



Comune di Bologna



Sostenibilità
è Bologna



PUMS
BOLOGNA
METROPOLITANA

RTI Progettisti:



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)



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



Elaborati generali Relazione tecnica generale

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

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 Weiss (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 Eletto-ferroviari)
Ing. Domenico D'Apollonio (Impianti di Trazione Elettrica)
Ing. Francesco Azzarone (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	SF	GEN	RT001	B	—	B381-SF-GEN-RT001B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	31-12-2018	EMISSIONE	S. CAMINITI	S. CAMINITI	S. CAMINITI
1	Giugno 2019	AGGIORNAMENTO A SEGUITO DI ISTRUTTORIA	PIAZZA	S. CAMINITI	S. CAMINITI
2					



Sommarario

1. PREMESSA	6
2. TRACCIATO DI PROGETTO	7
3. INSERIMENTO URBANISTICO	17
3.1 PREMESSA	17
3.2 LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE DELLE SISTEMAZIONI URBANISTICHE	17
3.3 MANUFATTI LUNGO LINEA	18
3.3.1 <i>Banchine di fermata</i>	18
3.3.1.1 <i>Banchina centrale</i>	18
3.3.1.2 <i>Banchina laterale</i>	19
3.3.2 <i>Finiture DI FERMATA</i>	21
3.3.3 <i>La pensilina</i>	22
3.4 PAVIMENTAZIONI	24
3.4.1 <i>Pavimentazione carrabile - Bolognini</i>	26
3.4.2 <i>Pavimentazione carrabile - Basole di granito</i>	26
3.4.3 <i>Sede traNviaria - Inerbita</i>	27
3.4.4 <i>Cigli stradali e aiuole - Elementi in granito chiaro</i>	27
3.5 SISTEMAZIONI A VERDE	27
3.6 PARCHEGGI.....	32
4. GEOLOGIA E GEOTECNICA	38
5. IDRAULICA E IDROLOGIA	41



6. SISMICA	44
6.1 INQUADRAMENTO SISMICO	44
6.2 STRATEGIA PROGETTUALE	44
6.3 ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DA NORMATIVA	44
6.4 DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO	47
6.5 STABILITÀ DEL SITO NEI CONFRONTI DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE ...	48
7. ARCHEOLOGIA	51
8. AMBIENTE	54
8.1 LINEE GUIDA DI APPLICAZIONE DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI	54
8.2 ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI TRACCIATO	57
8.3 CANTIERIZZAZIONE	57
8.4 ANALISI DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE, AMBEINTALE E DI SETTORE	57
8.5 L'AMBIENTE: RICOSTRUZIONE DELLO STATO ATTUALE, DELLE PROBLEMATICHE E DELLE MISURE DI CONTENIMENTO DEGLI IMPATTI	58
8.5.1 <i>Mobilità e traffico</i>	59
8.5.2 <i>Atmosfera</i>	59
8.5.3 <i>Rumore e vibrazioni</i>	60
8.5.4 <i>Acque superficiali e sotterranee</i>	61
8.5.5 <i>Suolo e sottosuolo</i>	64
8.5.6 <i>Paesaggio e patrimonio storico/culturale</i>	69
8.5.7 <i>Ecosistemi, vegetazione e flora, fauna</i>	70
8.5.8 <i>Sistema insediativo, condizioni socio-economiche e salute pubblica</i> ..	72



8.5.9	<i>Impatti ambientali e misure di mitigazione</i>	73
9.	INTERFERENZE SOTTOSERVIZI	78
10.	CANTIERIZZAZIONE	81
11.	ESPROPRI	86
12.	STRUTTURE	88
13.	ARMAMENTO TRANVIARIO	91
13.1	SEZIONE TIPO L0	93
13.2	SEZIONI TIPO L2 E L3	94
14.	DEPOSITO	96
14.1	PREMESSA.....	96
14.2	VERIFICA DELLE AREE DISPONIBILI	99
14.2.1	<i>Caratteristiche funzionali dell'area</i>	99
14.2.1.1	<i>Superficie utile</i>	99
14.2.1.2	<i>Collegamento con la linea</i>	99
14.2.1.3	<i>Funzionalità complessiva</i>	100
14.3	NODO DI SCAMBIO INTERMODALE.....	100
14.4	CAPACITÀ COMPLESSIVA DEL DEPOSITO	101
14.5	DESCRIZIONE FUNZIONALE.....	102
14.5.1	<i>Funzioni del deposito</i>	102
14.5.2	<i>manutenzione del materiale rotabile</i>	102
14.5.3	<i>Capacità dell'officina</i>	104
14.5.3.1	<i>Officina</i>	104



14.5.3.2	<i>Tornio in fossa</i>	105
14.5.3.3	<i>Posto d'ispezione e pulizia interna</i>	105
14.5.3.4	<i>Impianto di lavaggio</i>	105
14.5.4	<i>Flusso operativo del deposito</i>	105
14.5.5	<i>manutenzione degli impianti fissi</i>	107
14.5.6	<i>Organizzazione gestionale</i>	108
14.5.6.1	<i>Direzione generale</i>	108
14.5.6.2	<i>Area tecnica</i>	109
14.5.6.3	<i>Dipartimento esercizio</i>	109
14.5.6.4	<i>Dipartimento manutenzione installazioni fisse</i>	109
14.5.6.5	<i>Dipartimento manutenzione materiale rotabile</i>	110
14.5.6.6	<i>Area amministrazione</i>	110
14.5.6.7	<i>Dipartimento amministrazione e finanza</i>	110
14.5.6.8	<i>Dipartimento risorse umane</i>	110
14.5.6.9	<i>Dipartimento affari generali e legali</i>	110
14.5.6.10	<i>Dipartimento commerciale</i>	110
14.5.6.11	<i>Dipartimento approvvigionamenti</i>	110
14.5.7	<i>Edifici ed aree funzionali</i>	110
14.5.7.1	<i>Locale conducenti</i>	110
14.5.7.2	<i>Posto d'ispezione</i>	111
14.5.7.3	<i>Area di lavaggio</i>	112
14.5.7.4	<i>Rimessa</i>	112



14.5.7.5	Officina materiale rotabile	113
14.5.7.6	Edificio Area tecnica	118
14.5.7.7	Edificio uffici e Posto Centrale di Controllo	119
14.5.7.8	Sottostazione elettrica	121
14.5.7.9	Rimessa veicoli ausiliari.....	121
14.5.7.10	Area di magazzinaggio esterno	121
14.5.7.11	Centrale impianti.....	121
14.5.7.12	Deposito materiali infiammabili	122
14.5.7.13	Deposito raccolta rifiuti	122
14.5.7.14	Controllo ingressi.....	122
14.5.7.15	Locale pulizie.....	123
14.5.7.16	Parcheggi	123
14.5.7.17	Impianto di trattamento acque	123
14.5.7.18	Circolazione di veicoli stradali e pedoni.....	123
14.6	PROGETTO ARCHITETTONICO	124
14.7	STRALCIO FUNZIONALE PER LA LINEA ROSSA.....	125
15.	DEPOSITO AUSILIARIO "PILASTRO"	126



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità
è Bologna

1. PREMESSA

La presente relazione riassume gli aspetti tecnici salienti sviluppati durante lo studio di fattibilità tecnico-economico della nuova linea Rossa della città di Bologna.

Per maggiori e più approfondite informazioni si rimanda agli elaborati grafici e alle relazioni specialistiche prodotte.

2. TRACCIATO DI PROGETTO

La linea Rossa è la prima linea di una rete tranviaria di 4 itinerari che collegano periferie opposte attraversando il centro della Città.

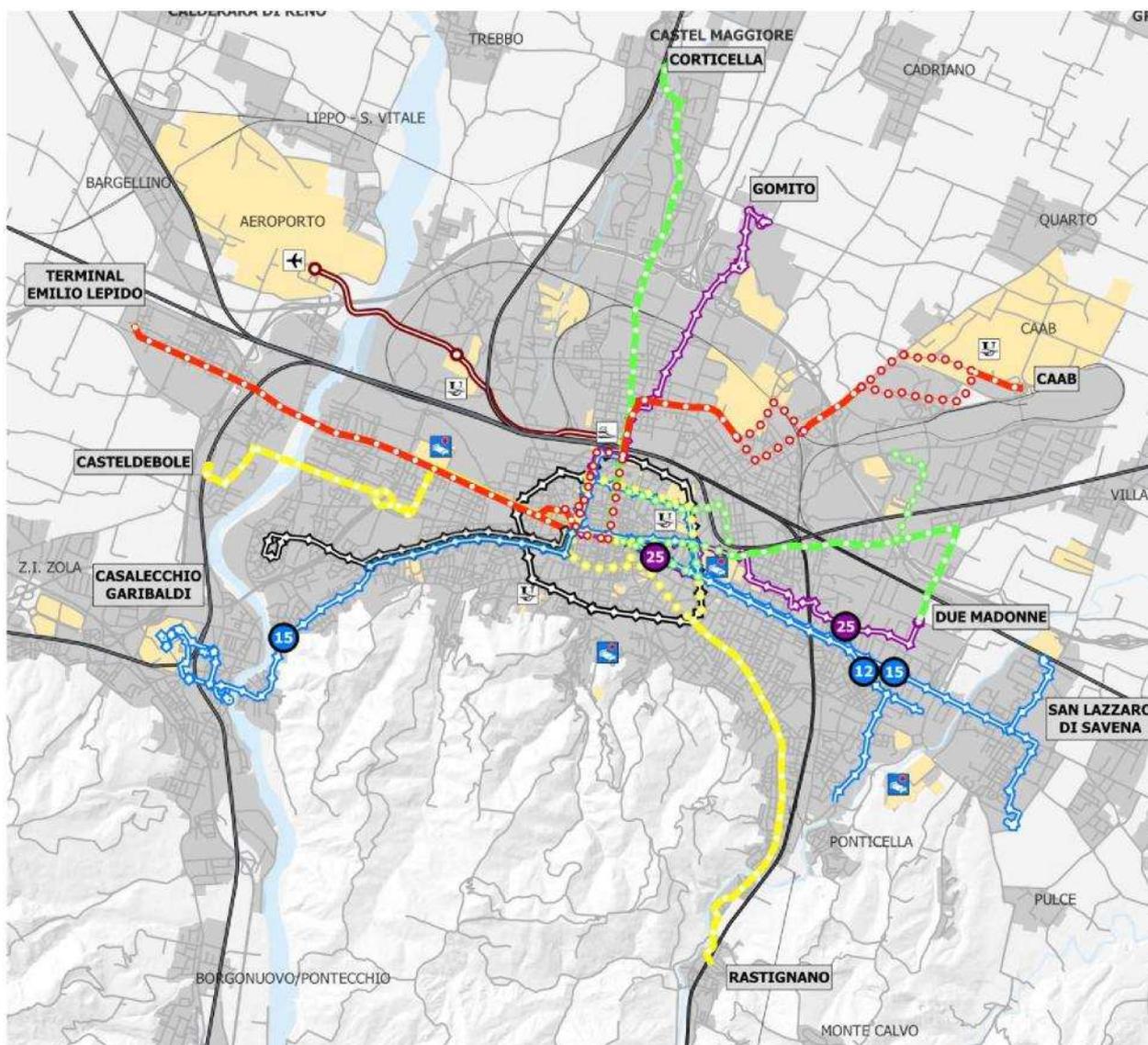


Figura 1 - Assetto della rete tranviaria a regime – oltre lo Scenario PUMS - 2030



Si riporta di seguito una descrizione tecnica del tracciato di progetto e delle sue caratteristiche principali, lasciando alla relazione illustrativa e allo studio trasportistico le spiegazioni e le motivazioni delle scelte fatte.

Il tracciato della Linea Rossa è lungo poco più di 15 km dal capolinea ovest "Terminal Emilio Lepido", posto a Borgo Panigale, a quello est "Facoltà di Agraria", a cui si aggiunge un ramo di collegamento lungo circa 1,3 km dalla biforcazione su via Aldo Moro al capolinea nord "Terminal Michelino" posto nei pressi del parcheggio Michelino.

Quasi sempre in sede riservata a doppio binario, l'asse di progetto inizia in località Borgo Panigale, e procede su:

- Via Marco Emilio Lepido
- Via Emilia Ponente
- Via Aurelio Saffi
- Via San Felice

Raggiunta la Porta San Felice, e quindi i limiti del centro storico della città, per il passaggio all'interno del centro si propongono due diverse alternative, fino alla stazione ferroviaria di Bologna Centrale.

La prima soluzione prevede il passaggio da via Ugo Bassi e via Indipendenza, fino a piazza XX Settembre.

La seconda soluzione invece prevede il passaggio da via Guglielmo Marconi, via Giovanni Amendola e viale Pietro Pietramellara.

Raggiunto il Ponte Matteotti la linea prosegue su:

- Via Giacomo Matteotti
- Piazza dell'Unità
- Via Ferrarese
- Viale Aldo Moro



Giunto davanti al Polo fieristico cittadino, il collegamento con via San Donato è stato studiato su tre diversi percorsi:

- Via Serena, viale della Repubblica, via San Donato
- Via Aldo Moro, via Garavaglia, piazza Spadolini
- Via Aldo Moro, viale della Fiera, via Michelino, via Ferravilla

Le tre alternative si uniscono in corrispondenza dell'intersezione tra via San Donato e via Ferravilla: da qui il tracciato prosegue verso nord. Per raggiungere il capolinea est, posto in corrispondenza della facoltà di Agraria e nei pressi dell'ingresso pedonale al parco agroalimentare CAAB, sono state proposte le ultime due alternative di tracciato:

- Via Luigi Pirandello, via Casini, via Frati, via Sighinolfi, Via Larga, via Arriguzzi, viale G. Fanin, vapolinea CAAB/F.I.CO.
- Viale della Fiera, rotonda Luchino Visconti, viale Tito Carnacini, viale Fanin, vapolinea CAAB/F.I.CO.

Come sopra accennato, la linea si completa con una diramazione, lunga circa 1,3 km che collega il centro fieristico con il Terminal Michelino, dove è ubicato il parcheggio Michelino, e dove è stato previsto un nodo di interscambio tra mezzi privati, linee di trasporto pubblico extraurbane e il nuovo servizio tranviario.

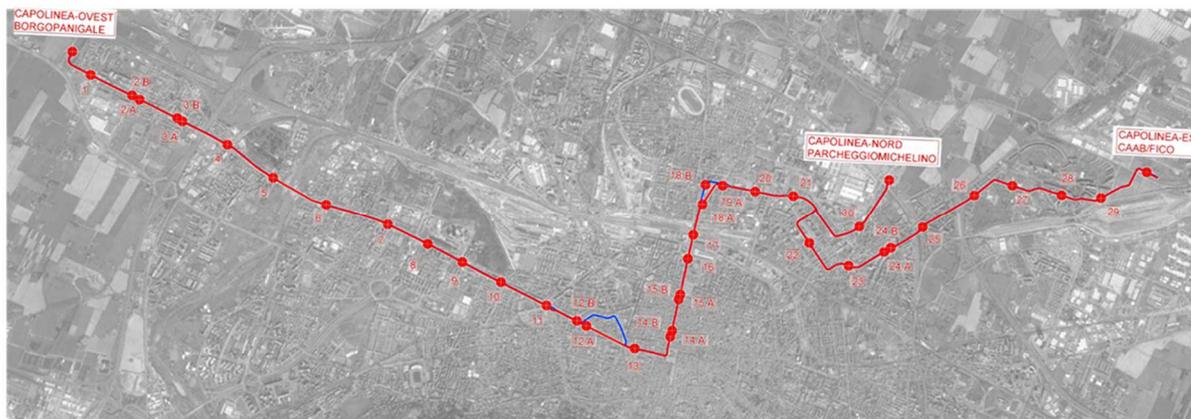


Figura 2 –Tracciato linea Rossa e fermate di progetto

Oltre ai suddetti tre capolinea, lungo il tracciato sono ubicate 30 fermate sulla tratta Borgo Panigale – CAAB e un'ultima fermata sulla diramazione verso il Terminal Michelino.

Per quasi tutto il suo sviluppo il tram procede lungo una sede riservata, con l'obiettivo di ridurre tutte le interferenze con le altre componenti della mobilità urbana, sia pubbliche che private. La sede riservata potrà essere ottenuta con tre modalità costruttive differenti rappresentate nella figura 3, le cui singole estensioni andranno valutate nelle successive fasi progettuali a seconda degli ambiti attraversati e alle caratteristiche che la linea dovrà avere nello specifico tratto attraversato.

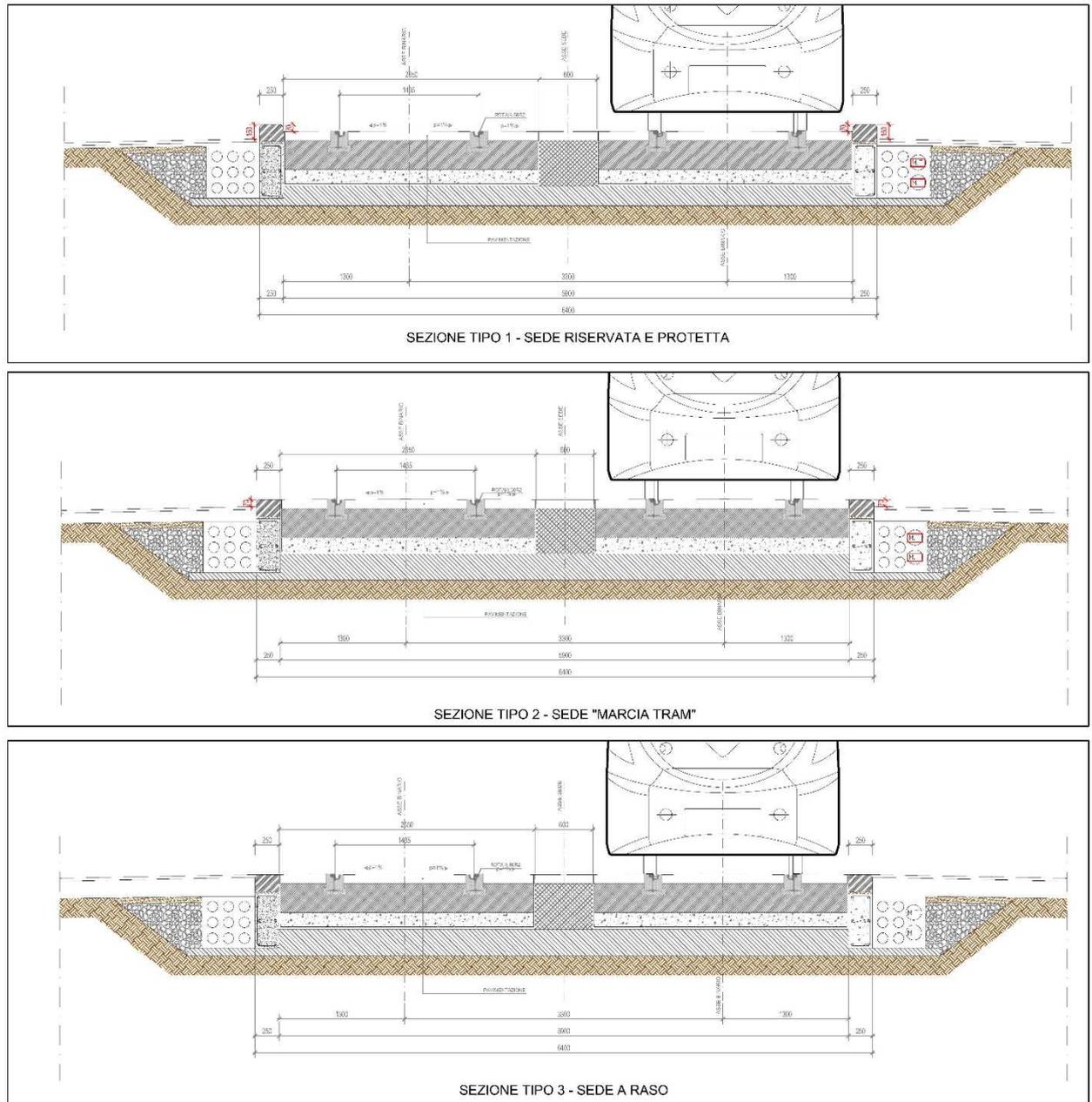


Figura 3 – Sede tranviaria riservata

In particolare, in relazione all'ambito considerato, alla dimensione della sezione complessiva a disposizione e alla necessità o meno di proteggere fisicamente la sede tranviaria, si potrà avere una sede delimitata lateralmente da due cordoli rialzati di 7 cm rispetto al piano stradale



limitrofo, o tutta la sede rialzata (marciatram) di 5/7 cm rispetto al piano stradale, o una sede “a raso”, delimitata da segnaletica orizzontale.



Figura 4 – Sede tranviaria riservata con cordolo laterale



Figura 5 – Sede tranviaria “marciatram”

Parallelamente alla nuova sede tranviaria, ad esclusione delle sezioni ubicate nel centro cittadino (via Ugo Bassi, via Indipendenza), è sempre posizionata almeno una corsia di marcia destinata al transito su gomma.

La larghezza di tale corsia avrà sempre una dimensione tale da garantire il passaggio dei mezzi pesanti.

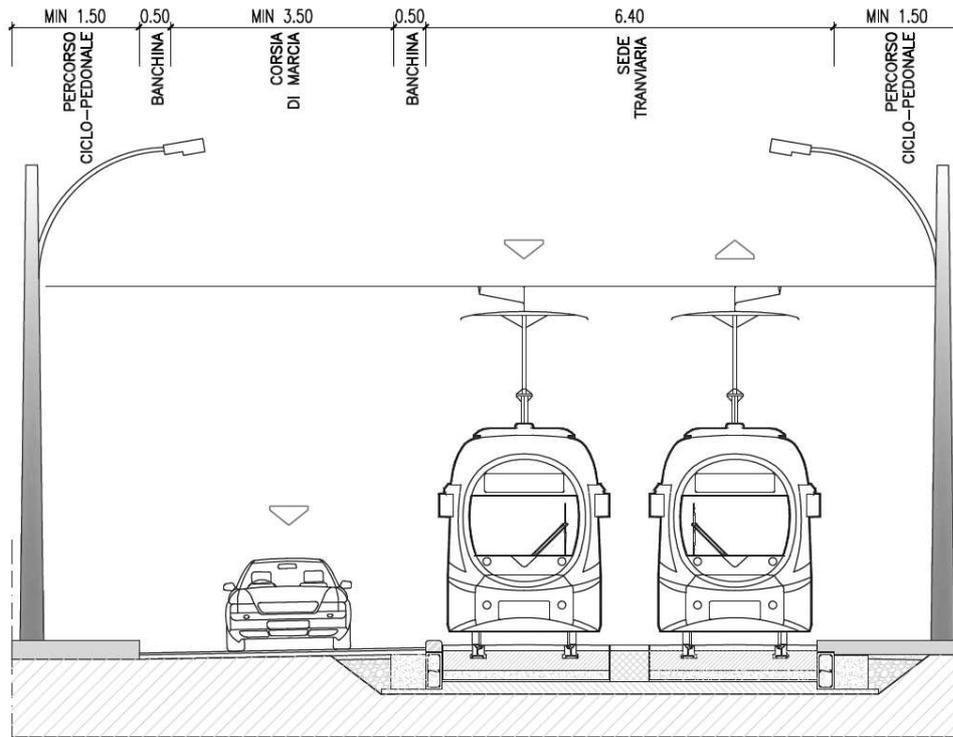


Figura 6 – Sezione tipologica con una sola corsia stradale laterale

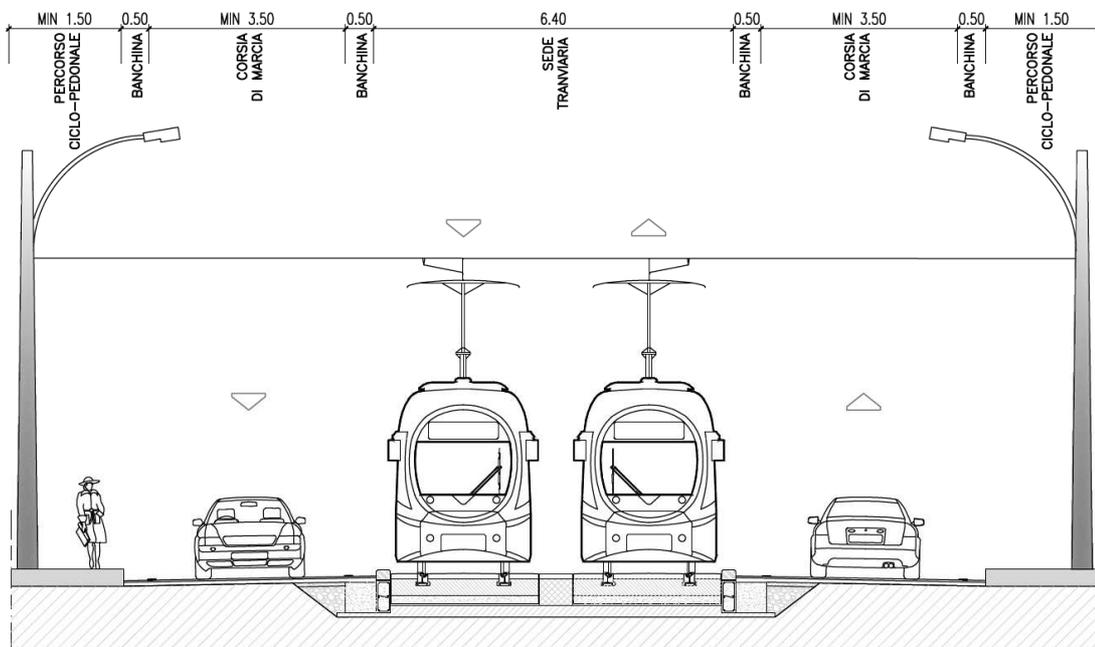


Figura 7 – Sezione tipologica con due corsie stradali laterali (una per senso di marcia) ai lati della sede



Lungo le tratte in cui è presente solo una corsia di marcia e la tranvia è posizionata a ridosso di uno dei due marciapiedi, si pone il problema della regolazione dei passi carrabili esistenti.

