



COMUNE DI FIRENZE

Direzione Nuove Infrastrutture - Ufficio Tramvia



Società TRAM DI FIRENZE S.P.A.

SISTEMA TRAMVIARIO DI FIRENZE

LINEA 3.2.2 - Tratta Libertà-Rovezzano

PROGETTO PRELIMINARE

adeguato come da richiesta MIT, nota 344 del 20/01/2020
Integrazione documentale ai sensi dell'art. 2 del DM 607/2019 del 27/12/2019

PARTE UNITARIA
ELABORATI GENERALI
Relazione Illustrativa



COMUNE DI FIRENZE
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ING. MICHELE PRIORE



TRAM DI FIRENZE
IL PRESIDENTE
DOTT. FABRIZIO BARTALONI



architecna
engineering
ARCHITECNA ENGINEERING
IL COORDINATORE DELLA PROGETTAZIONE
ING. SANTI CAMINITI

PROGETTAZIONE

Progettazione e coordinamento
ARCHITECNA ENGINEERING s.r.l



architecna
engineering

| PROGRESSIVO | COMMESSA | FASE | COMPARTO | DOCUMENTO | REV. | SCALA | NOME FILE |
|-------------|----------|------|----------|-----------|------|-------|----------------------|
| | FL322 | PP | GEN | RL002 | 0B | - | PP-GEN-RL-002-0B.dwg |

| REV. | DATA | DESCRIZIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|-------------|------------------------|---------|------------|-----------|
| 0A | Aprile 2020 | EMISSIONE PER COMMENTI | BERTI | SALVO | CAMINITI |
| 0B | Luglio 2020 | EMISSIONE DEFINITIVA | BERTI | SALVO | CAMINITI |
| 0C | | | | | |

SOMMARIO

| | |
|--|-----------|
| 1. PREMESSA..... | 3 |
| 2. DESCRIZIONE DELL' INTERVENTO DA REALIZZARE | 5 |
| 2.1 IL SISTEMA TRANVIARIO FIORENTINO..... | 8 |
| 2.2 IL PROLUNGAMENTO 3.2.2 ROVEZZANO..... | 11 |
| 2.2.1 VIALE DON MINZONI | 11 |
| 2.2.2 VIALE DEI MILLE | 12 |
| 2.2.3 VIALE FANTI – VIALE MALTA..... | 12 |
| 2.2.4 VIALE MALTA – VIALE FANTI..... | 13 |
| 2.2.5 VIALE MAMIANI – VIALE DUSE..... | 14 |
| 2.2.6 VIALE DUSE – VIA DEL GIGNORO – CAPOLINEA ROVEZZANO..... | 15 |
| 2.3 DEPOSITO | 17 |
| 2.4 PARCHEGGIO SCAMBIATORE ROVEZZANO..... | 17 |
| 3. SISTEMI TECNOLOGICI | 20 |
| 3.1 TRAZIONE ELETTRICA..... | 20 |
| 3.2 SEGNALAMENTO..... | 21 |
| 3.3 IMPIANTI LUCE E F.M. | 23 |
| 3.4 ARMAMENTO | 25 |
| 4. INTERFERENZE DEI SOTTOSERVIZI..... | 29 |
| 5. OPERE D'ARTE..... | 31 |
| 5.1 SOTTOPASSO "LE CURE" | 31 |
| 6. RIQUALIFICAZIONE URBANA..... | 34 |
| 7. OPERE A VERDE | 35 |
| 7.1 VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLE INTERFERENZE SEGNALATE FRA LE NUOVE PROPOSTE DI TRACCIATO DELL'OPERA E LE ALBERATURE ESISTENTI..... | 35 |
| 8. FATTIBILITA' DELL' INTERVENTO | 40 |
| 8.1 ESITO DELLE INDAGINI..... | 40 |
| 8.1.1 PREFATTIBILITA' AMBIENTALE..... | 40 |
| 8.1.2 INDAGINI GEOLOGICHE..... | 41 |
| 8.1.3 INDAGINI GEOTECNICHE | 44 |
| 8.1.4 INDAGINI IDROLOGICHE..... | 46 |
| 8.1.5 INDAGINI IDRAULICHE | 48 |
| 8.1.6 INDAGINI SISMICHE | 51 |

| | |
|--|-----------|
| 8.2 VINCOLI DELL' AREA DI INTERVENTO..... | 55 |
| 8.2.1 VINCOLI URBANISTICI..... | 56 |
| 8.2.2 VINCOLI STORICO, ARTISTICI E PAESAGGISTICI..... | 57 |
| 8.2.3 VINCOLI ARCHEOLOGICI..... | 59 |
| 9. INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO | 60 |
| 10. CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE..... | 61 |
| 11. INDICAZIONI PER LA MANUTENZIONE DELLE OPERE..... | 63 |
| 12. CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA | 65 |

