBT fornisce una classificazione certa solamente per i materiali francamente incoerenti o sicuramente coesivi. I terreni di transizione (limi argillosi, argille limose, con variabili percentuali di sabbia) o i materiali formati da sottili livelli di terreni diversi tra loro, o infine livelli di limi sciolti in falda, possono portare a differenti interpretazioni. In questi casi è necessario ricorrere a prove di dissipazione per verificarne il reale comportamento.



Penetrometro statico da 200 kN su 4x4 Bremach

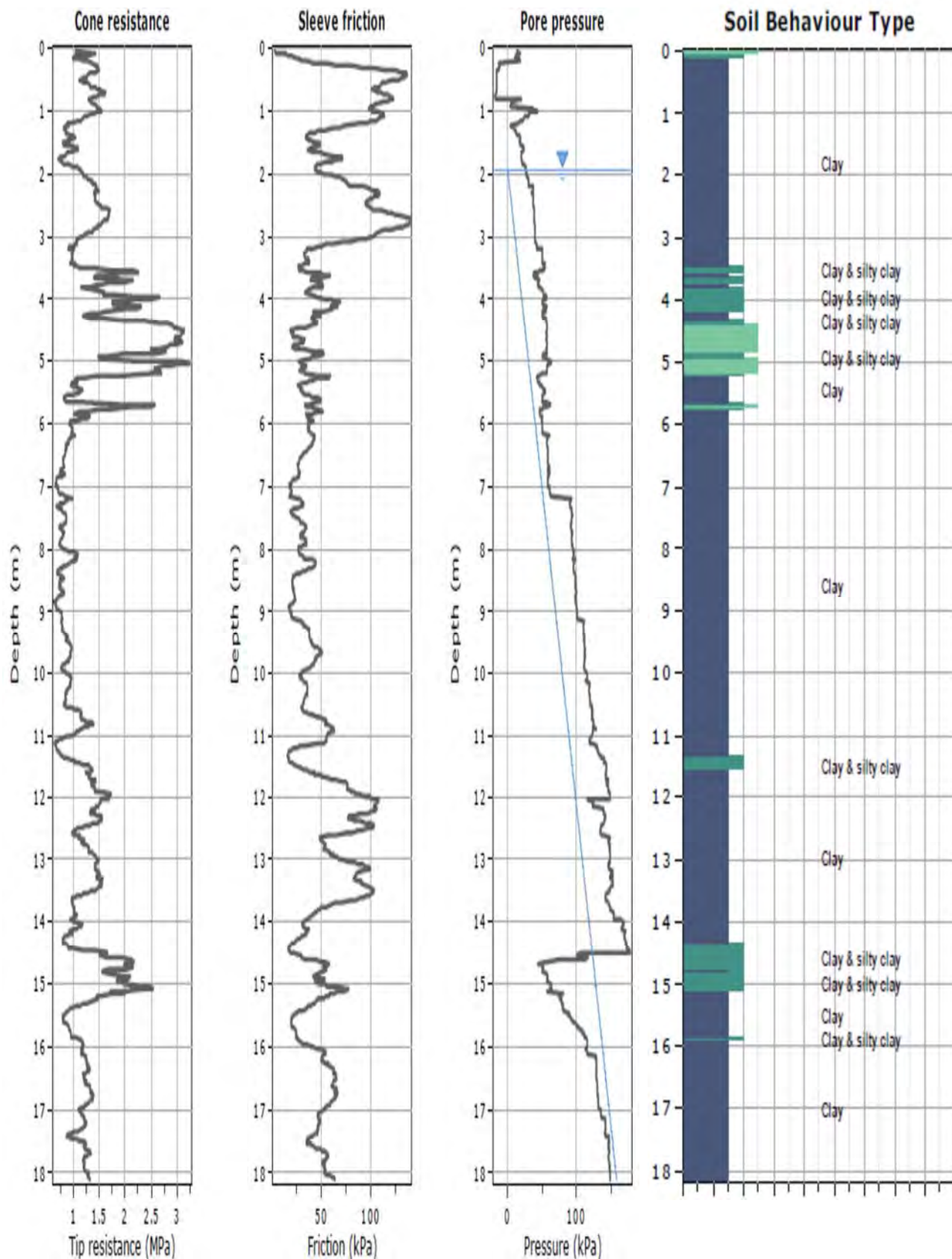


Penetrometro statico Deep Drill da 100 kN

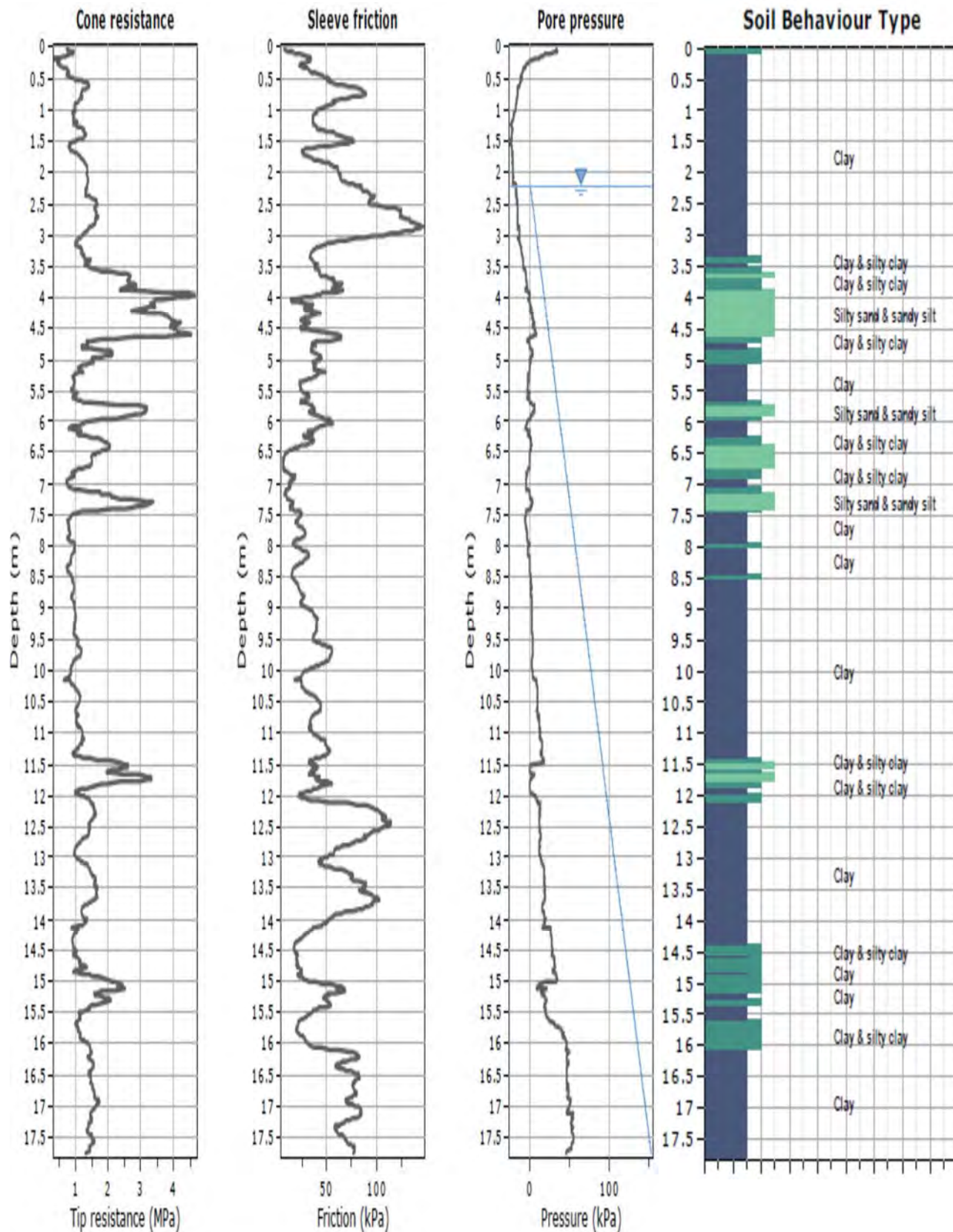
6.1.1. Risultati Prove penetrometriche

Vengono di seguito riportati i diagrammi penetrometrici con relative interpretazioni litologiche, mentre in Allegato 2 sono riepilogati i principali parametri geotecnici ottenuti.