La soluzione che è stata prevista è quella riportata nel Regolamento Comunale sui passi carrabili che all'art. 7, comma 1 recita che *"In tutti i passi carrabili deve essere prevista un'area in piano o a pendenza ridotta (max. 8%), di lunghezza non inferiore a metri 4,50 e larghezza conforme ai parametri definiti dall'art.6, che non può essere collocata su porzioni della sede stradale destinate alla circolazione dinamica veicolare, ciclabile o pedonale. Tale area è finalizzata allo stazionamento dei veicoli durante le manovre di entrata e uscita, onde evitare l'impegno della carreggiata e/o del marciapiede intralciando il transito di veicoli e pedoni, ed in modo da garantire la visibilità da parte del conducente qualora l'uscita avvenga da una rampa in pendenza. Ai fini del rilascio dell'autorizzazione, le dimensioni minime della zona carrabili riservata al parcheggio esclusivo degli autoveicoli all'interno della proprietà devono essere di lunghezza non inferiore a mt. 4,50 e larghezza conforme ai parametri definiti all'art.6; in assenza di tali dimensioni minime non si procede all'autorizzazione."*

Pertanto tutti i passi carrabili interessati dal passaggio della nuova linea andranno, a meno di ostacoli fisici che ne impediranno la modifica, arretrati a carico del presente progetto in modo da creare un'area profonda almeno 4.50 m tra il limite della nuova sede e del cancello del passo carrabile.

Il posizionamento della nuova sede tranviaria lungo le viabilità esistenti ha comportato un ridisegno complessivo dell'intera sezione, talvolta a discapito dello spazio destinato al traffico privato.

In particolare nel primo tratto di linea, lungo via Marco Emilio Lepido, da via del Carroccio (dopo il Villaggio INA) fino a via Panigale (dopo il sottovia autostradale A14), e per uno sviluppo di ca. 1,5 km, la sezione esistente ristretta e l'impossibilità di allargare la fascia da destinare alla nuova



infrastruttura, hanno consigliato i progettisti di prevedere solo la corsia per i mezzi privati in direzione ovest: i mezzi che provengono da ovest e attualmente imboccano la via Marco Emilio Lepido dall'intersezione con la via Persicetana procederanno lungo la via Alcide De Gasperi per poi rientrare sulla via Marco Emilio Lepido attraverso l'itinerario "Rotonda Fabio Taglioni / via Antonio Cavalieri Ducati" o attraverso l'itinerario "Rotonda Battaglia di Casteldebole / via della Pietra".

Dal punto di vista "geometrico", lungo il tracciato sono state inserite un paio di curve con raggio planimetrico ridotto, fino alla curva di raggio 24 m nel passaggio tra via Ugo Bassi e via Indipendenza.

Altimetricamente invece la linea è "appoggiata" al piano campagna esistente, e altro non poteva essere se si tiene conto che il tram si sviluppa lungo arterie su cui affacciano altre viabilità trasversali, passi carrabili e numerosi fabbricati esistenti.

3. INSERIMENTO URBANISTICO

3.1 PREMESSA

Il progetto dell'infrastruttura tramviaria coinvolge il tessuto urbano di Bologna per circa 16,3 km, attraversandone l'abitato dall'estrema periferia occidentale (Borgo Panigale) alla zona a nord dell'area fieristica ed alla nuova area commerciale-direzionale a est (CAAB).

Come può immaginarsi, il tracciato attraversa tessuti profondamente diversi, cercando di integrarsi in essi mediante il corretto posizionamento dell'asse infrastrutturale all'interno delle strade, il miglioramento della sezione stradale stessa mediante l'allargamento dei marciapiedi, la previsione di corsie ciclabili o ciclopedonali, il potenziamento delle alberature e del verde stradale nonché dell'arredo urbano.

3.2 LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE DELLE SISTEMAZIONI URBANISTICHE

La progettazione delle sistemazioni urbanistiche è stata effettuata sulla base delle seguenti linee guida:

- Minimizzazione dell'impatto della sede tramviaria sulla circolazione primaria e secondaria;
- Minimizzazione dell'impatto della nuova infrastruttura sul patrimonio arboreo esistente;
- Minimizzazione dell'impatto sui sistemi di sosta esistenti;
- Adattamento delle tecnologie tramviarie e delle finiture al contesto ambientale e in special modo, a quello del centro storico;
- Rispetto del tipo edilizio "portico" in riferimento al suo valore storico-urbanistico per la città di Bologna;
- Integrazione della tranvia con i sistemi di mobilità attiva (pedonale e ciclabile);
- Abbattimento delle barriere architettoniche.

Dall'applicazione delle suddette linee guida ne è nata la necessità di adattare il tracciato stesso alle diverse forme urbane attraversate, cercando il miglior compromesso possibile tra l'optimum



trasportistico e il valore aggiunto dato dalla strada come luogo di relazione sociale caratteristico delle comunità italiane.

3.3 MANUFATTI LUNGO LINEA

3.3.1 BANCHINE DI FERMATA

Il progetto distingue, principalmente, due tipologie di fermata – centrale e laterale – che si adattano di volta in volta alle sistemazioni urbanistiche di linea in modo da integrarsi, al meglio, con il contesto urbano toccato.

3.3.1.1 Banchina centrale

La fermata con banchina centrale nella alternativa di tracciato scelta viene prevista in:

- Via Emilio Lepido – via S. Felice (n° 4 fermate)
- Via della Liberazione (n° 1 fermata)
- Viale della Repubblica (n° 1 fermata)
- Via San Donato (n° 3 fermate)
- Via Pirandello (n° 1 fermata)
- Capolinea est (Facoltà Agraria)

Alle suddette fermate si aggiungono:

- nell'alternativa di tracciato A2 degli itinerari nel centro storico, quelle in via Pietramellara (di fronte alla stazione FS);
- nell'alternativa di tracciato B3 degli itinerari nella zona Fiera – San Donato, quella in via Garavaglia (di fronte al liceo Copernico);
- nell'alternativa di tracciato C2 degli itinerari in zona Pilastro, quelle in via San Donato (nei pressi di via Salgari) ed in via Fanin (nei pressi della rotatoria Baroni).



La banchina presenta una larghezza di 3,5 m ed una lunghezza di 44 m, cui si aggiungono le due rampe di testa aventi, ognuna, uno sviluppo di 4 m ed un fronte di attacco di 2,9 m; essa presenta il doppio accosto per permettere la fermata di una vettura per ogni lato in contemporanea.

La lunghezza della banchina permetterà il servizio passeggeri con tram lunghi fino a 45 m: in questa fase della progettazione, senza la scelta del materiale rotabile da utilizzare per l'esercizio della linea, si è ritenuto più opportuno prevedere opere che possano garantire una scelta della vettura quanto più ampia possibile, compatibilmente con i possibili vincoli dati dalla geometria stessa del tracciato e dagli ambiti attraversati.

3.3.1.2 Banchina laterale

La fermata con banchina laterale nella soluzione prescelta viene prevista in:

- Capolinea ovest Terminal Emilio Lepido
- Via Marco Emilio Lepido - Via San Felice (n° 7 fermata)
- Via Ugo Bassi (n° 1 fermata)
- Via dell'Indipendenza (n° 3 fermate)
- Via Matteotti (n° 2 fermate)
- Via Ferrarese (n° 1 fermata)
- Via Aldo Moro (n° 1 fermata)
- Via San Donato (n° 1 fermate)
- Via Casini (n° 1 fermata)
- Via Sighinolfi (n° 1 fermata)
- Capolinea nord Terminal Michelino

Alle suddette fermate si aggiungono:

- nell'alternativa di tracciato A2 degli itinerari nel centro storico, quelle di via Matteotti/Riva di Reno e di via Amendola;



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità
è Bologna

- nell'alternativa di tracciato B2, quella in via San Donato (nei pressi di via Ferravilla).

La singola banchina presenta una larghezza di 2,5 m ed una lunghezza di 44 m, cui si aggiungono le due rampe di testa aventi, ognuna, uno sviluppo di 4 metri.

Nel dettaglio di seguito la tabella riassuntiva delle fermate (per l'alternativa prescelta).



		ALTERNATIVA 1		
BORGOPANIGALE – RENO		TERMINAL EMILIO LEPIDO		
	1	VILLAGGIO INA		
	2	DUCATI		
	3	MANUZIO		
	4	BORGOPANIGALE STAZIONE		
	5	FIORINI		
	6	PONTELUNGO		
SARAGOZZA	7	SANTA VIOLA - OPIFICIO GOLINELLI		
	8	PRATI DI CAPRARA		
	9	OSPEDALE MAGGIORE		
	10	SAFFI		
	11	PORTA SAN FELICE		
	12	RIVA RENO		
		VIA DELLE LAME		
	13	UGO BASSI		
	S. STEFANO	14	INDIPENDENZA	
		15	VIII AGOSTO	
16		PORTA GALLIERA		
NAVILE	17	MATTEOTTI ALTA VELOCITA'		
	18 ^A	MATTEOTTI		
	18 ^B	PIAZZA DELL'UNITA'		
	19	ZUCCA		
	20	LIBERAZIONE		
SAN DONATO – SAN VITALE	21	FIERA - ALDO MORO		
		31 VIALE FIERA		
		TERMINAL FIERA MICHELINO		
	22	REPUBBLICA		
	23	CENTRO ZANARDI		
	24	SAN DONATO		
	25	SAN DONNINO		
	26	CADRIANO BIVIO		
	27	PIRANDELLO		
	28	PILASTRO		
	29	SIGHINOLFI		
	30	CAPOLINEA EST (FACOLTA' DI AGRARIA)		

3.3.2 FINITURE DI FERMATA

La pavimentazione prevista è in granito "crescentone" con lastre tagliate a filo sega e poste a correre per la dimensione maggiore della banchina; i cigli saranno dello stesso granito con lavorazione a bocciarda per massimizzare la visibilità dei salti di quota; i sistemi di orientamento



LOGES saranno, invece, in pietra artificiale con colorazione a contrasto chiaro/scuro rispetto alla pavimentazione di banchina.

Gli elementi di granito potranno avere dimensioni differenti e spessori mai inferiore a 6 cm.

Avranno inoltre la superficie superiore lavorata a punta mezzana (se non diversamente prescritto), con spigoli vivi rifilati a scalpello per una larghezza di 2 cm; quella laterale lavorata a scalpello limitatamente ad una fascia di 2 cm di altezza ed a semplice sbazzatura per la parte rimanente, in modo tale comunque che tra i bordi delle superfici di marcia dei due masselli adiacenti possa crearsi un giunto di larghezza non superiore ad 1 cm. Le facce laterali dovranno risultare a squadra per una altezza non inferiore alla metà dello spessore dei masselli; nella parte inferiore potranno invece presentare sottosquadri di valore non superiore a 2,5 cm.

Sul bordo delle banchine, lato strada carrabile, invece, si prevede l'installazione di una ringhiera metallica preverniciata dello stesso colore delle pensiline e degli elementi informativi.

Sul bordo delle banchine, lato binario, si prevede l'installazione di segnapasso da incasso a luce radente in modo da aumentare la segnalazione visiva del dislivello.

Particolare attenzione è stata data all'integrazione, nell'ambito del disegno della pavimentazione, degli elementi di segnalazione "Loges" in calcestruzzo vibrocompreso.

3.3.3 LA PENSILINA

Il progetto per la pensilina del Tram di Bologna trova nel dialogo continuo tra storia e contemporaneità il proprio humus di coltura; il percorso su cui si articola il tracciato della rete tranviaria lega tessuti diversi sia per urbanizzazione, contesto, vocazioni, architettura e storia; il design della fermata nella forma e nelle cromie tende ad un dialogo neutro mantenendo un carattere distintivo forte e adattabile alle quinte di una città mutevole.

Il concept architettonico delle fermate è stato definito attraverso l'identificazione di elementi riconoscibili e adattabili ai differenti quadri di riferimento prestazionale.

Questi elementi sono declinati da una cornice in ferro che contiene le sedute e due totem ove trovano alloggio gli apparati tecnologici.



La semplicità del disegno è dettata dalla relazione che si vuole intraprendere tra i fruitori del servizio tranviario e la Città di Bologna, caratterizzata da elementi tipologici come il “Porticato” che restituisce una visione di domesticità urbana unica; a questa apparente semplicità fa da contraltare la ricerca attenta dei materiali e delle proporzioni architettoniche, votate a creare un luogo d’attesa capace di innescare meccanismi di riconoscibilità e valorizzazione, oltre a quelli intrinseci delle infrastrutture urbane: sicurezza, riconoscibilità, accessibilità.

La “Pensilina” è declinata attraverso una cornice lunga 12,80 m e alta 3,80 m., utile a coprire i varchi di accesso al mezzo tranviario; la stessa contiene un piano in legno che funge da seduta continua; anche la copertura rispecchia la volontà di non inficiare il gesto delimitatore della cornice, lastre di vetro laminato sono fissati all’intradosso della cornice attraverso un sistema di ancoraggio che, sempre nella misura del gesto, garantisce una unicità materica e una pulizia del disegno. L’illuminazione è data da un unico sistema lineare, posto ad un’altezza calibrata secondo un’accortezza di carattere non solo illuminotecnico posta dentro la cornice orientando la luce verso il basso, coinvolgendo direttamente le persone in attesa e il piano in legno.

I materiali della cornice sono costituiti da ferro, legno e vetro; la struttura prevista è in tubolare di ferro pressopiegato-saldato, lucidato e verniciato con una finitura colore canna di fucile, per tutta la sua estensione. La cornice, come i due Totem, avranno un basamento leggermente incassato [2 cm] utile a far percepire come indipendenti gli elementi dalla banchina.

Gli altri due elementi caratterizzanti le fermate sono i due Totem, veri e propri contenitori tecnologici. Il bisogno di questi elementi in banchina è funzionale al buon utilizzo del sistema TPL in generale ed hanno la capacità accentratrice di servizi [hub urbano].

Essi si contraddistinguono per altezze e funzioni distinte: Il primo Totem ha un’altezza di 3,42 m, dotato di copertura vetrata, contenente oltre ai locali tecnici (centraline/server accessibili dal retro) le informazioni sulle mappe della città e del trasporto pubblico, della fermata, e la macchina distributrice automatica.

L’altro Totem, alto 3 m, contiene il display informativo in alto, con le info relative ai tempi di attesa e comunicazioni, una telecamera di sorveglianza, diffusore acustico, telefono di

emergenza, defibrillatore automatico e locali tecnici contenenti quadri elettrici, sistemi gps e wi-fi.

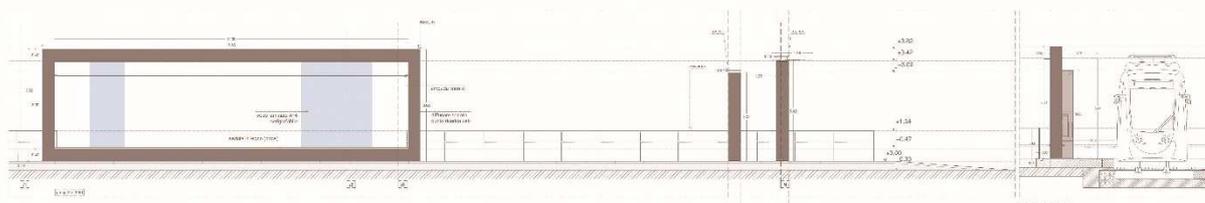


Figura 9 – Pensilina di fermata – Prospetto e sezione trasversale

3.4 PAVIMENTAZIONI

Il progetto delle pavimentazioni è stato studiato in modo da integrare, al massimo, i nuovi interventi nel contesto esistente, viepiù cercando, ove possibile, di riqualificare gli ambiti attraversati dall'infrastruttura tramviaria.

Il progetto prevede il rifacimento delle pavimentazioni sia della sede stradale impegnata che dei marciapiedi relativi, abbracciando anche aree di parcheggio, spiazzi, piazze e aree pedonali.

La tabella che segue sintetizza i materiali previsti lungo l'intero intervento.

Pavimentazione carrabile 1	Conglomerato bituminoso
Pavimentazione carrabile 2	Bolognini posati a secco carrabili
Pavimentazione carrabile 3	Bolognini
Pavimentazione carrabile 4	Basole di granito
Sede tramviaria 1	Conglomerato Bolognini bituminoso colorato chiaro
Sede tramviaria 2	Bolognini
Sede tramviaria 3	Basole di granito
Sede tramviaria 4	Inerbita
Pavimentazione pedonale 1	Conglomerato bituminoso



Pavimentazione pedonale 2	Terra stabilizzata
Pavimentazione pedonale 3	Microcemento colorato in pasta permeabile
Pavimentazione pedonale 4	Bolognini
Pavimentazione pedonale 5	Basole di granito
Sedi ciclabili	Conglomerato bituminoso colorato in pasta con aggiunta di ossidi di ferro
Cigli stradali	Elementi in granito chiaro
Cigli aiuole	Elementi in granito chiaro

Sede tranviaria

La nuova sede tranviaria avrà per lo più una finitura realizzata con uno strato di conglomerato bituminoso di tipo chiaro, mediante l'utilizzo di bitumi a basso tenore di asfalteni o resine sintetiche che assumono una colorazione ambrata molto chiara. Potranno essere utilizzate soluzioni con tappeti di usura semiflessibili.

La tecnica del tappeto semiflessibile consiste nella stesa di un conglomerato bituminoso fortemente poroso (con una percentuale di vuoti compresa tra il 25 e il 30%) e nella successiva saturazione dello strato con una malta cementizia fluida, fibrorinforzata, di colore chiaro.

Sede pedonale

Nella finitura dei marciapiedi potrà essere utilizzato uno strato di finitura in conglomerato bituminoso di spessore 3 cm.

Sedi ciclabili

Per la realizzazione dei percorsi ciclabili le pavimentazioni in conglomerato bituminoso dovranno essere colorate in pasta mediante l'aggiunta di ossidi di ferro e posate con uno spessore di 3 cm.

3.4.1 PAVIMENTAZIONE CARRABILE - BOLOGNINI

Nell'ambito del progetto si prevede l'utilizzo di pavimentazioni in cubetti di porfido; il materiale da utilizzare andrà scelto nell'ambito dei quattro tipi di cubetti di normale produzione; La scelta del tipo sarà effettuata considerando:

- Intensità e natura del traffico;
- Destinazione e collocazione ambientale;
- Motivazioni architettoniche.

In linea generale le dimensioni dei cubetti da impiegare in un pavimento sono direttamente proporzionali all'intensità del traffico. La pavimentazione in cubetti di porfido dovrà poggiare su un sottofondo predisposto alle giuste quote e con le necessarie pendenze per lo smaltimento delle acque meteoriche.

La quota del sottofondo dovrà essere sagomata uniformemente a:

- cm. 8/10 per il cubetto 4/6;
 - cm. 11/13 per il cubetto 6/8;
 - cm. 13/15 per il cubetto 8/10;
 - cm. 15/17 per il cubetto 10/12;
- rispetto alla pavimentazione finita.

3.4.2 PAVIMENTAZIONE CARRABILE - BASOLE DI GRANITO

Nell'ambito della realizzazione delle pavimentazioni in centro storico dovranno essere utilizzate pavimentazioni in granito (possibilmente recuperate dalla demolizione della pavimentazione esistente) in basole, sia per aree carrabili che tramviarie che pedonali.

Potranno essere di sei tipi, secondo prescrizioni, con larghezza di 32 - 35 - 40 - 45 - 50 cm e spessori di variabile in funzione della tipologia d'uso prevista tra un minimo di 6 cm (per le aree



pedonali) ed un massimo di 15 o 18 cm per le aree carrabili e/o tramviarie (larghezza x spessore essendo significativi per la designazione); corrispettivamente la lunghezza potrà essere di 48/65 cm, 52/70 cm, 57/75 cm, 60/80 cm, 67/90 cm e 75/100 cm (minimo/massimo).

3.4.3 SEDE TRANVIARIA - INERBITA

In particolari zone del progetto (area del deposito di Borgo Panigale e viale Aldo Moro) è previsto l'inerbimento della sede tramviaria; l'inerbimento dovrà essere effettuato mediante la preparazione e concimazione di un idoneo strado di terreno, la piantumazione del manto erboso (con essenze resistenti ed autoctone) mediante idrosemina e tutte le opere occorrenti per la cura del manto stesso fino all'attecchimento; dovranno essere altresì realizzati idonei impianti di irrigazione automatica volti ad attenuare i costi di cura e manutenzione del manto erboso.

3.4.4 CIGLI STRADALI E AIUOLE - ELEMENTI IN GRANITO CHIARO

Gli elementi saranno di lunghezza variabile minimo un metro, con sezione da determinarsi nelle fasi successive della progettazione.

Gli elementi saranno in granito retti o curvi a spacco, lavorati alla punta, sulla testa e costa, compreso il rinfiacco e il sottofondo di calcestruzzo a q.li 2 di cemento R325 per m3 , spessore 10 cm e la sigillatura dei giunti con boiaccia di puro cemento.

3.5 SISTEMAZIONI A VERDE

Nella concezione del progetto di fattibilità inerente alla realizzazione della linea Rossa una delle scelte strategiche è stata quella di preservare, esaltare ed aumentare il valore storico ed estetico delle alberature presenti lungo il nuovo tracciato.

Esso infatti interessa una serie di viali alberati alternati ai tradizionali porticati e veri e propri parchi che rappresentano una delle caratteristiche peculiari di Bologna e degli interventi tardo ottocenteschi che le hanno dato la forma attuale.

Per preservazione non si intende solo il mero mantenimento delle piante dove erano e come erano ma, in una visione più ampia, il loro inquadramento in un contesto che tiene conto:

- dello stato di fatto;
- del processo che ha portato alla configurazione attuale;
- del cambiamento che la nuova configurazione dei viali necessariamente impone;
- della migliore configurazione possibile in funzione anche del corretto mantenimento delle alberature e delle aree verdi.

Per esaltazione si intende, nella scelta delle essenze delle nuove alberature e delle altre opere a verde, che non solo siano le stesse o simili alle alberature già esistenti ma che possano apportare i seguenti valori positivi:

- Tipi di alberature che garantiscano una rapida crescita in modo che già dopo 3 o 4 anni si comincino a “leggere” come alberi adulti;
- Specie che apportino un loro valore estetico importante per la variazione dei colori delle chiome, per la capacità di ombreggiare dove serve ecc.;
- Specie che siano facili da mantenere e immuni dalle malattie più aggressive;

Per aumento del valore storico ed estetico si intende non solo la sostituzione o l'aumento numerico delle alberature ma anche:

- Conoscere l'impianto originale dei viali e delle piazze di Bologna per capire come si è andata a costituire la situazione attuale;
- Capire le nuove esigenze che la ridefinizione degli spazi ha portato e scegliere una configurazione delle alberature che sia la migliore per il futuro della città e dei suoi cittadini.



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità
è Bologna

Il progetto immaginato, nella soluzione prescelta prevede al contempo lungo lo sviluppo del tracciato l'abbattimento di alcune specie arboree.

Questa scelta deriva da una serie di fattori che vanno dall'interferenza con la sede o con i sottoservizi modificati, al fine di mantenere il flusso viario teorizzato nello studio trasportistico, fino alla realizzazione dei capolinea, dei manufatti e del deposito.

A compensazione, ovvero laddove non è stato possibile mantenere le alberature esistenti, in collaborazione con il Comune di Bologna sono state individuate alcune aree verdi da valutare come oggetto di riqualificazione, all'interno delle quali potranno anche essere ripiantate alcune delle alberature espianate nelle aree limitrofe.

Di seguito si allega una tabella riepilogativa del progetto inerente le alberature, con indicato lo stato di fatto, la situazione di progetto e la differenza con quanto oggi riscontrato sul territorio.



TRANVIA DI BOLOGNA - LINEA ROSSA			
ALBERATURE - Confronto stato attuale e di progetto			
	Stato attuale	Progetto	Delta
Area Deposito - Capolinea Porgo Panigale	427	638	211
Percorso su Via Marco Emilio Lepido			
da Rotatoria a Via Della Salute	123	133	10
da Via Della Salute a Via Panigale	25	82	57
Percorso su Via Emilia Ponente			
da Via Panigale a Via Trionvirato (Giardino Gennaro Fabbri)	22	33	11
da Via A. Piò (Giardino Amos Facchini) a Via Prati Caprara	154	208	54
da Via Prati Caprara a Via Bainsizza (L.go Nigrisoli)	80	104	24
da Via Bainsizza (L.go Nigrisoli) a Via Innocenzo Malvasia	44	76	32
Percorso su Via Aurelio Saffi			
da Via Innocenzo Malvasia a Piazza di Porta S.Felice	15	15	0
Percorso su Via San Felice			
da Piazza di Porta S.Felice a Via Riva di Reno	0	1	1
da Via Riva di Reno a Via G. Marconi	0	1	1
Percorso su Via Riva di Reno			
da Via San Felice a Via delle Lame	6	31	25
da Via delle Lame a via G. Marconi	4	5	1
Percorso su Via G. Marconi			
da Via San Felice a Via Riva di Reno	0	2	2
da Via Riva di Reno a Piazza dei Martiri (compresa)	44	46	2
Percorso su viale Pietro Pietramellara			
da Viale Amendola a Via dell'Indipendenza	4	4	0
Percorso su Via Giacomo Matteotti			
da Viale A. Masini a Via G. Mazza	39	34	-5
Percorso su Via G. Mazza			
da Via G. Matteotti a Via Ferrarese	17	17	0
Percorso su Via Ferrarese			
da Via A. Algardi a Via G. Mazza	6	6	0
da Via di San Saliceto a Via Franceschini	38	40	2
Percorso su Via della Liberazione			
da Via Franceschini a Via Stalingrado	29	35	6
Percorso su Via Aldo Moro			
da Via Stalingrado a Parco Don Giovanni Bosco	111	129	18
da Parco Don Giovanni Bosco a Rotonda Leone Pancaldi	154	154	0
Percorso su Viale della Fiera			
da Rotonda Leone Pancaldi a Via Michelino	222	259	37
Percorso su Via Caravaglia			
da Rotonda Leone Pancaldi a Via San Donato	43	54	11
Percorso su Via San Donato			
da Via Edoardo Ferravilla a Via Pirandello	155	172	17
da Via Pirandello a Rotonda Luchino Visconti	113	146	33
Percorso su Viale Tito Carnacini			
da Rotonda Luchino Visconti a Rotonda Augusto Baroni	33	34	1
Percorso su Viale Giuseppe Fanin			
da Rotonda Augusto Baroni a Capolinea	26	48	22
TOTALE	1.507	1.869	573



La scelta progettuale del verde verrà realizzata in conformità alle linee guide inserite nel “Regolamento Comunale del Verde Pubblico e Privato”, seguendo pertanto l’iter che conduce all’analisi su scala via via più dettagliata dell’intervento, a partire dall’inquadramento territoriale (analisi del contesto urbano, delle valenze ambientali, delle connessioni con il sistema del verde pubblico e privato, dei possibili collegamenti tra il verde esistente e di progetto), passando dalla valutazione della migliore disposizione spaziale delle diverse componenti, per giungere infine alla scelta della tipologia di verde più idonea per singola situazione ambientale.