1. **PREMESSA**

Il presente progetto preliminare rappresenta la seconda fase progettuale nell'ambito dell'incarico per la redazione del progetto del prolungamento della linea tranviaria 3 affidato alla Architecna Engineering srl, a seguito della sottoscrizione del 1^a atto integrativo alla Convenzione di Concessione tra il Comune di Firenze (Concedente) e la Tram di Firenze spa (Concessionario). In particolare, il progetto preliminare fa seguito ad una prima fase di attività svolta nel corso del 2007 avente come scopo la "revisione dello studio di fattibilità" redatto dagli Uffici Tecnici del Comune di Firenze.

Tale "verifica", conclusasi positivamente nel dicembre scorso, con la conferma delle principali scelte a suo tempo individuate dall'Amministrazione, contiene una approfondita disamina degli elementi conoscitivi che costituiscono i sistemi di riferimento del territorio fiorentino ed in particolare individua ed analizza:

- il quadro generale della mobilità fiorentina (situazione attuale, programmazione e rapporti tra rete ed urbanizzazione);
- la reale fattibilità tecnica della rete infrastrutturale proposta (con approfondimenti a scala progettuale suddivisa per singolo ambito);
- uno studio generale della geologia (e della sismica) in relazione all'area attraversata e con riferimento alle opere d'arte previste (sottopasso del fascio binari di Le Cure);
- l'analisi dei sottoservizi esistenti e delle metodologie meno invasive per la compatibilità con il progetto;
- uno studio che individua, in via preliminare, il miglior utilizzo delle tipologie di armamento già previste per la linea 2 e la linea 3, in rapporto al territorio attraversato;
- il sistema del verde urbano (per tipologia e funzionalità) e delle alberature (classificazione dettagliata delle essenze e del loro stato di salute);
- la programmazione e la pianificazione in essere con particolare riferimento al Piano Strutturale;
- i vincoli progettuali connessi all'inserimento della sede tranviaria nel contesto cittadino nelle diverse condizioni storico-paesaggistico e le eventuali proposte per migliorare l'inserimento nell'ambiente urbano.

Inoltre è utile rammentare che, proprio in sede di approvazione dello studio citato, sono state richieste alcune varianti aggiuntive e/o alternative rispetto alla fattibilità originaria.

Le prescrizioni di approfondimento riguardano:

- Lo studio del nodo di Piazza della Libertà con il tracciato in direzione Rovezzano che interessa Viale dei Mille e l'area dello stadio;
- La riduzione dell'impatto della linea tranviaria nell'area dello stadio durante gli eventi sportivi;
- Il mantenimento degli alberi esistenti lungo i viali di circonvallazione e di due corsie carrabili per senso di marcia;
- Lo sviluppo del modello di esercizio del sistema tranviario.

Sommariamente, quindi il tracciato sviluppato nel progetto preliminare e oggetto del presente studio raggiunge Rovezzano con la Linea 3.2.2 da Viale Don Minzoni, al termine del quale sottoattraversa il fascio di binari per immettersi in Viale dei Mille, raggiungendo così Viale Fanti; percorre poi Viale Malta, Viale Fanti e Viale Mamiani, per terminare al capolinea nei pressi della stazione ferroviaria di Rovezzano con un tracciato che passa per Via del Gignoro.

2. DESCRIZIONE DELL' INTERVENTO DA REALIZZARE

Il sistema di trasporto progettato si colloca, in base alla Norma UNI 8379 "Sistemi di trasporto a guida vincolata – Termini e Definizioni", nella classe definita tranvia. Con il termine tranvia si definisce quel "sistema di trasporto per persone negli agglomerati urbani costituito da veicoli automotori o rimorchiati dai medesimi, a guida vincolata, in genere su strade ordinarie e quindi soggetto al Codice della Strada, con circolazione a vista. La realizzazione di un sistema tranvia impone l'assunzione di alcune specifiche fondamentali come criteri informativi generali della progettazione.