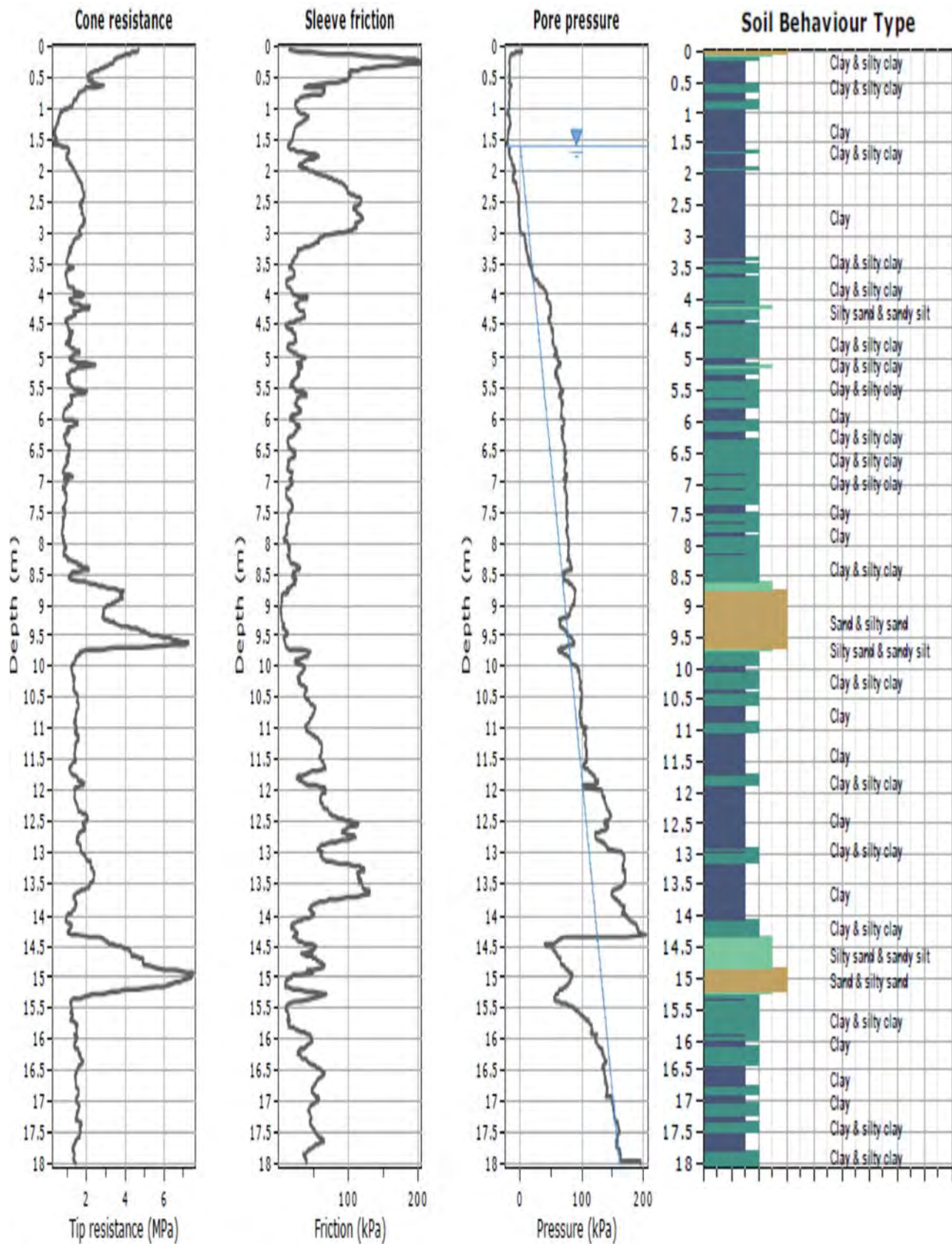
CPTU 1



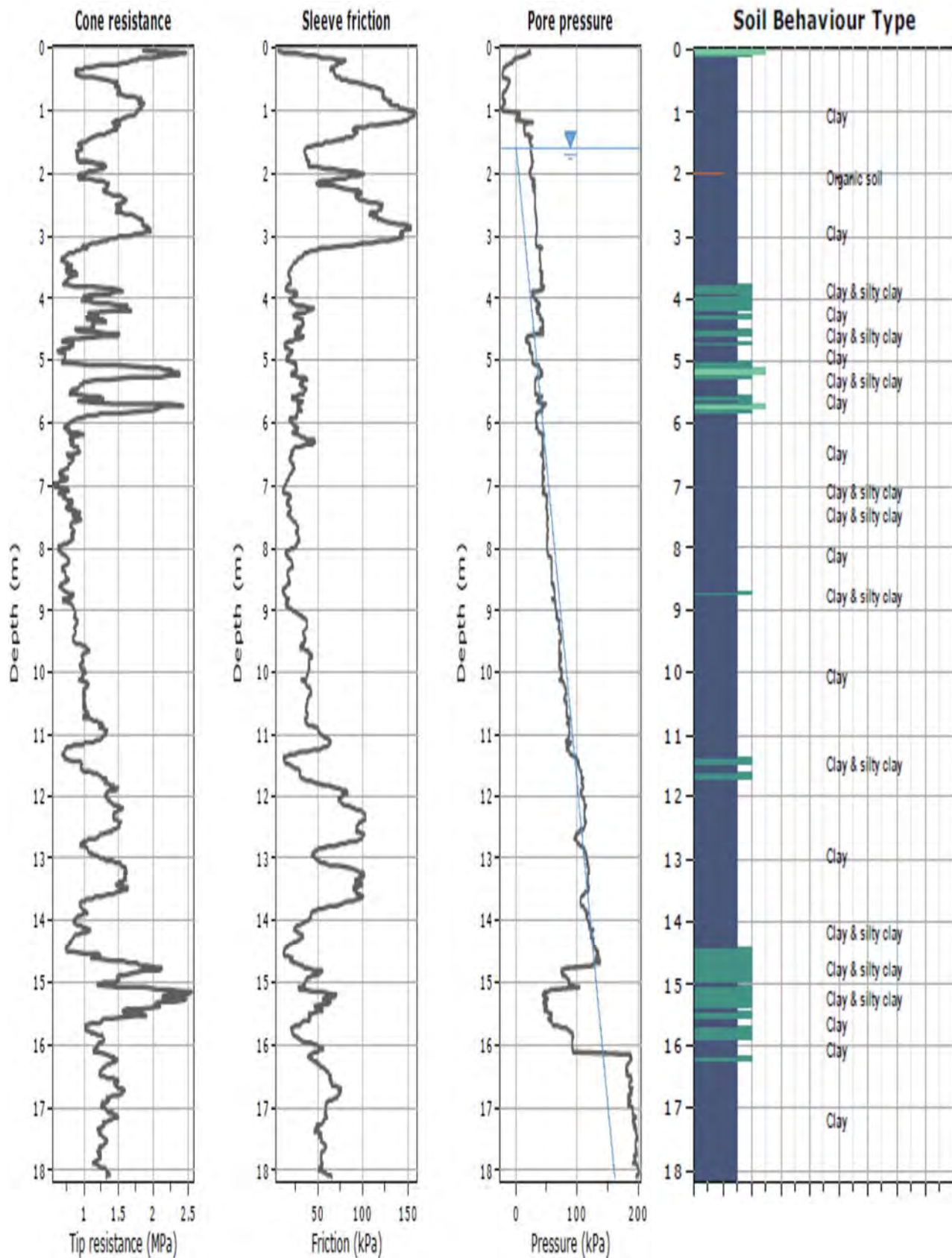
CPTU 2



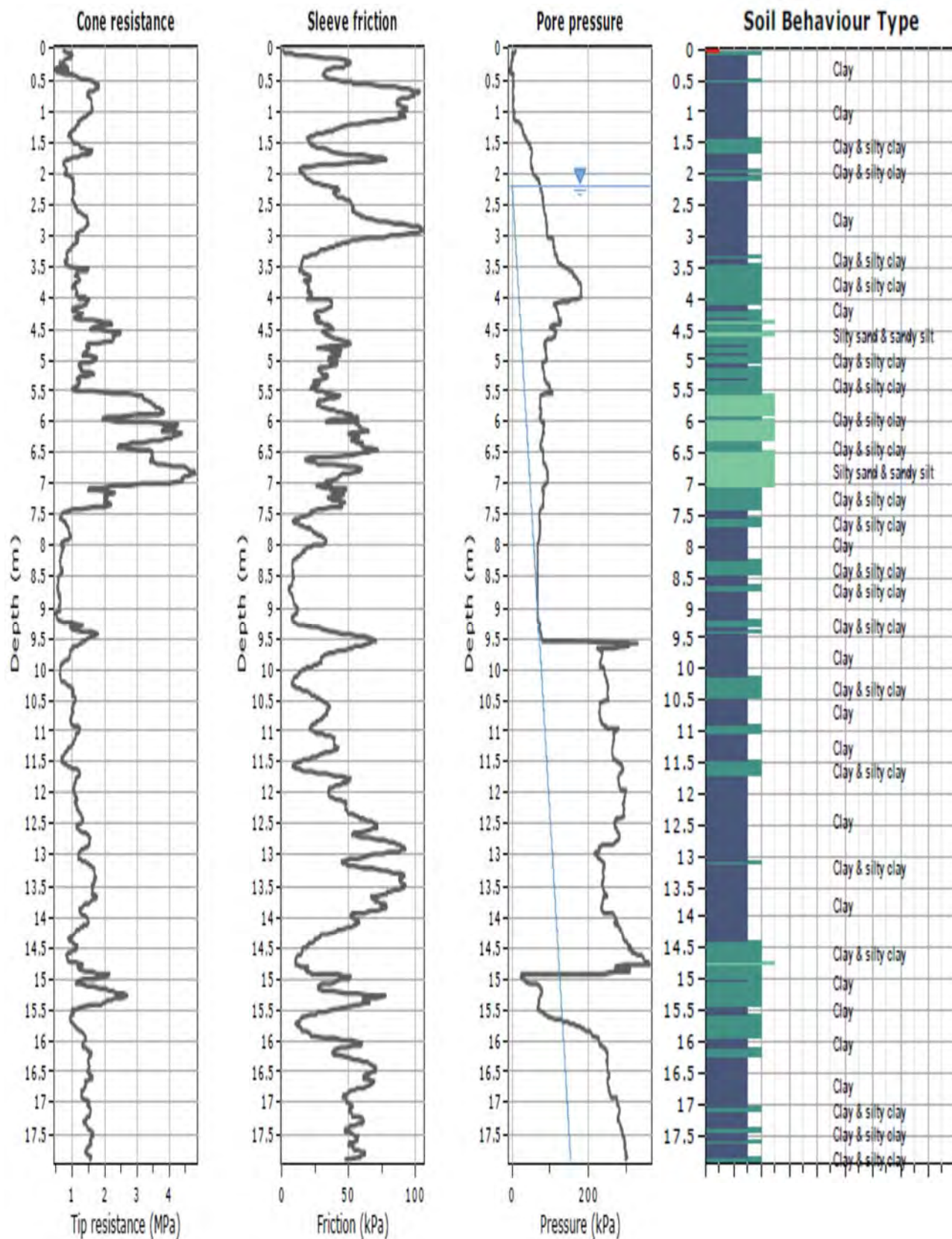
CPTU 3



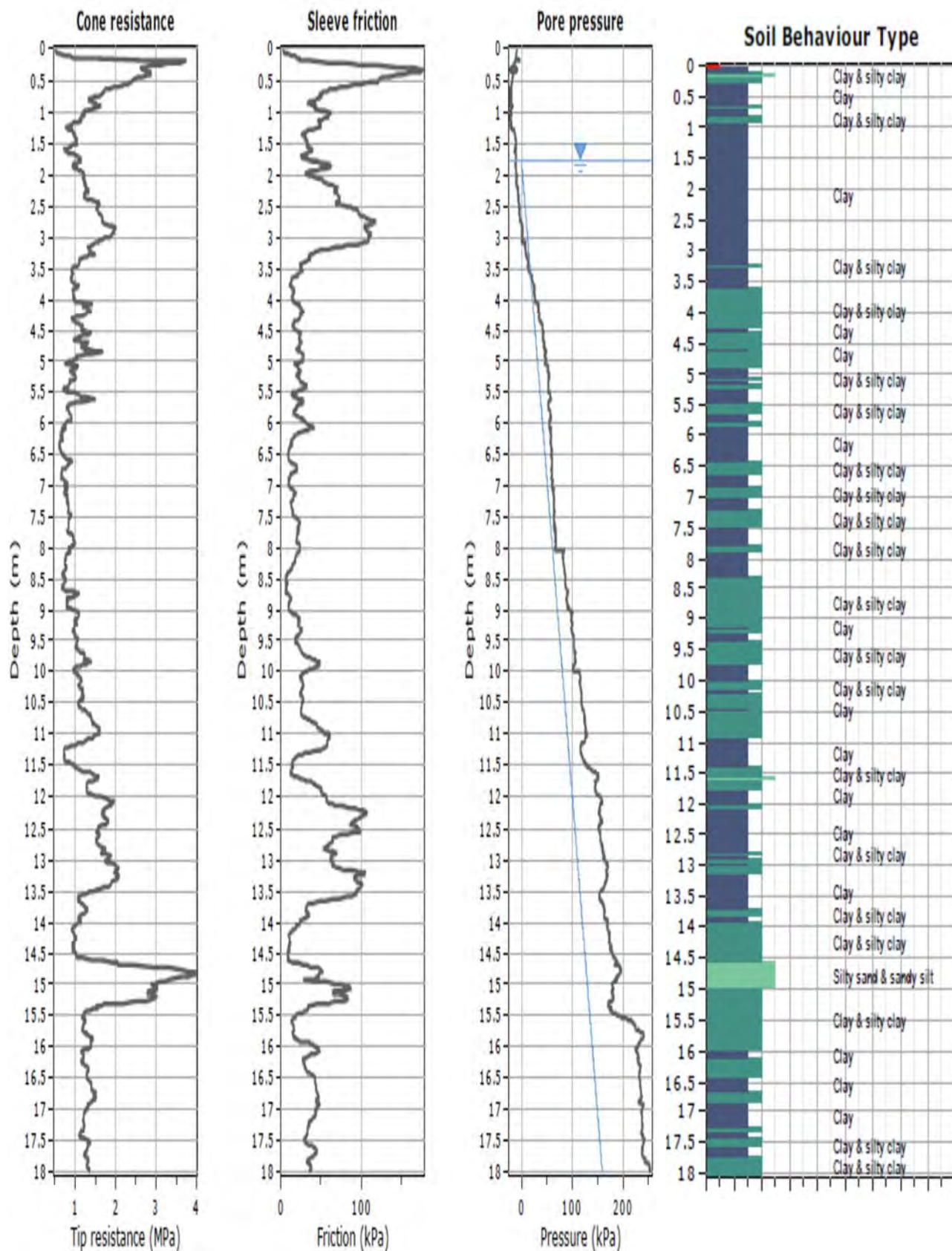
CPTU 4



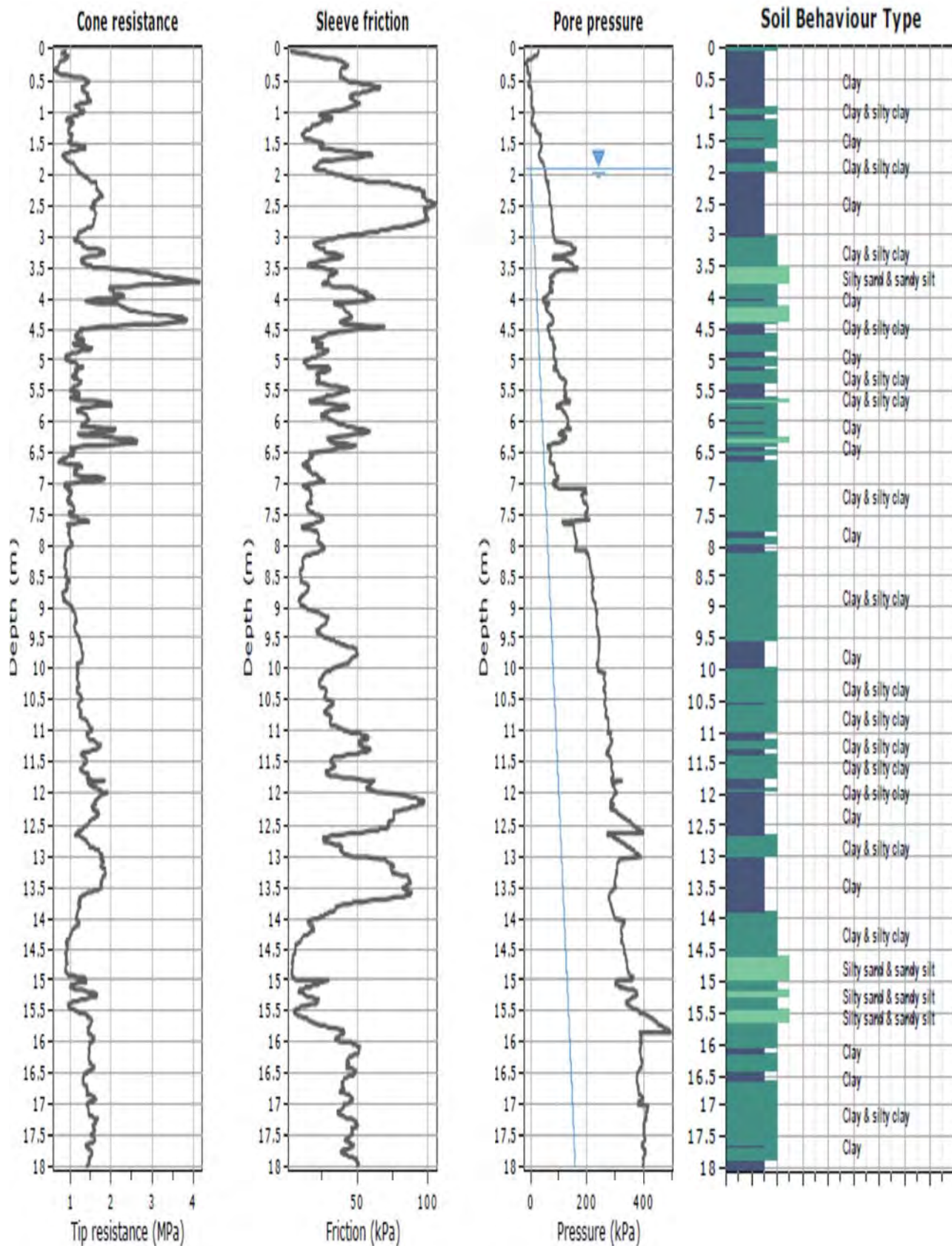