Nello specifico si farà riferimento agli art.16 e 18 del suddetto Regolamento (Abbattimento per motivi edilizi), che recitano quanto segue *“le alberature abbattute devono essere sostituite nel lotto sul quale si realizza l’intervento nel rapporto di 1:2, con alberature della stessa classe di grandezza per almeno uno dei due esemplari sostitutivi, con la possibilità di utilizzare specie delle classi inferiori per il secondo esemplare in sostituzione di quello abbattuto. Qualora non sia possibile reperire all’interno del lotto gli spazi necessari per dar corso al reintegro delle piante abbattute, non è consentito realizzare nuovi manufatti che interferiscono con le piante tutelate insistenti sul lotto”*.

Per quanto concerne le aree destinate a parcheggio pubblico, la realizzazione del verde terrà conto delle indicazioni di quanto definito all’interno dell’art.21 (Prescrizioni per la realizzazione di progetti edilizi e scelta delle specie vegetali), che richiede di garantire negli spazi destinati a parcheggio a raso, la dotazione di alberature che a maturazione consentano un’ampia copertura dell’area di sosta.

La soluzione progettuale più indicata e idonea ad un corretto sviluppo delle alberature è data dalla realizzazione di fasce verdi continue, permeabili e alberate, della larghezza minima di m 2 e ortogonali agli stalli.

Per i parcheggi a pettine le aiuole vanno realizzate della larghezza minima di m 2, lunghe quanto lo stallo o minimo di m 2,50 nel caso sia prevista la realizzazione di posti moto di fronte alle aiuole; per i parcheggi a spina l’aiuola singola dovrà avere larghezza minima di m 2 e lunghezza di m



2,50. Qualora sussistano in un'unica area parcheggi pubblici e parcheggi privati contigui, vanno adottate soluzioni tecniche per differenziarli inequivocabilmente attraverso l'impiego, per esempio, di specie botaniche diverse o di materiali edilizi diversi.

Anche per quanto riguarda gli alberi nelle strade, i singoli esemplari dovranno avere alla base spazi permeabili di sufficiente ampiezza, con un minimo di m 2x2.

3.6 PARCHEGGI

La gestione degli spazi di sosta si inserisce nel quadro normativo descritto dal Regolamento Urbanistico Edilizio, nel quale si prevede che la loro predisposizione garantisca la sicurezza e il confort degli utenti al fine di rendere il parcheggio un luogo di facile uso e frequentazione.

A tal proposito, nella progettazione del tracciato tranviario è stata tenuta in considerazione l'importanza di integrare i percorsi pedonali, ciclabili e carrabili così da garantire uno scambio intermodale efficace.

Si è perciò pensato alla ricollocazione degli spazi di sosta in aree specifiche per favorire l'accesso alle fermate tranviarie a discapito dei metri quadri di parcheggi che sono stati necessariamente eliminati per consentire la realizzazione del percorso della tranvia.

Inoltre, secondo quanto riportato dal Piano Urbano di Mobilità Sostenibile (PUMS), per compensare gli spazi sottratti all'auto privata a favore dello sviluppo di progetti di mobilità sostenibile, potranno essere incrementati sistemi che incentivano il cittadino all'utilizzo di mezzi a basso impatto ambientale, quali:

- contributi per abbonamenti sosta
- sconto su abbonamenti per trasporto pubblico per chi è obbligato o decide di rinunciare al contrassegno per la sosta su strada e/o per l'accesso ZTL

Per tutelare la sosta residenziale, è necessario indirizzare pendolari e visitatori verso i parcheggi di interscambio attraverso meccanismi incentivanti da un punto di vista economico, come l'integrazione tariffaria per favorire il park & ride.

Nel PUMS, le strategie riportate per la gestione della sosta veicolare prevedono:



- riorganizzazione del sistema della sosta e della tariffazione
- individuazione e realizzazione di nuove aree di sosta valutata alla luce delle reali esigenze di mobilità;
- previsione di politiche di tariffazione agevolata per l'utilizzo dei parcheggi di interscambio con il trasporto pubblico;
- introduzione di misure per favorire la rotazione della sosta attraverso una maggiore differenziazione delle tariffe massima e minima.

Nella definizione degli spazi adibiti alla sosta, vengono tenuti in conto gli standard normativi in fatto di numero di alberature e orientamento per un'adeguata ombreggiatura. Nell'opera di riqualificazione urbana si prevedono pertanto fasce verdi continue, permeabili e alberate, per delimitare fisicamente percorsi pedonali, tratti carrabili e fasce per stalli.

In linea generale, nello sviluppo progettuale si è cercato, ove possibile di mantenere le fasce di sosta oggi presenti lungo le strade attraversate.

Laddove questo, principalmente per un motivo legato alla dimensione della sezione a disposizione, non sia risultato possibile sono state individuate delle aree da destinare a zone di sosta regolamentata.

Il primo di questi parcheggi è previsto in prossimità del capolinea posto a Borgo Panigale (poco meno di 400 posti), prioritariamente destinato all'interscambio modale. Proseguendo verso il centro, al fine di mantenere l'accesso alle attività commerciali diffuse, è prevista la realizzazione di un parcheggio interrato all'altezza di via Manuzio che ospiterà circa 60 autovetture, che si sommeranno ai parcheggi che normalmente è possibile occupare sulla soprastante piazza pavimentata.

Altri 60 posti auto sono dislocati in due aree di parcheggio di nuova realizzazione ad est del ponte sul fiume Reno, mentre in area S. Viola, in corrispondenza di via della Ferriera e di via Pertini,



sono stati previsti altri due parcheggi che permetteranno il ricovero complessivo di altre 115 autovetture.

Sarà inoltre attivato completamente e messo a piena disposizione il parcheggio interrato di via della Ferriera, i cui piani interrati non sono attualmente funzionanti.

Il progetto della tranvia si coordinerà inoltre con quello dell'ASL che prevede la realizzazione di un parcheggio multipiano interrato a servizio dell'Ospedale Maggiore in luogo dell'attuale area di sosta a raso di Largo Nigrisoli; saranno inoltre confermate e riqualificate le aree di parcheggio presenti lungo il fronte nord di via Saffi nella zona dei Prati di Caprara.

Nella zona del Centro Storico, il maggior sacrificio di stalli di parcheggio si avrà lungo via Riva di Reno dove il progetto di riqualificazione urbana comporta la soppressione di circa 150 stalli che si prevede di compensare incentivando l'utilizzo del parcheggio esistente multipiano interrato Riva Reno, attualmente sottoutilizzato, e che dispone di circa 500 stalli. Il tracciato alternativo che interessa via Marconi prevede l'eliminazione di ulteriori 30 stalli.

Lungo via S. Felice, via delle Lame e lungo via Indipendenza (nel tratto via Irnerio – Piazza XX Settembre) gli stalli laterali in linea attualmente presenti continueranno a essere garantiti, mentre proseguendo verso nord su via Metteotti e su via Ferrarese, verranno mantenuti gli stalli presenti seppur con una configurazione differente e in numero ridotto.

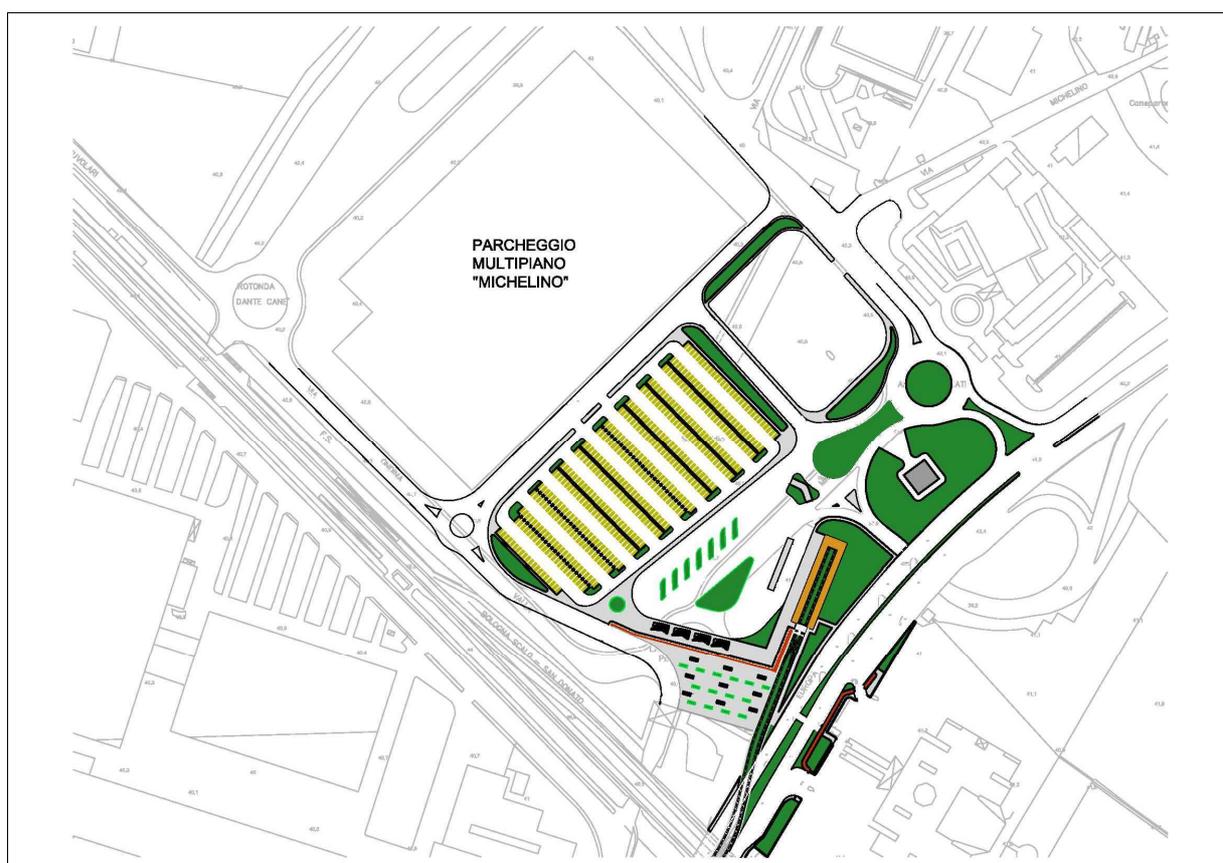
Nell'ultimo tratto, proseguendo verso est, si segnala la previsione di un nuovo parcheggio in corrispondenza di via Parri, a compensazione dei posti persi con la riorganizzazione di via della Liberazione, e di un nuovo parcheggio su via della Fiera, lungo la diramazione per Michelino. Lungo il resto del tracciato non si segnalano grossi stravolgimenti alla sosta attuale.

In prossimità della zona Fiera, infine, si trova il parcheggio "Fiera Nord Michelino" che ha una capienza di ca. 5000 posti auto.



Come detto in quest'area verrà realizzato un nuovo polo di interscambio modale tra auto, bus e tram.

Nella riorganizzazione dell'area, oltre al suddetto parcheggio multipiano, è prevista la realizzazione di un parcheggio a raso della capienza di poco meno di 500 posti.



Capolinea "Michelino", parcheggio multipiano e Parcheggio di interscambio a raso

Si fa presente tuttavia che nelle successive fasi di progettazione si valuterà con i competenti uffici del Comune, la possibilità di destinare aree di proprietà comunale alla sosta, anche se non immediatamente collocate lungo l'itinerario di progetto.



Di seguito una tabella riepilogativa della sosta attuale e della sosta di progetto così come ipotizzata lungo le strade interessate dal passaggio della tranvia.

TRANVIA DI BOLOGNA - LINEA ROSSA				
PARCHEGGI - Confronto stato attuale e di progetto				
	Stato attuale	Progetto	Delta	
QUARTIERE BORGO PANIGALE-RENO				
Area Deposito - Capolinea Porgo Panigale				
Via Persicetana	0	383	383	
Percorso su Via Marco Emilio Lepido				
da Rotatoria a Via G. Savonarola	34	99	65	
da Via Della Salute a Via Panigale	241	311	70	
Percorso su Via Emilia Ponente				
da Via Panigale a Via Triumvirato (Giardino Gennaro Fabbri)	58	66	8	
da Via A. Piò (Giardino Amos Facchini) a Via Prati Caprara	332	382	50	
			TOT	576
QUARTIERE PORTO-SARAGOZZA				
da Via Prati Caprara a Via Bainsizza (L.go Nigrisoli)	37	60	23	
Via Bainsizza (L.go Nigrisoli) a Via Podgora	321	145	-176	
Percorso su Via Aurelio Saffi				
da Via Innocenzo Malvasia a Piazza di Porta S.Felice	39	7	-32	
Percorso su Via San Felice				
da Piazza di Porta S.Felice a Via Riva di Reno	65	49	-16	
da Via Riva di Reno a Via G. Marconi	96	53	-43	
Percorso su Via Riva di Reno				
da Via San Felice a Via delle Lame	236	71	-165	
Percorso su Via delle Lame				
da Via Riva di Reno a Via G. Marconi	16	42	26	
Percorso su Via Dell'Indipendenza				
da Via Ugo Bassi a Viale A. Masini	69	51	-18	
			TOT	-401
QUARTIERE NAVILE				
Percorso su Via Giacomo Matteotti				
da Viale A. Masini a Via Jacopo Della Quercia	5	13	8	
Percorso su Via G. Mazza				
da Via G. Matteotti a Via Ferrarese	20	0	-20	
Percorso su Via Ferrarese				
da Via A. Algardi a Via G. Mazza	0	30	30	
da Via di San Saliceto a Via Franceschini	28	0	-28	
Percorso su Via della Liberazione				
da Via Franceschini a Via Stalingrado	153	175	22	
			TOT	12



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001

Sostenibilità
è Bologna

TRANVIA DI BOLOGNA - LINEA ROSSA				
PARCHEGGI - Confronto stato attuale e di progetto				
	Stato attuale	Progetto	Delta	
QUARTIERE SAN DONATO – SAN VITALE				
Percorso su Via Aldo Moro				
da Via Stalingrado a Parco Don Giovanni Bosco	43	0	-43	
Percorso su Viale della Fiera				
da Rotonda Leone Pancaldi a Via Michelino	120	125	5	
Percorso su Via Serena				
da Parco Don Giovanni Bosco a Viale della Repubblica	11	0	-11	
Percorso su Viale della Repubblica				
da Via Serena a Via San Donato	264	226	-38	
Percorso su Via San Donato				
da Viale della Repubblica a Zona Industriale	94	78	-16	
Percorso su Via Tommaso Casini				
da Via Pirandello a Via Ludovico Frati	122	81	-41	
Percorso su Via Ludovico Frati				
da Via T. Casini a Via Alfredo Panzini	76	7	-69	
Percorso su Via Lino Sighinolfi				
da Via Alfredo Panzini a Via Larga Martinetti	31	0	-31	
			TOT	-244
TOTALE	2.511	2.454	-57	-57

4. GEOLOGIA E GEOTECNICA

L'analisi delle indagini in sito di riferimento, messe a disposizione dalla committenza e costituite da dati geognostici scaturiti da sondaggi meccanici a carotaggio continuo spinte a varie profondità, ha permesso una preliminare ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo oggetto di intervento.

Le diverse unità geologiche individuate si susseguono con rapporti stratigrafici fortemente eteropici con frequenti interdigitazioni in senso verticale, evidenziando una sostanziale eterogeneità delle caratteristiche litologiche dei terreni in esame.

La reale geometria delle diverse unità è accertata solo in corrispondenza delle verticali di indagine e che sono da tener conto possibili variazioni locali, trattandosi di estrapolazioni su base sedimentologica derivate dalle indagini considerate.

Le facies così individuate sono di seguito elencate:

- **RIPORTO**

Depositi antropici di natura limoso-sabbiosa che presentano localmente inclusi di varia natura, caratterizzati da eterogeneità degli spessori e delle caratteristiche di consistenza.

- **UNITÀ A –Facies limoso-argillosa**

Limo argilloso e argilla limosa di colore grigio verdastro con presenza di calcinelli e bioclasti. Localmente si rinvencono corpi lenticolari costituenti la Facies B e C.

- **UNITÀ B – Facies sabbiosa-limosa**

Sabbia fine e media talvolta debolmente limosa di color marrone. Questa unità si rinviene in corpi lenticolari distribuiti nelle Facies A e C .

- **UNITÀ C – Facies ghiaiosa**

Ghiaia da fine a medio-grossolana in matrice sabbioso limosa. Localmente si rinvencono corpi lenticolari costituenti la Facies A e B.



Da un punto di vista geotecnico le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni sono state estrapolate dalle prove in sito realizzate, e di seguito riportate in forma tabellare:

RIPORTO	
Terreni limoso-sabbiosi con inclusi	
Grado di addensamento	Da poco a moderatamente addensato
Peso di volume secco (γ_d)	16-18 kN/m ³
Angolo di attrito mobilizzabile (ϕ)	28°-30°
Coesione mobilizzabile (c)	0 kPa

UNITÁ A	
Limo Argillosi	
Grado di addensamento	-
Peso di volume secco (γ_d)	19-20 kN/m ³
Angolo di attrito mobilizzabile (ϕ)	24°-27°
Coesione mobilizzabile (c)	5-10 kPa

UNITÁ B	
Terreni sabbioso-limosi	
Grado di addensamento	Medio-elevato
Peso di volume secco (γ_d)	18-20 kN/m ³
Angolo di attrito mobilizzabile (ϕ)	27°-30°
Coesione mobilizzabile (c)	0-5 kPa

UNITÁ C	
Terreni ghiaiosi in matrice sabbiosa	
Grado di addensamento	elevato
Peso di volume secco (γ_d)	19-21 kN/m ³
Angolo di attrito mobilizzabile (ϕ)	35°-32°
Coesione mobilizzabile (c)	0 kPa



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità
è Bologna

Tali caratteristiche geologiche e geotecniche saranno oggetto di validazione a seguito delle indagini integrative che verranno effettuate nelle successive fasi progettuali.

Per il dettaglio della caratterizzazione geologica e geotecnica dell'area di intervento si rimanda agli elaborati specifici previsti nel PFTE.

5. IDRAULICA E IDROLOGIA

L'intera linea (tracciato e sistemazioni urbane), le opere d'arte presenti e, in genere, tutte le costruzioni asservite alla tramvia sono state oggetto di valutazioni preliminari relative allo smaltimento delle acque meteoriche.

Il principio progettuale base è realizzare, e dimensionare, una efficiente sistema di raccolta dell'acqua meteorica, una sua canalizzazione e quindi un successivo convogliamento nella rete di smaltimento comunale.

La rete di smaltimento delle acque meteoriche attua la raccolta e lo smaltimento a gravità delle acque meteoriche. L'utilizzo di impianti di tipo elettromeccanico, per la gestione delle acque raccolte, sarà attuato solo in alcuni punti singolari della linea dove sono realizzati sistemi di aggettamento con vasche di raccolta (stazioni di sollevamento).

La sede tranviaria, realizzata su una platea in calcestruzzo, non risulta in grado di smaltire, per filtrazione nel terreno sottostante, le acque di pioggia. Pertanto l'acqua che si deposita lungo la sede tranviaria verrà drenata attraverso delle griglie trasversali conformi alla norma UNI EN 1433 che raccolgono le acque superficiali e quelle convogliate dalle gole delle rotaie, scaricandole nei collettori fognari.

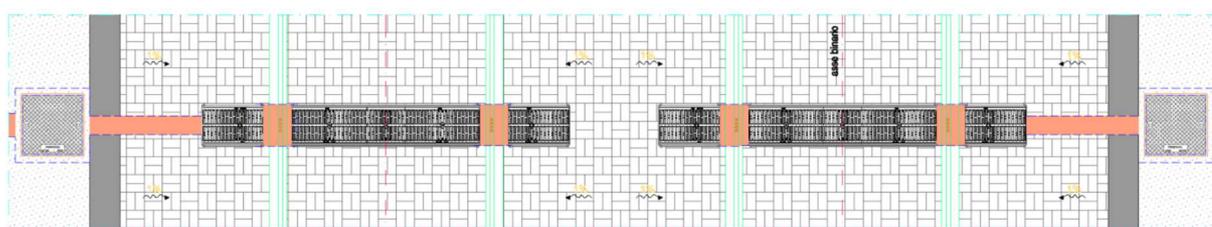


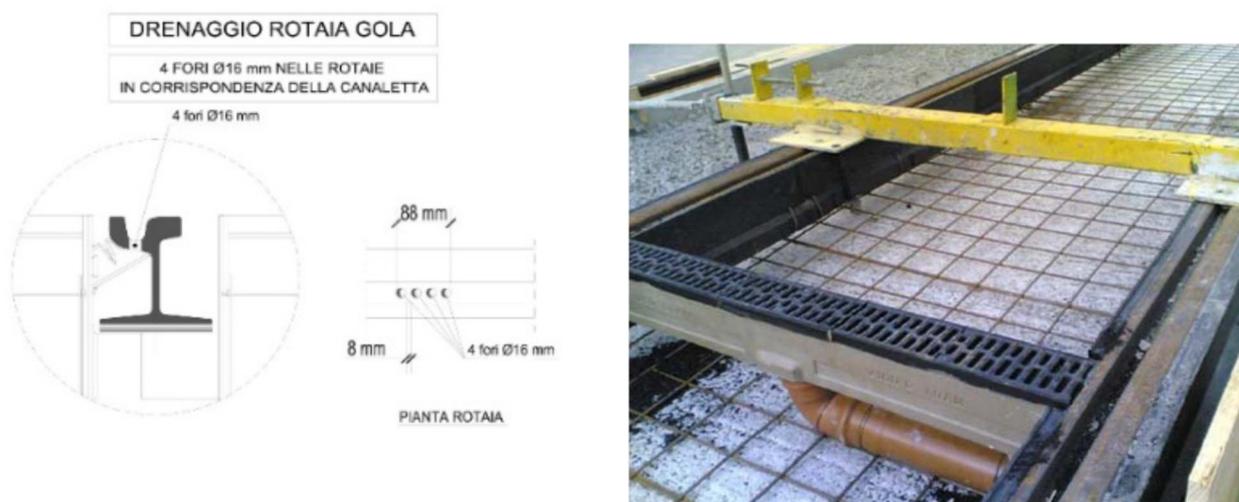
Figura 10 - Posizionamento delle canaline trasversali per il drenaggio della sede tranviaria

Il passo delle stesse sarà definito dallo specifico studio idraulico che prevederà, in linea di massima:



- canalette di drenaggio ogni 25-30 m, a cui si aggiunge il drenaggio della gola delle rotaie, ottenuta con apposite asole nella gola della rotaia da effettuarsi al massimo ogni 200 m circa;
- canalette in ogni punto basso del profilo longitudinale del tracciato, con drenaggio della gola delle rotaie, nel caso di pavimentazione in asfalto o masselli autobloccanti.

Per consentire di allontanare l'acqua raccolta dalla gola della rotaia vengono realizzati quattro fori del diametro di 16 mm/cad all'interno della gola che sono messi in comunicazione con la canaletta di drenaggio.



I canali di raccolta proposti vengono realizzati in calcestruzzo polimerico (elevata durabilità) e appositamente prodotti per il drenaggio delle sedi tranviarie.

I canali presentano una conformazione e lunghezza tale da potersi inserire perfettamente nell'interbinario e nel contempo sono provvisti di apposito profilo sagomato per raccogliere l'acqua che si raccoglie nella gola della rotaia.



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità
è Bologna

A completamento del sistema di drenaggio della sede tranviaria, vi sono le griglie in ghisa (carrabili) dotate di apposito dispositivo di protezione e chiusura, che garantiscono una facile manutenzione.

In questa fase di progetto di fattibilità tecnico-economica sono stati redatti degli elaborati tipologici relativi ai drenaggi di sede e alle opere di smaltimento acque meteoriche correlate al tracciato. Il dimensionamento di tali reti è fondato, in questa fase, sul confronto con tranvie realizzate in contesti territoriali e atmosferici simili a quello bolognese.

Nelle successive fasi di progettazione sarà necessario tenere conto, per il corretto e preciso dimensionamento delle opere idrauliche da realizzarsi lungo il tracciato e nelle opere puntuali correlate alla linea (deposito, SSE, sottopassi, ponti), dell'analisi statistica dei dati di pioggia relativi a stazioni pluviografiche nei dintorni del territorio attraversato.

6. SISMICA

6.1 INQUADRAMENTO SISMICO

L'inquadramento sismico dell'area di interesse è stato redatto in accordo alle prescrizioni fornite dalle NTC2018. Nel seguito verrà descritto brevemente il quadro sismologico dell'area, definendo successivamente l'azione sismica di progetto.

L'area oggetto di studio ricadente nel comune di Bologna è situata nella zona 913 e in piccola parte nella zona 912 del modello di zonazione ZS9 del territorio italiano la cui magnitudo max risulta pari a 6.14 (vedi Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV - "Redazione della Mappa di Pericolosità Sismica- Rapporto Conclusivo" (Aprile 2004).

6.2 STRATEGIA PROGETTUALE

La strategia progettuale, d'intesa con la Committente è riportata nei paragrafi successivi.

- Vita Nominale pari a $V_N = 50$ anni
- Classe d'Uso IV coefficiente d'uso $C_U = 2.0$.
- Vita utile di riferimento: $V_R = (V_N)/(C_U) = 100$ anni

6.3 ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DA NORMATIVA

Le accelerazioni orizzontali massime convenzionali su suolo di categoria A, riferite ai Comuni interessati dal presente progetto, sono riportate nelle tabelle contenute nel presente paragrafo, insieme ai principali parametri di interesse necessari per la definizione dell'azione sismica.

Nelle tabelle con T_R (in anni) e a_g (in g) si indica rispettivamente il tempo di ritorno e l'accelerazione di picco su suolo di categoria A.

In fase progettuale, fissato il periodo di riferimento V_R (vedi § 2.4 delle NTC DM 14 Gennaio 2008) e stabilita la probabilità di superamento nel periodo di riferimento $P_V R$ (funzione dello stato limite considerato, Tabella 1), è possibile stimare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R attraverso l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Stati limite di esercizio (P_{VR})	Stati limite ultimi (P_{VR})
Stato limite di operatività (81%)	Stato limite di salvaguardia (10%)
Stato limite di danno (63%)	Stato limite di prevenzione del collasso (5%)

Tabella 1 - Definizione degli stati limite secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni e relative probabilità di superamento PVR.

Qualora la pericolosità sismica su reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno corrispondente al V_R e alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR fissate in progetto, il valore del generico parametro p (a_g , F_o , T^*c) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1}$$

nella quale:

- i. p è il valore del parametro di interesse corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato;
- ii. T_{R1} , T_{R2} sono i periodi di ritorno più prossimi a T_R per i quali si dispone dei valori p_1 e p_2 del generico parametro p .

I valori dei parametri a_g , F_o , T^*c relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC.

Si riportano di seguito le tabelle con i valori dei parametri a_g , F_o e T^*c , in funzione del periodo di ritorno T_R . I valori dei parametri a_g , F_o , T^*c sono stimati come media pesata dei valori assunti dai parametri nei 4 vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione e i 4 vertici sopraccitati.