In particolare si evidenzia quanto segue:

- · massimo utilizzo di strade esistenti o comunque di aree pubbliche e riduzione delle opere civili necessarie per ottenere costi contenuti, rapidità di realizzazione e contenimento dell'impatto ambientale;
- · utilizzo di sottosistemi che adottano soluzioni consolidate e con elevata duttilità di impiego per raggiungere elevate prestazioni ed elevati standard di sicurezza ed affidabilità, nonché possibilità di espansione;
- · adozione di veicoli a pianale ribassato e di sistemi di informazione all'utenza che massimizzino la fruibilità e l'attrattività del sistema.

Per parametri geometrici di progetto si sono assunti gli stessi utilizzati per la redazione del P.D. delle linee 2 e 3 (I lotto) in quanto la tratta in questione, facendo parte di un unico sistema, non potrebbe avere caratteristiche differenti.

Di seguito sono riportati alcuni dati significativi della nuova linea tranviaria.

- Tipo di mezzo veicolo tranviario bidirezionale
- Scartamento 1435 mm.
- Alimentazione elettrica 750 V c.c.
- Altezza minima del filo conduttore della linea aerea dal piano rotaie 4,40 m.
- Distanza media tra le fermate circa 450 m.
- Altezza delle banchine di fermata sul piano del ferro 30 cm.
- Lunghezza delle banchine di fermata 40,00 m.

- Distanza tra la soglia della porta e l'orlo della banchina di fermata 70 mm.
- Dislivello tra la soglia della porta e il piano della banchina di fermata da +50 a -20 mm.
- Velocità massima 70 km/h
- Pendenza massima longitudinale in linea 7%
- Pendenza massima longitudinale nelle fermate 3,75%
- Raggio minimo planimetrico in linea 20,00 m.
- Raggio minimo planimetrico negli scambi 25,00 m.
- Sopraelevazione in curva non prevista
- Raccordi di transizione clotoidali
- Massimo valore di accelerazione ammesso 1,0 m/sec²
- Massimo valore di contraccolpo 0,5 m/sec³
- Raggio minimo dei raccordi verticali concavi 400,00 m.
- Raggio minimo dei raccordi verticali convessi 800,00 m.
- Massimo valore di accelerazione verticale ammesso 0,25 m/sec²
- Interasse minimo intervalla non palificata 3,30 m.

Il veicolo previsto ha le seguenti caratteristiche geometriche :

- larghezza vettura 2.400 mm.
- lunghezza vettura 31.900 mm.
- altezza massima cassa vettura 3.414 mm.
- altezza pianale, nella zona ribassata, dal piano del ferro 350 mm.
- altezza specchio retrovisore dal piano del ferro 2.002 mm.
- interperno 7.100 mm.
- passo 1.700 mm.

- distanza asse carrello - frontale vettura (sbalzo) 4.850 mm.
- distanza asse carrello - inizio rastrematura 3.000 mm.

Le prestazioni principali indicative sono le seguenti:

- velocità massima di servizio 70 Km/h.
- accelerazione di avviamento 1,0 m/sec²
- decelerazione in frenatura di esercizio 1,2 m/sec²
- pendenza massima superabile in linea 7 %
- scartamento dei binari 1435mm.
- minimo raggio di curvatura planimetrico ammesso 18 m.
- raggio minimo dei raccordi verticali concavi e convessi 350 m.

La sede tranviaria è per la maggior parte a due vie di corsa, la sede tranviaria sarà pavimentata con materiali differenziati, sia che si trovi in seno alla sede stradale stessa che a seconda del contesto cittadino, e sarà sempre delimitata lateralmente da due “fasce” in rilievo che ne permetteranno l'immediata individuazione nella pavimentazione stradale.

La sede tranviaria avrà una larghezza di 6,50 m. (misurata all'esterno dei cordoli di bordo), l'intervista fra i binari (intesa come distanza da asse binario ad asse binario) assumerà il valore medio di 3,30 m. , ovviamente tali larghezza possono assumere valori maggiori nei tratti di linea in curva per tenere in considerazione le fasce di ingombro dei veicoli tranviari che le percorrono.

La geometria del tracciato è individuata da alcuni standard che rientrano entro i valori previsti dalle norme UNI-Unifer per tramvie e metropolitane leggere, specificamente devono essere rispettate le indicazioni della norma UNI 7156.72 “Tramvie urbane ed extraurbane. Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile ed interbinario”, nonché della norma UNI 8379 “Sistemi di trasporto a guida vincolata (ferrovia, metropolitana, metropolitana leggera e tramvia). Termini e definizioni”.