CPTU 5



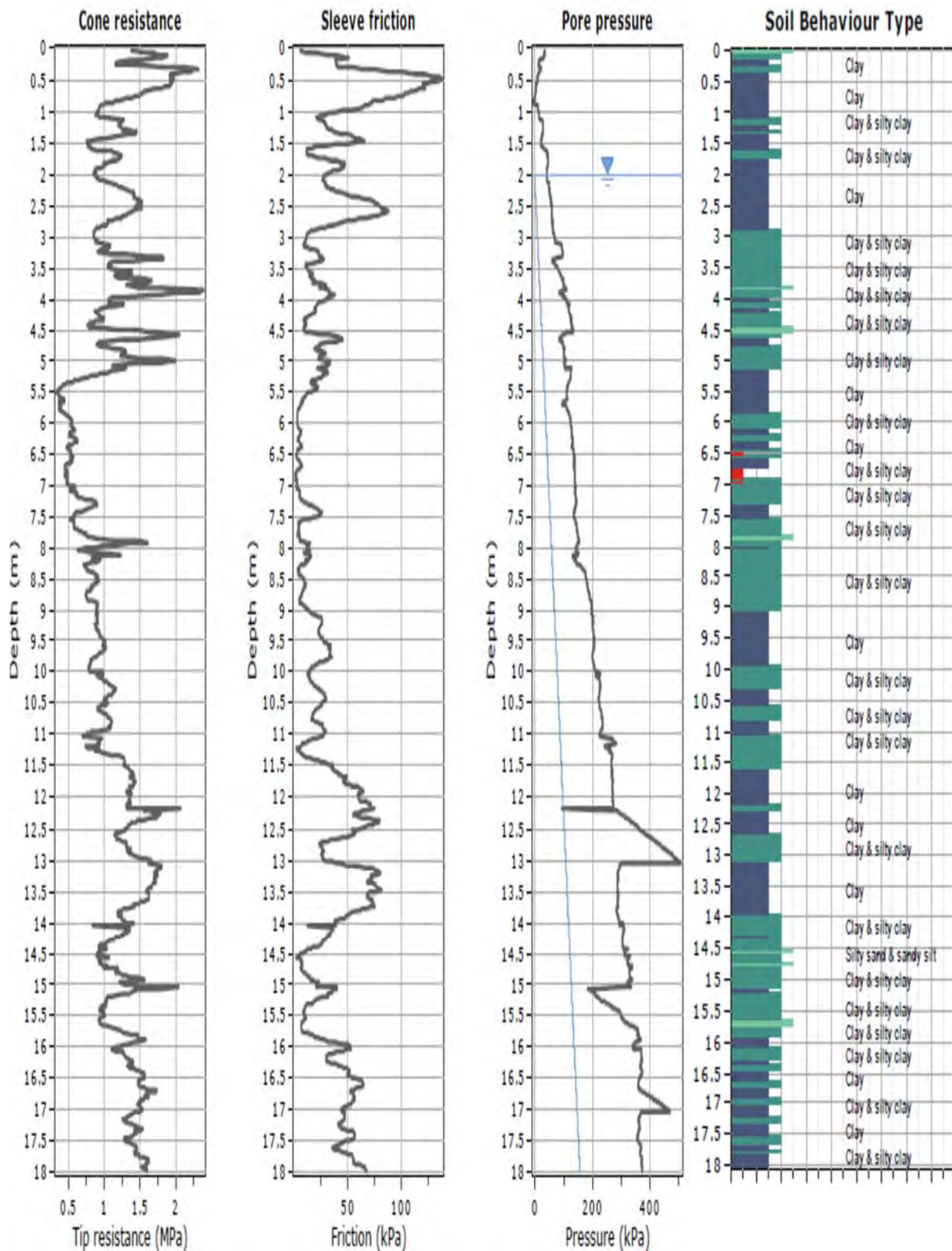
CPTU 6



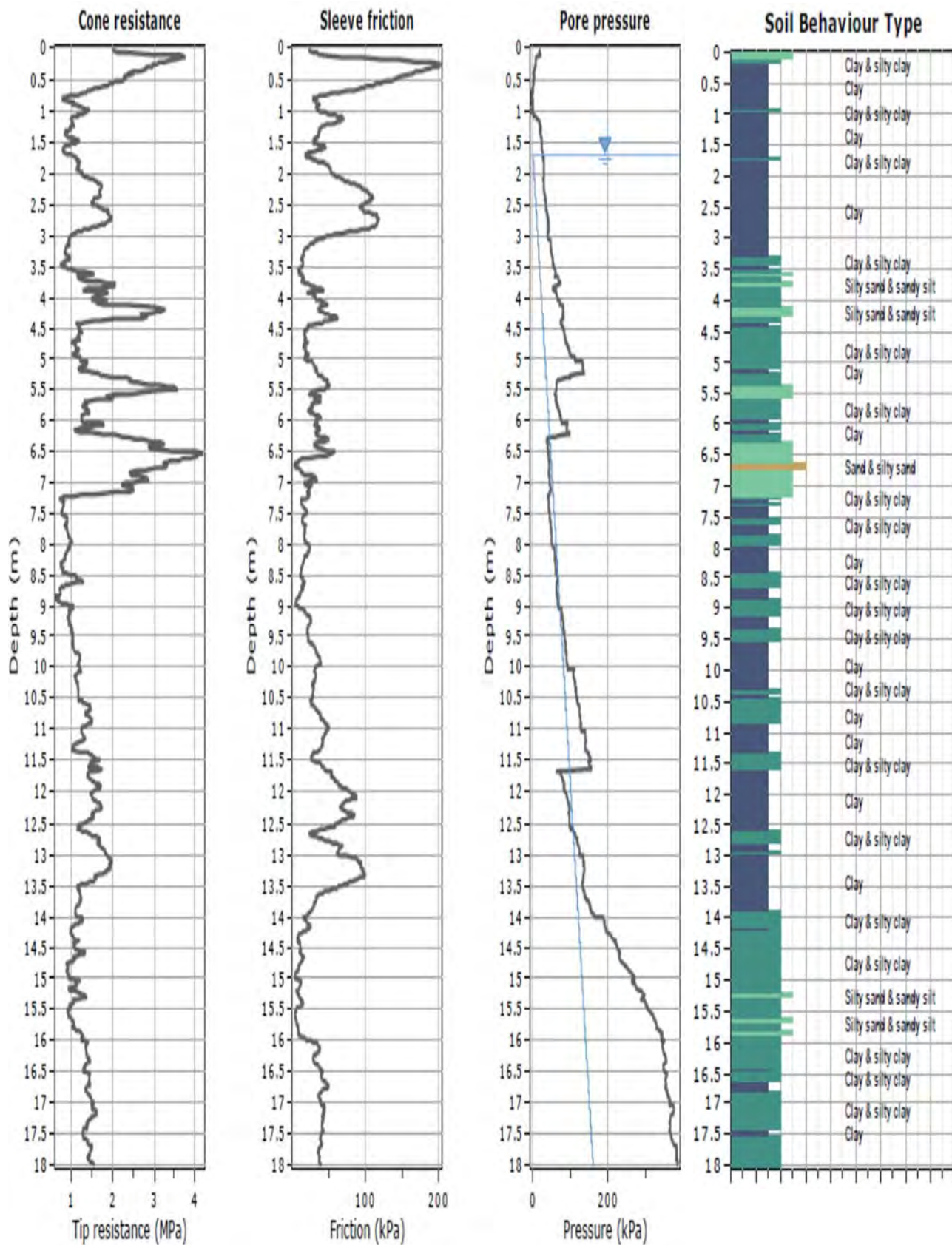
CPTU 7



CPTU 8



CPTU 9



7. ANALISI DEI DATI

La successione stratigrafica riscontrata sulle verticali indagate mostra la costante presenza di terreni argillosi e limoso-argillosi/argilloso-limosi, a media consistenza, intercalati a strati più spiccatamente sabbiosi, come rilevabili tra le profondità 3.50-7.50 m. sulle verticali CPTU1-2-5, o in particolare tra 8.50-10.00 m e tra 14.30 e 15.40 m su CPTU3. La presenza di stati sabbiosi è immediatamente individuabile nei picchi di resistenza alla punta del penetrometro. (vedi sotto, diagramma in sinistra).