Da pk 0 a pk 2050				
STATI LIMITE	TR [anni]	a_g [g]	F_o	T^*c [s]
SLO	60	0.069	2.491	0.275
SLD	101	0.086	2.485	0.285
SLV	949	0.210	2.432	0.308
SLC	1950	0.265	2.439	0.314
Periodo di riferimento per l'azione sismica	100			

Da pk 2050 a pk 4700				
STATI LIMITE	TR [anni]	a_g [g]	F_o	T^*c [s]
SLO	60	0.071	2.487	0.275
SLD	101	0.088	2.476	0.285
SLV	949	0.208	2.428	0.315
SLC	1950	0.259	2.454	0.321
Periodo di riferimento per l'azione sismica	100			

Da pk 4700 a pk 12800				
STATI LIMITE	TR [anni]	a_g [g]	F_o	T^*c [s]
SLO	60	0.072	2.478	0.275
SLD	101	0.089	2.470	0.286
SLV	949	0.211	2.440	0.314
SLC	1950	0.266	2.447	0.320



Periodo di riferimento per l'azione sismica	100	
---	-----	--

Da pk 12800 a pk 14833				
STATI LIMITE	TR [anni]	ag [g]	Fo	T*C [s]
SLO	60	0.073	2.469	0.275
SLD	101	0.091	2.463	0.285
SLV	949	0.216	2.429	0.315
SLC	1950	0.270	2.443	0.322
Periodo di riferimento per l'azione sismica	100			

6.4 DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO

Sulla base delle informazioni dedotte dalle campagne geognostiche eseguite è stato possibile individuare, in funzione delle progressive la categoria di suolo. Nella Tabella 4 è riportata la suddivisione effettuata.

da progressiva	a progressiva	Categoria di suolo
0	2500	B
2500	4700	B
4700	12800	C
12800	14833	C

Tabella 2 – Categorie di suolo in funzione della progressiva.

Nel seguito le definizioni per le categorie riscontrate lungo il tracciato secondo le Norme Tecniche 2018:

Tipo B: - *“...depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità”* ($360 < V_{s,30} < 800$ m/s)

Tipo C - *“...depositi a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti”* ($180 < V_{s,30} < 360$ m/s)

6.5 STABILITÀ DEL SITO NEI CONFRONTI DEI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE

Nel paragrafo 7.11.3. Risposta Sismica Locale e stabilità di sito delle nuove NTC-2018 è asserto che “il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii e/o manufatti, occorre procedere a interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili a liquefazione...”. Ai sensi delle NTC 2018 la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti caratteristiche:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$, dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove

penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.

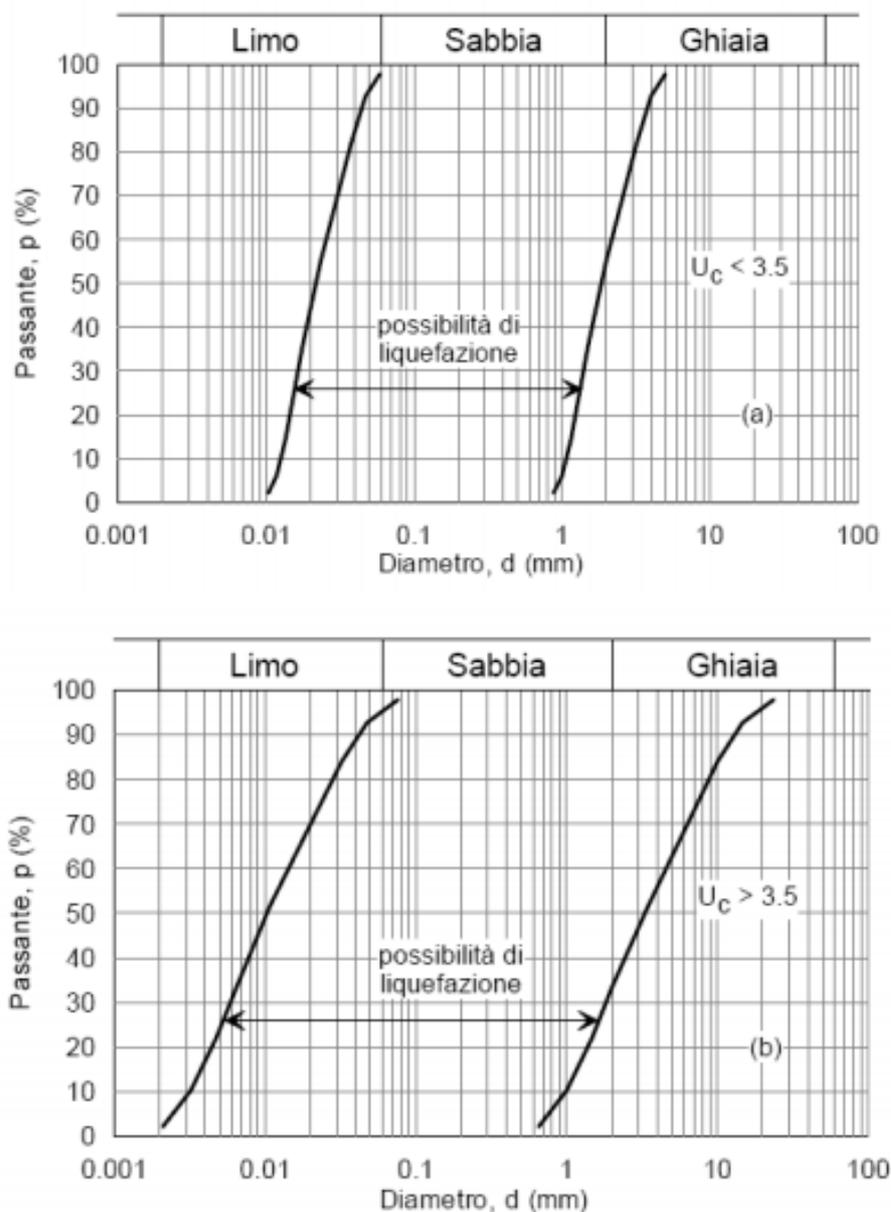


Figura 10: fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione.



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità
è Bologna

La sismicità di base del sito non consente l'omissione della verifica al fenomeno di liquefazione, in quanto, in base alla zona sismogenetica e alla disaggregazione della PGA0 di sito, è possibile discriminare una Magnitudo Momento attesa di $M_w = 6,14$ e una accelerazione attesa di $a_g = 0,15$ g. Inoltre, sulla base dei log stratigrafici presi in esame per la definizione del modello geologico del sito, è emersa la presenza di livelli di terreno con discreta componente sabbiosa. Per tali motivi, nelle successive fasi progettuali sarà necessario verificare puntualmente con indagini mirate la suscettibilità al fenomeno di liquefazione sismica dei terreni interessati dall'opera.

7. ARCHEOLOGIA

La procedura di “verifica preventiva dell’interesse archeologico”, comunemente conosciuta come “archeologia preventiva”, introdotta nel nostro ordinamento dalla legge 109 del 25 Giugno 2005, di cui all’art. 25 del d.lgs. 50/2016 (ex artt. 95-96 del d.lgs. 163/2006), presenta i suoi riflessi sulla progettazione dei lavori pubblici, sia quelli comuni che le grandi infrastrutture, sottoposti all’applicazione dello stesso Codice dei Contratti Pubblici.

In definitiva la procedura di archeologia preventiva ha lo scopo di raccogliere le informazioni significative ai fini della caratterizzazione archeologica dell’area oggetto di intervento prima dell’apertura dei cantieri, con l’intento di non arrecare danni al patrimonio antico, di non intralciare e rallentare il regolare svolgimento dei lavori nella fase esecutiva e, soprattutto, di fornire gli strumenti conoscitivi necessari alla soprintendenza competente per la formulazione delle prescrizioni operative e metodologiche più appropriate alla tutela del bene archeologico.

Le attività condotte per la stesura del documento, così come previsto nell’ambito della procedura di Verifica Preventiva dell’Interesse Archeologico (VPIA), possono essere così sinteticamente riassunte:

- 1) verifica dell’esistenza di vincoli archeologici disposti dall’ente di tutela, in base alla normativa vigente, nell’area destinata ai lavori di costruzione;
- 2) raccolta e studio dei dati bibliografici, dei dati archivistici ed aerofotografici esistenti;
- 3) ricognizioni di verifica sul terreno;
- 4) redazione della relazione e stesura della cartografia del rischio archeologico.

Per quanto riguarda i dati relativi al punto 1, di primaria importanza sono i vincoli indicati nel Piano Strutturale Comunale (PSC) di Bologna, approvato nel 2009, che delimitano le aree ad alta e media potenzialità archeologica e che sottopongono tali aree alle prescrizioni della competente Soprintendenza.

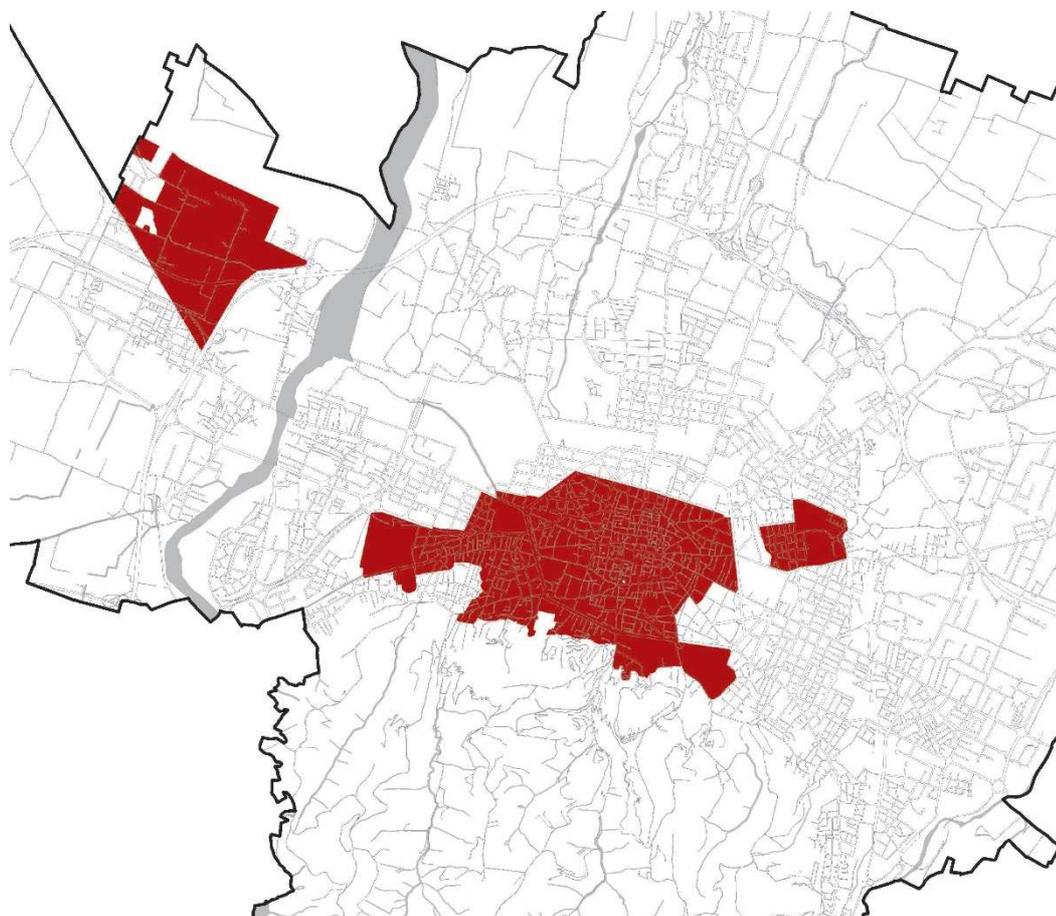


Figura 11 - Stralcio della PSC con indicazioni delle aree ad alta potenzialità archeologica

La raccolta dei dati bibliografici ed archivistici (punto 2) ha portato alla redazione di oltre 300 schede di evidenze archeologiche posto alla distanza massima di circa 200 metri dal tracciato progettuale; lo studio, infatti, ha riguardato una fascia territoriale di 400 metri avente, come mediana, il percorso tranviario stesso. Nessuno dato, al momento, è stato raccolto con l'analisi delle fotografie storiche, anche a causa della quota di volo troppo alta per l'individuazione di tracce archeologiche.

Lo sviluppo della linea tranviaria in area urbana, ovviamente, non ha permesso di svolgere le ricognizioni sul terreno (punto 3), mentre la redazione della cartografia archeologica (punto 4)



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità
è Bologna

ha evidenziato come l'intero tracciato presenti un rischio di interferenza con il patrimonio archeologico di grado medio e alto.

8. AMBIENTE

Nell'ambito della progettazione di fattibilità tecnica ed economica della prima linea tranviaria di Bologna (Linea Rossa), è stato redatto lo studio di prefattibilità ambientale dell'intervento proposto.

Tale studio descrive l'inquadramento del territorio interessato dal progetto, unitamente all'esito delle indagini ambientali eseguite, la descrizione delle soluzioni prescelte sotto il profilo localizzativo e funzionale, nonché eventuali problematiche riscontrate. L'analisi ha previsto un primo inquadramento delle problematiche ambientali, attraverso la verifica preliminare di compatibilità rispetto gli scenari programmatici e agli strumenti per la tutela delle risorse naturali e paesistico-territoriali.

Lo studio è stato articolato nelle seguenti parti:

- Principali caratteristiche dell'intervento: fornisce l'inquadramento delle aree interessate dal progetto, le principali caratteristiche dell'intervento in progetto, le alternative di tracciato e le prime indicazioni in merito alla cantierizzazione;
- Analisi degli strumenti di pianificazione urbanistica, ambientale e di settore: fornisce gli elementi conoscitivi delle relazioni tra l'opera in progetto e gli strumenti di pianificazione/programmazione territoriale e settoriale, verificandone la conformità;
- Ambiente: ricostruzione dello stato attuale, delle problematiche ambientali e delle misure di contenimento degli impatti: descrive l'inquadramento del territorio e dell'ambiente interessati dall'opera, le componenti ed i fattori ambientali interessati ed evidenzia le relazioni con l'opera in progetto;
- Allegati grafici esplicativi.

8.1 LINEE GUIDA DI APPLICAZIONE DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Sono state illustrate le modalità con cui il Progetto di Fattibilità Tecnico Economica (PFTE) e le successive fasi progettuali della linea della tranvia di Bologna, compatibilmente con il contesto e le esigenze progettuali, risponderanno ai principi di sostenibilità definiti dai "Criteri Ambientali



Minimi (CAM) per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici”, approvato con DM 11 ottobre 2017, in G.U. Serie Generale n. 259 del 6 novembre 2017.

Il **GPP** (Green Public Procurement) è definito dalla Commissione europea come “l’approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull’ambiente lungo l’intero ciclo di vita”.

I **Criteri Ambientali Minimi (CAM)** sono i requisiti ambientali volti a indirizzare gli enti pubblici verso una razionalizzazione dei consumi e degli acquisti e forniscono delle “considerazioni ambientali”, collegate alle diverse fasi delle procedure di gara volte a qualificare dal punto di vista della riduzione dell’impatto ambientale gli affidamenti e le forniture lungo l’intero ciclo di vita del servizio/prodotto. La loro applicazione sistematica ed omogenea consente di diffondere le tecnologie ambientali e i prodotti ambientalmente preferibili e produce un effetto leva sul mercato, inducendo gli operatori economici meno virtuosi ad adeguarsi alle nuove richieste della pubblica amministrazione.

Con il nuovo Codice appalti (D.lgs 50/2016), che conferma quanto previsto dalla L.221/2015, il GPP è diventato obbligatorio. Infatti, l’**art. 34 “criteri di sostenibilità energetica e ambientale” del D.Lgs 50/2016** “Codice dei contratti pubblici” pone l’obbligo per le stazioni appaltanti di contribuire al conseguimento degli obiettivi ambientali previsti dal Piano d’Azione Nazionale attraverso l’inserimento nella documentazione di gara delle specifiche tecniche contenute nei CAM. Questo obbligo garantisce che la politica nazionale in materia di **appalti pubblici verdi** sia incisiva non solo nell’obiettivo di ridurre gli impatti ambientali, ma nell’obiettivo di promuovere modelli di produzione e consumo più sostenibili di economia circolare e green economy. Oltre alla valorizzazione della qualità ambientale e al rispetto dei criteri sociali, l’applicazione dei Criteri Ambientali Minimi risponde anche all’esigenza della Pubblica Amministrazione di razionalizzare i propri consumi, riducendone ove possibile la spesa in un’ottica di valutazione costi-benefici.

In merito al punto 2.1 dei CAM "Selezione dei candidati" sono stati analizzati i seguenti aspetti:

- Sistemi di gestione ambientale
- Diritti umani e condizioni di lavoro

In merito al punto 2.2 dei CAM "Specifiche tecniche per gruppi di edifici" sono stati analizzati i seguenti aspetti:

- Inserimento naturalistico e paesaggistico
- Sistemazione aree a verde
- Riduzione del consumo di suolo e mantenimento della permeabilità dei suoli
- Conservazione dei caratteri morfologici
- Approvvigionamento energetico
- Riduzione dell'impatto sul microclima e dell'inquinamento atmosferico
- Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo
- Infrastrutturazione primaria
- Infrastrutturazione secondaria e mobilità sostenibile
- Rapporto sullo stato dell'ambiente

In merito al punto 2.3 dei CAM "Specifiche tecniche dell'edificio" sono stati analizzati i seguenti aspetti:

- Diagnosi energetica
- Prestazione energetica
- Approvvigionamento energetico
- Risparmio idrico
- Qualità ambiente interna
- Piano di manutenzione dell'opera
- Fine vita

In merito al punto 2.4 dei CAM “Specifiche tecniche dei componenti edilizi” sono stati analizzati i seguenti aspetti:

- Criteri comuni a tutti i componenti edilizi
- Criteri specifici per i componenti edilizi

Sono state poi esaminate le specifiche tecniche del cantiere.

8.2 ANALISI DELLE ALTERNATIVE DI TRACCIATO

Sono state esaminate le alternative di tracciato previste per la Linea Rossa del Tram, il cui percorso trae origine dal capolinea ovest situato a Borgo Panigale e si sviluppa lungo l’asse delle vie Marco Emilio Lepido e Aurelio Saffi fino al centro storico di Bologna; da qui prosegue verso nord in direzione della Stazione ferroviaria Bologna Centrale FS, del “Fiera District”, della zona Pilastro, per giungere all’altro capolinea nei pressi del Polo Funzionale CAAB.

8.3 CANTIERIZZAZIONE

Nell’ambito del progetto della cantierizzazione sono state individuate le fasi esecutive dell’opera tenendo conto dei seguenti aspetti:

- 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.

8.4 ANALISI DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE, AMBIENTALE E DI SETTORE



È stata analizzata la coerenza con i seguenti strumenti pianificatori di rilevanza regionale e locale:

- Piano Territoriale Regionale (PTR) dell'Emilia Romagna
- Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR) dell'Emilia Romagna;
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - Regione Emilia Romagna
- Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PSAI);
- Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Emilia Romagna;
- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP);
- Piano Strutturale Comunale (PSC), Piano Operativo Comunale (POC), Regolamento Urbanistico Edilizio (RUE) Comune di Bologna;
- Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) della Città Metropolitana di Bologna;
- Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU) del Comune di Bologna.

8.5 L'AMBIENTE: RICOSTRUZIONE DELLO STATO ATTUALE, DELLE PROBLEMATICHE E DELLE MISURE DI CONTENIMENTO DEGLI IMPATTI

È stata effettuata l'analisi della qualità ambientale con riferimento alle componenti dell'ambiente potenzialmente interessate dalla realizzazione degli interventi in progetto. Sono stati inoltre descritti, in via preliminare, i prevedibili effetti ambientali legati alla realizzazione del progetto e le misure previste per evitare, ridurre e compensare dal punto di vista ambientale gli eventuali effetti negativi indotti dal progetto sull'ambiente.

Le componenti analizzate sono state le seguenti:

- Mobilità e traffico;
- Atmosfera;
- Rumore e vibrazioni;
- Acque superficiali e sotterranee;
- Suolo e sottosuolo;
- Paesaggio e patrimonio storico/culturale;
- Ecosistemi, vegetazione e flora, fauna;

- Sistema insediativo, condizioni socio-economiche e salute pubblica.

8.5.1 MOBILITÀ E TRAFFICO

In merito alla componente mobilità e traffico è stato redatto apposito studio trasportistico per il progetto in esame, a cui si rimanda per maggiori approfondimenti.

8.5.2 ATMOSFERA

Lo studio ha dapprima esaminato il piano di gestione della qualità dell'aria, all'interno del quale la zonizzazione della Regione Emilia Romagna del 2011, che ripartisce il territorio regionale in tre distinte zone, "Appennino", "Pianura Ovest" e la "Pianura Est", individua una quarta zona, non omogenea, l'Agglomerato, coincidente con il territorio di Bologna, il quale a sua volta ricomprende in parte Pianura Est e Appennino. A sua volta la zonizzazione suddetta si articola in un'ulteriore distinzione in zone in funzione delle stazioni di rilevamento degli inquinanti.

Sono stati esaminati i dati rilevati nell'anno 2017 dalle stazioni della rete di monitoraggio sul territorio provinciale di Bologna, riferendosi ai valori limite e valori obiettivo definiti dalla normativa nazionale vigente, utilizzando tabelle ed elaborati grafici, per i parametri biossido di azoto, monossido di carbonio, PM10, PM2.5, Ozono e BTX.

8.5.2.1 Indagini eseguite in fase di studio di prefattibilità

Per la caratterizzazione dello stato di qualità dell'aria attuale per l'area di studio, è stata effettuata una campagna di monitoraggio dell'atmosfera costituita da n. 2 misure di 15 giorni per la determinazione dei parametri PM10 e PM2,5 e n. 5 misure di 15 giorni per la determinazione dei parametri biossidi di zolfo, biossidi di azoto, ozono, VOC, benzene, toluene, xileni, condotte presso ricettori ritenuti significativi lungo lo sviluppo del tracciato.

La campagna di monitoraggio dell'atmosfera ha previsto l'esecuzione delle seguenti attività di campo e laboratorio:

- esecuzione di campagne di misura di PM2,5 e PM10;



- esecuzione di campagne di misura di biossidi di zolfo, biossidi di azoto, ozono, VOC, benzene, toluene, xileni;
- acquisizione dati meteorologici;
- determinazioni di laboratorio per PM_{2,5} e PM₁₀, mediante campionatori gravimetrici;
- analisi di laboratorio per la determinazione della concentrazione di biossidi di zolfo, biossidi di azoto, ozono, VOC, benzene, toluene, xileni, mediante campionatori passivi.

Sulla base dei risultati ottenuti dalla campagna di monitoraggio della qualità dell'aria eseguita si evince che non sono stati rilevati superamenti dei valori limite dei parametri PM₁₀ e PM_{2.5} in tutti i punti monitorati.

8.5.3 RUMORE E VIBRAZIONI

La "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n. 447 del 26/10/1995 ha precisato l'orientamento normativo. Il DPCM 14/11/97 fissa i limiti massimi accettabili nelle diverse aree territoriali e definisce, al contempo la suddivisione dei territori comunali in relazione alla destinazione d'uso e l'individuazione dei valori limiti ammissibili di rumorosità per ciascuna area, riprendendo in parte le classificazioni già introdotte dal DPCM 01.03.1991. Il DPCM 14/11/97 stabilisce inoltre per l'ambiente esterno valori limite assoluti di immissione (tab.3.2), i cui valori si differenziano a seconda della classe di destinazione d'uso del territorio, mentre, per gli ambienti abitativi sono stabiliti anche limiti differenziali.

Con Deliberazione del Consiglio Comunale OdG 336/15 (PG 328998/15) è stata approvata la variante alla Classificazione acustica del territorio comunale, con le relative Norme tecniche di attuazione, elaborata secondo i criteri stabiliti dalla Regione Emilia-Romagna con DGR n. 2053/2001, recante "Criteri e condizioni per la classificazione del territorio".

8.5.3.1 Indagini eseguite in fase di studio di prefattibilità - Rumore

Per la caratterizzazione del clima acustico dell'area di studio, è stata effettuata una campagna di monitoraggio acustico costituita da n. 11 misure della durata di 24 ore e da n. 2 misure della durata di 7 giorni, condotte presso ricettori ritenuti significativi lungo lo sviluppo del tracciato.



Per l'esecuzione della campagna di rilievo del rumore è stata utilizzata una strumentazione conforme agli standard prescritti dall'articolo 2 del Decreto del Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

8.5.3.2 Indagini eseguite in fase di studio di prefattibilità - Vibrazioni

Per la caratterizzazione delle vibrazioni nell'area di studio, è stata effettuata una campagna di monitoraggio costituita da n. 5 misure della durata di 30 minuti, condotte presso ricettori ritenuti significativi lungo lo sviluppo del tracciato.

Tutte le rilevazioni sono state eseguite posizionando il sensore al limite del piano viabile e la misurazione rappresenta quindi un'entità che subirà ulteriori smorzamenti.

Sulla base dei risultati ottenuti dalla campagna di indagine vibrazionale eseguita, si può concludere che l'attuale livello di traffico, con la tipologia di passaggio di veicoli leggeri, pesanti e autobus produce un livello di emissione e di onde meccaniche che non è in grado di generare danni o disturbo alle costruzioni ordinari o monumentali.

8.5.4 ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

8.5.4.1 Acque superficiali

L'area di studio rientra tra i 47 bacini idrografici individuabili sul territorio regionale, tributari del Fiume Po o del mare Adriatico, drenanti areali imbriferi di almeno 10 km².

Di essi, 22 si immettono nel fiume Po e interessano essenzialmente le province di Piacenza, Parma, Reggio Emilia e Modena, mentre i restanti 25, riferibili sostanzialmente alle province di Bologna, Ferrara e alle province della Romagna, sfociano direttamente in Adriatico.

La Direttiva Quadro per le Acque 2000/60/CE, recepita in Italia dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 recante "Norme in materia ambientali" ha come obiettivi la tutela e il miglioramento della qualità ambientale attraverso la progressione verso condizioni più soddisfacenti, la protezione degli ecosistemi acquatici e l'utilizzo accorto e razionale della risorsa idrica promuovendone un utilizzo sostenibile, prevenendone l'ulteriore deterioramento, proteggendo migliorando lo stato degli ecosistemi acquatici e delle zone umide associate.



Il Decreto Monitoraggio DM 260/10 individua due tipologie di monitoraggio con obiettivi differenti, Sorveglianza e Operativo, che prevedono attività e frequenze diverse, sessennale il primo e triennale il secondo.

