



Comune di Bologna



Sostenibilità
è Bologna



PUMS
BOLOGNA
METROPOLITANA

RTI Progettisti:



LOGO NEW architetto engineering



STUDIO MATTIOLI
Ambiente - Ingegneria - Energia



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA VERDE - DIRETTRICE CORTICELLA-CASTEL MAGGIORE)

FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione

Intervento finanziato con risorse
FSC 2014-2020 - Piano operativo della Città
metropolitana di Bologna
Delibera CIPE n.75/2017



Cantierizzazione

Relazione di cantierizzazione

COMUNE DI BOLOGNA
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE

ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO

ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA

ING. BARBARA BARALDI

GEOM. AGNESE FERRO

Arch. VIRGINIA BORRELLO

RESPONSABILE DI COMMESSA

ING. PAOLO MARCHETTI

RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. SANTI CAMINITI

Gruppo di Progettazione:

Ing. Alessandro Piazza (Coordinatore Tecnico)
Ing. Santi Caminiti (Progetto sistemi tranviari)
Ing. Andrea Spinosa (Studi Trasportistici)
Arch. Sebastiano Fulci De Sarno (Prog. Architettonico e Inser. Urbanistico)
Ing. Sergio Di Nicola (Sovrastruttura Tranviaria)
Ing. Jeremie Wajs (Impianti Tecnologici)
Ing. Maurizio Falzea (Esperto Armamento)
Ing. Giorgio Coletti (Progettazione Funzionale Depositi)
Ing. Pietro Caminiti (Viabilità Interferente)
Ing. Stefano Tortella (Opere Strutturali)
Ing. Andrea Carlucci (Esperto Impianti Elettro-ferroviari)
Ing. Domenico D'Apollonio (Impianti di Trazione Elettrica)
Ing. Matteo Mariotti (Impianti Meccanici)
Arch. Sergio Moscheo (Prime Disposizioni per la Sicurezza)
Ing. Boris. Rowenczyn (Piani Economici e Finanziari)
Prof. Matteo Mattioli (Valutazione impatto ambientale e impatto acustico)

COMMESSA	FASE	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B381-C	SF	OPC	RT001	B	—	B381-SF-OPC-RT001B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	31-12-2018	EMISSIONE	ASTORINO	S. MOSCHEO	CAMINITI S.
1	Lug 2022	Aggiornamento per iter screening ambientale	ASTORINO	S. MOSCHEO	CAMINITI S.
2					

Sommario

PREMESSA.....	2
1. DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	3
2. ORGANIZZAZIONE DEI CANTIERI.....	12
2.1 ASPETTI GENERALI	12
2.2 MACROCANTIERI	14
2.3 MICROCANTIERI.....	16
2.4 FASI PRINCIPALI DI CANTIERE.....	22
2.4.1 TIPOLOGICO CANTIERE SEDE TRANVIARIA CENTRALE	22
2.4.2 TIPOLOGICO CANTIERE SEDE TRANVIARIA LATERALE.....	25
2.4.3 TIPOLOGICO CANTIERE SEDE TRANVIARIA PROMISCUA.....	27
2.5 AREE LOGISTICHE E STOCCAGGIO MATERIALI.....	29
2.6 TIPOLOGIE DI RECINZIONI DI CANTIERE	30
3. ASPETTI AMBIENTALI LEGATI AL CANTIERE	33
3.1 GESTIONE MATERIALI DI RISULTA	33
3.2 TRASPORTO DEI MATERIALI	34
3.2.1 DISTURBI INDOTTI DALLE ATTIVITÀ DI TRASPORTO DEI MATERIALI	35
3.3 CONTENIMENTO DEL RUMORE E DELLE VIBRAZIONI DURANTE LA FASE DI COSTRUZIONE .	38
3.3.1 CONTROLLI PREVENTIVI E IN CORSO D'OPERA	38
3.3.2 REGOLE DI COMPORTAMENTO	39
3.3.3 INTERVENTI DI MITIGAZIONE RUMORE E VIBRAZIONE.....	40

PREMESSA

Scopo del presente documento è illustrare le scelte operate nell'ambito della progettazione di fattibilità tecnico economica circa la cantierizzazione delle opere inerenti il prolungamento della linea tramviaria rossa nel comune di Bologna dal capolinea di via dei Mille fino ai capolinea nord di Corticella, in comune di Castelmaggiore.

Nel progetto della cantierizzazione sono state valutate la tipologia del tessuto urbano, la sua funzione territoriale e soprattutto le interferenze con la viabilità esistente e con l'ambiente attraversato, con particolare attenzione agli insediamenti ed alle attività presenti.

Nell'ambito di tale progetto, sono state quindi individuate le fasi esecutive dell'opera tenendo conto dei seguenti input esecutivi:

- attenzione agli inconvenienti riguardanti la penalizzazione del traffico esistente, in base al quale nella successiva fase progettuale dovrà essere redatto un apposito calendario dei lavori da rendere noto ai cittadini, per consentire la pianificazione del traffico gommato;
- individuazione delle aree di cantiere definita sulla base delle esigenze legate alle varie tipologie di opere, dell'esame dei collegamenti con la viabilità esistente e dell'accesso all'area logistica;
- utilizzo per la realizzazione dell'opera della sola viabilità esistente, escludendo l'apertura di nuove piste;

1. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il progetto della Diramazione nord della Rossa verso Corticella, si inquadra come secondo ramo tranviario della nuova rete a servizio della città di Bologna che trova le sue motivazioni nel "Piano Urbano della Mobilità Sostenibile" (PUMS) della Città Metropolitana di Bologna, adottato lo scorso 27 novembre 2018, divenendone un primo fondamentale elemento attuativo.

Il tracciato, lungo circa 6,2 km dalla diramazione di piazza dell'Unità al capolinea Nord situato al confine tra i Comuni di Bologna e Castel Maggiore, si sviluppa quasi interamente sull'asse sud-nord costituito da via Corticella prima e via Bentini per il tratto finale.

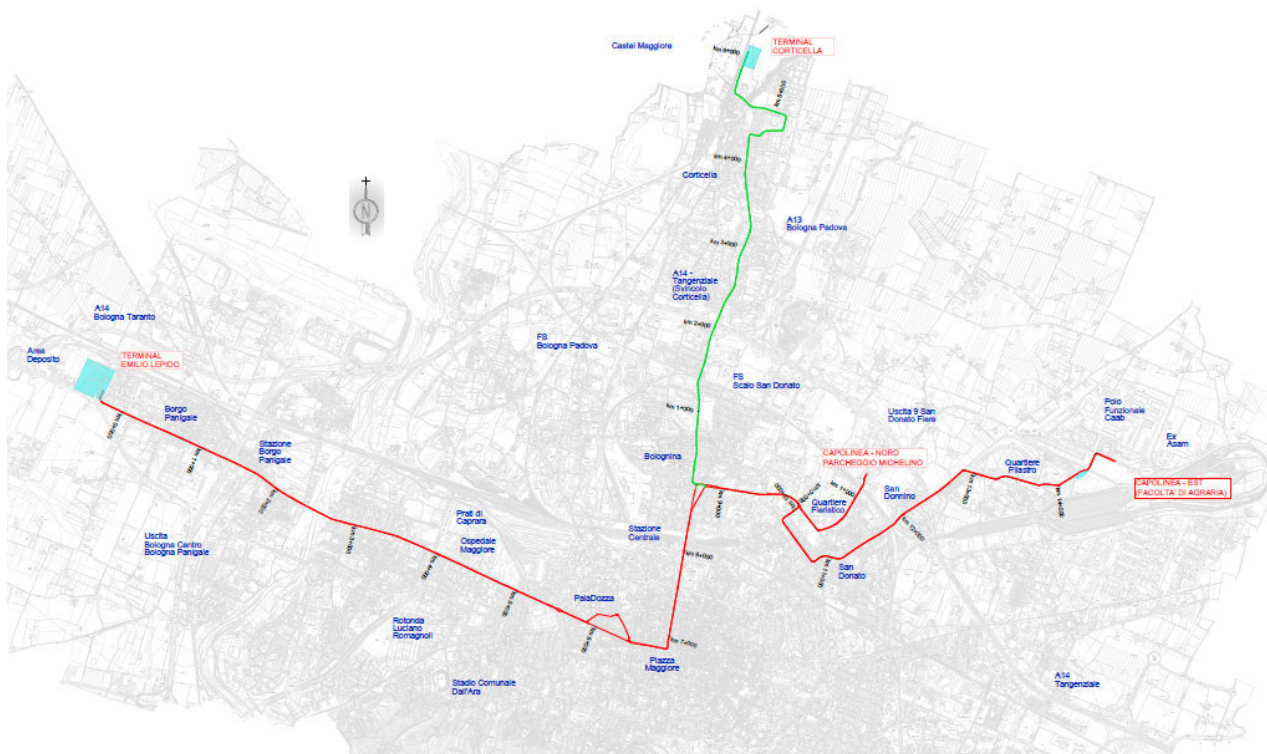


Figura 1.1 – Planimetria generale Linea 1+Diramazione nord per Corticella

All'intersezione tra via Bentini e via S. Anna, il tracciato devia verso Est per percorrere quest'ultima strada fino all'intersezione con via Byron: qui svolta sulla sinistra verso nord fino all'intersezione con via Shakespeare.

Successivamente la tranvia si colloca sul lato sud della strada con spostamento verso nord della viabilità esistente, e in questa configurazione arriva fino all'attuale intersezione semaforizzata con via Bentini.

Da qui, sempre sul lato sud della strada, il tracciato scavalca il Canale Navile utilizzando il ponte esistente (che andrà allargato per permettere il transito dei mezzi su gomma), per poi prendere quota sul margine della strada fino a raggiungere il piano dell'attuale fascio binari della stazione SFM di Corticella.

Una curva a 90° destrorsa permette alla tranvia di posizionarsi parallelamente al fascio binari, occupando in un primo tratto un'area RFI attualmente dismessa, per poi proseguire la sua corsa su una vasta area verde esterna all'area RFI e alle aree commerciali attualmente presenti ad est della sede ferroviaria.

Il tracciato termina al capolinea collocato nella suddetta area verde in cui è stata prevista anche la realizzazione di un nodo di interscambio con i bus extraurbani e le auto private.

Nell'area è anche posizionata una piccola area per il ricovero notturno delle vetture (quattro stalli paralleli) con un fabbricato di dimensioni ridotte necessarie per le attività di piccola manutenzione da effettuare sui veicoli in sosta.

Lungo il tracciato da Piazza dell'Unità al Capolinea Corticella sono ubicate 13 fermate, ad un intervallo massimo di 500 m, tranne che nel tratto di attraversamento dello svincolo della tangenziale di Bologna lungo via Corticella che rende impossibile la collocazione di fermate nel rispetto della distanza sopra riportata.