La norma UNI 7156-72 definisce quali debbano essere le distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile.

Gli ostacoli che si possono incontrare lungo il percorso sono di due tipi:

- Continui se aventi dimensione, misurata parallelamente al binario, maggiore di 500 mm;

- Discontinui se aventi dimensione, misurata parallelamente al binario, minore di 500 mm (pali, indicatori di fermata, ecc.).

In funzione della posizione assunta dagli ostacoli nei confronti del materiale rotabile sono prescritte differenti distanze minime da rispettare, come riportato di seguito:

- ostacoli di altezza dal piano del ferro non maggiore di 300 mm = 100 mm;
- ostacoli continui di altezza dal piano del ferro maggiore di 300 mm = 800 mm;
- ostacoli discontinui di altezza dal piano del ferro maggiore di 300 mm = 500 mm.

Nel procedere all'elaborazione delle sezioni correnti di linea si è quindi tenuto conto degli elementi determinanti che sono la larghezza del materiale rotabile, le distanze degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e l'interbinario (stabilite dalla norma UNI 7156-72), nonché l'impostazione della linea aerea di contatto e della relativa palificazione di sostegno.

2.1 IL SISTEMA TRANVIARIO FIORENTINO

L'adeguamento ed il potenziamento del sistema infrastrutturale, legato alla mobilità pubblica, ha rappresentato uno degli obiettivi fondamentale della pianificazione urbanistica degli ultimi anni.

L'area metropolitana fiorentina rappresenta una delle aree più dinamiche nello sviluppo economico sia regionale sia nazionale, che ha saputo integrare livelli di crescita e di adeguamento alle nuove esigenze del mercato al mantenimento di una forte integrazione sociale.

Si tratta di un'area policentrica che induce una mobilità non solo connessa all'organizzazione della produzione e del lavoro, ma anche alla localizzazione dei centri urbani e dei centri del sistema metropolitano.

Da qui l'esigenza di scelte che sappiano distinguere e selezionare i diversi modi di trasporto in funzione delle diverse necessità, attraverso una politica di concertazione fra i diversi soggetti istituzionali.

E' in quest'ottica che nell'Intesa per l'Area Metropolitana del 27/10/2000 fra Regione Toscana, le Provincie e i Comuni di Firenze, Prato e Pistoia venivano individuati nello sviluppo del trasporto su rotaie (ferrovia) e su corsia protetta (tramvia) e la loro integrazione con il Trasporto Pubblico Locale gli assi fondamentali della riqualificazione della mobilità in area vasta. L'Amministrazione comunale ha dato in questi anni le risposte al ritardo del sistema infrastrutturale già all'interno del PRG vigente, concretizzando le procedure approvative delle opere fondamentali per il riordino e lo sviluppo di un nuovo quadro infrastrutturale, capace di rispondere alle nuove domande di mobilità.