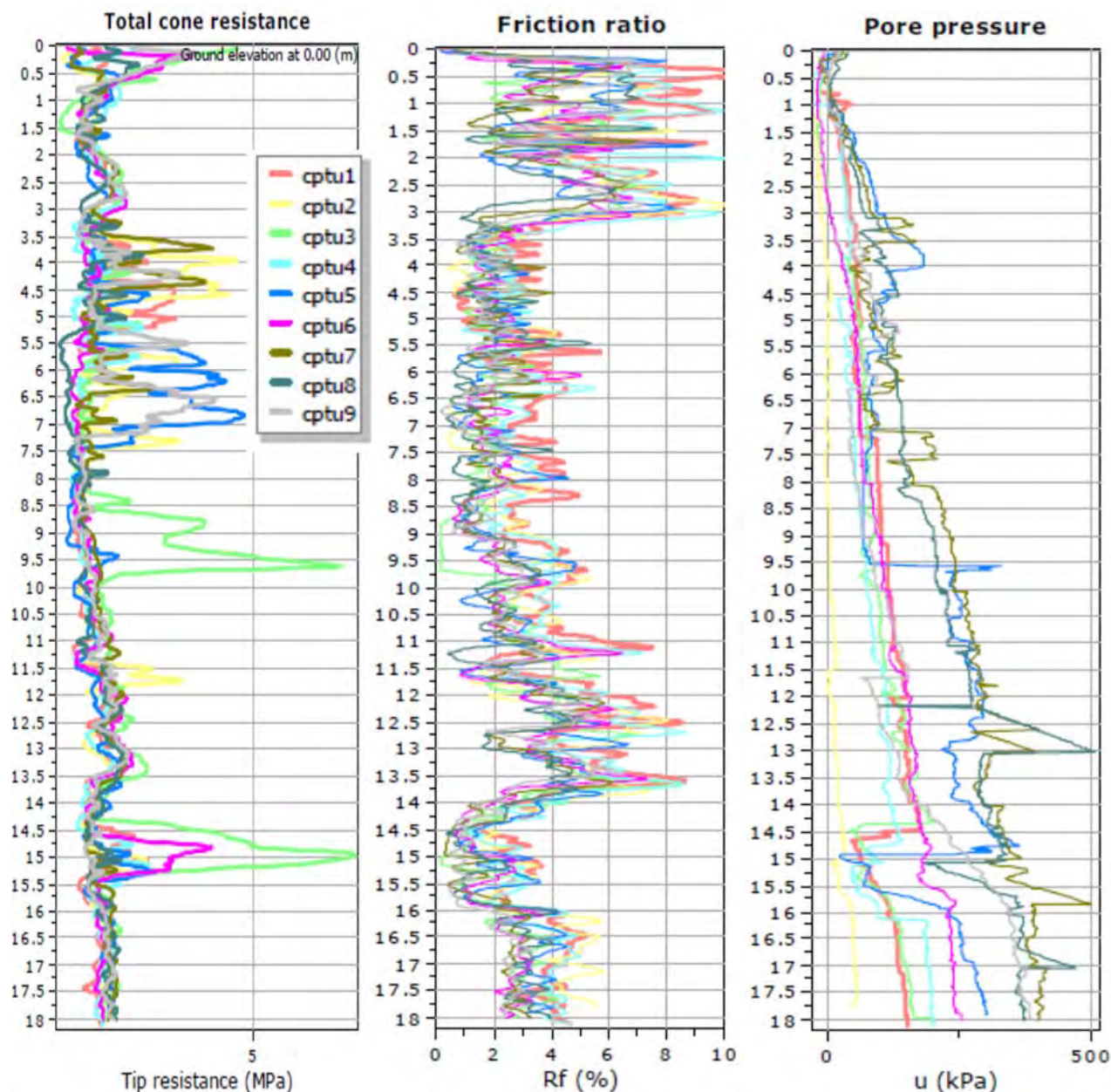


Figura 7 – Confronto diagrammi penetrometrici

Il livello di falda freatica superficiale è stato rilevato alle seguenti profondità (m.) dal piano di indagine:

CPTU1	CPTU2	CPTU3	CPTU4	CPTU5	CPTU6	CPTU7	CPTU8	CPTU9
-1.90	-2.20	-1.60	-1.60	-2.20	-1.80	-1.90	-2.00	-1.70

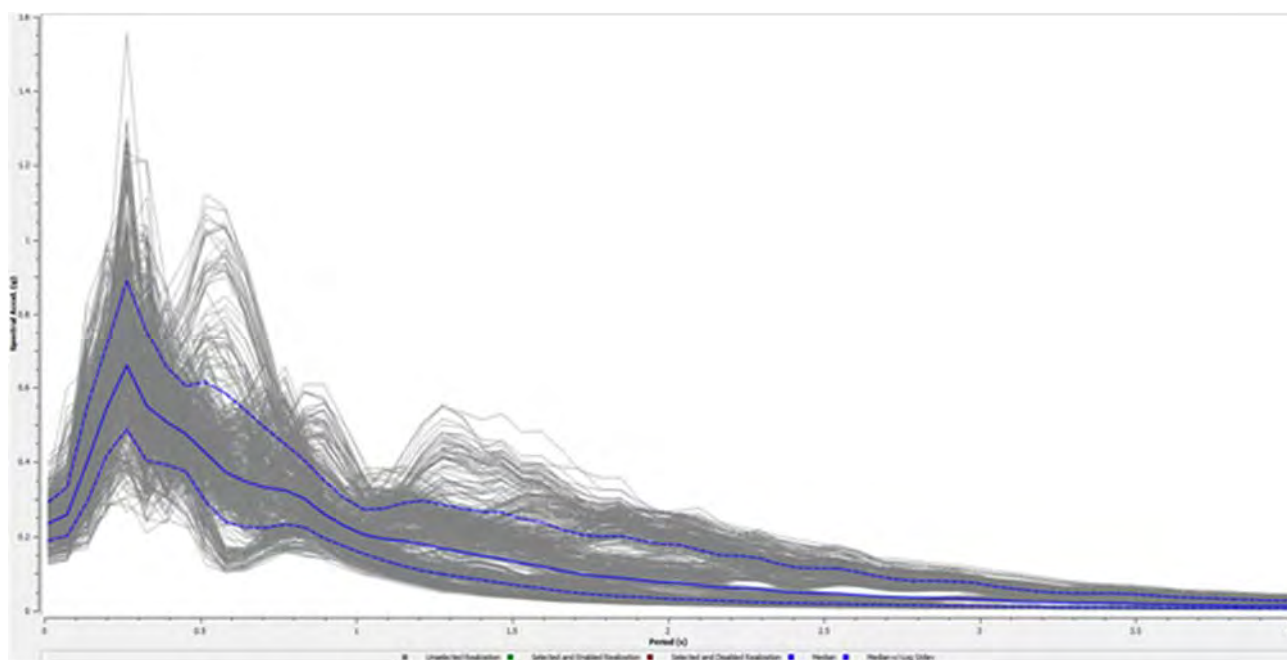
8. ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE

Al fine di approfondire la conoscenza degli effetti sismici amplificativi legati al sito, superando l'approccio semplificato (vedi cap.5.1), è stata eseguita una analisi di risposta sismica locale, mediante approccio numerico non semplificato come previsto dalle NTC 2018 e dalla Delibera di Giunta Regionale della Regione Emilia Romagna n. 640/2019, utilizzando il codice di calcolo STRATA (Equivalent-linear Earthquake site Response Analyses).