Il nuovo sistema di monitoraggio pianificato ai sensi della direttiva è stato approvato con Delibera di Giunta Regione Emilia-Romagna n. 350/2010 e costituisce parte integrante del Piano di Gestione 2010-2015. La metodologia applicata per le acque superficiali fluviali ha condotto all'individuazione, sul territorio regionale, di 18 tipi di aste naturali e di 4 tipi di aste artificiali.

Nell'Area Metropolitana di Bologna nel biennio 2014-2015 sono state monitorate n. 37 stazioni di prelievo, tutte ricadenti nel Bacino Reno ad eccezione della stazione sul Torrente Dardagna che invece si colloca nel Bacino Panaro. Nel 2016 sono state monitorate n. 30 stazioni di prelievo, tutte ricadenti nel Bacino Reno.

Le stazioni sottoposte a monitoraggio di Sorveglianza sono state n. 6 nel biennio 2014-2015 e n. 3 nel 2016, tutte le altre invece sono state sottoposte a monitoraggio Operativo.

Per tutte le stazioni è previsto un profilo analitico di base che è stato implementato e integrato di volta in volta a seconda della tipologia di pressioni e impatti presenti sul corpo idrico.

Osservando l'andamento complessivo dell'area metropolitana in generale il Fosforo totale è, dei tre parametri, quello che ha la percentuale più alta nel livello 1 per l'anno 2016 e l'azoto nitrico per il biennio 2014-2015, l'azoto ammoniacale pur avendo una buona percentuale nei livelli 1 e 2 ne ha una molto alta in livello 5.

Al fine di valutare lo Stato Chimico e dello Stato Ecologico dei corpi idrici sono state inoltre ricercate rispettivamente le sostanze dell'elenco delle priorità elencate nella Tabella 1/A – “Standard di qualità nella colonna d'acqua per le sostanze dell'elenco di priorità” dell'Allegato 1 del D.M. 260/10 e gli inquinanti specifici presenti nella Tabella 1/B dell'Allegato 1 del D.M. 260/10 allo Stato Ecologico.

8.5.4.2 Acque sotterranee

Nel contesto ambientale dell'Emilia-Romagna tutta la pianura contiene corpi idrici sotterranei significativi e come tale è da monitorare, ma ai corpi stessi si riconosce diversa importanza gerarchica.

Gli approfondimenti relativi al modello concettuale dell'acquifero regionale hanno portato alla definizione dei corpi idrici significativi (complessi idrogeologici) il cui elenco è riportato nella Tabella che segue e la cui distribuzione in pianta è riportata nella Tabella che segue.

L'area oggetto di intervento si inserisce all'interno del complesso idrogeologico delle conoidi alluvionali appenniniche, tra le conoidi maggiori e intermedie.

Nelle aree di ricarica sono previste dal PTA una serie di limitazioni alle attività antropiche, finalizzate alla tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche sotterranee, nelle zone di pianura, in riferimento all'utilizzo idropotabile e, nel caso dei fontanili, in riferimento al loro valore ecologico-ambientale. Queste limitazioni riguardano nello specifico le attività agrozootecniche (spandimento sui suoli agricoli di effluenti zootecnici, fertilizzanti, fanghi e fitofarmaci), le attività estrattive, attività di smaltimento rifiuti, attività industriali, estensione e tipologia di opere di urbanizzazione e di infrastrutturazione tecnologica e viaria.

Le aree interessate dal tracciato in oggetto si collocano parzialmente all'interno del Settore B di ricarica della falda e marginalmente nel Settore A.

La direttiva europea 2000/60/CE prevede il monitoraggio dei corpi idrici per la definizione sia dello stato quantitativo sia di quello chimico, attraverso due apposite reti di monitoraggio:

- rete per la definizione dello stato quantitativo: effettuato per fornire una stima affidabile delle risorse idriche disponibili e valutarne la tendenza nel tempo, al fine di verificare se la variabilità della ricarica e il regime dei prelievi risultano sostenibili sul lungo periodo;
- rete per la definizione dello stato chimico: per la definizione dello stato chimico è articolato nei seguenti programmi:
 - monitoraggio di sorveglianza;
 - monitoraggio operativo



In diversi casi le stazioni di monitoraggio appartengono ad entrambe le reti.

Complessivamente si evidenzia che il 79% dei corpi idrici è in stato “buono”, pari a 115 corpi idrici rispetto i 145 totali. Si tratta di corpi idrici collinari e montani, di fondovalle, freatici e profondi di pianura alluvionale.

Questi ultimi rappresentano ca. il 70% della superficie totale di pianura. Il resto dei corpi idrici, il 21% pari a numero 30 del totale, è in stato quantitativo “scarso”, cioè a rischio di non raggiungere gli obiettivi fissati dalla normativa.

Lo stato chimico dei corpi idrici sotterranei è stato desunto a partire dallo stato chimico calcolato per ciascuna stazione di monitoraggio. Complessivamente si evidenzia che il 68% dei corpi idrici è in stato di “buono”, pari complessivamente a 99 rispetto i 145 totali. Si tratta di corpi idrici collinari e montani, di fondovalle e profondi di pianura alluvionale. Il resto dei corpi idrici, il 32% pari a 46 del totale, è in stato chimico “scarso”, che contribuisce a mettere a rischio di non raggiungere gli obiettivi di qualità nazionali ed europei. Si tratta di 36 corpi idrici di conoide alluvionale appenninica, 8 montani e 2 freatici di pianura. Questi ultimi, che sono a diretto contatto con tutte le attività antropiche svolte in pianura, evidenziano come principali sostanze che non permettono di raggiungere lo stato di “buono” i nitrati e i fitofarmaci, mentre non risulta al momento critica la presenza di organoalogenati.

8.5.5 SUOLO E SOTTOSUOLO

8.5.5.1 Inquadramento geomorfologico, geologico, idrogeologico e sismico

Dal punto di vista morfologico, nell’ambito del comune di Bologna, si distinguono un sistema collinare ed un sistema di pianura. L’individuazione dei due sistemi, caratterizzati da una evoluzione strutturale indipendente, è legata all’esistenza, in corrispondenza del settore pedecollinare, del lineamento tettonico ad andamento NW-SE correlabile alla struttura di thrust nota in letteratura con la denominazione Sovrascorrimento Frontale Pedeappennico o PTF.



Gli elementi geomorfologici riscontrabili in corrispondenza del tracciato in progetto, sono essenzialmente ascrivibili ad ambienti di deposizione alluvionale quali ambiente di conoide, di piana alluvionale e, localmente, di terrazzo alluvionale.

La media e la bassa pianura si collocano a Nord del settore individuato e procedendo in direzione Sud-Nord si assiste ad un progressivo aumento dei litotipi a granulometria fine. Le quote variano da 80-90 m s.l.m. m a ridosso del margine appenninico a 32 m s.l.m. m in prossimità del confine settentrionale del territorio comunale.

Dal punto di vista dell'assetto geologico regionale, la formazione della pianura bolognese, nella quale è situato il territorio in esame, è legata all'evoluzione tettonica-sedimentaria del bacino padano.

La pianura bolognese è quindi compresa tra il sistema tettonico del "sovrascorrimento pedeappenninico" ed il fianco meridionale delle pieghe della Dorsale Ferrarese.

Lo schema di riferimento della successione geologico-stratigrafica per la pianura bolognese è costituito dalla successione di tre diverse sequenze deposizionali:

- Supersistema del Pliocene medio-superiore: costituisce la base dei gruppi acquiferi del bolognese (età da 3,6 a 2,2 milioni di anni)
- Supersistema del Quaternario marino: caratterizzato dalla presenza di 4 complessi acquiferi, depositatisi nel periodo compreso tra 2,2 e 0,65 milioni di anni;
- Supersistema Emiliano-Romagnolo, che rappresenta la successione quaternaria continentale.

I terreni affioranti nei pressi dell'area in progetto sono raggruppati nel Supersistema Emiliano Romagnolo e sono inserite nel Subsistema di Ravenna (AES8) come facies di limi sabbiosi.

Per quanto riguarda l'inquadramento idrogeologico, gli acquiferi nell'area di pianura bolognese assumono un ruolo di primaria importanza nell'ambito della gestione delle risorse idriche sotterranee, alimentando i tre principali centri di approvvigionamento idrico comunale.



Come evidenziato da ARPA nel progetto di rilievo della subsidenza in Emilia-Romagna realizzato per la Regione e la Provincia di Bologna, l'elemento primario è stato l'aggiornamento delle conoscenze sul fenomeno della subsidenza da un punto di vista geometrico, su un'area di indagine che comprende l'intera pianura regionale, circa 11.000 km².

8.5.5.2 *Modello geologico e caratterizzazione meccanica dei terreni*

La ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo indagato scaturisce dall'analisi delle indagini in sito di riferimento.

Da un punto di vista stratigrafico è possibile distinguere diverse facies che si succedono in modo non sequenziale nel sottosuolo, con rapporti stratigrafici fortemente eteropici, con conseguenti repentine variazioni e cambi di facies sia in senso orizzontale che verticale ed interdigitazioni tra di esse. Tale assetto stratigrafico con l'indicazione della distribuzione delle diverse unità geologiche in profondità è rappresentato nella sezione litostratigrafica allegata alla relazione geologica. La reale geometria delle diverse unità è accertata solo in corrispondenza delle verticali d'indagine prese in esame, mentre per le altre distribuzioni, trattandosi di estrapolazioni su base sedimentologica in funzione delle indagini, sono da tener conto possibili variazioni locali.

8.5.5.3 *Esame interferenze siti contaminati con le aree di studio*

La Regione Emilia-Romagna con DGR n. 1106 dell'11 luglio 2016 ha istituito l'Anagrafe regionale dei Siti da Bonificare.

Il primo Piano regionale fu approvato con DGR n. 637/1995; con successivo atto n. 1058/1998 del Consiglio regionale fu approvato il Programma degli interventi di bonifica finanziati. Il Piano è attualmente in fase di nuova emissione.

Da quanto esaminato, si evince che il tracciato non interferisce direttamente con nessun sito contaminato e/o bonificato.

8.5.5.4 *Consumo di suolo*

È stato esaminato il consumo di suolo e le relative alternative di localizzazione delle aree di deposito.



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità
è Bologna

Si descrivono di seguito i caratteri delle aree individuate come ragionevoli alternative localizzative per la realizzazione del deposito dei mezzi della linea tranviaria, partendo dal presupposto che, per rispondere alle esigenze progettuali ed ottimizzare l'efficienza del servizio in fase di esercizio, l'area nella quale verrà realizzato il deposito deve rispondere ai seguenti requisiti: dimensione dell'area e distanza dalla linea della tranvia.

Si evidenzia che in prossimità del tracciato della linea tranviaria, che attraversa quartieri densamente urbanizzati di Bologna, non sono presenti aree dismesse di dimensioni sufficienti alle esigenze individuate per il deposito che possano rappresentare una "ragionevole alternativa localizzativa che non determina consumo di suolo".

La tabella di seguito riportata sintetizza quanto analizzato, evidenziando come l'alternativa 1 a Borgo Panigale sia l'unica in grado di soddisfare le esigenze progettuali.



	alternativa 1 - capolinea ovest Borgo Panigale	alternativa 2 - ex cava	alternativa 3 - via San Donato	alternativa 4 - capolinea est CAAB
localizzazione	localizzazione periferica è strategica per ridurre il transito di mezzi all'interno dell'abitato nella fase di cantiere e poter limitare, in fase di esercizio della tranvia, l'ingresso di auto in città	l'area all'interno del territorio urbanizzato è interclusa fra la linea ferroviaria a nord e est, la A14 ad ovest e l'abitato a sud risulta inaccessibile	in prossimità dell'area sono presenti case sparse: la fase di cantiere e di esercizio avrebbe impatto rilevante su tali ricettori sensibili	la localizzazione periferica potrebbe essere strategica, ma va considerato l'impatto su un contesto urbano in forte trasformazione (apertura di FICO, Piano Attuativo nel lotto libero a nord)
superficie territoriale	adeguata alle esigenze progettuali	insufficiente	insufficiente	insufficiente
distanza dalla linea tranvia	collegamento diretto	impossibilità di collegamento	collegamento diretto	collegamento diretto
nuove opportunità generate dalla trasformazione	sia per la posizione sia per le dimensioni l'area offre la possibilità di realizzare un centro di mobilità di adeguata capacità e funzionalità.	l'inaccessibilità dell'area compromette la possibilità di realizzare un centro di mobilità di adeguata capacità e funzionalità	il PUMS non individua previsioni di centri di mobilità nell'area o nelle vicinanze	il PUMS non individua previsioni di centri di mobilità nell'area o nelle vicinanze
consumo di suolo	area esterna al territorio urbanizzato	area interna al territorio urbanizzato	area esterna al territorio urbanizzato	area interna al territorio urbanizzato
accessibilità veicolare	elevatissimo livello di accessibilità veicolare (A14, tangenziale nord)	livello inadeguato di accessibilità	elevato livello di accessibilità	buon livello di accessibilità
intermodalità	centro di mobilità già previsto dal PUMS	intermodalità compromessa dalla localizzazione difficilmente accessibile dell'area	via San Donato come rete strategica esistente delle piste ciclabili	via Giovan Battista Martinetti è nella rete delle piste ciclabili un tracciato integrativo e da finanziare
vincoli	nessun vincolo rilevante che comprometta l'edificabilità	elettrodotto di alta tensione	fascia di rispetto stradale dell'autostrada e fascia di rispetto elettrodotto di alta tensione	nessun vincolo rilevante che comprometta l'edificabilità

8.5.6 PAESAGGIO E PATRIMONIO STORICO/CULTURALE

Lo studio della componente Paesaggio è stato svolto definendo due principali livelli di analisi, specificatamente riconducibili ai seguenti aspetti principali:

- inquadramento del contesto paesaggistico di ambito vasto in cui il progetto si inserisce;
- caratterizzazione paesaggistica e percettiva dell'area di riferimento del progetto.

La fase di caratterizzazione "paesaggistica" dell'ambito territoriale interessato dalla realizzazione dell'opera - verificata attraverso l'analisi di fotografie aeree e sopralluoghi, integrata con l'analisi del Piano Paesistico Territoriale Regionale (PTPR) e del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia (PTCP) di Bologna, ha rappresentato il fondamentale strumento di conoscenza e di descrizione "aggregata" dei caratteri fisici, socio - culturali e paesistici dell'ambito esaminato.

La necessità metodologica d'individuazione di questi elementi strutturali è essenzialmente finalizzata a rispondere a due tipi d'esigenze.

La prima è di descrivere ed interpretare il paesaggio, inteso non come semplice sommatoria di elementi, ma come unità sistemica mutevole e dinamica, al fine di individuarne i caratteri e le valenze che possano evidenziare le potenzialità di trasformazione e di sviluppo.

La seconda esigenza deriva dalla necessità di supportare ed organizzare il passaggio metodologico dalla lettura/interpretazione alla restituzione/trasmisione dei significati e dei valori del paesaggio in funzione degli obiettivi assunti per la salvaguardia e la tutela del contesto territoriale.

L'analisi dei caratteri paesaggistici dei contesti in cui si inserisce l'opera di progetto, porta a delineare una vera molteplicità di paesaggi. Ciò è dovuto principalmente alla natura stessa dell'intervento, trattandosi questo di un'opera di carattere infrastrutturale, a sviluppo prevalentemente lineare, la cui funzione è quella di connettere trame e tessuti urbani con caratteri molto distanti tra loro e che si differenziano anche in maniera sostanziale.

8.5.7 ECOSISTEMI, VEGETAZIONE E FLORA, FAUNA

Ecosistemi

La rete ecologica è un sistema polivalente di nodi e corridoi. I nodi sono rappresentati da elementi ecosistemici tendenzialmente areali dotati di dimensioni e struttura ecologica tali da svolgere la funzione di “serbatoi di biodiversità”. I corridoi sono rappresentati da elementi ecosistemici sostanzialmente lineari di collegamento tra i nodi che, innervando tutto il territorio comunale, favoriscono la tutela, la conservazione e l’incremento della biodiversità floro-faunistica. In particolare i corridoi svolgono funzioni di rifugio e sostentamento della fauna, fornendo vie di transito e agendo come captatori di nuove specie.

La rete ecologica è composta da:

- una rete ecologica principale;
- una rete ecologica secondaria;
- una rete ecologica urbana.

Sono considerati nodi: l'insieme Giardini Margherita - ex Staveco - aree di via Codivilla – San Michele in Bosco; il parco della Certosa (villa Contri) con una parte del canale di Reno e il parco della Funivia; l'area Scandellara assieme a quella di villa Pini e all'arboreto comunale; il parco di San Donnino; l'insieme parco Nord - aree sportive Dozza - spazi a nord della Fiera; il parco di via Corticella (Caserme Rosse – fascia boscata); il parco di Villa Angeletti e quello della lunetta Mariotti; il parco di Villa Spada e quello di Villa delle Rose; i Prati di Caprara.

I nodi ecologici urbani, dal punto di vista dell'utenza ciclo-pedonale, sono i principali “nodi di interscambio” tra città e territorio rurale; costituiscono la rete dei parchi dedicati al tempo libero e alla ricreazione informale.

Il Connettivo ecologico urbano svolge, all'interno del territorio urbano, una funzione analoga a quella svolta dal connettivo ecologico nel territorio rurale. Esso è rappresentato da elementi ecosistemici sostanzialmente lineari, detti corridoi, di collegamento tra i nodi che, innervando tutto il territorio comunale, favoriscono la tutela, la conservazione e l’incremento della biodiversità floro-faunistica. In particolare i corridoi svolgono funzioni di rifugio e sostentamento

della fauna, fornendo vie di transito e agendo come captatori di nuove specie. Il connettivo è costituito dalla vegetazione (alberi, arbusti, prati) di parchi e giardini pubblici e d'uso pubblico, di viali e verde d'arredo, oltre che di parchi e giardini privati; vegetazione e suoli non impermeabilizzati sono presidi ecologici diffusi nella città.

Complessivamente sono circa un centinaio i Nodi ecologici semplici di cui più della metà si riferiscono a ecosistemi acquatici, mentre i restanti sono relativi a formazioni vegetali.

Vegetazione

Lo studio della copertura vegetale del territorio interessato dal tracciato ha fotografato la situazione, fornendo dati e informazioni particolarmente utili per l'analisi della componente. Il verde a carattere più naturale si concentra in collina e lungo le fasce fluviali, mentre l'ambito urbano e periurbano si contraddistingue per il prevalere di un verde ornamentale che va dalle più estese zone alberate dei parchi pubblici e privati ai giardinetti intorno alle abitazioni, con ambiti di eccellenza attestati in alcuni settori della parte meridionale della città.

A Bologna il verde pubblico comprende oggi più di 750 aree, per una superficie complessiva di oltre 1.000 ettari. Si tratta di un patrimonio quantitativamente cospicuo, se rapportato a quello di molte altre città italiane, che tuttavia offre poche aree di eccellenza e risponde solo in parte, in termini di qualità e caratterizzazione degli spazi, alle molteplici esigenze di Bologna e che, senza dimenticare l'antica funzione pubblica assolta da luoghi celebri come i Prati di Caprara, la Montagnola e San Michele in Bosco nei due-tre secoli precedenti, ha cominciato a comporsi nel corso dell'Ottocento. Oltre a quello dei Prati di Caprara, in corrispondenza delle aree di intervento, emergono con particolare rilevanza i complessi sistemi del canale Navile e della canaletta Ghisiliera. Gli "inserti verdi" costituiscono forse gli elementi più innovativi e determinanti nel nuovo disegno del sistema del verde della città di Bologna. Si configurano come un insieme di spazi verdi di diversa natura connessi a direttrici naturali, storiche e testimoniali di rilievo, tra le quali spiccano i più noti corsi d'acqua naturali e artificiali che attraversano la città per poi spingersi verso la pianura.

Fauna



La presenza di animali all'interno delle città è nota a tutti, almeno per quanto riguarda le specie più comuni, quali piccioni, merli, storni, cornacchie, ratti, topi, ecc.. Meno diffusa è la conoscenza sull'effettiva ricchezza della fauna che frequenta giardini pubblici, parchi urbani e tratti cittadini di fiumi. Dal punto di vista biogeografico, il territorio della Provincia di Bologna è collocato all'interno della regione del Paleartico occidentale, in un'area di transizione tra la sottoregione europea e quella mediterranea. Nel suo complesso la fauna rientra in quella tipica dell'Europa centrale e atlantica, con alcune specie che sottolineano la posizione di transizione

La Regione Emilia-Romagna ha approvato nel luglio 2006, la L.R. n. 15 "Disposizioni per la tutela della fauna minore in Emilia-Romagna", per salvaguardare specie considerate essenziali nella composizione degli habitat naturali e seminaturali. In generale, gli animali che riescono ad adattarsi agli ambienti urbani sono quelli che possono definirsi "generalisti" per quanto riguarda l'alimentazione, dotati di flessibilità nelle scelte come il luogo per nidificare e che sono molto tolleranti al disturbo derivante da attività umane. Esempi largamente conosciuti da tutti sono, ad esempio, il Piccione (*Columba livia*), il Passero d'Italia (*Passer italiae*), il Ratto nero (*Rattus rattus*), il Surmolotto (*Rattus norvegicus*) o il Topolino delle case (*Mus domesticus*). Si tratta di specie che grazie alle caratteristiche dell'ambiente urbano (diventato più caldo e luminoso con conseguenti modificazioni del foto e termoperiodo che favoriscono l'attività riproduttiva) e dei suoi cittadini (che offrono in modo più o meno volontario grandi quantità di cibo) sono caratterizzati da continui ed elevati incrementi numerici.

8.5.8 SISTEMA INSEDIATIVO, CONDIZIONI SOCIO-ECONOMICHE E SALUTE PUBBLICA

Il Comune di Bologna presenta un'estensione territoriale complessiva di ca. 140 km², con una popolazione giornaliera di più di mezzo milione di abitanti, tra residenti e non, che comprende anche chi vi si reca per ragioni di studio e di lavoro.

Le tendenze demografiche di lungo periodo che hanno interessato Bologna nell'ultimo trentennio hanno ovviamente modificato in modo rilevante la composizione per sesso ed età della popolazione comunale, che si è sempre più caratterizzata come una collettività fortemente



invecchiata con una contemporanea e significativa ripresa della natalità nella seconda metà degli anni Novanta.

Il dato del 2017 conferma la tendenza di fondo che negli ultimi anni ha visto la popolazione bolognese in lieve e costante crescita (nell'ultimo quinquennio ca. 9.000 residenti in più, circa 1.700 in media ogni anno). Questa ripresa è frutto di un saldo migratorio ampiamente positivo, che compensa e supera il valore strutturalmente negativo del saldo naturale (nati-morti), in parte attenuato negli ultimi anni da un livello delle nascite relativamente elevato per la città.

In particolare nel 2017 il saldo migratorio è ancora positivo per oltre 2.600 unità; il saldo naturale, pur restando ampiamente negativo, si attesta a -1.758 unità.

Prosegue nel 2017 un rilevante flusso dall'estero, che rappresenta però meno di un quarto dell'immigrazione in città (24,5%). Il saldo migratorio è ampiamente positivo ed è determinato in particolare da un bilancio in attivo con l'Italia meridionale e insulare (+2.446 unità) che supera quello con l'estero (+2.326 persone), confermando la capacità attrattiva della città a livello nazionale. Per contro il capoluogo ha registrato un passivo di -1.552 residenti con l'area metropolitana, in particolare con alcuni comuni della prima cintura (San Lazzaro di Savena, Casalecchio di Reno, Castenaso, Castel Maggiore, Anzola dell'Emilia, Granarolo dell'Emilia, Zola Predosa), oltre che verso Sasso Marconi e la vasta area della Valsamoggia.

Sulla base dell'elenco reso disponibile da Arpae (rif. ultimo aggiornamento 31/08/2018), nella Provincia di Bologna vi sono 17 stabilimenti a Rischio d'Incidente Rilevante, di cui n 2 ricadono nel Comune di Bologna. In particolare, non è riscontrabile la presenza di stabilimenti a rischio di incidente rilevante nelle immediate vicinanze degli interventi previsti.