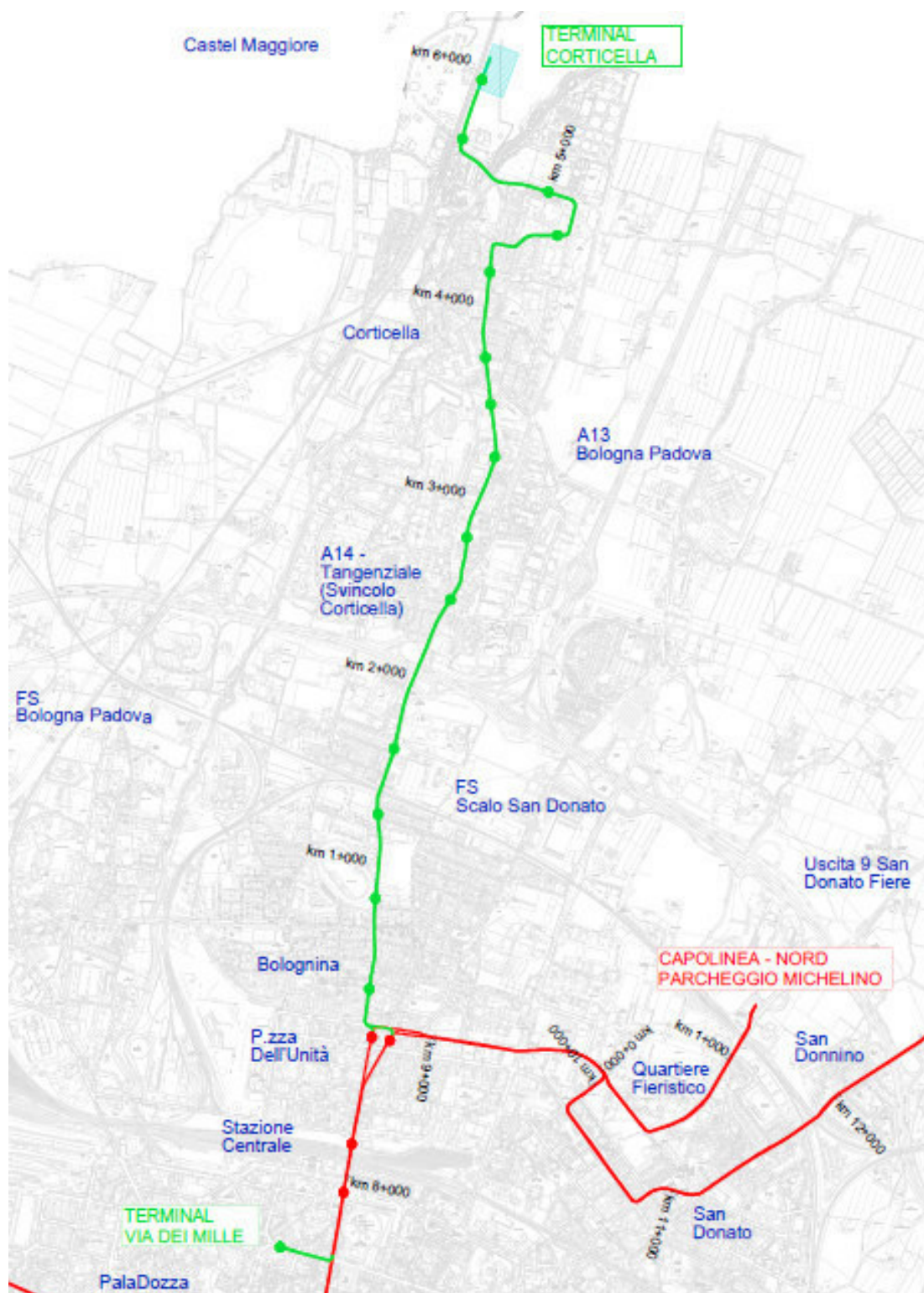


Figura 1.2 –Diramazione nord per Corticella con individuazione delle fermate

L'inserimento della linea non è sempre uguale lungo lo sviluppo del tracciato: lungo il primo tratto compreso tra P.zza dell'Unità e via Bartolomeo Passarotti, in prossimità dell'ippodromo di Arcoveggio, la linea si colloca sul lato ovest della sezione stradale, in sostituzione della attuale corsia riservata destinata al transito verso nord dei mezzi pubblici su gomma.

Il traffico privato, come oggi, sarà garantito solo per chi dalla parte nord si dirige verso il centro città.

Superata via Passarotti la sezione stradale si allarga, e permette lo spostamento della sede tranviaria riservata al centro del corridoio infrastrutturale, con la previsione di una carreggiata per parte destinata alla circolazione dei mezzi privati in entrambi i sensi di marcia.

A seconda degli ambiti attraversati le corsie saranno delimitate lateralmente o da stalli di parcheggio o da corsie unidirezionali destinate alla movimentazione ciclabile longitudinale.

Con questa configurazione si arriva fino a via Giuriolo, poco prima dello svincolo esistente con la Tangenziale di Bologna che sovrappassa via Corticella.

Questo nodo infrastrutturale merita un approfondimento perché oggetto non solo delle modifiche legate al tram ma anche ai lavori di ammodernamento dello svincolo suddetto.

Il progetto del nuovo Passante prevede infatti il rifacimento dello svincolo, seppur nel mantenimento della configurazione attuale con la doppia rotatoria su via Coorticella.

Il progetto del Passante prevede un leggero disassamento delle rotatorie e la ridefinizione dei rami di ingresso e uscita, nonché l'allargamento del sottovia esistente in modo da poter ricavare una carreggiata con due corsie per senso di marcia nel tratto di collegamento tra le due rotatorie.

In questa configurazione va inserita la tranvia.

L'idea di partenza è stata di inserire l'infrastruttura sempre in posizione centrale tagliando al centro le due rotatorie. Tuttavia, man mano che si approfondiva lo studio, ci si è resi conto che questo avrebbe comportato soggezioni sia al traffico privato interessato dalla presenza dello svincolo, sia al tram che avrebbe dovuto inserirsi in un ambito già altamente congestionato.

La conclusione è stata allora quella di prevedere la realizzazione di un sottopasso ad esclusivo utilizzo del tram: la rampa di ingresso inizia subito dopo l'intersezione con via Giuruolo e finisce poco prima della rotatoria sud.

Da qui inizia il sottopasso vero e proprio che è lungo ca. 415 m, sottopassa le rotatorie e il tratto di collegamento e si inserisce in asse al sottopasso stradale oggetto di allargamento.

Superata la seconda rotatoria, una rampa di uscita lunga ca. 130 m permette alla linea tranviaria di riacquistare quota e raggiungere il piano stradale esistente poco prima dell'intersezione con via della Croce.

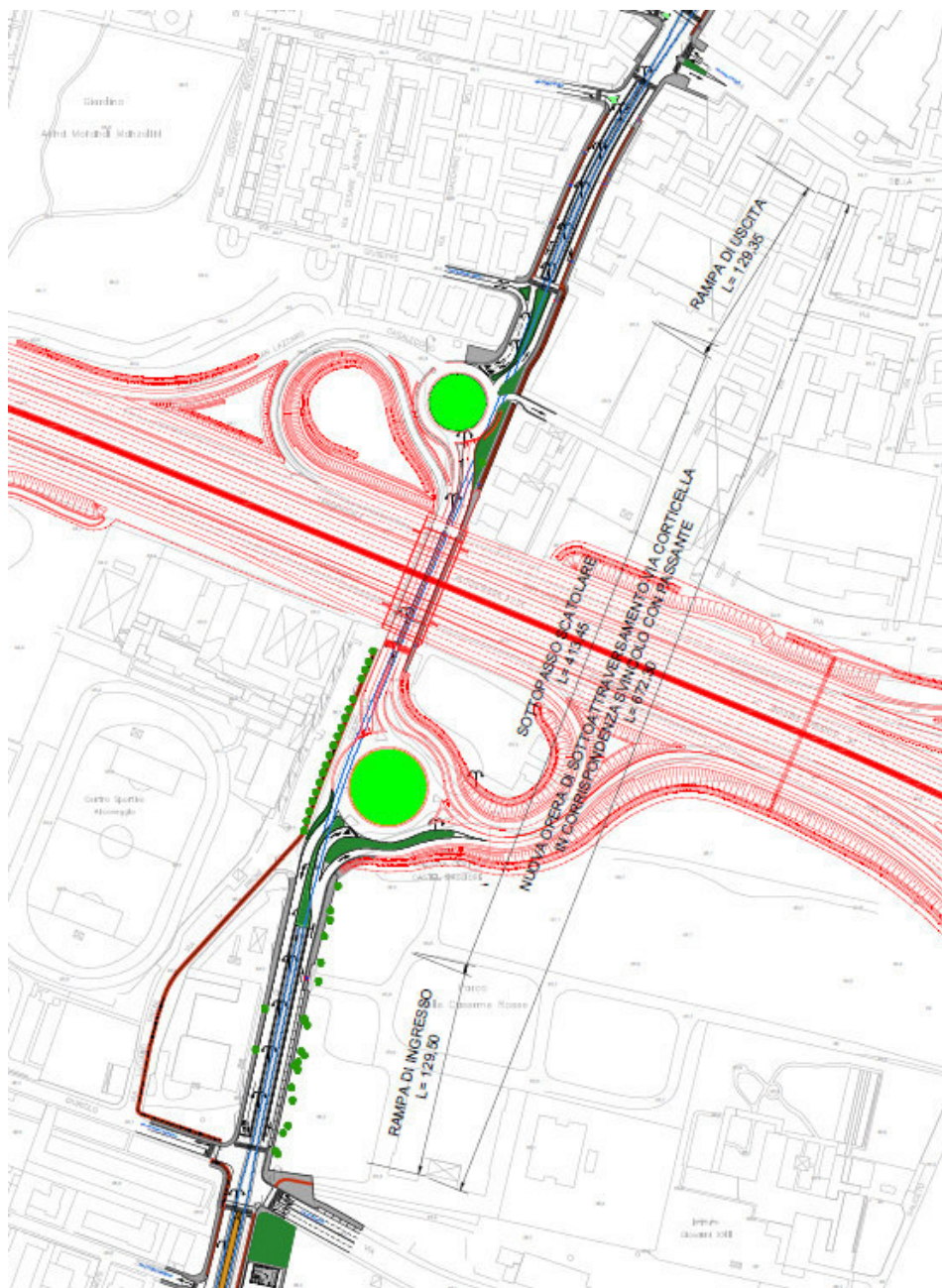


Figura 1.3 –Nuova configurazione svincolo Passante Tangenziale di Bologna (rosso) su via Corticella e nuovo sottovia tranviario

Superata la zona di svincolo la linea sempre al centro della sezione stradale arriva all'intersezione tra via Corticella e via Stendhal, dove è prevista la riconfigurazione della rotatoria esistente.

Da qui la tranvia devia sulla sinistra per continuare su via Corticella, collocata sul lato occidentale della sezione stradale; la sezione di progetto è completata da una corsia per il traffico privato che corre parallelamente al tram sul lato destro, e due corsie monodirezionali destinate alla circolazione delle biciclette nelle due direzioni.

In questa configurazione la linea procede verso nord per ca. 1 km, fino all'intersezione tra via Corticella, via Bentini e via Lipparini.

Proseguendo su via Bentini, collocata sempre sul lato sinistro, con la viabilità privata direzione nord che le corre parallela sulla destra, la tranvia arriva fino all'intersezione con via S. Anna.