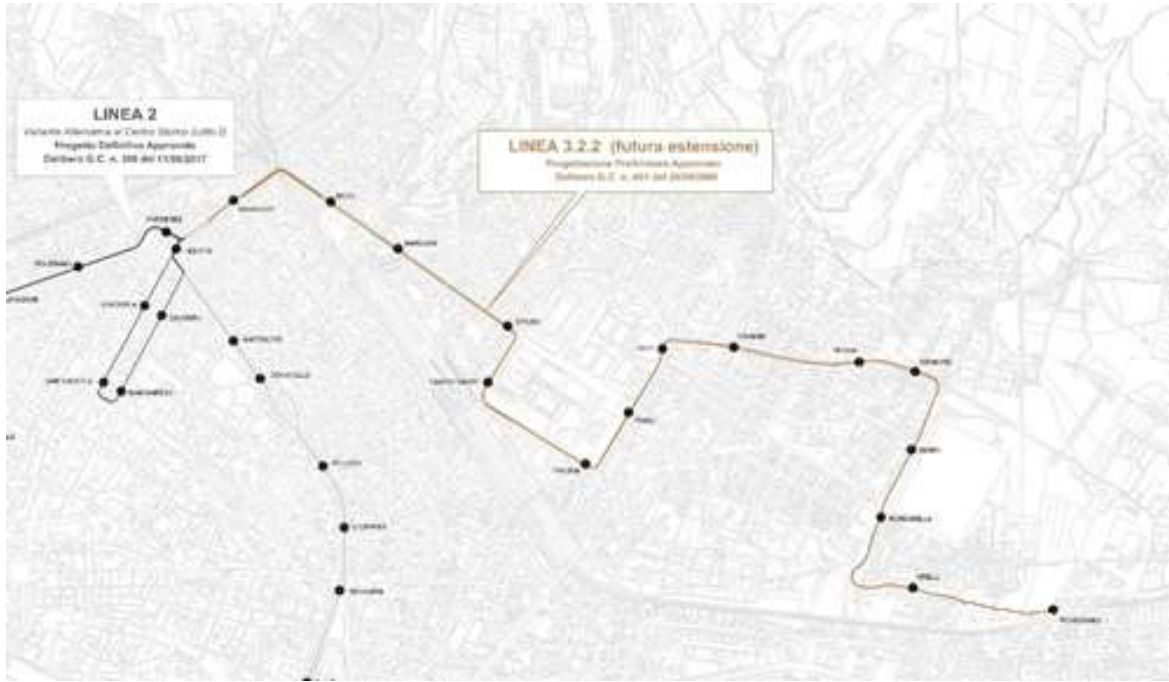
Sono state sottoscritte Intese e Accordi concernenti il potenziamento della mobilità ed in particolare:

- accordi sottoscritti dal Comune, Provincia, Regione con F.S., T.A.V. e Ministeri competenti per la soluzione del nodo Ferroviario, l'attraversamento della linea AV/AC, la realizzazione della nuova stazione AV nell'area ex Macelli del 3.3.1999 e successive modifiche e integrazioni;
- accordi sottoscritti dal Comune, Società Autostrade e altri Enti interessati per la realizzazione della terza corsia autostradale nel tratto A.1 Firenze Nord- Firenze Sud e opere di viabilità e parcheggi complementari e connesse del 17.6.1999;
- accordo quadro con F.S. per il potenziamento del Servizio ferroviario metropolitano e regionale (S.F.M. e S.F.R.) e la realizzazione delle nuove fermate del 27.7.1995 e integrazione del 3.3.1999 e del 15.2.2001; Protocollo d'Intese del 23.1.2006 per la riattivazione del servizio viaggiatori della tratta ferroviaria Cascine-Porta a Prato;
- accordi e intese con F.S. per la realizzazione della linea Ferroviaria Osmannoro-Campi Bisenzio, il completamento del Polo Tecnologico F.S. di Osmannoro;
- accordi ed intese connesse al nodo A.V. per il finanziamento, progettazione e realizzazione di una rete tranviaria fiorentina integrata col servizio ferroviario, accordo sottoscritto dal Comune, Regione con F.S., T.A.V. del 3.3.1999;
- Delibera n. 609 del 19.4.1999 del comune di Firenze relativa all'approvazione dei lineamenti generali per il Piano della Mobilità;
- Delibera Consiglio Comunale n. 15/15 del 24.1.2000 relativa al progetto preliminare della linea 3 Careggi-Viale Circonvallazione-Viale Europa con diramazioni Rovezzano;
- Delibera Giunta Comunale n. 1631/13 del 28.12.2000 ammissione finanziamenti Legge 211/92, approvazione progetto definitivo del I° lotto linea 3 Careggi-Fortezza;
- protocollo d'intesa per la realizzazione dell'asse stradale Firenze-P. ricasoli/Prato-Mezzana con Regione, Provincia e Enti locali interessati e realizzazione nel tratto Firenze-Sesto Fiorentino con attestazione su Viale XI Agosto a seguito degli Accordi per la linea A.V.-tratta BO-FI del luglio 1998;

- protocollo d'intesa per l'individuazione de linee operative finalizzate alla definizione dei temi connessi alla mobilità (nuovo asse di circonvallazione a nord di Firenze) sottoscritto il 23.4.2004 tra Regione, Provincia, e Comuni di Firenze, Bagno a Ripoli, Campi Bisenzio, Fiesole, Lastra a Signa, Signa, Pontassiesve e Sesto Fiorentino;
- protocollo d'intesa sulla mobilità tra Firenze e Pontassieve (S.S. 67 Aretina e S.P. di Rosano), sottoscritto il 30.10.2003 tra Regione, Provincia di Firenze, Autorità di Bacino fiume Arno, A.N.A.S., TO.RO. e i Comuni di Firenze, Fiesole, Pontassieve e Bagno a Ripoli.