Lo studio, riportato in dettaglio in apposito allegato, si è svolto nelle seguenti fasi operative:

- Definizione del modello geologico-geotecnico del sottosuolo
- Selezione di una serie di accelerogrammi di input
- Calcolo del moto atteso al sito
- Definizione dello spettro di risposta finale, in accelerazione.

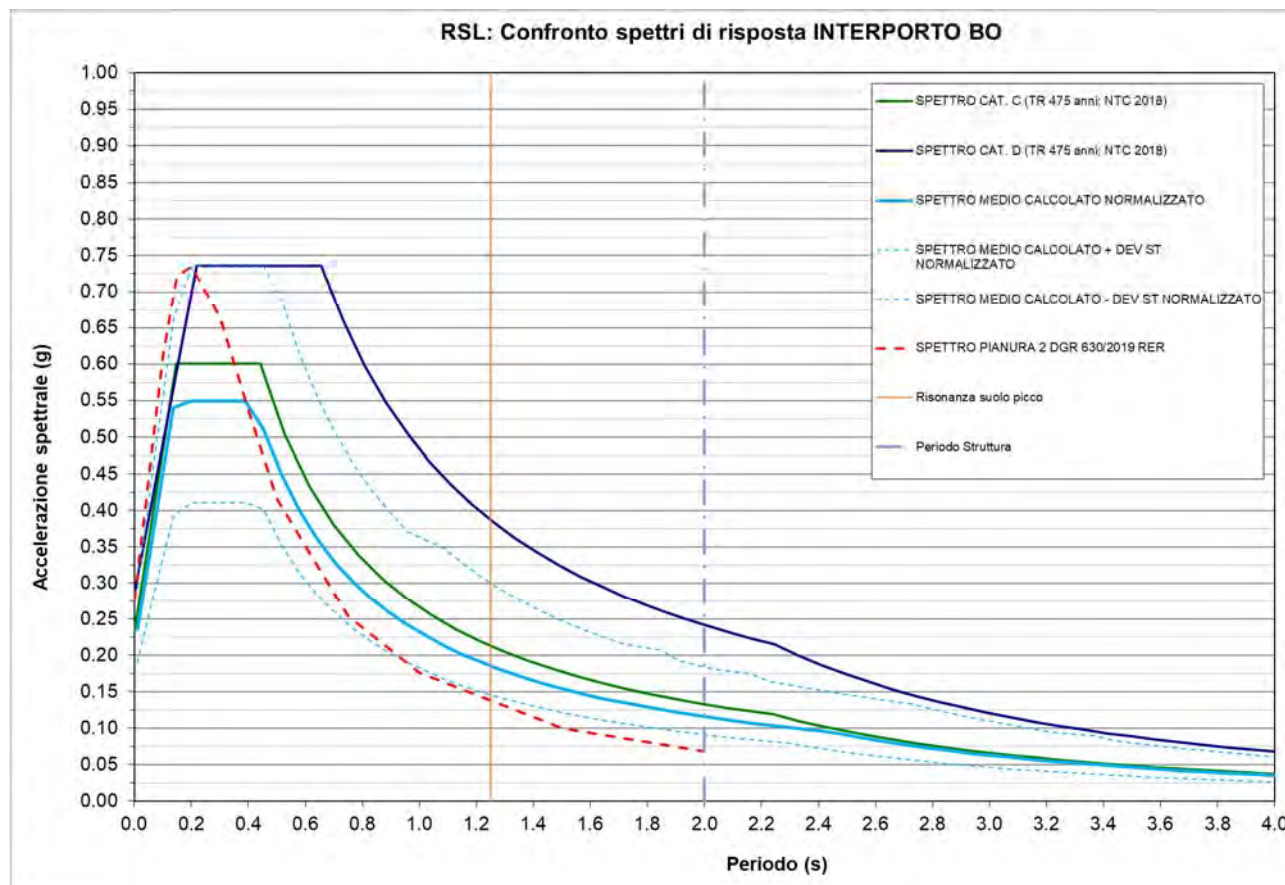
L'analisi su 10 terremoti di input, iterata variando le curve di degrado dei materiali, e la profondità del bedrock, ha permesso di ottenere un involucro di 500 spettri di risposta, in accelerazione:



La figura mostra l'involuppo complessivo degli spettri analizzati, con rappresentata in colore blu continuo la media degli spettri, e con le due linee tratteggiate la media \pm deviazione standard.

Per potere valutare quanto ottenuto, lo spettro sopra descritto è stato posto a confronto con gli spettri di risposta che si ottengono dall'applicazione dell'approccio semplificato basato sulla V_s eq. (NTC 2018) per lo stato limite ultimo SLV (TR= 475 anni e PVR del 10% in 50 anni).

Nella figura sottostante, è stato riportato anche lo spettro di “Pianura2” della attuale DGR 630/2019, ex DGR 2193/2015 “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna, per la pianificazione territoriale e urbanistica”, di riferimento per il III Piano Particolareggiato di Esecuzione del Comune di San Giorgio di Piano (BO).



Dal confronto esposto, valutando l'andamento degli spettri, in particolare al periodo $T=2$ sec. (periodo della struttura) si rilevano le seguenti accelerazioni spettrali:

- Spettro di pianura 2 (DGR 630/2018) relativo alla pianificazione territoriale (linea tratteggiata arancione) 0.068g
- Spettro calcolato con Risposta Sismica Locale (linea continua azzurra) 0.114g
- Spettro del suolo C (NTC 2018), linea continua verde, 0.134 g
- Spettro del suolo D (NTC 2018), linea blu, 0.240g

Escludendo lo spettro relativo alla pianificazione territoriale, che non è da ritenere idoneo per la progettazione strutturale, risulta quindi evidente come lo spettro medio calcolato sia leggermente meno cautelativo del suolo di categoria C delle NTC 2018.

Per quanto esposto si ritiene che, a favore di sicurezza, debba essere adottato, come minimo, lo spettro relativo alla categoria di suolo C da Norme Tecniche per le Costruzioni.

9. STUDIO DELLA POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DEI SEDIMENTI SABBIOSI

9.1. Metodo di calcolo

Lungo le verticali d'indagine eseguite sono stati individuati alcuni orizzonti di terreno incoerente, meno addensato e sotto falda e su questi in particolare è stata eseguita la stima dell'Indice di Potenziale Liquefazione (LPI o I_L) secondo il metodo di Boulanger & Idriss (2014). Il metodo consente preliminarmente di discriminare gli intervalli a prevalente "tessitura argillosa", e quindi con ogni probabilità non liquefacibili, dagli intervalli a prevalente "tessitura sabbiosa" e pertanto potenzialmente soggetti a liquefazione in caso di sollecitazioni dinamiche cicliche, ed è basato sul parametro di comportamento del terreno I_c :

I livelli di terreno caratterizzati da valori dell'indice di comportamento $I_c < 2.6$ sono da considerarsi a comportamento geotecnico incoerente e pertanto potenzialmente suscettibili alla liquefazione in caso di sisma con magnitudo > 5 .

In corrispondenza di tali livelli è stato determinato il fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione.