La previsione del PUMS prevede l'attestamento della presente diramazione davanti alla stazione SFM di Corticella: tuttavia la presenza del ponte sul Canale Navile di ridotte dimensioni e soggetto a vincoli storici molto stringenti, nonché le dimensioni esigue della viabilità di accesso al piazzale di stazione, hanno consigliato di seguire un itinerario differente che si sviluppa nell'area diametralmente opposta rispetto alla suddetta stazione.

Il tram quindi devia sulla destra per percorrere via S. Anna prima e via Byron dopo, fino all'intersezione con via Shakespeare.

Lungo questo tratto tuttavia, la ridotta dimensione della sezione stradale esistente e il livello estremamente locale delle suddette viabilità, hanno consigliato l'adozione di una carreggiata a doppio senso di marcia promiscua per il transito congiunto di tranvia e mezzi privati: i binari vengono collocati al centro delle esistenti corsie.

Da un punto di vista circolatorio, chi prima arriva occupa il tratto di strada e procede lungo l'itinerario: il mezzo che lo segue, sia esso autovettura o tram, si accoda e segue la marcia del precedente, senza preferenziazione alcuna da parte del mezzo tranviario.

All'intersezione con via Shakesperea il tram si colloca lungo il marciapiede meridionale della strada con la traslazione verso nord della viabilità che oggi permette il collegamento da e per le aree abitative a nord della città di Bologna.

Sempre in questa posizione, il tracciato supera l'intersezione con via Bentini, attraversa il ponte esistente sul fiume Navile e lungo una rampa tra muri in cemento armato di nuova realizzazione, raggiunge il sedime ferroviario in prossimità del piazzale di stazione SFM.

Qui attraverso una curva destrorsa a 90° occupa un'area attualmente dismessa, si posiziona parallelamente al muro di delimitazione dell'area ferroviaria e, proseguendo verso nord, si dirige verso il capolinea collocato ubicato in una vasta area verde collocata tra il sedime ferroviario e il Canale Navile, nel Comune di Castel Maggiore.

Qui oltre al capolinea, è stato previsto un nodo di interscambio modale, con la realizzazione di un parcheggio per le auto private e un attestamento con 10 stalli per i bus extraurbani.

A completare l'area un piccolo ricovero per le vetture con locale di servizio per le prime attività di manutenzioni sulle vetture in ricovero.

Come meglio specificato nei paragrafi seguenti, oltre alle opere sopra descritte, l'intervento prevede le seguenti realizzazioni infrastrutturali:

n°	Identificazione	Breve nota descrittiva
1	Sottovia Via Mazza	Realizzazione di sottovia in Ferrarese/Via Mazza
2	Parcheggio Via Sario Bassanelli	Spazio di sosta costituito da n. 192 stalli dei quali n. 5 riservati a disabili
3	SSE.1	Sottostazione elettrica fuori terra
4	Sottoattraversamento Ferrovia	Realizzazione del nuovo sotto-attraversamento a doppio fornici lungo via Corticella, in sostituzione dell'attuale sottovia a luce singola
5	Nuova opera di sottoattraversamento lungo via Corticella in corrispondenza svincolo con Tangenziale	Nuovo sottovia ad esclusivo uso della tranvia lungo Via di Corticella, lungo complessivamente, rampe comprese, poco più di 670 m
6	SSE.2	Sottostazione elettrica fuori terra
7	Allargamento ponte sul Canale Navile	Allargamento ponte esistente sul Canale Navile per ampliamento sede stradale lungo via Shakespeare
8	Rampa in c.a. lungo via Shakespeare	Realizzazione rampa tra muri in c.a. per permettere alla sede tramviaria di passare della quota della viabilità esistente alla quota del sedime ferroviario in prossimità della stazione SFM

n°	Identificazione	Breve nota descrittiva
		di Corticella
9	Allungamento sottovia esistente	Allungamento del sottopasso esistente che permette a via Shakespeare di sottopassare la linea ferroviaria esistente in prossimità della stazione SFM di Corticella
10	SSE.3	Sottostazione elettrica fuori terra
11	Capolinea nord	<p>Nell'intorno dell'area del capolinea, al fine di assolvere ad una funzione di interscambio multimodale e quindi consentire ai fruitori del servizio di lasciare il mezzo di partenza e dirigersi verso il centro della città utilizzando la nuova infrastruttura tranviaria, si prevede uno spazio di sosta costituito da n. 332 stalli per le auto private.</p> <p>Il settore meridionale dell'area ospiterà invece il terminal per linee extraurbane, con possibilità di alloggiamenti di n. 12 (2 fronte terminal + 10 stalli veicoli).</p>

2. ORGANIZZAZIONE DEI CANTIERI

2.1 ASPETTI GENERALI

Per l'esecuzione delle opere in oggetto va precisato che saranno presenti vincoli soprattutto a livello viabilistico che non consentiranno interventi contemporanei. Inoltre, alcune lavorazioni dovranno avvenire necessariamente in concatenazione ad altre o in progressione sequenziale, ponendo quindi dei precisi vincoli nella sequenza delle attività.

Affinché la cantierizzazione non abbia un impatto eccessivamente negativo sullo svolgimento delle attività presenti lungo le aree di cantiere e sugli elevati flussi di traffico, sia pedonale che veicolare, le lavorazioni andranno eseguite per fasi, sia in senso trasversale che in senso longitudinale, avendo l'accortezza di individuare percorsi viabilistici alternativi per sopperire alla chiusura delle aree interessate dalle lavorazioni.

Le principali ipotesi che comunque dovranno essere prese in considerazione per la progettazione delle cantierizzazioni sono le seguenti:

- L'organizzazione dei cantieri in "aree di lavoro" differenziate per minimizzare l'impatto con il contesto di intervento;
- La previsione di aree di cantiere da adibire a deposito materiale, installazione baracche, parcheggio mezzi, ecc.

Nell'organizzazione di dettaglio dei cantieri e durante la realizzazione delle opere si dovrà comunque tener presente i seguenti condizionamenti:

- Garantire gli accessi ai passi carrai;
- Garantire gli accessi ai mezzi di emergenza;
- Garantire alla viabilità trasversale al tracciato della linea tranviaria (le zone di lavoro dovranno essere interrotte in corrispondenza delle intersezioni laterali; il periodo di blocco di tali intersezioni dovrà essere limitato per il tempo strettamente necessario ai lavori);
- Garantire la realizzazione di itinerari alternativi per il traffico pubblico e privato in grado di garantire il più possibile livelli di sicurezza e livelli di prestazione analoghi a quelli originali;

- Evitare la sovrapposizione di cantieri di natura diversa da quelli strettamente legati alla realizzazione della tranvia;
- Organizzare, per quanto possibile, i diversi lotti in modo da avanzare secondo una logica di apertura e chiusura di piccoli cantieri anziché di apertura di grossi cantieri che coprano un'unica vasta zona;
- Garantire la movimentazione dei mezzi pesanti al di fuori degli orari di punta del traffico cittadino;
- Studiare la viabilità alternativa in funzione dell'entità del cantiere e della tipologia dello stesso;
- Predisporre tutta la segnaletica orizzontale e verticale necessaria per la viabilità provvisoria; essa dovrà garantire condizioni di sicurezza, chiarezza e visibilità per il traffico pubblico e privato;
- Predisporre una campagna di informazione e di concentrazione tra tutte le organizzazioni coinvolte per quanto riguarda il traffico, la viabilità provvisoria, gli interventi sui sottoservizi, gli accessi carrai, l'accesso agli esercizi commerciali, ecc... (cittadini, esercenti commerciali, pubblici servizi, vigilanza urbana, organi comunali, ecc.).

2.2 MACROCANTIERI

La cantierizzazione della linea tranviaria di Bologna in base al tessuto urbano presente è stata concepita individuando 13 macrocantieri per alcuni dei quali sono state individuate diverse alternative come previsto nel progetto generale.

I macrocantieri individuati sono:

- Macrocantiere A :Piazza dell'Unità – via Alfonso Lomabrdi;
- Macrocantiere B: via Alfonso Lomabrdi – via Sario Bassanelli;
- Macrocantiere C: via Sario Bassanelli – via di Saliceto;
- Macrocantiere D : via di Saliceto - via Fratelli Pinardi;
- Macrocantiere E: via Fratelli Pinardi – via Amedeo Lipparini;
- Macrocantiere F: via Amedeo Lipparini Macrocantiere – via Moliere;
- Macrocantiere G: via Moliere – via Shakespeare;
- Macrocantiere H : via Shakespeare – via Bentini (ponte sul canale navale)
- Macrocantiere I: via Bentini – Capolinea Castel Maggiore;
- Macrocantieri M : Via dei Mille (incrocio via Indipendenza) – Capolinea via dei Mille;
- Macrocantiere L : parcheggio e capolinea Castel Maggiore.

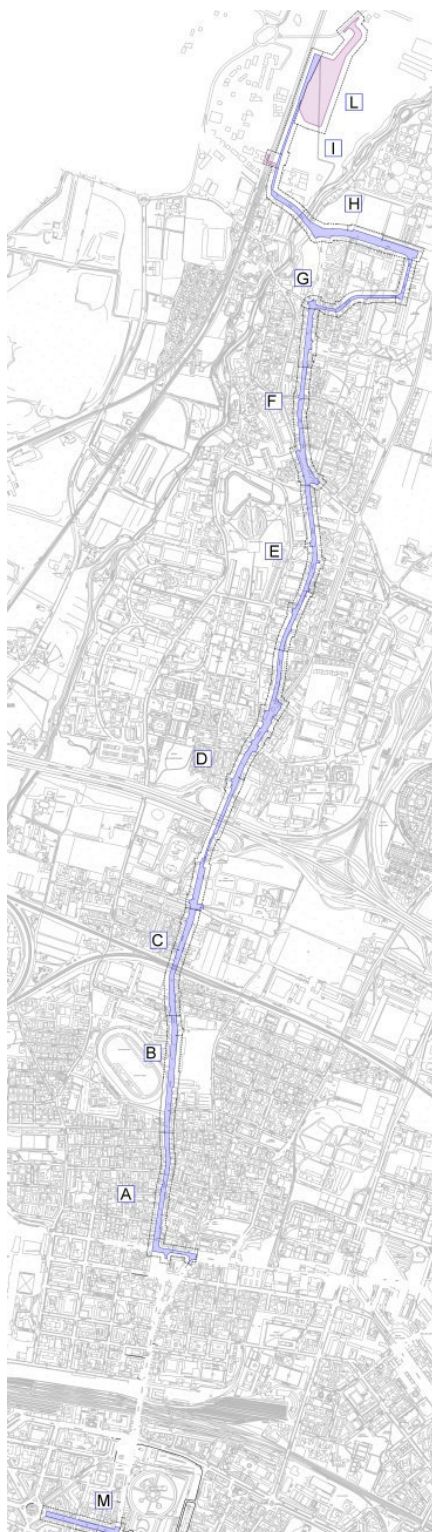


Figura 4 – Corografia macrocantieri

2.3 MICROCANTIERI

Visto i vicoli viabilistici presenti che determinano l'impossibilità di effettuare i lavori contemporaneamente e vista la necessità di minimizzare l'impatto con il contesto di intervento alcuni macrocantieri sopra citati sono stati divisi in aree di lavoro più piccole in cui le lavorazioni dovranno avvenire per fasi in concatenazione ad altre o in progressione sequenziale.