8.5.9 *IMPATTI AMBIENTALI E MISURE DI MITIGAZIONE*

Gli impatti che si prevede di avere con la realizzazione dell'intervento in progetto e le relative misure di mitigazione sono riassunti nella tabella che segue:



Matrice ambientale	Impatti previsti	Mitigazioni
Traffico e mobilità	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interferenze temporanee con attuale sistema sulla mobilità in fase di cantiere <p>-----</p> <p>Fase di esercizio: Impatti positivi legati a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • migliorare l'accessibilità dei cittadini in particolare verso e da i poli attrattori (es. centro storico, stazione centrale, fiera, ecc.); • ridurre sensibilmente i fattori di rischio (inquinamento atmosferico, rumore, incidenti, ecc.); • contribuire al riequilibrio modale della mobilità; • produrre un effetto propulsore della qualità urbana e della vivibilità delle aree interessate dal progetto ai fini della loro attrattività. 	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Garantire accesso passi carrai • Garantire accesso mezzi emergenza • Garantire viabilità trasversale al tracciato • Realizzazione itinerari alternativi per traffico pubblico • Movimentazione mezzi pesanti al di fuori degli orari di punta • Apposita segnaletica orizzontale e verticale • Predisposizione di campagna di informazione <p>-----</p> <p>Fase di esercizio:</p> <p>--</p>
Atmosfera e clima	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formazione di emissioni diffuse • Traffico dei mezzi di cantiere e scarichi macchine operatrici <p>-----</p> <p>Fase di esercizio: Impatti positivi legati a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • riduzione congestione di traffico; • riduzione transito di mezzi del trasporto pubblico su gomma; 	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • bagnature superfici transito interne cantiere • bagnatura dei cumuli • impianti lavaggio ruote • bassa velocità transito mezzi di cantiere • eventuale spazzolatura a umido aree prossime all'ingresso dei cantieri <p>-----</p> <p>Fase di esercizio:</p> <p>--</p>



Matrice ambientale	Impatti previsti	Mitigazioni
	<ul style="list-style-type: none"> riduzione del consumo di carburanti da fonti fossili 	
Rumore	Fase di cantiere: <ul style="list-style-type: none"> rumorosità delle attività di cantiere 	Fase di cantiere: <ul style="list-style-type: none"> Uso di macchinari omologati e con buona manutenzione studio della disposizione temporale delle attività scelta e stato degli pneumatici opportuna manutenzione delle attrezzature; evitare uso prolungato del clacson sollevamento materiali in luogo del loro trascinarsi evitare frenate ed accelerazioni brusche eventuale utilizzo di recinzione di cantiere fonoassorbente esecuzione delle attività maggiormente impattanti in orari più consoni e non contemporaneamente ricercare mezzi e metodologie alternativi per eseguire le stesse lavorazioni
	Fase di esercizio: Impatti positivi legati a: <ul style="list-style-type: none"> riduzione congestione di traffico; riduzione del consumo di carburanti da fonti fossili 	Fase di esercizio: <ul style="list-style-type: none"> verifica puntuale sui ricettori critici mediante esecuzione attività di monitoraggio
Acque superficiali e sotterranee	Fase di cantiere: <ul style="list-style-type: none"> eventuali sversamenti accidentali produzione acque di lavorazioni e dilavamento consumi idrici in corrispondenza delle aree di cantiere fisso lavorazioni in prossimità di ambienti acquatici realizzazione di opere fondazionali in sottoterraneo (es. pali) generazione di polveri che trasportate dal vento possono ricadere all'interno di corsi d'acqua Fase di esercizio: <ul style="list-style-type: none"> dilavamento acque meteoriche 	Fase di cantiere: <ul style="list-style-type: none"> bagnature superfici transito interne cantiere bagnatura dei cumuli impianti lavaggio ruote bassa velocità transito mezzi di cantiere copertura dei mezzi adibiti al trasporto materiali pulverulenti eventuale spazzolatura ad umido aree prossime all'ingresso dei cantieri opportuni sistemi di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di dilavamento Fase di esercizio:



Matrice ambientale	Impatti previsti	Mitigazioni
	<ul style="list-style-type: none"> eventuali sversamenti accidentali su aree non pavimentate 	<ul style="list-style-type: none"> opportuni sistemi di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di dilavamento idonee procedure operative per prevenire/gestire eventuali sversamenti accidentali su aree non pavimentate
Suolo e sottosuolo	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> modificazione dei suoli coinvolti nella realizzazione dei cantieri (es. scotico, compattazione, spostamento e movimentazione, ecc.) produzione e gestione dei materiali di risulta (incluso il trasporto degli stessi); produzione e gestione di terre e rocce da scavo; eventuali sversamenti accidentali su aree non pavimentate eventuale percolazione di sostanze pericolose derivanti dai mezzi di cantiere <p>-----</p> <p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> consumo di suolo eventuali sversamenti accidentali su aree non pavimentate 	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> minimizzazione dell'uso di risorse non rinnovabili (es. terreno vegetale, terre rocce da scavo, ecc.) gestione aree di stoccaggio piazze sosta mezzi pavimentate verifica stato dei mezzi e manutenzione gestione traffico e viabilità esecuzione trasporti principalmente in orario diurno tenendo conto della presenza di zone sensibili <p>-----</p> <p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> si veda quanto riportato per la componente Ecosistemi, Vegetazione e Flora, Fauna idonee procedure operative per prevenire/gestire eventuali sversamenti accidentali su aree non pavimentate
Paesaggio e patrimonio storico/culturale	<ul style="list-style-type: none"> Frammentazione dei sistemi paesaggistici presenti, alla riduzione dei caratteri del paesaggio circostante l'infrastruttura 	<ul style="list-style-type: none"> Sistemazioni ambientali a verde Ricostruzione elementi a valenza naturale
Ecosistemi, Vegetazione, Flora – Fauna	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> scotico e taglio di vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea produzione ed emissione di polveri disturbo fauna <p>-----</p> <p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> frammentazione degli ecosistemi presenti modificazione permeabilità faunistica riduzione funzionalità ecologica 	<p>Fase di cantiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> bagnature superfici transito interne cantiere bagnatura dei cumuli impianti lavaggio ruote bassa velocità transito mezzi di cantiere eventuale spazzolatura ad umido aree prossime all'ingresso dei cantieri <p>-----</p> <p>Fase di esercizio:</p> <ul style="list-style-type: none"> piantumazioni di alberature



Matrice ambientale	Impatti previsti	Mitigazioni
	<ul style="list-style-type: none"> • eventuali collisioni durante attraversamenti • taglio di vegetazione • produzione e emissione di polveri 	
Sistema insediativo, condizioni socio-economiche e salute pubblica	<p>Vedi componente mobilità e traffico, rumore e atmosfera.</p> <p>Impatti positivi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • migliorare l'accessibilità dei cittadini in particolare verso e da i poli attrattori (es. centro storico, stazione centrale, fiera, ecc.); • ridurre sensibilmente i fattori di rischio (inquinamento atmosferico, rumore, incidenti, ecc.); • contribuire al riequilibrio modale della mobilità; • produrre un effetto propulsore della qualità urbana e della vivibilità delle aree interessate dal progetto ai fini della loro attrattività. 	Vedi componente mobilità e traffico, rumore e atmosfera

9. INTERFERENZE SOTTOSERVIZI

La costruzione di una linea tranviaria in un contesto urbano consolidato deve misurarsi con diverse problematiche che possono essere di tipo tecnico, sociale, ambientale, gestionale ecc.: si pensi all'integrazione con la rete dei trasporti pubblici, all'inserimento ambientale, alla necessità di realizzare importanti interventi strutturali quali ponti, gallerie, sottopassi. Ma il problema principale da affrontare quando si comincia a costruire una tranvia moderna è l'eliminazione di ogni interferenza con le reti dei sottoservizi, intervento che non può essere improvvisato risolvendo i problemi che si incontrano di volta in volta durante la realizzazione della sede tranviaria; ciò è evidente se si pensa ai possibili ritardi legati al reperimento di pezzi speciali e all'intervento di squadre specializzate.

Alcune infrastrutture impiantistiche non possono essere modificate solo in corrispondenza del sedime tranviario ma necessitano uno spostamento più radicale e pertanto una riprogettazione: è il caso delle fognature che per un corretto funzionamento devono seguire opportune pendenze, e delle reti telefoniche in fibra ottica, il cui spostamento può interessare grandi quantità di cavo che possono superare anche il chilometro.

È opportuno arrivare alla fase di costruzione vera e propria della tranvia già preparati, per quanto possibile, sul tema dei sottoservizi eseguendo una mappatura il più dettagliata possibile sulle varie reti insistenti nelle aree interessate dalla costruzione della tranvia.

Alla luce di quanto esposto è opportuno, nonostante il progetto in questione sia ancora alla fase di studio di fattibilità tecnico-economica, approfondire il problema delle interferenze tra sede tranviaria e sottoservizi.

I passi effettuati in questa fase progettuale sono stati essenzialmente due:

- reperimento di tutto il materiale cartografico possibile da parte degli Enti Gestori delle reti dei sottoservizi e incontri con i tecnici degli stessi per eventuali aggiornamenti non riportati sulle carte;



- sopralluoghi lungo la futura sede tramviaria, volti ad individuare problematiche legate alla presenza, fuori terra, di manufatti che denunciano la presenza di sottoservizi importanti.

Nello specifico, per il progetto di fattibilità tecnico economica della linea Rossa di Bologna, è stata utilizzata come base cartografica dei servizi a rete presenti nel territorio interessato dal tracciato tranviario quella fornita dal Comune di Bologna sulla piattaforma Invento. Invento è un'applicazione web con la quale il Comune di Bologna ha creato un catasto delle infrastrutture, soprattutto per quanto riguarda il sottosuolo, aggiornato nel tempo.

Dall'analisi del materiale fornito e dai primi contatti informali susseguitosi con diversi enti gestori si è constatata la presenza delle seguenti infrastrutture a rete principali:

- Fognature, acquedotti, gasdotti e teleriscaldamento – gestori gruppo HERA S.p.A.
- Elettrici bassa e media tensione – gestore Enel S.p.A.
- Elettrici Alta Tensione – gestore Terna S.p.A.
- Telecomunicazioni – gestori vari (Tim, Wind, Lepida, Fastweb...)
- Illuminazione pubblica – gestore Enel Sole srl
- Tritubo Comune di Bologna – infrastruttura comunale in uso a diversi gestori (Wind, Fastweb, Autostrade TLC, Albacom, ePlanet, Edison Tel., MedTel, GTS, Eurostrada, Hermes Europe Railtel)

Nelle successive fasi autorizzative e di progetto andranno coinvolti i diversi Enti Gestori al fine di riscontrare le informazioni riportate nelle planimetrie di stato di fatto del presente progetto di fattibilità, recuperare ulteriori informazioni utili alla progettazione della risoluzione delle interferenze (ad esempio consistenza delle infrastrutture telefoniche in termini sia di tubazioni che di cavi in rame e in fibra), confrontarsi sulle metodologie da adottare per la progettazione e futura esecuzione degli interventi, sia per quanto riguarda le opere civili tradizionali sia per quanto riguarda le opere specialistiche.

In fase di progetto definitivo bisognerà procedere anche alla verifica ed all'approfondimento di quanto prodotto nella presente progettazione mediante una serie di attività e di indagini integrative sulle reti esistenti:



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità
è Bologna

- integrazione rilievo piano altimetrico delle aree interessate;
- indagini georadar a maglia fitta (strisciate longitudinali e trasversali);
- rilievo dei pozzetti;
- eventuali video ispezioni delle condotte fognarie.

10. CANTIERIZZAZIONE

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.

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.).

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: deposito-rimessaggio in via Persicetana;
- Macrocantiere B: presso via Persicetana, via Marco Emilio Lepido, e parte di via Emilia Ponente fino all'incrocio con via del Triumvirato (imbocco di Pontelungo);
- Macrocantiere C: su via Emilia Ponente da Pontelungo fino all'incrocio con via Sandro Pertini;
- Macrocantiere D: su via Emilia Ponente da via Sandro Pertini a piazza Porta San Felice;
- Macrocantiere E: che si estende su via San Felice, e su via Riva di Reno fino all'incrocio con via delle Lame;
- Macrocantiere FA: su via delle Lame, via Ugo Bassi, via Indipendenza;
- Macrocantiere FB: su via Riva di Reno, via Marconi, Rotonda Martiri 43-45, via Giovanni Amendola, viale Pietramellara;
- Macrocantiere G: che si estende su via Giacomo Matteotti, via G. Mazza, via Ferrarese, via della Liberazione, viale Aldo Moro fino all'incrocio con via Serena;
- Macrocantiere H: in viale Aldo Moro dall'incrocio con via Serena, via della Fiera, Capolinea di viale Europa;
- Macrocantiere IA: via Serena, viale della Repubblica, via San Donato fino all'incrocio con via Edoardo Ferravilla;
- Macrocantiere IB: dall'incrocio via Michelino con viale della Fiera e via Edoardo Ferravilla con via San Donato;
- Macrocantiere IC: viale della Fiera, via Ferruccio Garavaglia, piazza Spadolini, via San Donato fino all'incrocio con via Edoardo Ferravilla;



- Macrocantiere L: via San Donato dall'Incrocio con via Edoardo Ferravilla all'incrocio con via Luigi Pirandello;
- Macrocantiere MA: via Luigi Pirandello, via Tommaso Casini, via Ludovico Prati, via Lino Sighinolfi, via Arduino Arriguzzi;
- Macrocantiere MB: su via San Donato dall'incrocio con via Luigi Pirandello, viale Tito Carnacini, viale Giuseppe Fanin fino all'incrocio con via Arduino Arriguzzi;
- Macrocantieri N: che si estende su viale Giuseppe Fanin dall'incrocio con via Arduino Arriguzzi al Capolinea;
- Macrocantiere O: sottopasso carrabile a cavallo tra via Marco Emilio Lepido e viale Alcide De Gaspari.

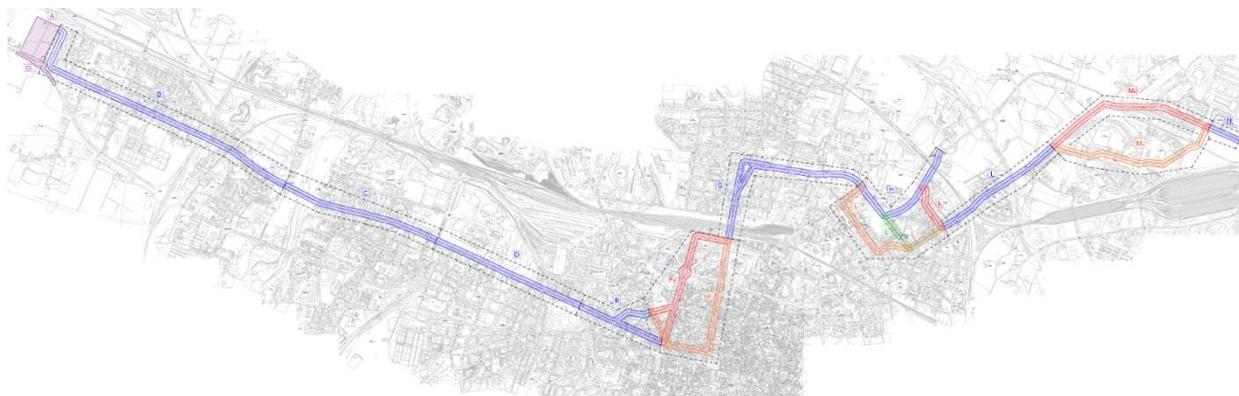


Figura 12 - Corografia macrocantieri

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.



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità
è Bologna

Per questi ed ulteriori aspetti di dettaglio si rimanda agli elaborati specifici di cantierizzazione facenti parte del presente progetto di fattibilità tecnico-economica.

11. ESPROPRI

È stata eseguita un'attività di verifica sul percorso di progetto al fine di determinare eventuali aree in cui sarà necessario intervenire con l'esproprio di terreni privati.

Si è predisposto un modello catastale generato dall'assemblaggio di tutti i fogli di mappa catastali, sul quale è stato sovrapposto il tracciato di progetto della linea tramviaria. In seguito, è stata verificata l'intestazione CATASTALE di tutti i mappali intersecati dalle aree di ingombro della linea del tram, per verificare le particelle non già in possesso del Comune di Bologna e le superfici di tali particelle su cui andrebbe effettuato l'esproprio.

È stata predisposta una tavola complessiva di tutto il tracciato, da capolinea a capolinea, e sono state stralciate quattro tavole di dettaglio ove presenti, evidenziate per proprietà e mappale, le porzioni individuate in precedenza. Quasi tutto il tracciato è individuato su suolo pubblico, con mappali intestati al Comune di Bologna, oppure direttamente su mappali censiti nel demanio strade del Catasto. Le uniche individuate su suolo NON pubblico, sono:

- alla partenza da Borgo Panigale, dove è individuata l'area deposito e il primo tratto della tramvia, che attraversando dei terreni ora agricoli si immette su via Marco Emilio Lepido;
- negli ultimi chilometri, nel quartiere Pilastro. In particolare, è evidenziato un'area su Via San Donato in prossimità dell'incrocio con Via Pirandello, anche se data la larghezza della strada si presume, in fase di progettazione successiva, di poter rimanere su sulla parte già di suolo pubblico.

Sono poi presumibili altre interferenze su via Casini, via Frati, via Sighinolfi, via Larga e via Martinetti, oltre all'allargamento di tutta via Arriguzzi per l'ultimo tratto della tranvia prima della svolta sul capolinea sito in via Fanin, che va a incidere sull'area facente parte del comparto delle "Aree annesse a Sud" oggetto di PUA già approvato.

Di seguito si riporta tabella esplicativa contenente i riferimenti catastali, le superfici, e le intestazioni presenti nella banca dati dell'agenzia delle entrate, sezione territorio:



TABELLA DI CONTEGGIO SUPERFICI PER L'ESPROPRIO

Proprietà	Codice fiscale	Quota possesso	Foglio	Mappale	Superficie catastale	Superficie grafica espropriata	Superficie calcolata rimanente	Coltura praticata
DEA CAPITAL REAL ESTATE SGR S.P.A.	05553101006	proprietà 1/1	131	368	668	668	0	Semin arbor
DEA CAPITAL REAL ESTATE SGR S.P.A.	05553101006	proprietà 1/1	131	376	19146	1723	17423	Seminativo
CENTRO AGRO-ALIMENTARE DI BOLOGNA S.C.P.A.	02538910379	proprietà 1/1	131	37	36690	491	36199	Semin arbor
INVESTIMENTI COMMERCIALI MERAVILLE S.R.L.	03950830962	proprietà 1/1	131	484	17091	127	16964	Ente urbano
CORTE DI CONDOMINIO DI PRIVATI	VARI	VARI	131	200	4214	187	4027	Ente urbano
AZ. CASA EMILIA-ROMAGNA DELLA PROV DI BO	00322270372	proprietà 1/1	129	273	1527	541	986	Corte urbana
CORTE DI CONDOMINIO DI PRIVATI	VARI	VARI	129	232	11513	49	11464	Ente urbano
ISTIT. AUT. PER LE CASE POP. RI DELLA PROV. DI BO	00322270372	proprietà 1/1	129	401	429	429	0	Orto ar irr
CORTE DI CONDOMINIO DI PRIVATI	VARI	VARI	129	11	5084	300	4784	Ente urbano
ISTITUTO O RITIRO DI S PELLEGRINO IN BOLOGNA		proprietà 1/1	83	155	940	647	293	Semin irr arb
CATI S.R.L.	02855111205	proprietà 7/20	29	3	57503	57503	0	Seminativo
CONS. COOP. COSTRUZIONI - CCC SOCIETA' COOP. EDILNOVA S.R.L.	00281620377	proprietà 6/20	29	2	5592	5592	0	Seminativo
	03281910376	proprietà 7/20	29	648	2647	2647	0	Orto ar irr
			29	9	1502	1502	0	Semin/prato
			29	11	1030	1030	0	Seminativo
			29	13	829	829	0	Seminativo
A.G.I. - AGRIC. GENER. IMM. - SOCIETA' SEMPLICE	01055870370	proprietà 1/1	29	17	13376	13376	0	Seminativo
			29	192	3280	3280	0	Seminativo
			29	193	3100	3100	0	Seminativo
			29	19	15446	9072	6374	Seminativo
			29	20	12698	6972	5726	Seminativo
			29	511	6192	6192	0	Seminativo

12. STRUTTURE

I manufatti analizzati, ubicati in adiacenza all'area del deposito e alla rotatoria, sono i seguenti:

- Sottopasso ingresso deposito: struttura scatolare in cls armato;
- Sottopasso stradale di Viale Alciade de Gasperi: struttura scatolare in cls armato.
- Parcheggio interrato via Manuzio

Nel caso di interferenze con opere d'arte esistenti, quali ponte ferrovia, Pontelungo e Ponte Matteotti, saranno previste opportune opere di sostegno provvisoria, atte a garantire la stabilità delle opere di cui sopra durante tutte le fasi di lavorazione.

Considerata l'importanza di tali opere, si provvederà ad installare un sistema di monitoraggio strumentale, controllato h24 e 7/7 giorni tramite appositi dispositivi.

Nel caso di interferenze con sottoservizi esistenti, sarà fondamentale, previo accordo/autorizzazione con l'ente gestore, lo spostamento e/o la messa in sicurezza prima delle lavorazioni previste. Tali misure di protezione consistono nell'incamiciatura mediante tubazioni in acciaio o polifore ispezionabili in cls.

Per spostamenti o nuovi tracciati dei sottoservizi in prossimità degli interventi si adotterà un sistema tipo "blindoscavo", che garantisce, oltre ad una rapida armatura degli scavi mediante pannelli metallici autoaffondanti, un minore ingombro in termini di sezione dello scavo stesso.

Le opere di rinforzo del Pontelungo in corso di progettazione esecutiva (a carico di terzi) garantiranno che lo stesso sia atto a sopportare carichi per ponti di prima categoria, in accordo alla normativa vigente (D.M. 17/01/2018, "Norme tecniche per le costruzioni"). La realizzazione dell'armamento della sede tranviaria e l'utilizzo del ponte stesso dalla tranvia stessa risultano compatibili col progetto esecutivo di cui sopra, dal momento che il carico indotto dal tram sul ponte risulta inferiore ai carichi utili per un ponte di prima categoria.

In particolare:

Carichi permanenti

Il pacchetto tramviario ha uno spessore costante di 40 cm, il pacchetto stradale esistente ha uno spessore mediamente di 15 cm; di conseguenza in corrispondenza della sede tramviaria si incrementa lo spessore del pacchetto di circa 25 cm rispetto la situazione attuale.

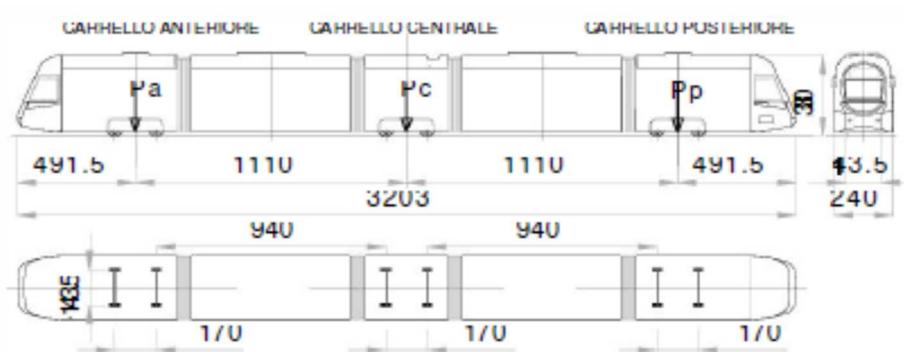
Considerando che il peso proprio dell'armamento tramviario è dato dal peso delle solette di armamento, dai cavidotti e dal peso della pavimentazione, l'incremento dei pesi permanenti (A_p) per mq di superficie risulta pari a:

$$A_p = (0,30 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3 + 0,10 \text{ m} \times 18 \text{ kN/m}^3 - 0,15 \times 22 \text{ kN/m}^3) = 6,00 \text{ kN/mq}$$

Azioni trasmesse dal veicolo tramviario

Qui di seguito si riassumono le principali caratteristiche geometriche e i carichi trasmessi alle rotaie per una tipologia di vettura oggi presente in commercio

Il carico accidentale dovuto al peso del tram a pieno carico è stato calcolato considerando un veicolo avente le caratteristiche riportate nella seguente immagine.



Carichi verticali

Il carico per asse a pieno carico della vettura è il seguente:

(passeggeri seduti + 6/m² passeggeri in piedi):

Carrello motore anteriore Pa	198,94 kN	
Carrello trascinato centrale Pc	201,14 kN	
Carrello motore posteriore Pp	198,94 kN	media 99,8 kN/asse
Carico totale	<u>599,02 kN</u>	

Per tenere conto della natura dinamica del transito dei convogli, le sollecitazioni e le deformazioni determinate sulle strutture dall'applicazione statica dei treni di carico devono essere incrementate.

In analogia alla tabella 5.2.II del DM 14/01/2008, per la determinazione degli effetti dinamici dei ponti ferroviari, per le strutture dell'armamento si può considerare un aumento dei carichi statici di circa il 15% (linea ad elevato standard manutentivo).

$$\phi = \frac{1,44}{\sqrt{L} - 0,2} + 0,82 = 1,13$$

Per la determinazione del carico trasmesso alle strutture del ponte si considera:

$$\text{Carico statico equivalente per asse centrale} = 201 / 2 \times 1,15 = 115,7 \text{ kN}$$

$$\text{Carico statico equivalente per asse anteriore/posteriore} = 199 / 2 \times 1,15 = 114,5 \text{ kN}$$

13. ARMAMENTO TRANVIARIO

Nella città di Bologna ed in particolare nel tratto interessato dalla Linea Rossa, che attraversa il centro della città, vi sono numerosi edifici storici (sensibili).

Pertanto, come avviene ormai in tutte le realizzazioni di trasporto pubblico di massa su rotaia, le vibrazioni propagate attraverso l'aria, il suolo e le strutture devono essere mitigate per ridurre il disturbo che si arreca sugli edifici limitrofi.

Al fine di valutare i livelli di attenuazione sui binari, si fa riferimento alla distanza degli stessi dagli edifici, oltre che alla funzione dell'edificio (ad esempio scuole, ospedali, laboratori etc.) ed alla sua sensibilità, ed al contesto urbano attraversato.

I risultati di questo primo approccio sono riportati sulle planimetrie con la indicazione delle tipologie di armamento tenendo conto dei seguenti fattori:

- tipo di terreno su cui insisterà il binario (geologia);
- posizione del binario rispetto alla sezione stradale (distanza tra asse e edifici);
- categoria di destinazione dell'area (residenziale, commerciale, industriale).

Poniamo che d_1 sia definita come la distanza tra l'edificio di destra e l'asse del binario di destra e d_2 sia definita come la distanza tra l'edificio di sinistra e l'asse del binario di sinistra; d_{min} risulterà essere la distanza inferiore tra d_1 e d_2 . Secondo tale criterio il tipo di smorzamento acustico del binario sarà stabilito tenendo anche in considerazione l'ambiente e la posizione dell'area.

L'attenuazione delle vibrazioni del binario verrà predisposta seguendo le seguenti regole:

- $d_{min} > 12m$: livello 0
- $d_{min} > 12m$ ma in area sensibile: livello 2
- $7 < d_{min} < 12m$: livello 2
- $7 < d_{min} < 12m$ ma in area sensibile: livello 3
- $d_{min} < 7m$: livello 3

- Centro storico: livello 3

Con questi livelli si definiranno le relative sezioni dell'armamento.

Nei casi in cui il livello di vibrazioni in condizioni base sia ammissibile si installerà un binario di riferimento (Livello 0). Nei casi in cui si richieda un livello medio di attenuazione si installerà un binario di riferimento con provvedimenti antivibranti (Livello 2). Nelle zone con sezioni particolarmente sensibili lungo la linea tranviaria, si installerà un binario di riferimento con provvedimenti antivibranti ad elevate prestazioni (Livello 3).

Queste sezioni potranno essere verificate attraverso un software di simulazioni che si rifà ai principi standard di massa-molla adattandoli al caso della linea tranviaria. Questo software consente di confrontare la filtrazione delle vibrazioni di un binario, ottenuta mediante l'inserimento in loco di materiali antivibrazionali (materassino elastomerico, piastrine sottorotaia, ecc.) messi in relazione con un binario standard cosiddetto «di riferimento» ovvero senza resilienti e materassino (livello 0).

La differenza tra il binario ammortizzato e il binario standard nel trasmettere le vibrazioni consente di ricavare la perdita d'inserzione in dB e quindi di valutare la performance dei dispositivi antivibrazioni proposti nel tipo di binario ammortizzato.