Per la valutazione della stabilità nei confronti della liquefazione dei depositi sabbiosi individuati, si utilizzano metodi semplificati che si basano sul rapporto che intercorre tra la resistenza ciclica disponibile del terreno e la sollecitazione ciclica indotta dal terremoto.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione $FS = CRR / CSR$ dove CRR (*Cyclic Resistance Ratio*) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (*Cyclic Stress Ratio*) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

In letteratura scientifica esistono alcune metodologie semplificate che consentono, anche se con marcate approssimazioni, di valutare il livello di rischio connesso al verificarsi del fenomeno della liquefazione attraverso l'introduzione dell'**Indice del Potenziale di Liquefazione LPI (Liquefaction Potential Index)** definito dalla seguente relazione (Iwasaki, 1982):

$$LPI = \int_0^{20} F(z) w(z) dz$$

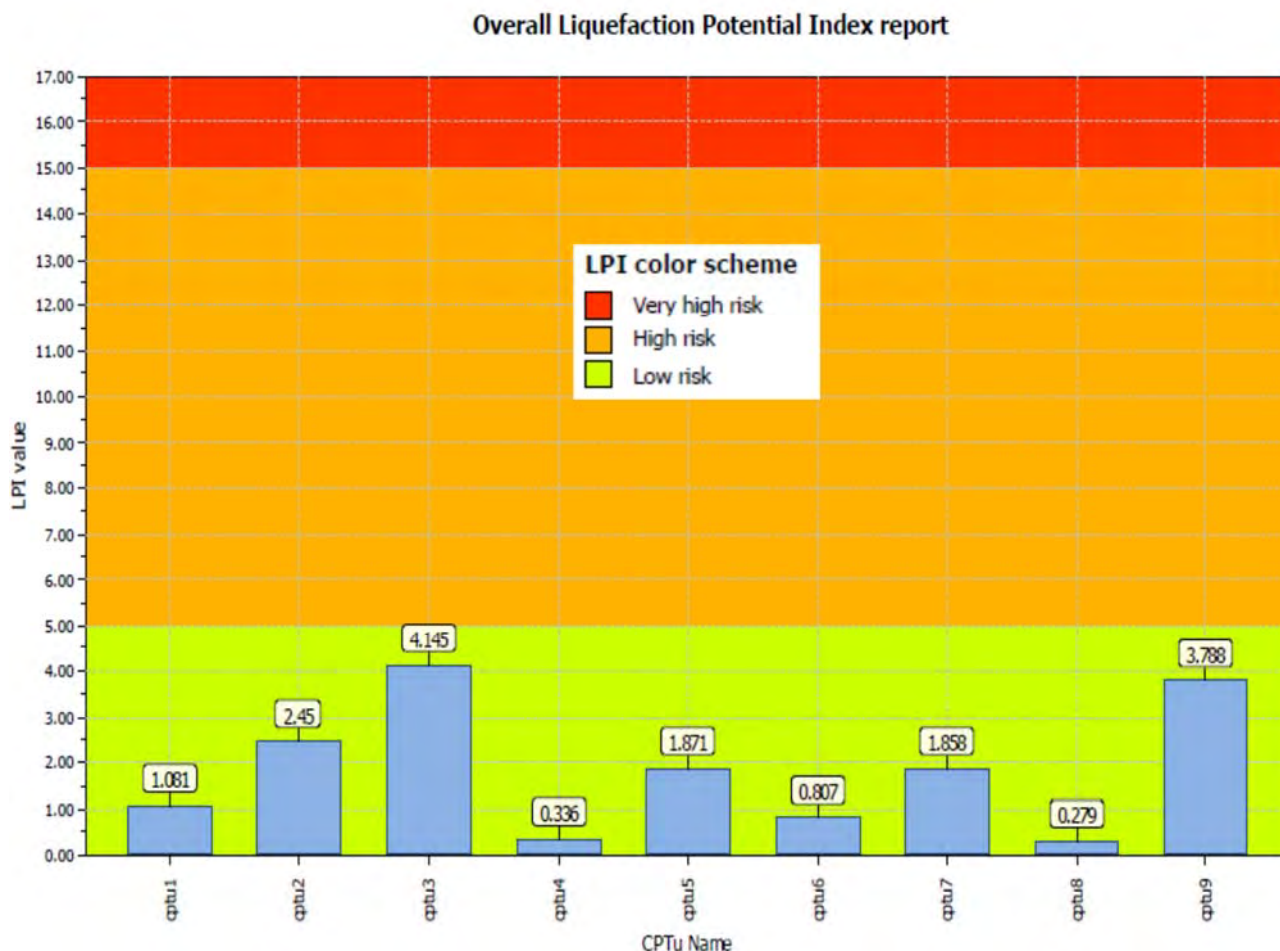
9.1.1. Parametri di Input

Nel presente studio la verifica a liquefazione è stata condotta ipotizzando:

- Magnitudo M_w : 6 (valore rilevato per il terremoto dell'Emilia del 2012);
- PGA: pari a 0.230g, ottenuta allo SLV da categoria di sottosuolo C e relativo coefficiente di amplificazione stratigrafica (si veda Tab.7 capitolo 5.1.4);
- Metodo applicato: Boulanger & Idriss (2014)
- F_s limite: 1.00;

9.1.2. Risultati dell'analisi

Gli esiti delle verifiche, dettagliatamente riportate in apposito allegato 4, vengono sotto riepilogate:



Avendo ottenuto sulle nove verticali indagate, i seguenti valori di LPI (Indice di Potenziale Liquefazione):

CPTU1	CPTU2	CPTU3	CPTU4	CPTU5	CPTU6	CPTU7	CPTU8	CPTU9
1.08	2.45	4.15	0.34	1.87	0.81	1.86	0.28	3.79

Considerando la classificazione proposta da Iwasaki (1992):



LPI = 0 rischio nullo

0 < LPI < 5 = rischio basso

5 < LPI < 15 = rischio elevato

LPI > 15 = rischio molto elevato

Per l'area indagata il rischio di potenziale liquefazione dei sedimenti sabbiosi risulta basso.

	<p align="center">Relazione indagine geotecnica e sismica Magazzino DC 20 Interporto di Bologna</p>	
---	--	---

10. CONCLUSIONI

I dati delle n°9 prove penetrometriche statiche con piezocono hanno consentito di delineare una stratigrafia costituita principalmente da alternanze di argille, limi argillosi/argille limose, nei quali si intercalano localmente strati sabbiosi di variabile entità.

Il livello della prima falda freatica è stato rilevato a profondità variabili tra -1.60-2.20m. dal piano di indagine.

L'esito delle indagini sismiche ed il confronto tra i dati ottenuti, applicando sia il metodo semplificato di cui alle NTC 2018, che il metodo non semplificato tramite Analisi di Risposta Sismica Locale, inducono ad adottare ai fini della progettazione, come minimo, lo spettro di risposta della categoria di suolo C delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018.

Gli esiti numerici delle verifiche del potenziale di liquefazione hanno evidenziato un basso rischio al verificarsi di tale fenomeno, e relativamente a questo, appare evidente come il valore di LPI sia regolato fondamentalmente dalla presenza di modeste lenti sabbiose, intercalate in prevalenti litologie coesive limoso-argillose. Si sottolinea quindi una bassa probabilità del rischio di liquefazione, per quanto attiene le verticali indagate.

San Lazzaro di Savena (BO), 12/03/2020

Dott. Geol Claudio Cinti