Nel dettaglio il Macrocantiere A è stato suddiviso nei cantieri:

- A1 di circa 177 m;
- A2 di circa 120 m;
- A3 di circa 276 m;
- A4 di circa 175 m;

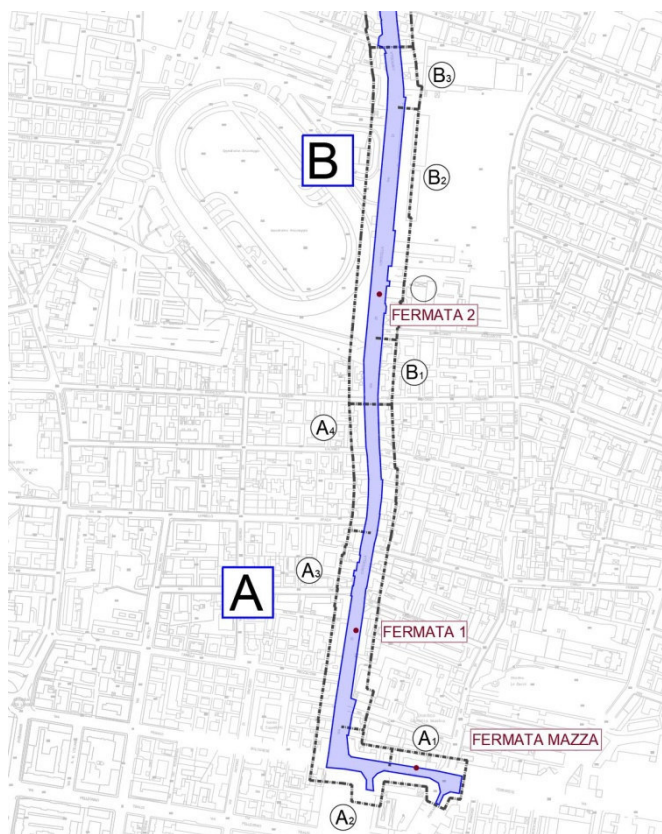


Figura 5 – Cantieri A, B

Il Macrocantiere B è stato suddiviso nei cantieri:

- B1 di circa 93 m;
- B2 di circa 322 m;
- B3 di circa 88 m;

Il Macrocantiere C è stato suddiviso nei cantieri:

- C1 di circa 278 m;
- C2 di circa 185 m;

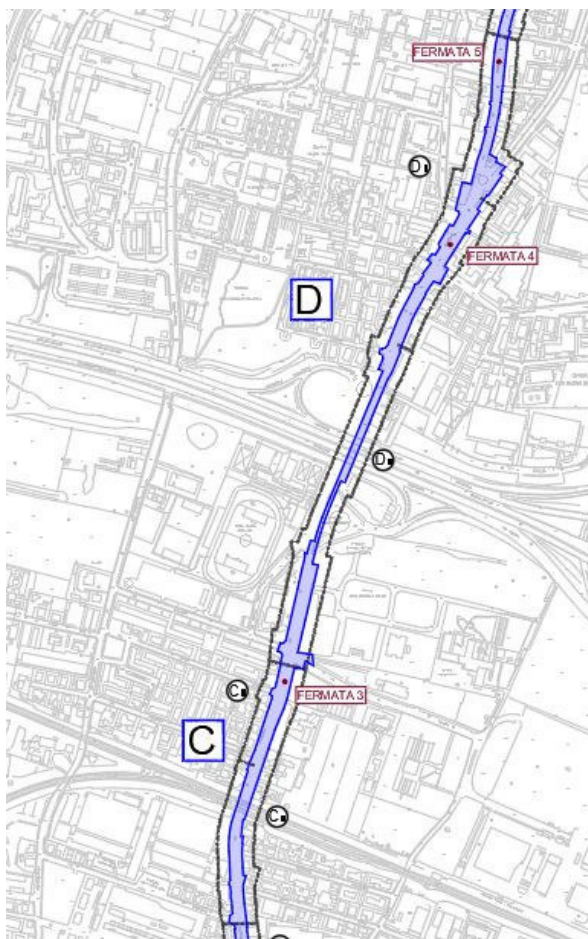


Figura 6 - Cantieri C e D

Il Macrocantiere D è stato suddiviso nei cantieri:

- D1 di circa 591 m;

- D2 di circa 395 m;

Il Macrocantiere E è stato suddiviso nei cantieri:

- E1 di circa 265 m;
- E2 di circa 200 m;
- E3 di circa 260 m;

Il Macrocantiere F_B è stato suddiviso nei cantieri:

- F1 di circa 242 m;
- F2 di circa 120 m;
- F3 di circa 135 m;

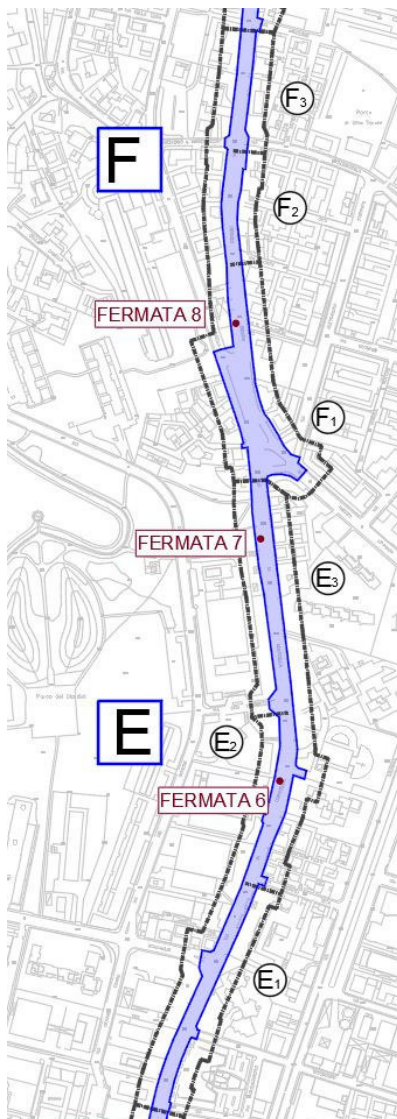


Figura 7 - Cantieri E e F

Il Macrocantiere G è stato suddiviso nei cantieri:

- G1 di circa 245 m;
- G2 di circa 125 m;
- G3 di circa 267 m;
- G4 di circa 195 m;

Il Macrocantiere H è stato suddiviso nei cantieri:

- H1 di circa 167 m;
- H2 di circa 155 m;
- H3 di circa 210 m.

Il Macrocantiere I_A è stato suddiviso nei cantieri:

- I1 di circa 240 m;
- I2 di circa 67 m;
- I3 di circa 500 m.

Il Macrocantiere M è stato suddiviso nei cantieri:

- M1 di circa 257 m;
- M2 di circa 130 m.

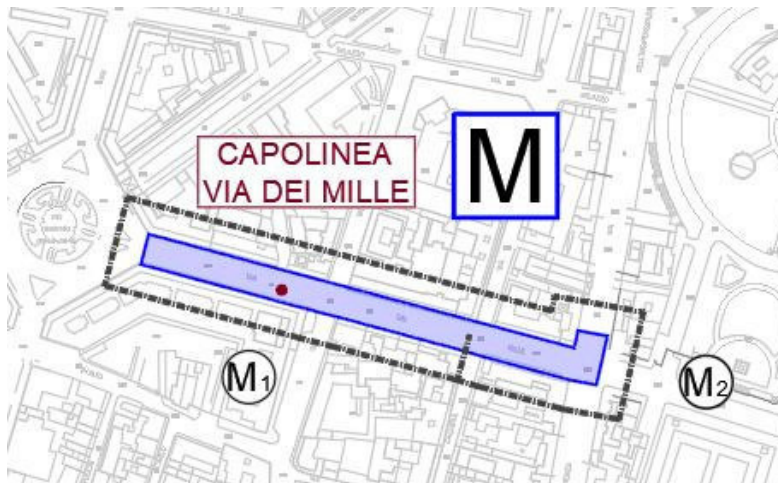


Figura 5 – Cantiere M

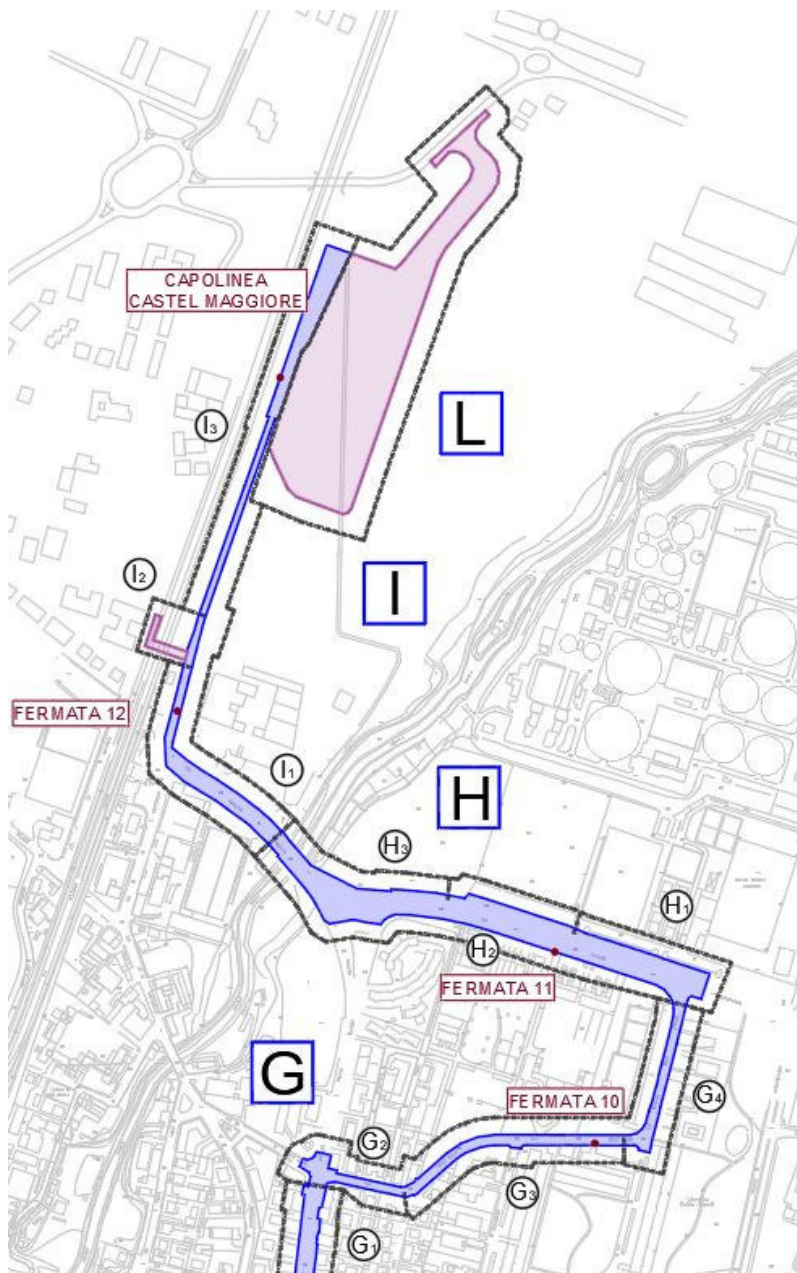


Figura 6 - Cantieri G, H, I e L

2.4 FASI PRINCIPALI DI CANTIERE

Lo svolgimento del cantiere di linea tranviaria dovrà seguire le seguenti fasi principali:

- spostamento sottoservizi interferenti;
- sede tranviaria e armamento;
- sistemazioni urbanistiche;
- finitura sede tranviaria;
- linea di contatto e impianti;
- collegamenti di linea;

Le fasi sopracitate si realizzeranno come evidenziato nelle planimetrie e sezioni dei cantieri tipologici di linea. Sono stati analizzati tre cantieri tipologici:

- sede centrale;
- sede laterale;
- sede promiscua.