Il sistema previsto per la linea tranviaria oggetto del presente progetto di fattibilità tecnico economica è l'embedded rail system (ERS), che prevede la posa di rotaie rivestite da profili in gomma che vengono posizionate mediante portalini e fissate in opera con un getto di bloccaggio. Tale sistema, largamente sviluppato in Europa (Parigi, Madrid, Bruxelles, Atene ecc.), è attualmente quello utilizzato in Italia per la realizzazione delle linee 2 e 3 di Firenze. Variando le caratteristiche delle gomme sottorotaia e dell'eventuale materassino sottoplatea il sistema consente una notevole gamma di soluzioni prestazionali. Le recenti applicazioni, quali per tutte quelle di Atene e Firenze, hanno consentito di perfezionare la posa migliorando la precisione nell'allineamento delle rotaie nonché alcuni dettagli costruttivi, rendendolo sicuro e affidabile. L'ERS è un sistema di binario isolato su appoggio continuo con elasticità omogenea senza fissaggio meccanico. Il rivestimento elastico delle rotaie consiste in profili realizzati in un



elastomero granulare sinterizzato ad alta densità. Incastrato nella piastra di calcestruzzo superiore del binario, fino uno spessore libero di 100 mm sotto il Piano del Ferro per la posa del rivestimento, l'ERS garantisce la tenuta geometrica e meccanica della via (posizione e scartamento) senza sistemi di fissaggio.

Con il sistema a "rotaie rivestite", si provvede mediante portalini metallici al fissaggio ed alla calibrazione dei binari. L'allineamento del binario in orizzontale e verticale lungo gli assi X,Y,Z, viene realizzato prima di effettuare il getto di calcestruzzo nei vari strati. Lo strato finale di rivestimento può essere scelto in funzione delle esigenze architettoniche del contesto.

Per ogni tipo di rotaia (nel nostro caso la 60R2) viene realizzata su misura una specifica forma di profilo avvolgente, che assicura una trasmissione ottimale di carico verso la struttura portante. Il principio è applicato soprattutto per binari interrati che utilizzano rotaie a gola in ambiente urbano con uso multi-modale (traffico tranviario ed altro).

La forma del rivestimento elastico è adatta al tipo di rotaia e garantisce:

- un trasferimento ottimale del carico;
- un isolamento vibro-acustico;
- un isolamento elettrico;
- un isolamento termico.

Le dimensioni e la rigidità finali di profili di rivestimento in elastomero granulare saranno determinati sulla base delle prestazioni richieste per l'attenuazione delle vibrazioni.

Nel presente progetto vengono previste 3 diverse tipologie di sezioni di armamento:

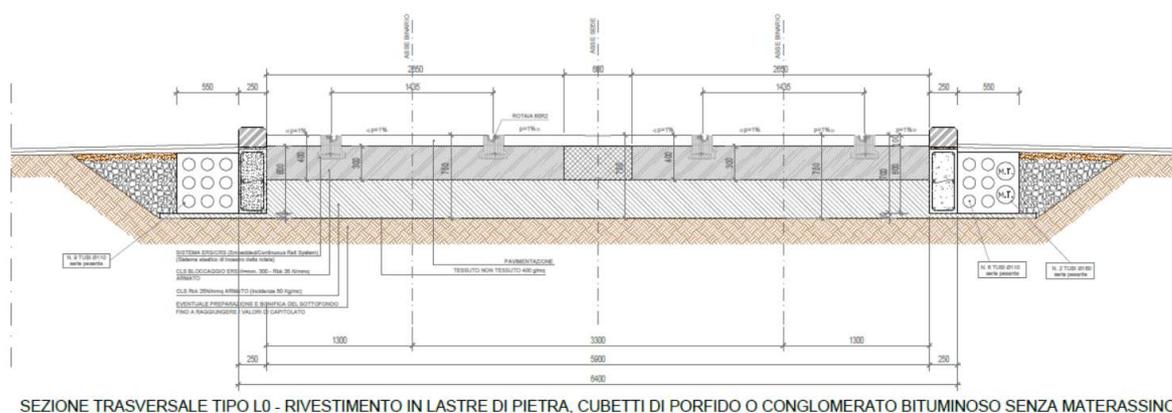
- Sezione tipo L0 – "livello 0";
- Sezione tipo L2 – "livello 2";
- Sezione tipo L3 – "livello 3".

13.1 SEZIONE TIPO L0

La sezione tipo dell'armamento della tranvia definita L0 è composta da una rotaia incamiciata in profili avvolgenti in gomma che determinano un appoggio continuo elastico (definita con termine

inglese “ERS/CRS Embedded Rail System / Continuous Rail System”). Il bloccaggio del binario avviene senza fissaggio meccanico, incastrandolo semplicemente le rotaie incamiciate in un getto di calcestruzzo, che a sua volta poggia su una piastrina (piastra di fondazione). Il tutto viene posato su un suolo eventualmente bonificato qualora la resistenza del terreno di sedime non rispondesse alle prescrizioni di capitolato.

Si assume che la sezione tipo L0 non abbia uno specifico smorzamento delle vibrazioni malgrado la gomma che riveste le rotaie dia comunque un certo contributo in tal senso.



13.2 SEZIONI TIPO L2 E L3

A partire dalla sezione tipo L0 corrispondente al livello 0 di smorzamento, semplicemente interponendo materiali resilienti tra la piastra di fondazione ed il getto di bloccaggio, si determinano due sezioni ammortizzate con performance ordinate in base al grado di smorzamento richiesto:

- il livello cosiddetto L2 «Livello 2» che corrisponde a uno smorzamento medio delle vibrazioni;
- il livello cosiddetto L3 «Livello 3» che corrisponde a uno smorzamento elevato delle vibrazioni.

La sezione tipo L2 “Livello 2” si ottiene interponendo tra la piastra di fondazione ed il getto di bloccaggio un materassino elastomerico a medio smorzamento.

14. DEPOSITO

14.1 PREMESSA

All'estremità ovest della linea, in località Borgo Panigale, è ubicato il deposito a servizio della linea Rossa.



Figura 13 – Area di ubicazione deposito

Come meglio specificato in seguito, il deposito, seguendo le indicazioni del “Capitolato speciale descrittivo e prestazionale” a base di gara, è stato dimensionato per permettere la manutenzione di 120 veicoli, mentre gli stalli di parcheggio ricavati sono pari a 60; sia i binari per la



manutenzione che gli stalli di sosta sono dimensionati per vetture che potranno avere lunghezza fino a 42 m.

Il risultato degli studi svolti è il deposito sotto rappresentato.



Figura 14 – Nodo di interscambio e deposito Borgo Panigale



Il Capitolato a base di gara sopra citato, al punto 14.13 Depositi, prevedeva, tra l'altro, un deposito secondario, da realizzare nei pressi dell'estremità della linea opposta al lato in cui sarà collocato il deposito principale.

Tuttavia, in relazione alle caratteristiche della linea, si ritiene opportuno far presente quanto segue. Normalmente una linea di trasporto su ferro presenta un solo deposito-officina, generalmente collocato ad una delle estremità della linea stessa e comunque in un'area periferica servita da grandi arterie di penetrazione cittadina per favorire e facilitare l'arrivo dei mezzi di trasporto, anche di notevole ingombro, come quelli adibiti a trasporto, carico e scarico dei rotabili, evitando al contempo che tali mezzi penetrino nel centro città.

Nell'unico deposito vengono collocati, in particolare, tutti gli edifici necessari per la manutenzione e revisione dei veicoli ed anche il posto centrale di controllo (PCC) che regola e supervisiona il movimento dei veicoli lungo la linea in esercizio, oltre che gli edifici necessari per la manutenzione degli impianti.

La previsione di due diversi depositi a servizio di una sola linea, di cui uno ausiliario all'altro, è opportuna solo in caso di provata necessità, per capacità insufficiente del deposito principale, poiché può provocare difficoltà legate alle scelte gestionali:

- previsione, anche se solo parziale, di alcuni edifici ed impianti di manutenzione in ambedue i depositi, con evidente aggravio di spese di impianto iniziale, nonché di parziale duplicazione del personale addetto alla manutenzione;
- suddivisione degli impianti di manutenzione per differenti specializzazioni e/o livelli manutentivi nei due depositi, con necessità di prevedere un maggior numero di trasferimenti del materiale rotabile tra i depositi stessi.

Pertanto nella fase attuale è stato redatto il progetto di un unico deposito di adeguata capacità.

14.2 VERIFICA DELLE AREE DISPONIBILI

Si richiamano le considerazioni presentate nel capitolo della relazione di valutazione dell'impatto ambientale specificatamente dedicato alla "Valutazione delle alternative localizzative del deposito".

In sintesi, al fine di definire l'area ottimale da destinare al deposito-officina, sono state prese in considerazione tutte le aree di possibile ubicazione dell'impianto, verificandone in particolare, dal punto di vista funzionale, l'adeguatezza della superficie effettivamente utilizzabile, la facilità ed economicità del collegamento e la possibilità di prevedere nel comparto interessato un complessivo nodo intermodale della mobilità pubblica e privata.

L'approfondito esame delle suddette aree ha portato ad individuare come migliore localizzazione del deposito-officina l'area in corrispondenza del capolinea ovest Terminal Emilio Lepido della linea, situata in via Marco Emilio Lepido, ad ovest dell'abitato di Borgo Panigale. La localizzazione periferica appare strategica nell'ottica di limitare, in fase di esercizio della tranvia, l'ingresso di auto e di mezzi pubblici in città grazie ad un nodo di interscambio posto al margine dell'abitato.

14.2.1 CARATTERISTICHE FUNZIONALI DELL'AREA

Le principali caratteristiche dell'area, dal punto di vista funzionale, sono le seguenti.

14.2.1.1 Superficie utile

La superficie complessiva è di circa 90.000 mq. Risulta, pertanto, sufficiente per accogliere il deposito, garantendo anche, in considerazione dell'estrema regolarità della sua conformazione rettangolare, la possibilità di un'adeguata individuazione delle zone funzionali previste e di un'adeguata movimentazione interna dei veicoli.

14.2.1.2 Collegamento con la linea

Sotto questo aspetto l'area è situata in posizione ottimale, essendo in collegamento diretto con la linea, in prolungamento oltre il capolinea ovest di Borgo Panigale. Questo comporta significativi

vantaggi sia dal punto di vista della funzionalità dell'esercizio, sia dal punto di vista dei costi, soprattutto di carattere gestionale nel tempo.

14.2.1.3 Funzionalità complessiva

L'area, per la sua posizione, offre la possibilità di realizzare un nodo di interscambio di adeguata capacità e funzionalità sia con i mezzi di trasporto privati, sia con i mezzi delle direttrici interessate della rete di autobus extraurbani.

14.3 NODO DI SCAMBIO INTERMODALE

La definizione dell'ubicazione del deposito tranviario ha portato ad una conseguente scelta progettuale di fondo, quella di realizzare un nodo di interscambio modale completo tra tram, autobus extraurbani, pullman di linee nazionali e internazionali, auto e moto private, biciclette, inserendolo in un progetto urbano di qualità, costituito essenzialmente dalla creazione di nuovi spazi e dal potenziamento funzionale della viabilità a servizio del quartiere.

Il nodo viario viene risolto mediante la realizzazione, all'intersezione tra la via Persicetana e via Marco Emilio Lepido, di una rotatoria a raso e di un sottopasso, che permettono la relazione tra tutte le direttrici di traffico interessate, assicurando, allo stesso tempo, la necessaria fluidità della circolazione.

L'attestamento degli autobus extraurbani delle direttrici interessate è situato ad est della via Persicetana ed è costituito dalle seguenti zone funzionali, necessarie per l'esercizio delle autolinee extraurbane, il cui orario, in funzione del tipo di servizio che sono chiamate a svolgere, è significativamente diversificato nel corso della giornata:

- zona arrivi;
- zona di sosta inoperosa;
- zona partenze;
- autostazione.

I percorsi degli autobus extraurbani all'interno del nodo sono stati studiati in modo da consentire tutti i movimenti tra le diverse zone funzionali senza avere la necessità di utilizzare la retromarcia. L'ingresso dei mezzi avviene dalla via Persicetana; l'uscita in corrispondenza della rotatoria lato via Alcide De Gasperi.

L'interscambio con il capolinea del tram avviene in modo diretto tra le banchine dei due sistemi, consentendo ai passeggeri di trasbordare con facilità, rapidità e sicurezza.

Nel nodo è prevista la presenza di un'autostazione, in cui possono essere realizzati locali, impianti ed attrezzature, con funzioni sia di servizio, accoglienza e sosta dei viaggiatori, sia di supporto per l'esercizio delle varie linee dei mezzi pubblici.

In adiacenza alla zona riservata alla sosta inoperosa degli autobus sarà possibile prevedere un'officina di ridotte dimensioni da adibire alla piccola manutenzione corrente di tali mezzi.

Sul lato opposto della via Persicetana, in posizione adiacente al nuovo deposito tranviario, è stato inoltre collocato un parcheggio per i mezzi privati da 375 posti, collegato al lato opposto dell'area (capolinea tram e mezzi extraurbani) attraverso un sottopasso pedonale ubicato in prossimità della nuova rotatoria.

14.4 CAPACITÀ COMPLESSIVA DEL DEPOSITO

Come già premesso, il progetto del deposito-officina è stato redatto nel rispetto di quanto previsto nel "Capitolato speciale descrittivo e prestazionale" a base di gara, che richiedeva essenzialmente, per quanto riguarda la capacità ricettiva ed operativa del deposito principale:

- rimessa al coperto per un totale di circa 55 rotabili;
- officina attrezzata per gli interventi di manutenzione su una flotta complessiva di circa 120 veicoli;
- fabbricato atto ad ospitare le attività di ufficio del gestore della rete tranviaria ed il Posto Centrale di Controllo.



14.5 DESCRIZIONE FUNZIONALE

14.5.1 FUNZIONI DEL DEPOSITO

Gli edifici ed aree funzionali presenti nel deposito sono i seguenti:

- locale ispezione, utilizzato anche come stazione di rifornimento;
- rimessa del materiale rotabile;
- officina di manutenzione del materiale rotabile;
- magazzino centrale;
- area di magazzinaggio all'aperto;
- impianto di lavaggio;
- tornio in fossa;
- edificio area tecnica e manutenzione impianti fissi;
- edificio uffici e PCC;
- locale conducenti;
- centrale impianti di deposito;
- sottostazione elettrica;
- rimessa dei veicoli ausiliari;
- locale pulizia interna dei veicoli;
- locale rifiuti;
- deposito materiali infiammabili;
- portineria;
- parcheggio per dipendenti;
- parcheggio per visitatori.

14.5.2 MANUTENZIONE DEL MATERIALE ROTABILE

I tipi di manutenzione che verranno eseguiti sono i seguenti:

- Manutenzione giornaliera

- Manutenzione preventiva
- Manutenzione correttiva

La manutenzione giornaliera include:

- Operazioni che contribuiscono ad assicurare un viaggio confortevole, anche dal punto di vista dell'immagine del trasporto pubblico, come il lavaggio degli esterni dei veicoli e la pulizia degli interni;
- Operazioni periodiche di manutenzione, come il riempimento delle sabbiere, il riempimento dei serbatoi del tergitristallo e del sistema di lubrificazione della flangia della ruota;
- Rifornimento di altri materiali di consumo.

La manutenzione preventiva include:

- Manutenzione ordinaria mirata a mantenere i componenti del sistema in condizioni operative corrette;
- Manutenzione programmata consistente in ispezioni, pulizie, registrazioni, lubrificazione, sostituzione di parti a intervalli prestabiliti. Il programma è una funzione del tempo e/o di altri parametri relativi all'uso (ore di funzionamento, km percorsi);
- Manutenzione straordinaria consistente in interventi necessari quando i componenti o parti di essi hanno raggiunto uno stadio in cui la probabilità di guasto non è più compatibile con gli obiettivi di disponibilità ed affidabilità del sistema.

La manutenzione correttiva comprende attività volte a correggere guasti o malfunzionamenti che influiscono sul funzionamento del sistema:

- Sostituzione o riparazione di componenti difettosi;
- Sostituzione o riparazione di componenti da far funzionare in determinate condizioni per il rispetto dei limiti consentiti;
- Sostituzione o riparazione di componenti usurati a seguito di uso normale;
- Riparazioni di danni causati da incidenti o vandalismo.



14.5.3 CAPACITÀ DELL'OFFICINA

Si assumono i seguenti parametri di riferimento:

- flotta massima di 120 veicoli
- percorrenza annuale ipotizzata circa 70.000 km
- 260 giorni lavorativi all'anno (5 giorni a settimana)
- 2 turni al giorno
- 520 turni all'anno

14.5.3.1 Officina

Il numero di binari di manutenzione dell'officina è stato definito considerando che ciascun binario comprende due stalli di lavorazione.

Binari con fossa

Interventi pianificati:

- Ispezioni periodiche 10.000 km 580 turni di lavoro all'anno
- Ispezioni periodiche 30.000 km 140 turni di lavoro all'anno
- Ispezioni periodiche 60.000 km 220 turni di lavoro all'anno
- Ispezioni periodiche 120.000 km 290 turni di lavoro all'anno

Per affrontare il carico di lavoro annuale sono necessari 1230 turni all'anno, per garantire i quali occorre disporre tre binari con fossa a due stalli. Un quarto binario sarà utilizzato per la manutenzione correttiva non pianificata e per affrontare ulteriori esigenze impreviste.

Binari senza fossa

Interventi pianificati:

- Cambio ruota 250.000 km 50 turni di lavoro all'anno
- Revisione 300.000 km 45 turni di lavoro all'anno
- Revisione 600.000 km 50 turni di lavoro all'anno
- Revisione 900.000 km 95 turni di lavoro all'anno
- Revisione 1.200.000 km 50 turni di lavoro all'anno

Per affrontare il carico di lavoro annuale sono necessari 290 turni all'anno, per garantire i quali è sufficiente un binario a due stalli. Un secondo binario sarà utilizzato per la manutenzione correttiva non pianificata.

14.5.3.2 Tornio in fossa

Interventi pianificati:

- Riprofilatura ruote 20.000 km 430 turni di lavoro all'anno

Per affrontare il carico di lavoro annuale sono necessari 430 turni all'anno, per garantire i quali è sufficiente un solo stallo.

14.5.3.3 Posto d'ispezione e pulizia interna

Il posto d'ispezione deve essere in grado di ricevere il flusso massimo di veicoli che rientrano dal servizio senza creare congestione. Si considera un flusso massimo corrispondente, al rientro serale dei veicoli, ad un veicolo ogni 8/12 minuti.

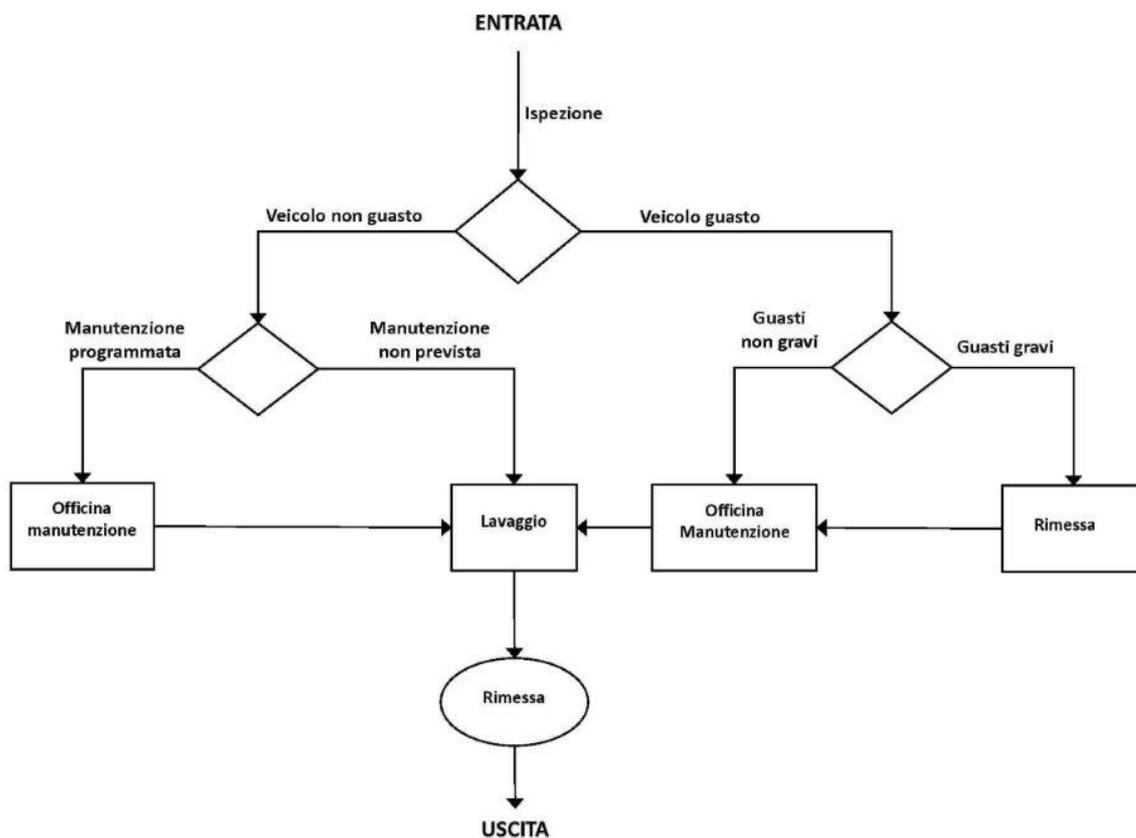
Poiché il posto d'ispezione ha due stalli, ogni veicolo ha 16/24 minuti disponibili per lo svolgimento delle attività previste (controlli giornalieri, riempimento del serbatoio del tergicristallo, rimbocco dell'olio lubrificante della flangia delle ruote, ispezione della striscia di carbonio del pantografo, rifornimento di sabbia) ed il primo intervento di pulizia interna dei veicoli.

14.5.3.4 Impianto di lavaggio

L'impianto di lavaggio esterno sarà in grado di lavare quotidianamente, con lavaggio rapido, metà della flotta in esercizio sulla linea. Il lavaggio approfondito verrà effettuata ogni cinque giorni.

14.5.4 FLUSSO OPERATIVO DEL DEPOSITO

Il seguente diagramma di flusso descrive la successione logica delle operazioni al fine di regolare il movimento dei veicoli all'interno del deposito.



In dettaglio, la sequenza schematizzata prevede i seguenti movimenti:

- Rientrando dal servizio, il conducente in ingresso consegnerà un modulo in cui i vari conducenti della giornata avranno annotato eventuali danni o guasti individuati durante il servizio. La natura di queste annotazioni porterà a decidere se il veicolo è da considerare guasto o no.
- Una volta determinato che il veicolo non è guasto, il modulo indicherà se dovrà essere sottoposto a manutenzione programmata. In questo caso il veicolo sarà indirizzato all'officina, se disponibile, o in un'area di parcheggio, dalla quale sarà prelevato non appena l'officina sarà in grado di riceverlo. Dopo la manutenzione programmata il veicolo verrà prelevato dall'officina, lavato, parcheggiato e reso disponibile per il servizio.



- Se il veicolo non presenta malfunzionamenti e non deve essere sottoposto a manutenzione programmata, verrà indirizzato direttamente verso l'area di lavaggio esterno. Dopo questa operazione il veicolo sarà parcheggiato e reso disponibile per il servizio.
- Se sul modulo sono annotati malfunzionamenti, il veicolo verrà indirizzato all'officina. Qui gli addetti alla manutenzione verificheranno se i malfunzionamenti sono di ridotta entità (riparabili in 1/2 ore). In questo caso, la riparazione deve essere eseguita immediatamente, altrimenti, se si stima un tempo di intervento più lungo, il veicolo deve essere spostato nell'area di parcheggio. Da qui sarà prelevato non appena l'officina sarà in grado di riceverlo. In entrambi i casi, dopo la riparazione del guasto, il veicolo dovrà essere prelevato dall'officina, lavato, parcheggiato e messo a disposizione per il servizio.
- Alla ripresa del servizio i conducenti prenderanno in consegna i veicoli ordinati nel parcheggio del deposito ed usciranno regolando le partenze in base al programma di uscita.

In caso di necessità la capacità dell'officina può essere aumentata modificando l'organizzazione della manutenzione; ad esempio è possibile valutare l'opportunità di:

- lavorare su tre turni anziché su due;
- lavorare sei giorni a settimana invece di cinque;
- aumentare la quantità di operai incaricati di eseguire gli interventi al fine di ridurre i tempi di fermo dei veicoli.

14.5.5 MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI FISSI

Gli impianti dei quali deve essere assicurata la manutenzione sono essenzialmente i seguenti:

- Edifici e opere d'arte
- Binari e scambi

- Sistema di rilevamento dei veicoli
- Impianti di telecomunicazione
- Linea aerea di contatto
- Segnalamento
- Stazioni e fermate
- Sistema di distribuzione e controllo dei titoli di viaggio
- Sistema di informazione per i passeggeri
- Sistemi di comunicazione pubblica
- Sistema televisivo a circuito chiuso
- Impianti in alta tensione
- Impianti in bassa tensione
- Illuminazione
- Impianti speciali
- Sistemi di sicurezza

14.5.6 ORGANIZZAZIONE GESTIONALE

Nel prendere in esame le caratteristiche dell'organizzazione gestionale, il numero delle risorse considerate per le capacità professionali, individuate per una corretta gestione progressiva della rete tranviaria, è stato stabilito su base parametrica, in base all'esperienza di casi analoghi.

Le funzioni gestionali previste nei locali del deposito sono le seguenti.

14.5.6.1 Direzione generale

I seguenti settori opereranno sotto la diretta supervisione del Direttore Generale:

- Qualità e sicurezza
- Relazioni pubbliche

Anche le due seguenti Aree operative risponderanno al Direttore Generale:

- Area tecnica



- Area amministrazione

14.5.6.2 Area tecnica

I seguenti dipartimenti saranno subordinati al direttore tecnico:

- Esercizio
- Manutenzione delle installazioni fisse
- Manutenzione del materiale rotabile

14.5.6.3 Dipartimento esercizio

Questo dipartimento gestisce tutte le risorse umane addette al movimento dei veicoli ed all'assistenza dei passeggeri.

Il personale è suddiviso tra le seguenti aree operative:

- Posto Centrale di Controllo (PCC)
- Condotta dei veicoli
- Controllo del personale e assistenza dei passeggeri
- Pianificazione e assegnazione dei turni

14.5.6.4 Dipartimento manutenzione installazioni fisse

Le risorse umane impiegate nel settore della manutenzione degli impianti saranno suddivise nelle seguenti aree operative:

- Opere Civili
- Armamento
- Alimentazione
- Segnalamento
- Telecomunicazioni
- Impianti Speciali



14.5.6.5 Dipartimento manutenzione materiale rotabile

Questo dipartimento è responsabile della programmazione e gestione della manutenzione del materiale rotabile, compreso quello ausiliario.

14.5.6.6 Area amministrazione

Quest'Area gestisce i dipartimenti non direttamente legati al servizio ed alla manutenzione, ma necessari per il funzionamento della rete tranviaria.

I seguenti dipartimenti saranno subordinati al direttore amministrativo:

14.5.6.7 Dipartimento amministrazione e finanza

Il dipartimento è responsabile del controllo di gestione e della supervisione del flusso di cassa.