2.4.1 TIPOLOGICO CANTIERE SEDE TRANVIARIA CENTRALE

Per il caso di cantiere tipologico con sede tranviaria centrale è stato analizzato il caso del cantiere in via Emilia Ponente.

Le lavorazioni previste sono state suddivise per fasi, nel caso specifico le fasi sono 4. Nel passaggio tra una fase e l'altra si avranno delle modifiche alla configurazione del cantiere e alla viabilità prossima allo stesso.

Si prevede di mantenere per tutte le fasi di cantiere almeno 2 corsie veicolari, 1 per ogni senso di marcia.

Nella "Fase 1" si prevede un cantiere laterale lato binario destro dove si avrà lo spostamento della prima parte dei sottoservizi interferenti con la futura linea tranviaria e si comincerà a realizzare una prima parte di sistemazioni urbanistiche di progetto.



Figura 8 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 1

Nella “Fase 2” si prevede un cantiere laterale lato binario sinistro dove si avrà lo spostamento della seconda parte dei sottoservizi e si continuerà la realizzare delle sistemazioni urbanistiche di progetto.

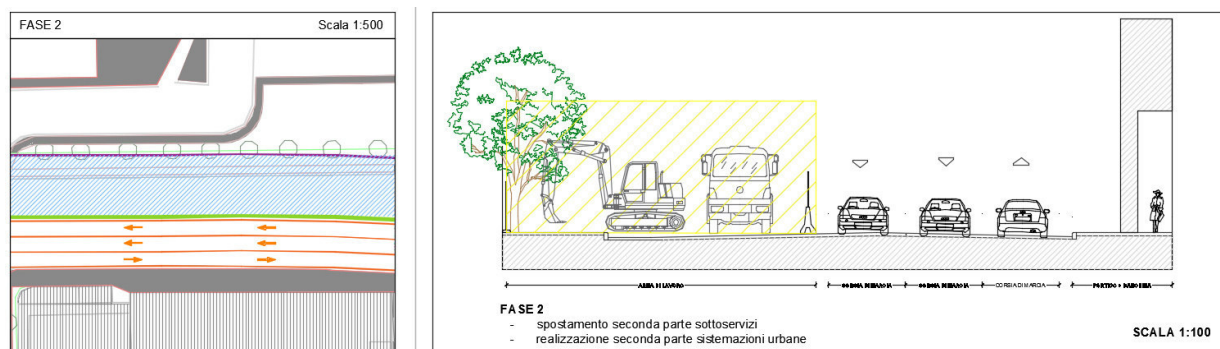


Figura 9 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 2

Nella “Fase 3” si prevede un cantiere al centro del viale dove si avrà il completamento dello spostamento dei sottoservizi, si realizzerà la sede, si poserà l’armamento e proseguirà la realizzare delle sistemazioni urbanistiche di progetto.

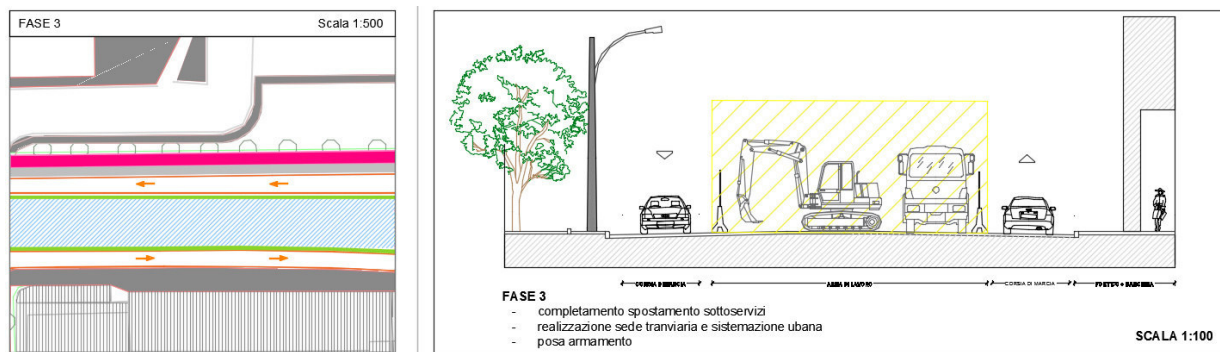


Figura 10 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 3

Nella “Fase 4” si prevede il restringimento del cantiere centrale si realizzerà la finitura di sede si eseguirà la posa degli impianti e della trazione elettrica oltre al completamento delle sistemazioni urbanistiche.

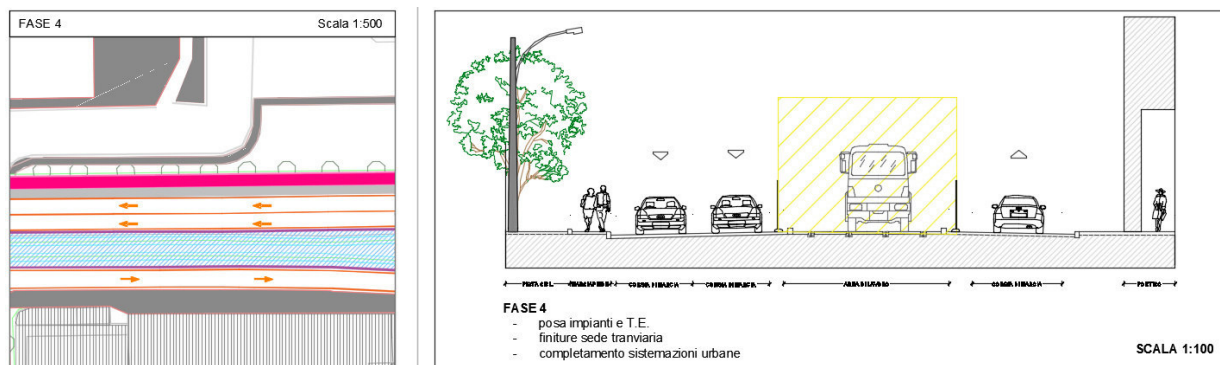


Figura 11 – Tipologico cantiere con sede centrale Fase 4

2.4.2 TIPOLOGICO CANTIERE SEDE TRANVIARIA LATERALE

Per il caso di cantiere tipologico con sede tranviaria laterale è stato analizzato il caso del cantiere in via della Liberazione.

Le lavorazioni previste sono state suddivise per fasi, nel caso specifico le fasi sono 3. Nel passaggio tra una fase e l'altra si avranno delle modifiche alla configurazione del cantiere e alla viabilità prossima allo stesso.

Si prevede di mantenere per tutte le fasi di cantiere una corsia veicolare in direzione centro città.

Nella "Fase 1" si prevede un cantiere laterale lato binario sinistro dove si procederà perlopiù allo spostamento della prima parte dei sottoservizi interferenti con la futura linea tranviaria.

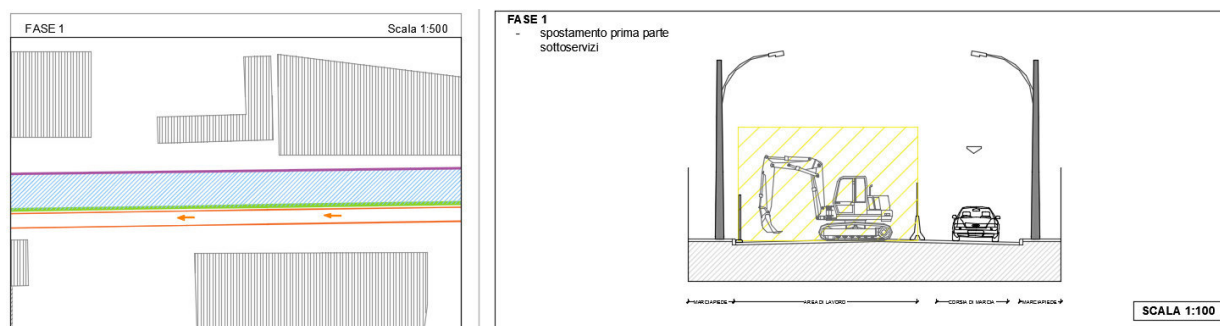


Figura 12 - Tipologico cantiere con sede laterale Fase 1

Nella "Fase 2" si prevede un ribaltamento del cantiere lato binario destro dove si avrà il completamento dallo spostamento dei sottoservizi, la realizzazione della sede, di parte delle sistemazioni urbane e la posa dell'armamento tranviario.

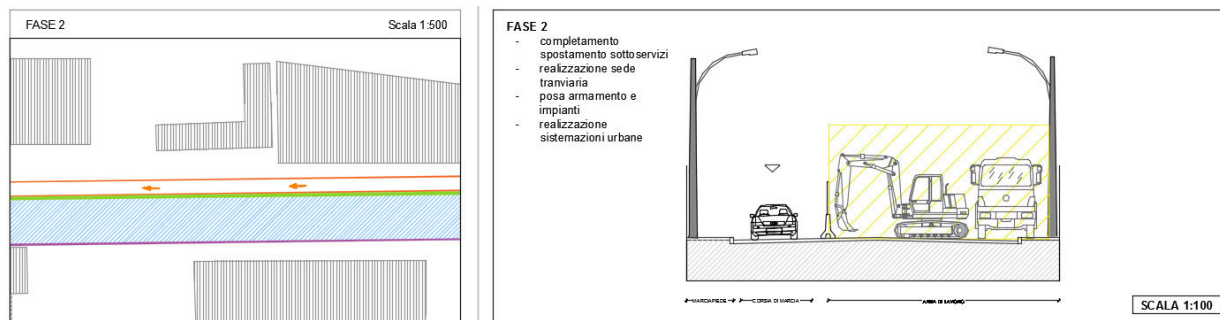


Figura 13 - Tipologico cantiere con sede laterale Fase 2

Nella "Fase 3" si prevede un restringimento del cantiere lato binario destro dove si avrà il completamento delle finiture di sede la posa degli impianti e della trazione Elettrica. Nella stessa fase lato binario sinistro sarà allestito in prossimità del marciapiede un piccolo cantiere per il completamento delle sistemazioni urbanistiche di progetto.