14.5.6.8 Dipartimento risorse umane

Il dipartimento è responsabile della gestione delle risorse umane e della formazione.

14.5.6.9 Dipartimento affari generali e legali

Il dipartimento è responsabile della gestione funzionale dei beni immobili, delle attività informatiche e dell'ufficio legale.

14.5.6.10 Dipartimento commerciale

Il dipartimento è responsabile del marketing e delle vendite

14.5.6.11 Dipartimento approvvigionamenti

Il dipartimento è responsabile di acquisti, concorsi e contratti, collaudo di materiali e gestione del magazzino

14.5.7 EDIFICI ED AREE FUNZIONALI

14.5.7.1 Locale conducenti

L'edificio comprende:



- la sala conducenti;
- lo spogliatoio;
- l'aula;
- i servizi igienici.

(circa 300 metri quadrati)

14.5.7.2 Posto d'ispezione

Il posto d'ispezione sarà dotato di due postazioni di lavorazione.

Nel posto d'ispezione saranno effettuate le seguenti operazioni:

- ispezioni giornaliere di controllo;
- riempimento del serbatoio dell'acqua del tergicristallo;
- riempimento dei contenitori della sabbia;
- rabbocco dell'olio di lubrificazione della flangia delle ruote;
- verifica della striscia di carbonio del pantografo;
- primo intervento di pulizia interna dei veicoli.

Ogni postazione di ispezione è dotata di:

- due passerelle laterali di lunghezza e altezza appropriate, che consentono l'accesso alle apparecchiature situate sull'imperiale e, in particolare, l'ispezione del pantografo. Saranno dotate di barriera di sicurezza, per evitare la caduta del personale, con la parte più alta a scomparsa per consentire l'accesso alle apparecchiature, di accorgimenti per evitare la caduta di materiali e attrezzi e di uscite di emergenza ad entrambe le estremità della passerella, per un'agevole evacuazione in caso di pericolo;
- prese di corrente ed ugelli dell'aria compressa distanziati lungo le postazioni di ispezione in modo tale che la lunghezza dei cavi e dei tubi non superi i 15 metri;
- sistema di distribuzione della sabbia che consente di riempire i relativi contenitori, con punti di distribuzione collegati al silo di stoccaggio della sabbia, di capacità pari a circa 30 m³, posizionato all'esterno del posto di ispezione, nelle immediate vicinanze.

- sistema di rabbocco dell'olio di lubrificazione della flangia delle ruote.

Gli ingressi o le uscite dell'edificio saranno dotati di porte di accesso di dimensioni adeguate azionate automaticamente. La larghezza sarà tale da poter essere utilizzata anche come uscita di emergenza pedonale.

14.5.7.3 Area di lavaggio

L'area di lavaggio sarà dotata di una linea di contatto aerea 750 Vcc, che rimarrà in tensione durante il ciclo completo di lavaggio, ma che potrà essere disalimentata. Gli interruttori manuali per isolare la linea di contatto saranno installati in un armadio facilmente accessibile situato in prossimità dell'area.

L'impianto sarà dotato di diversi programmi di lavaggio. La normale modalità operativa della macchina sarà automatica; in questa modalità l'avvio della macchina sarà controllato dall'arrivo del veicolo e le varie sequenze avverranno automaticamente. Nel funzionamento manuale le varie sequenze saranno controllate tramite pulsanti.

L'area che si trova prima delle spazzole nella direzione di lavaggio sarà dotata di passerelle laterali per eseguire il lavaggio esterno rinforzato o il lavaggio interno dei veicoli. I punti di distribuzione del rifornimento idrico saranno previsti lungo tali piattaforme ad una distanza tra loro non superiore a 15 metri.

L'area di lavaggio comprende un dispositivo di trattamento per riciclare l'acqua utilizzata al fine di ridurre il consumo.

14.5.7.4 Rimessa

La rimessa coperta, attrezzata per piccoli interventi di manutenzione e per la pulizia interna, comprende binari sufficienti alla sosta di 60 veicoli.

La pulizia giornaliera manuale dei veicoli sarà effettuata durante la notte nella rimessa. Saranno previsti punti di alimentazione distanziati lungo i binari. In modo tale che la lunghezza dei cavi e dei tubi non superi i 15 metri.



Il tipo di superficie deve consentire al personale addetto alle pulizie e ai conducenti di accedere facilmente ai veicoli e di spostare agevolmente le diverse attrezzature mobili utilizzate.

14.5.7.5 Officina materiale rotabile

Tutti i binari nell'officina di manutenzione sono progettati per accogliere due veicoli.

L'officina di manutenzione include:

- quattro binari con fosse di visita dotate di passerelle laterali e carroponte;
- due binari su piattaforma;
- locale lavaggio carrelli;
- locali tecnici;
- magazzino;
- uffici per il personale;
- spogliatoi, servizi igienici, docce.

Il sollevamento dei veicoli sarà effettuato con appositi martinetti principalmente per:

- rimozione e sostituzione dei carrelli;
- sostituzione dei componenti del telaio;
- interventi o controlli sul sottocassa;
- installazione della cassa su carrelli da trasporto o cavalletti.

Gli ingressi dell'edificio saranno dotati di porte motorizzate di accesso ed uscita gestite localmente, che avranno larghezza tale da poter essere utilizzate anche come uscite di emergenza.

Le porte di accesso, dotate di finestrate, saranno progettate per consentire il passaggio della linea aerea di contatto a 750 V cc quando sono chiuse.

L'officina sarà dotata di due carriponte:

- Carroponte di capacità 1500 daN (nell'area dei binari di manutenzione)
- Carroponte di capacità 5000 daN

La loro struttura sarà indipendente e senza connessione con la struttura principale dell'edificio.

Il funzionamento di ciascun carroponete deve essere collegato alla disalimentazione della linea aerea a 750 V.

Binari con fossa

Questi binari sono dotati di linea elettrica che può essere disalimentata binario per binario. Ogni binario sarà dotato di passerelle laterali di lunghezza e altezza appropriate, che consentono l'accesso alle apparecchiature situate sull'imperiale. Saranno dotate di barriera di sicurezza, per evitare la caduta del personale, con la parte più alta a scomparsa per consentire l'accesso alle apparecchiature, di accorgimenti per evitare la caduta di materiali e attrezzi e di uscite ad entrambe le estremità della passerella, con cancelli allarmati che interrompono la linea elettrica aerea.

Saranno disponibili a tutti i livelli di lavoro prese elettriche ed ugelli ad aria compressa distanziati in modo tale che la lunghezza dei cavi e dei tubi non superi i 15 metri; sarà anche disposto un punto di rifornimento idrico per ogni stallo presso le scale delle passerelle.

I binari saranno dotati di un carro ponte di portata adeguata, che ne percorre tutta la lunghezza. Il funzionamento di ogni carroponete non sarà possibile quando la corrispondente linea aerea di contatto è alimentata.

Binari senza fossa

Questi binari sono dotati di linea elettrica che può essere disalimentata stallo per stallo.

I binari, realizzati con rotaie a gola, saranno incorporati nella pavimentazione.

I binari saranno dotati di un carro ponte di portata adeguata.

Saranno disponibili lungo i binari prese elettriche ed ugelli ad aria compressa distanziati in modo tale che la lunghezza dei cavi e dei tubi non superi i 15 metri

I binari saranno dotati di un impianto di sollevamento, dotato di martinetti di sollevamento sincronizzati, in grado di sollevare un veicolo completo.

Uffici

Al piano rialzato dell'officina sono previsti i seguenti locali:



Uffici con sei postazioni di lavoro per il personale responsabile della manutenzione del materiale rotabile.

(circa 120 metri quadrati compresi i servizi igienici)

Spogliatoi, servizi igienici, docce

Questi locali sono destinati al personale operaio addetto alla manutenzione del materiale rotabile.

(circa 170 metri quadrati)

Laboratori specializzati

I laboratori specializzati sono destinati alla riparazione e alla revisione di malfunzionamenti delle apparecchiature.

Tutti i laboratori saranno dotati di porte di dimensioni adeguate per consentire il passaggio delle attrezzature di pertinenza.

Tutti i laboratori devono essere dotati di prese elettriche, telefoniche e di rete locale, nonché di ugelli per aria compressa e acqua, se necessario.

L'area dei laboratori specializzati sarà suddivisa come segue:

- *Officina flessibile*

L'officina flessibile è utilizzata per usi diversi: officina di manutenzione carrelli, laboratorio di saldatura, officina per interventi sulla cassa e officina meccanica. L'area dell'officina sarà servita da una gru mobile di capacità adeguata, che sarà utilizzata anche per il carico e lo scarico dei camion nell'area ad essi accessibile.

In questa zona, in cui possono essere immagazzinati pezzi di ricambio ed altri componenti pesanti, sarà possibile la circolazione con un carrello elevatore.

(circa 350 metri quadrati)

- *Laboratorio elettronico*

Questo laboratorio sarà costituito principalmente da postazioni di lavoro dotate di speciali banchi di prova e macchine utensili; conterrà scaffali di stoccaggio di parti di ricambio e materiali di consumo. Deve essere equipaggiato in modo da evitare la presenza di polvere.



(circa 50 metri quadrati).

- *Laboratorio elettromeccanico*

Questo laboratorio sarà costituito principalmente da postazioni di lavoro dotate di banchi e macchine utensili; conterrà scaffali di stoccaggio di parti di ricambio e materiali di consumo. Deve essere equipaggiato in modo da evitare la presenza di polvere.

(circa 60 metri quadrati).

- *Laboratorio impianti di riscaldamento/ventilazione e climatizzazione*

Questo laboratorio sarà principalmente costituito da postazioni di lavoro con supporti e banchi di prova. Deve essere equipaggiato in modo da evitare la presenza di polvere.

(circa 150 metri quadrati).

- *Laboratorio impianti idraulici e pneumatici*

Questo laboratorio sarà principalmente composto da postazioni di lavoro con supporti e banchi di prova. Deve essere equipaggiato in modo da evitare la presenza di polvere.

(circa 150 metri quadrati).

- *Locale batterie*

Questo locale comprende due parti: la prima dedicata al sistema di ricarica e la seconda dedicata alle batterie.

Deve essere progettato in conformità con le normative vigenti, in particolare per quanto riguarda la pavimentazione antiacido e la necessità di un sistema di ventilazione dedicato.

Sarà fornito di acqua e dotato di scaffali che consentono un facile collegamento della batteria al sistema di ricarica.

Le porte di accesso alla parte dedicata alle batterie consentiranno il passaggio agevole per il carrello elevatore.

(circa 40 metri quadrati).

- *Laboratorio di verniciatura*



Questo laboratorio consente la verniciatura di parti rimovibili del veicolo. Sarà dotato di attrezzature per la verniciatura a spruzzo, di un deposito di vernici e di un banco per la miscelatura delle vernici. Sarà dotato di un sistema di ventilazione dedicato.

(circa 60 metri quadrati).

- *Locale aria compressa*

In questo locale sarà installato un dispositivo di produzione, trattamento e distribuzione dell'aria con un essiccatore, un disoleatore ed un serbatoio di accumulo dotato di un sistema di spurgo automatico dell'elettrovalvola. Il locale sarà insonorizzato al fine di limitare il rumore per il personale presente.

(circa 40 metri quadrati)

- *Locale saldature*

Questo locale è destinato all'esecuzione di piccoli interventi di saldatura. Sarà dotato di impianto di trattamento dell'aria.

(circa 60 metri quadrati)

- *Cabina di lavaggio ricambi e carrelli*

Il lavaggio di componenti e carrelli viene effettuato utilizzando una macchina a vapore ad alta pressione in una camera di lavaggio dotata di una piattaforma rotante per far ruotare i carrelli durante le fasi di lavaggio.

La durata delle operazioni è regolabile dal pannello di controllo, che consente vari programmi di lavaggio, da eseguire in modalità automatica o in modalità manuale.

- *Magazzino principale*

Il magazzino principale sarà dotato di un ufficio, banchi di lavoro, scaffali di stoccaggio e armadi per attrezzi.

L'ufficio del magazziniere sarà dotato di prese elettriche, connessione telefonica e prese di rete per computer locali.



Le porte di accesso al magazzino consentiranno il passaggio di un carrello elevatore di dimensioni adeguate e dovranno disporre di spazio sufficiente per consentire a un camion di consegna di entrare parzialmente nel magazzino.

L'altezza minima disponibile della parte principale del magazzino sarà di 7 metri; l'altezza minima nelle altre parti sarà di almeno 3 metri.

La parte principale sarà progettata per includere:

- un numero sufficiente di scaffalature di dimensioni adeguate disposte su vari livelli;
- un numero appropriato di ripiani o supporti per l'immagazzinamento di barre, lamiere e profili;
- ripiani, scaffali e armadi per piccoli componenti ed utensili.

Il magazzino sarà dotato anche di:

- banco delle consegne;
- banchi da lavoro;
- un'area adatta per immagazzinare componenti ingombranti di grandi dimensioni sia su supporti che sul pavimento;
- carrello elevatore elettrico di capacità adeguata, fornito, per motivi di sicurezza, di sistema di limitazione dell'altezza di sollevamento programmabile.

(circa 600 metri quadrati)

14.5.7.6 Edificio Area tecnica

Si prevede un edificio a tre livelli di circa 1.400 metri quadrati di superficie coperta.

Piano terra

Il piano terra comprende i locali tecnici dedicati alla manutenzione degli impianti fissi:

- Magazzino (circa 320 metri quadrati)
- Officine così ripartite:
- Armamento (circa 40 mq)
- Opere civili (circa 50 mq)



- Linea aerea (circa 40 mq)
- Segnalamento e telecomunicazioni (circa 40 mq)
- Impianti elettromeccanici (circa 80 mq)
- Area servita da carroponete 3200 daN (circa 100 mq)

Comprende anche locali di servizio, servizi igienici, corridoi, scale e ascensori di dimensioni adeguate.

Primo piano

Il primo piano comprende locali di servizio, sale comuni, locali tecnici, spogliatoi, servizi igienici, docce, corridoi, scale e ascensori di dimensioni adeguate.

Nell'edificio, al primo piano, è prevista una cucina di servizio di circa 150 mq, dotata di elettrodomestici per consentire il riscaldamento di pasti già preparati.

Secondo piano

Il secondo piano comprende gli uffici dei seguenti dipartimenti:

- Direzione Area tecnica
- Dipartimento esercizio
- Dipartimento installazioni fisse, suddiviso in:
 - Settore ingegneria civile e armamento
 - Settore alimentazione, segnalamento, telecomunicazioni e impianti speciali
- Dipartimento materiale rotabile

Comprende anche sale riunioni, locali di servizio, sale comuni, locali tecnici, servizi igienici, corridoi, scale e ascensori di dimensioni adeguate.

14.5.7.7 Edificio uffici e Posto Centrale di Controllo

Si prevede un edificio a tre livelli di circa 1000 metri quadrati di superficie coperta

I locali di questo edificio sono stati ipotizzati per contengono tutte le funzioni operative della rete tranviaria. Nel determinare le caratteristiche dimensionali si ritiene opportuno tenere conto di possibili futuri incrementi del personale.

Piano terra

Il piano terra comprende:

- Ingresso e controllo in entrata e uscita del personale e dei visitatori;
- Uffici di assegnazione e programmazione dei turni;
- Uffici e aree comuni utilizzati da tutto il personale;
- Sala mensa.

Comprende anche servizi igienici, corridoi, scale e ascensori di dimensioni adeguate.

Primo piano

Il primo piano comprende gli uffici di:

- Direzione generale;
- Settore qualità e sicurezza;
- Settore pubbliche relazioni;
- Direzione Area amministrazione;
- Dipartimento risorse umane;
- Dipartimento finanziario;
- Dipartimento commerciale;
- Dipartimento approvvigionamenti;
- Dipartimento affari generali e legali.

Comprende anche sala riunioni, sale comuni, servizi igienici, corridoi, scale ed ascensori di dimensioni adeguate.

Secondo piano

Il secondo piano comprende:

- Posto Centrale di Controllo, con il supporto di uffici operativi ed aree tecniche. Si ritiene opportuno prevedere nello stesso edificio la possibile futura ubicazione del Centro di Controllo delle autolinee e degli altri sistemi di trasporto pubblico, nonché dell'intera mobilità urbana.



Comprende anche sala riunioni, sale comuni, servizi igienici, corridoi, scale ed ascensori di dimensioni adeguate.

14.5.7.8 Sottostazione elettrica

(circa 200 metri quadrati in totale)

14.5.7.9 Rimessa veicoli ausiliari

(circa 400 metri quadrati)

Il deposito sarà dotato di una rimessa per i veicoli ausiliari strada-rotaia:

- veicoli di emergenza;
- veicoli per trasporto di materiali e attrezzature;
- veicoli per manutenzione di binari e linea aerea;
- veicoli per molatura e pulizia delle rotaie.

14.5.7.10 Area di magazzinaggio esterno

(circa 1000 metri quadrati)

Questa area è usata per immagazzinare tutte le parti pesanti e voluminose che possono essere lasciate all'esterno, come pali della linea aerea, rotaie, traverse, rulli avvolgi cavi.

14.5.7.11 Centrale impianti

Questo edificio conterrà le apparecchiature tecniche a servizio di deposito; in particolare:

- il locale trasformatori e generatore diesel
- il locale caldaia
- l'UPS e il locale batterie
- le sale delle apparecchiature elettriche
- il locale dell'aria compressa
- il locale pompe antincendio
- il locale di distribuzione antincendio



- i serbatoi d'acqua antincendio
- la sala pompe di approvvigionamento idrico
- il serbatoio dell'acqua potabile

(circa 1200 metri quadrati coperti)

14.5.7.12 *Deposito materiali infiammabili*

Questo locale sarà utilizzato per la conservazione di vernici, solventi ed altri materiali infiammabili.

(circa 170 metri quadrati).

14.5.7.13 *Deposito raccolta rifiuti*

L'area di raccolta dei rifiuti conterrà diversi contenitori; le sue porte di accesso devono consentire il passaggio di un carrello elevatore. Sarà progettata in conformità con le leggi e i regolamenti applicabili relativi alla conservazione ed allo smaltimento dei diversi tipi di rifiuti.

(circa 170 metri quadrati).

14.5.7.14 *Controllo ingressi*

L'edificio comprende:

- la portineria, in cui si controllerà, identificherà e registrerà l'entrata e l'uscita dei veicoli stradali e dei pedoni. Deve essere dotata di:
- monitor video con sistema di commutazione per le diverse telecamere posizionate attorno al deposito;
- centrale telefonica per le comunicazioni interne ed esterne;
- centrale di ricezione dei sistemi di allarme del deposito;
- sistema di telecomando dei cancelli;
- servizi igienici.
- la sala d'aspetto, prevista presso la portineria.

(circa 100 metri quadrati)



14.5.7.15 *Locale pulizie*

Locale dedicato agli addetti alle pulizie dei veicoli in stazionamento, che comprende il magazzino dei prodotti e le attrezzature per la pulizia. Deve essere fornito di servizi per gli addetti, acqua ed energia elettrica.

(circa 250 metri quadrati)

14.5.7.16 *Parcheggi*

Il deposito deve essere dotato di parcheggio per il personale e per i visitatori opportunamente localizzati e funzionalmente separati:

- Parcheggio dei dipendenti

Il parcheggio per i dipendenti del deposito è stimato per la capacità massima prevista di circa 100 veicoli.

- Parcheggio per visitatori

Sono previsti circa 20 posti di parcheggio per i visitatori, opportunamente ubicati.

- Parcheggio veicoli a due ruote

È previsto anche un parcheggio per moto e biciclette.

14.5.7.17 *Impianto di trattamento acque*

L'impianto di trattamento delle acque sarà in grado di trattare le acque reflue del deposito e dei piazzali; le sue dimensioni dovranno essere adeguate alle portate volumetriche dell'acqua da trattare, che affluirà all'impianto dopo aver attraversato un pozzo di decantazione preliminare.

14.5.7.18 *Circolazione di veicoli stradali e pedoni*

I percorsi carrabili all'interno del deposito saranno definiti in modo da evitare il più possibile di passare vicino o attraversare i binari e i percorsi pedonali. Laddove tale attraversamento sia inevitabile, tutti i potenziali punti di pericolo saranno privi di ostacoli, adeguatamente contrassegnati da segnali di pericolo e, se necessario, dotati di protezioni fisiche.



Un'attenzione particolare sarà prestata nel fornire una buona visibilità ai veicoli stradali ed ai pedoni soprattutto negli attraversamenti dei binari.

I percorsi pedonali all'interno del deposito dovranno essere studiati per ridurre al minimo le distanze da percorrere, cercando di evitare di attraversare i binari e le carreggiate stradali.

I bordi dei percorsi pedonali all'interno del deposito saranno evidenziati con adeguata verniciatura per una ulteriore forma di protezione.

I veicoli di servizio otterranno l'accesso attraverso il cancello di ingresso controllato, e da lì saranno guidati verso le diverse zone funzionali del deposito. Saranno inoltre previste zone di carico e scarico.

Saranno previsti spazi e strade di servizio per caricare e scaricare materiali ed attrezzature. Se necessario, i veicoli stradali di enti esterni potranno passare sui binari, accompagnati da un incaricato con funzioni di scorta.

Sarà previsto l'accesso per i veicoli di emergenza, che potranno raggiungere le officine, le zone di parcheggio e le parti principali del deposito, anche passando sui binari.

14.6 PROGETTO ARCHITETTONICO

Il complesso del deposito ha un impatto notevole sul contesto circostante, per lo più agricolo; la trasformazione urbana della zona, di cui si è data ampia descrizione nella Relazione Illustrativa del progetto, prevede un graduale passaggio dal naturale all'artificiale.

Gli edifici vengono organizzati mediante un sistema di coperture continue a formare una sorta di duna artificiale che raggruppa i diversi volumi in tre distinti sottosistemi.

- Sottosistema degli uffici e della rimessa: una serie di falde in calcestruzzo a vista ricopre sia gli edifici per uffici allineati su via Emilio Lepido che il corpo destinato ad alloggiare il tornio in fossa ed il corpo delle rimesse per le vetture tramviarie.
- Sottosistema degli impianti: costituito da 5 edifici raccordati tra loro da un insieme di pensiline in calcestruzzo faccia vista.

- Sottosistema della manutenzione: un'unica copertura in calcestruzzo che comprende l'officina principale, i locali ed i laboratori per la manutenzione ed il punto lavaggio.
- Sottosistema dei servizi: un unico edificio isolato, posto in prossimità del sottopasso tramviario, destinato a servizi per i conducenti.

Le facciate degli edifici sono caratterizzate da ampie vetrate protette da sistemi di brise-soleil fissi integrati nel sistema delle vetrate.

Tutti gli edifici sono collegati da una viabilità con finitura in bitume, integrata con il fascio dei binari di servizio collocati, per lo più, all'interno di aree permeabili con finitura in calcestruzzo.

14.7 STRALCIO FUNZIONALE PER LA LINEA ROSSA

Come sopra detto, il deposito è stato dimensionato per un numero di vetture ampiamente superiore a quello necessario per l'esercizio della linea Rossa.

Considerando la prevedibile progressiva realizzazione dell'intera rete tranviaria, anche al fine di limitare la spesa iniziale necessaria per la realizzazione dell'infrastruttura, evitando di costruire opere complesse e costose che verrebbero utilizzate solo parzialmente, si è ipotizzato di prevederne la realizzazione in fasi successive:

- una parte in prima fase per il rimessaggio e la manutenzione dei veicoli a servizio della linea rossa;
- una seconda parte a completamento in relazione alle successive fasi di estensione della rete tranviaria.

In particolare la realizzazione parziale riguarderà l'edificio officina di manutenzione, la rimessa destinata agli stalli di parcheggio dei veicoli ed i relativi fasci di binari.

15. DEPOSITO AUSILIARIO "PILASTRO"

Nella fase attuale la linea Rossa è dotata di un deposito-officina, collocato all'estremità occidentale della linea stessa, in corrispondenza del capolinea Terminal Emilio Lepido, in via Marco Emilio Lepido, ad ovest dell'abitato di Borgo Panigale, in una localizzazione periferica, che appare strategica associata alla realizzazione del nodo di scambio.

In tale deposito sono collocati tutti gli edifici necessari alla manutenzione e revisione dei veicoli ed anche il posto centrale di controllo (PCC) che regola e supervisiona il movimento dei treni lungo la linea in esercizio, oltre che gli edifici necessari per la manutenzione degli impianti.

All'estremità opposta, in corrispondenza con il capolinea orientale Pilastro, si è ritenuto necessario prevedere un'area di sosta ausiliaria attrezzata. Tale area comprende essenzialmente quattro binari di sosta di lunghezza pari a circa 40 metri ed un edificio di servizio.



Figura 15 – Deposito ausiliario "Pilastro"



Gli stalli di sosta sono collegati con i binari di corsa della linea tramite due binari che, per garantire la massima flessibilità di movimentazione interna dei veicoli, sono collegati tra loro da una comunicazione doppia a crociera. La zona di sosta dei veicoli è dotata di copertura.

L'area di sosta attrezzata svolge principalmente la funzione di alimentazione del servizio alla ripresa mattutina dell'esercizio passeggeri. Infatti essa consente di ospitare quattro veicoli in parcheggio notturno, che potranno essere immessi in circolazione, secondo l'orario di servizio, nel senso di marcia opposto a quello percorso dai veicoli in uscita dal deposito di Borgo Panigale. Inoltre, sempre in considerazione del fatto che il deposito è situato all'estremità opposta della linea, nell'area potranno sostare, in relazione ai programmi gestionali della società di esercizio, uno o più veicoli di riserva. Tali veicoli potranno essere immessi in servizio in caso di anomalie, ritardi, guasti, sovraffollamento imprevisto.

L'edificio di servizio previsto nell'area di sosta attrezzata, di dimensioni 20x10 metri, è suddiviso in:

- posto di sorveglianza;
- locale pulizie;
- locale manutenzione;
- spogliatoi e servizi igienici.

Tali locali sono destinati ad accogliere il personale chiamato a svolgere le funzioni di guardiania, in particolare notturna, di pulizia interna dei veicoli che sostano nell'area e di esecuzione di piccoli interventi di manutenzione corrente.

Inoltre è stato previsto un parcheggio interno per 11 posti auto, a servizio degli addetti, con accesso indipendente.



Comune di Bologna

SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DELLA
PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (LINEA ROSSA)

CIG 7499621308 - CUP F32E18000020001



Sostenibilità
è Bologna

L'area sarà dotata di una recinzione continua su tutti i lati, che dovrà avere caratteristiche idonee ad impedire l'accesso dei non addetti, anche per evitare, unitamente alla prevista guardiania, il verificarsi di episodi di vandalismo.

Nella zona di collegamento con i binari di corsa è prevista la realizzazione di un sistema di apertura/chiusura a scorrimento di adeguare caratteristiche funzionali.