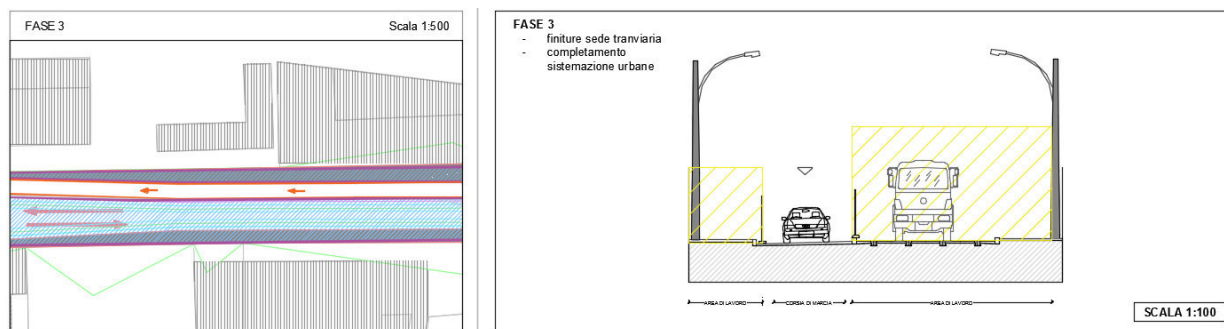


Figura 14 - Tipologico cantiere con sede laterale Fase 3

2.4.3 TIPOLOGICO CANTIERE SEDE TRANVIARIA PROMISCUA

Per il caso di cantiere tipologico con sede tranviaria promiscua è stato analizzato il caso del cantiere in via Ugo Bassi.

Le lavorazioni previste sono state suddivise per fasi, nel caso specifico le fasi sono 3. Nel passaggio tra una fase e l'altra si avranno delle modifiche alla configurazione del cantiere e alla viabilità adiacente allo stesso.

Si prevede di mantenere per le prime 2 fasi di cantiere 1 corsia veicolare direzione Borgo Panigale-centro città. Per l'ultima fase si prevede la chiusura della strada interessata dai lavori vista l'impossibilità di realizzare la sede senza interruzione del traffico veicolare.

Nella "Fase 1" si prevede un cantiere laterale lato binario destro dove si procederà perlopiù allo spostamento della prima parte dei sottoservizi interferenti.

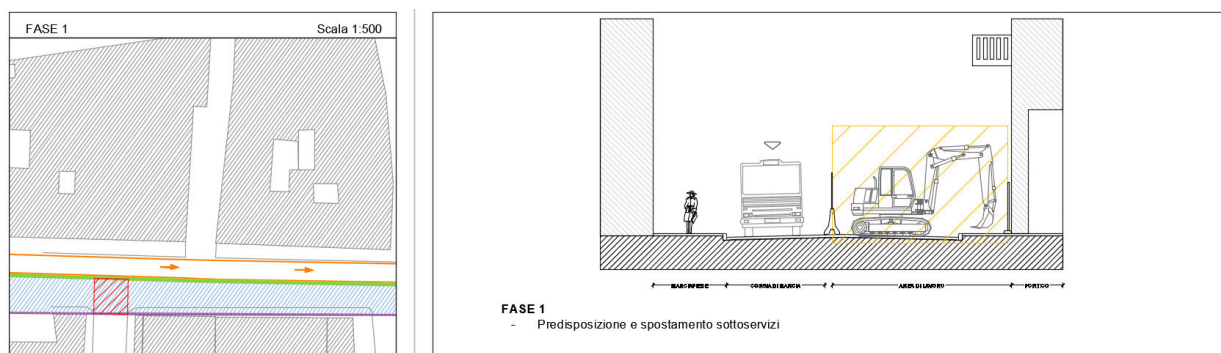


Figura 15 - Tipologico cantiere con sede promiscua Fase 1

Nella "Fase 2" si prevede un cantiere laterale lato binario sinistro dove si procederà perlopiù allo spostamento della seconda parte dei sottoservizi interferenti con la futura linea tranviaria.

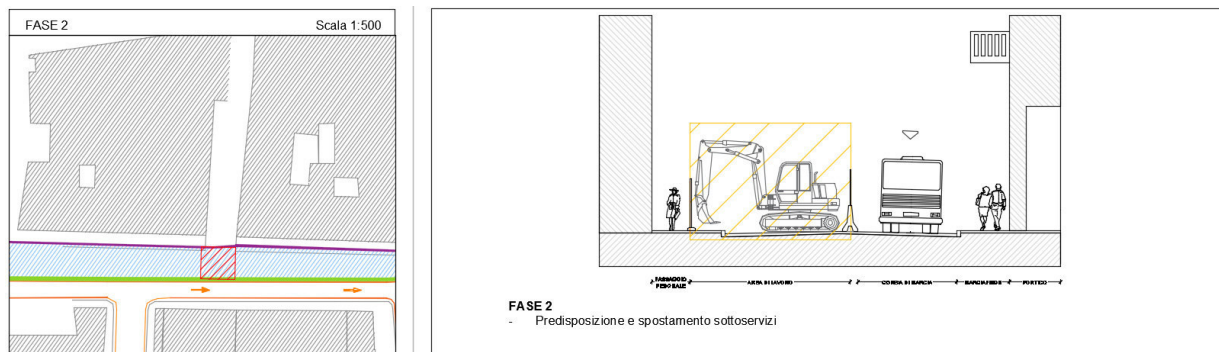


Figura 16 - Tipologico cantiere con sede promiscua Fase 2

Nella "Fase 3" si prevede un cantiere su tutta la sede stradale dove si procederà al completamento dello spostamento dei sottoservizi, alla realizzazione della sede tranviaria alla posa dell' armamento e alla realizzazione delle sistemazioni urbane di progetto.

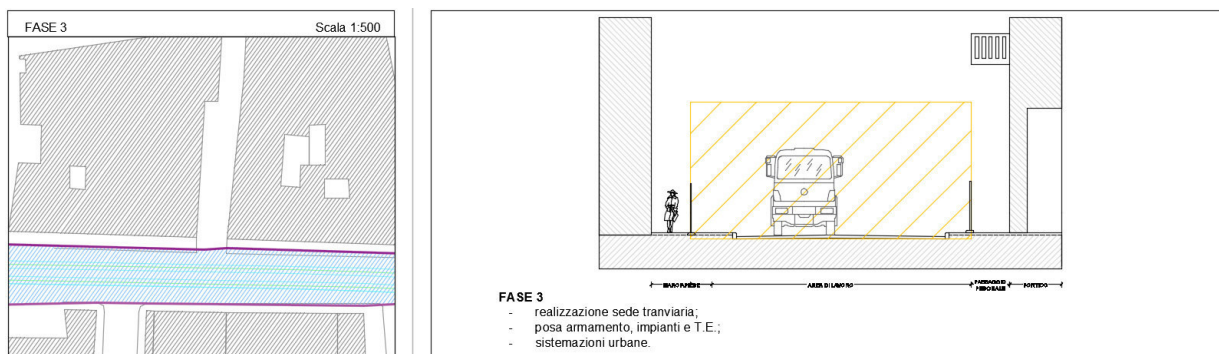


Figura 17 - Tipologico cantiere con sede promiscua Fase 3

2.5 AREE LOGISTICHE E STOCCAGGIO MATERIALI

Nella cantierizzazione della nuova linea tranviaria di Bologna si prevede la predisposizione di apposite aree sia con funzione logistica che per lo stoccaggio provvisorio di medio-lungo termine dei materiali, nonché per il ricovero dei mezzi d'opera.

Tali aree sono state individuate presso l'area di cantiere del futuro Deposito-Rimessaggio cantiere e presso il cantiere N futuro capolinea.

In queste aree saranno allestiti i principali servizi di base, quali servizi igienici e sanitari, spogliatoi, infermeria, parcheggi, baracche di cantiere e officina.

La realizzazione di tali aree comporta una rapida predisposizione delle stesse mediante lavorazioni che implicano la sola regolarizzazione delle superfici, non dovrebbero pertanto essere necessarie opere provvisoriale di particolare impegno e/o difficoltà.

Le aree di stoccaggio saranno preparate e livellate in modo da facilitare lo scarico, il carico e l'ispezione dei materiali. La pavimentazione sarà realizzata con pietrisco stabilizzato di cava; tra il terreno e la pavimentazione verrà montato uno strato di geotessile non tessuto di separazione, al fine di ristabilizzare la superficie vergine del terreno alla fine della lavorazione.

Per i mezzi meccanici presenti, verranno realizzate delle piazzole di sosta specifiche con pavimentazione impermeabile al fine di scongiurare la caduta di grassi o oli idrocarburi sul terreno e quindi la filtrazione nelle acque di falda.

Si prevedono inoltre varie aree di stoccaggio materiale provvisorio in piccole zone presso i cantieri di linea dove poter stoccare materiale di immediato utilizzo.

2.6 TIPOLOGIE DI RECINZIONI DI CANTIERE

Per la delimitazione delle aree di lavoro sono state individuate 4 tipologie di recinzioni di cantiere:

- Tipo A recinzione costituita da pannelli di griglia metallica tipo "orso grill" montata su New-Jersey in c.c.a. prefabbricati collegati fra di loro ed ancorati al suolo. Tale recinzione delimita il cantiere nei tratti in cui lo stesso si sviluppi lungo ad una strada con traffico veicolare durante le fasi di cantiere in cui sono presenti scavi e dislivelli. L'altezza totale della recinzione è di circa 310 cm. Tale tipologia sarà completata con l'applicazione lato interno con un telo in HDPE il quale avrà la duplice funzione e di oscurare il cantiere e smorzare le emissioni di polveri ed eventuali onde acustiche.

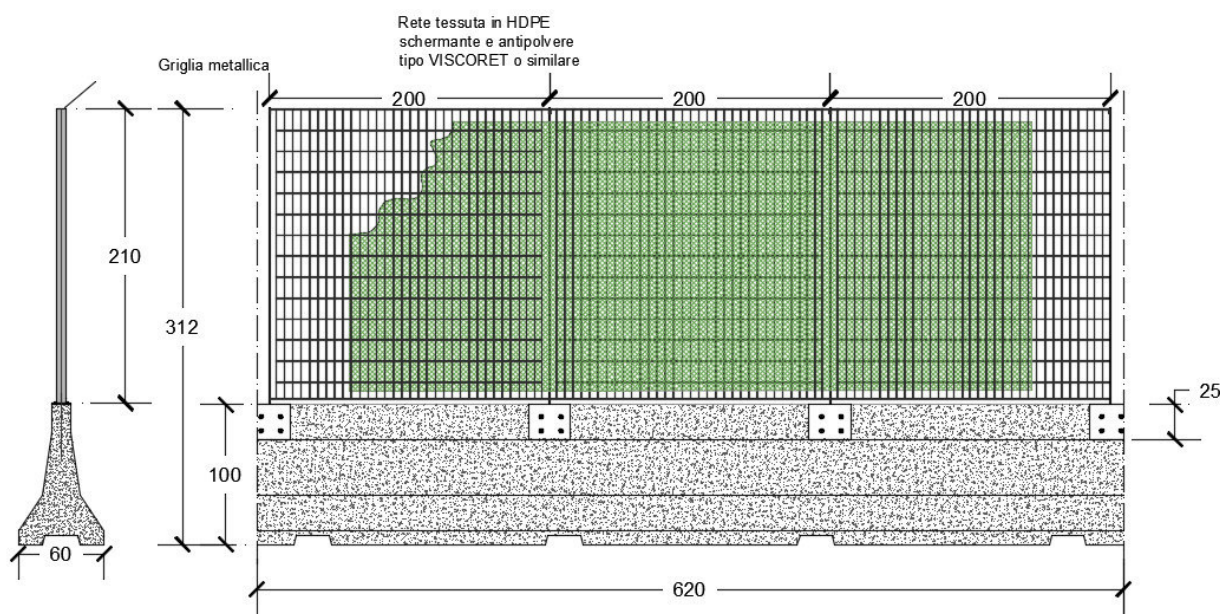


Figura 18 – Recinzione tipo A

- Tipo B recinzione che sarà costituita da pannelli fonoassorbenti, con spessore complessivo sull'ordine di 10 cm. Tali pannellature saranno sostenute da strutture in acciaio zincato idoneamente dimensionata per sorreggere eventuali casuali urti e le sollecitazioni meccaniche dovute ad agenti atmosferici. Questa recinzione, di altezza variabile a seconda delle necessità di abbattimento del rumore, potrà essere montata su

New-Jersey in c.c.a. prefabbricati collegati fra di loro ed ancorati al suolo, a seconda che il cantiere si sviluppi lungo ad una strada con traffico veicolare o in alternativa con traffico pedonale.

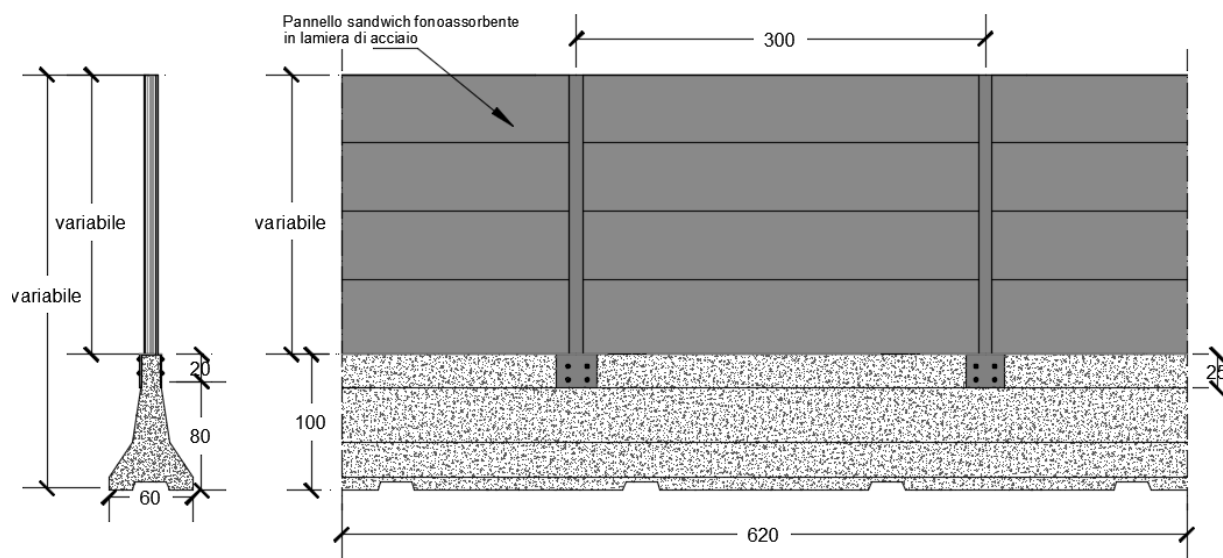


Figura 19 – Recinzione tipo B

- Tipo C recinzione costituita da pannelli in legno montati su New-Jersey in c.c.a. prefabbricati collegati fra di loro ed ancorati al suolo. Recinzione da utilizzare per la delimitazione di aree logistiche e stoccaggi materiali nel quale si richieda un minimo contenimento del rumore.

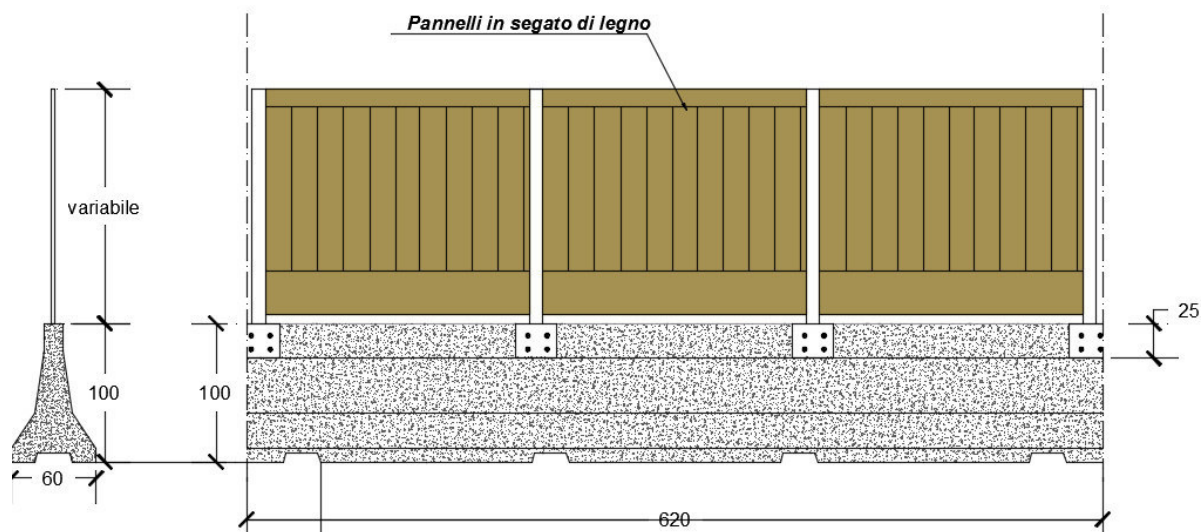


Figura 20 – Recinzione tipo C

- Tipo D recinzione costituita da pannelli di griglia metallica costituita da rete elettrosaldata riquadrata da tubolari in acciaio del diametro di 4 cm tutto zincato a caldo, montata su piantane appoggiate sul terreno. Tale recinzione delimita il cantiere nei tratti in cui il cantiere deve possedere un fronte mobile senza particolari necessità di protezione dell'area di cantiere. L'altezza totale della recinzione è di circa 200 cm. Tale tipologia sarà completata con l'applicazione lato interno con un telo in HDPE il quale avrà la duplice funzione e di oscurare il cantiere e smorzare le emissioni di polveri ed eventuali onde acustiche.

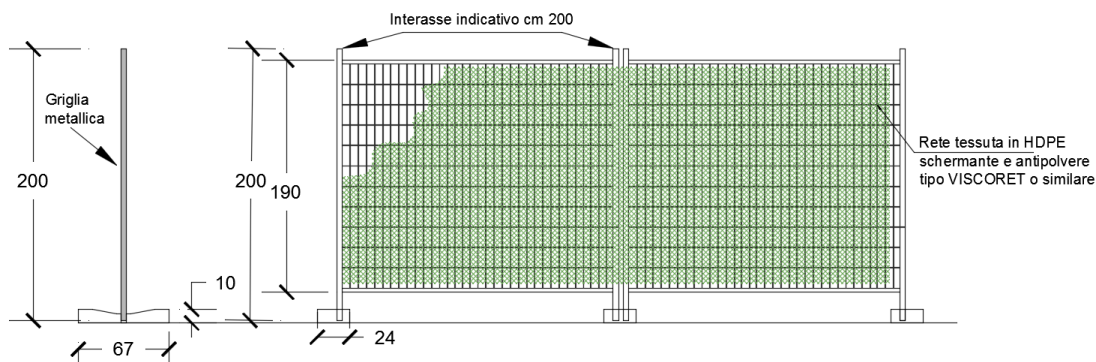


Figura 21 – Recinzione tipo D

3. ASPETTI AMBIENTALI LEGATI AL CANTIERE

Si riporta di seguito gli aspetti ambientali legati alla realizzazione dei cantieri e gli indirizzi e gli accorgimenti volti a garantire una corretta tutela dello stesso.

Le indicazioni di seguito riportate riguardano le seguenti tematiche:

- Gestione materiali di risulta;
- Trasporto dei materiali;
- Contenimento rumore e vibrazioni durante le fasi di cantiere.

3.1 GESTIONE MATERIALI DI RISULTA

In conformità alla vigente normativa sui materiali di risulta (terre e rocce da scavo) e in seguito alle analisi chimiche effettuate sui campioni dei terreni che saranno oggetto di scavo nel presente cantiere, l'Appaltatore gestirà i materiali di risulta dagli scavi secondo diversi scenari:

- Conferimento presso Centro Autorizzato;
- Recupero Rifiuti;
- Reimpiego diretto nel medesimo sito di escavazione;
- Reimpiego come sottoprodotto presentando un "Piano di Utilizzo".

Nel caso in cui si preveda il conferimento a un Centro Autorizzato, sarà necessario:

- Individuare un Centro Autorizzato al recupero o smaltimento terre e rocce da scavo;
- Individuare l'eventuale deposito temporaneo presso il cantiere;
- Effettuare il trasporto con ditte iscritte all'Albo Gestori Ambientali;
- Emettere il formulario di identificazione per il trasporto;

Gli interventi previsti in progetto verranno realizzati utilizzando sia materiale proveniente dagli scavi, sia materiale selezionato proveniente da cave di prestito.

In quest'ottica sono stati individuati in un apposito elaborato i principali siti di cava e discarica presenti sul territorio bolognese individuando la distanza dal cantiere in modo da ottimizzare gli spostamenti necessari.

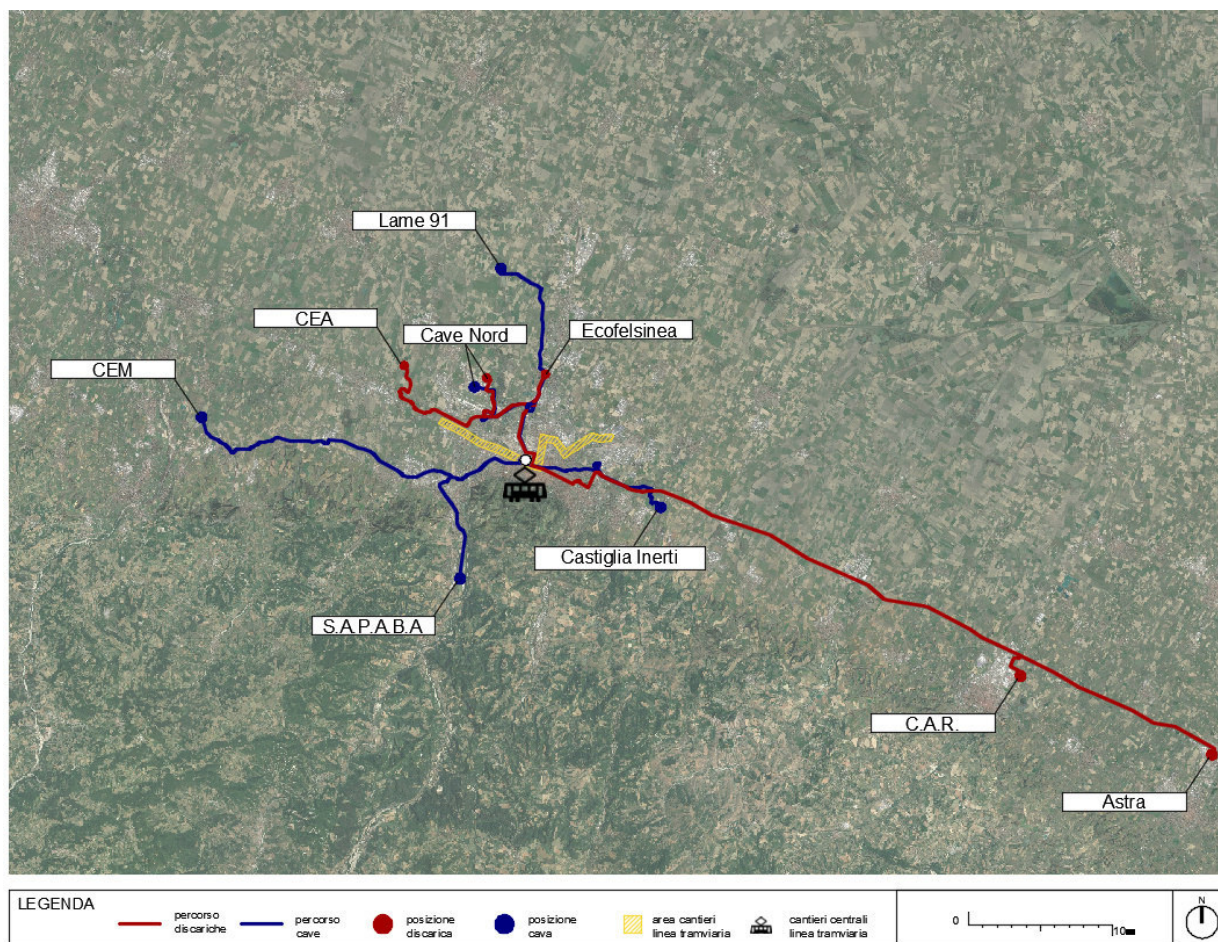


Figura 22 – Percorsi cave e discariche

3.2 TRASPORTO DEI MATERIALI

Questa sezione ripercorre alcune problematiche ed inconvenienti che potrebbero verificarsi a seguito dell'impiego di un elevato numero di mezzi di trasporto nell'ambito del territorio interessato dalla realizzazione dell'opera.

Vengono individuate alcune azioni di prevenzione, di tutela e di mitigazione a salvaguardia dei diversi sistemi presenti sul territorio (antropico, fisico, naturalistico) a seguito degli impatti generati dal trasporto dei materiali.

Si tratta in generale di indirizzi e accorgimenti volti a garantire una corretta tutela dell'ambiente, dei quali il responsabile delle attività di trasporto dei materiali dovrà tener conto nelle scelte operative.

3.2.1 DISTURBI INDOTTI DALLE ATTIVITÀ DI TRASPORTO DEI MATERIALI

I principali effetti e disturbi indotti dal trasporto dei materiali possono riassumersi in tre fenomeni principali: la generazione di traffico indotto, le emissioni di inquinanti in atmosfera (polveri e gas combustibili) e le emissioni sonore e vibrazionali prodotte dai mezzi in transito.

Gli aspetti da considerare per definire le azioni di mitigazione degli impatti durante il trasporto dei materiali sono di diversa natura e contengono:

- norme di sicurezza per il personale;
- verifica dello stato di manutenzione dei mezzi;
- verifiche interferenza con la viabilità;
- verifica esistenza di percorsi storici, siti archeologici, insediamenti ad elevata sensibilità;
- scelta delle alternative di percorrenza dei mezzi;
- verifica di contemporaneità con attività di altre opere/interventi;
- scelta degli orari di lavoro;
- regolamentazione e controllo del traffico;
- segnaletica di percorrenza dei mezzi di trasporto nei punti critici per il traffico;
- accorgimenti per limitare le emissioni acustiche;
- accorgimenti per limitare le emissioni di polveri;
- accorgimenti per limitare le dispersioni liquide inquinanti;

Gli accorgimenti di prevenzione e di mitigazione da prevedere per ridurre i disturbi indotti dalle attività di trasporto dei materiali sono riportati di seguito.

Per quanto riguarda **Norme di sicurezza per il personale occorre:**

- Assicurazione per il personale;
- Dotazione di attrezzature di lavoro: devono soddisfare alle disposizioni legislative e regolamentari in materia di tutela della sicurezza e salute dei lavoratori;
- Adozione dei dispositivi di protezione individuale.

Mezzi di trasporto

- Verifica dello stato di manutenzione dei mezzi;
- Stato di usura delle gomme;
- Controllo fanaleria.

Traffico e viabilità

- Individuazione delle interferenze con la viabilità locale;
- Individuare i punti critici per la circolazione viaria;
- Verificare il flusso del traffico esistente;
- Verifica di interferenze con percorsi storici, siti archeologici, aree naturalistiche;
- Studio delle alternative di percorrenza;
- Previsione di adeguata segnaletica in punti critici (accesso al cantiere, vicinanza scuole, ospedali, centri abitati, attraversamenti pedonali, ecc.);
- Prevedere adeguato sistema di vigilanza a supporto della regolamentazione del traffico (vigili, segnaletica semaforica, ecc);
- Verifica di eventuali lavori contemporanei che implicano l'utilizzo di stessi percorsi stradali;
- Prevedere il transito dei trasporti eccezionali durante le ore di minor traffico e con al scorta;

Orari di lavoro

La movimentazione dei mezzi deve svolgersi principalmente nelle ore diurne, e deve tener conto della presenza di zone sensibili, quali scuole, ospedali, case di cura, ecc, astenendosi dal percorrere tali zone negli orari di ingresso/uscita dei suddetti edifici.

Accorgimenti per limitare le emissioni acustiche

- Uso di macchinari omologati e con buona manutenzione;
- Studio della disposizione temporale delle attività;
- Scelta e stato dei pneumatici;
- Utilizzo di schermi acustici mobili.

Accorgimenti per limitare le emissioni di polveri e di gas di scarico

- Uso di macchinari omologati e con buona manutenzione;
- Studio della disposizione temporale delle attività;
- Umidificare le piste sterrate ed i cumuli di materiale quando necessario;
- Utilizzo di telonatura dei mezzi sui percorsi effettuati in autostrada;
- Spegner i motori durante le soste prolungate in prossimità di zone abitate o di aree sensibili;
- Lavaggio gomme all'uscita del cantiere se c'è innesto su viabilità stradale asfaltata o pavimentata.

Accorgimenti per limitare le dispersioni liquide inquinanti

- Uso di macchinari omologati e con buona manutenzione;
- Raccolta e adeguato conferimento allo smaltimento dei rifiuti generati dall'utilizzo dei mezzi (oli esausti , sversamenti accidentali di liquidi inquinanti, batterie, ecc.).

3.3 CONTENIMENTO DEL RUMORE E DELLE VIBRAZIONI DURANTE LA FASE DI COSTRUZIONE

Le normali operazioni di lavoro nei cantieri e sul fronte di avanzamento della linea tranviaria possono generare problemi di interazione ed inquinamento dell'ambiente circostante.

Per far fronte ai problemi di rumore e vibrazione occorre:

- effettuare controlli preventivi e in corso d'opera;
- seguire regole di comportamento;
- attuare interventi di mitigazione;

3.3.1 CONTROLLI PREVENTIVI E IN CORSO D'OPERA

Per far fronte alle problematiche sopra riportate occorre eseguire dei controlli sia in fase preventiva che durante la fase costruttiva considerando le attività effettivamente svolte in cantiere.

Tali verifiche dovranno comprendere il controllo delle caratteristiche generali e dei dati di gestione nonché della struttura e delle attività svolte in fase costruttiva.

Tale controllo dovrà essere previsto anche per l'ambiente esterno ai cantieri e al fronte di lavoro attraverso il controllo della destinazione dei ricettori identificati come ricettori di attenzione.

Al fine di facilitare le suddette verifiche durante le attività di costruzione potranno essere predisposte delle apposite schede di controllo (check list) relativamente alle attività di cantiere e al fronte di avanzamento. Queste dovranno contenere un elenco di dati/parametri da controllare durante le diverse fasi di realizzazione dell'opera.

La situazione ambientale è influenzata durante la fase di costruzione da numerosi parametri (numero e tipologia di mezzi, durata attività, risorse impiegate, ecc.). Queste schede dovranno tenerne conto individuando quelli più significativi da tenere sotto controllo per mantenere una visione completa e aggiornata della situazione ambientale nei dintorni delle aree di lavoro.

3.3.2 REGOLE DI COMPORTAMENTO

Nel seguito si suggeriscono alcune regole di buon comportamento che si potrebbero adottare al fine di ridurre l'emissione sonora e vibrazionale del cantiere:

- attrezzature e mezzi dovranno essere utilizzati secondo le istruzioni del costruttore; facendo attenzione a eliminare attriti attraverso operazioni di lubrificazione, sostituire i pezzi usurati e che lascino giochi, serrare le giunzioni, porre attenzione alla bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive, verificare la tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- cercare di evitare l'uso prolungato dei clacson almeno in corrispondenza di ricettori sensibili;
- i materiali, quando praticabile, dovranno essere sollevati e non trascinati, appoggiati e non lasciati cadere da altezze eccessive;
- evitare di effettuare trasporti di materiale o comunque carichi potenzialmente rumorosi senza fissarli e/o isolarli adeguatamente;
- evitare frenate ed accelerazioni brusche;
- evitare di scaricare e caricare materiali pesanti in maniera violenta;
- si suggerisce, per i mezzi di trasporto, di cambiare le marce in corrispondenza del numero corretto dei giri del motore;
- si segnala che esistono, inoltre, articoli contenuti nel "Nuovo Codice della Strada" che dettano norme comportamentali generali da rispettare durante la circolazione e che potrebbero costituire un ulteriore riferimento;
- in particolare, gli artt. 155 – "Limitazione dei rumori" e 156 – "Uso dei dispositivi di segnalazione acustica" stabiliscono:

3.3.3 INTERVENTI DI MITIGAZIONE RUMORE E VIBRAZIONE

Qualora il rispetto delle regole di comportamento e gli accorgimenti sopra elencati non riuscissero a far rientrare i valori di rumore e vibrazione, provocate dalle lavorazioni in essere sul confine del cantiere, all' interno dei limiti prestabiliti:

- occorrerà sostituire la recinzione di cantiere con una adeguata del tipo fonoassorbente tipo B (per limitare il rumore prodotto);
- interrompere le attività maggiormente impattanti e eseguire le stesse in orari più consoni e non contemporaneamente;
- trovare mezzi e metodologie differenti per eseguire le stesse lavorazioni in modo da impattare meno sull'ambiente circostante.