Entrando nel merito dell'intervento analizzato, si evidenzia che il sistema tranviario, si configura come uno degli assi fondamentali per il riordino ed il potenziamento della mobilità nell'area fiorentina. Il programma di tramvie, già approvato ed in fase di attuazione, prevede la realizzazione delle prime quattro linee della rete principale e, a continuazione di queste, si prevede il completamento della rete del sistema tramviario consistente nel II lotto della terza linea nella direttrice Campo di Marte-Rovezzano oggetto del presente progetto.

I tracciati in oggetto fanno parte della previsione del PRG del Comune di Firenze (adottato dal Comune di Firenze il 12.07.93 e successivamente approvato dalla Regione Toscana il 02.12.97) ed inoltre sono inseriti all'interno del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Firenze. Sono inoltre previsti all'interno del Piano Strutturale, adottato nel 2004 ed approvato nel luglio 2007, che recepisce la nuova normativa introdotta dalla Legge Regionale 1 del 2005, la quale prevede veri e propri piani per specifici sistemi funzionali (in questo caso quello relativo alla mobilità).

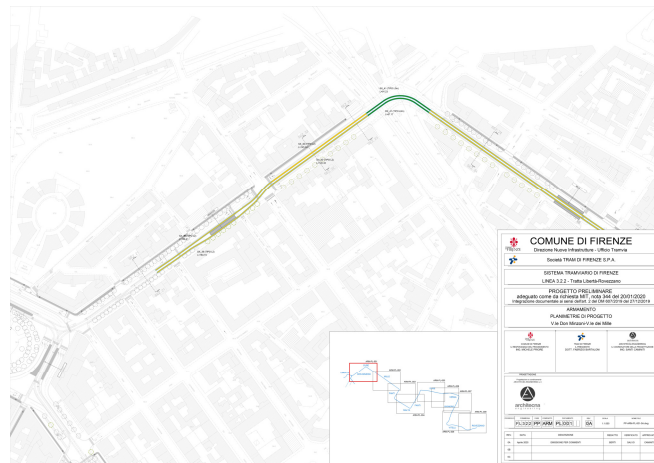


2.2 IL PROLUNGAMENTO 3.2.2 ROVEZZANO

Il tracciato verso Rovezzano ha una lunghezza di circa 6.2 km. Conduce da viale Don Minzoni al capolinea in prossimità della fermata ferroviaria di Rovezzano, attraversando la ferrovia in prossimità di Viale dei Mille.

2.2.1 VIALE DON MINZONI

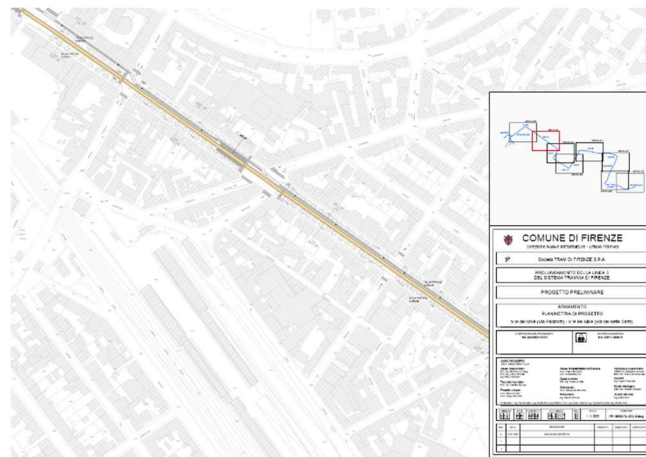
Nel primo tratto, fino all'incrocio con Via Masaccio, la linea è prevista sul lato destro della carreggiata. La sede stradale conserva due corsie di marcia in direzione della rampa di attraversamento della linea ferroviaria, gli stalli di parcheggio vengono disposti in linea e vengono mantenuti gli alberi esistenti, così come la pista ciclabile. Prima dell'incrocio con Via Masaccio è prevista la fermata a doppia banchina laterale, in posizione baricentrica a circa metà del viale.



Dopo l'incrocio con Via Masaccio inizia la rampa di discesa del sottopasso, la cui sezione comprende la linea tranviaria e due banchine di emergenza di 1 metro ciascuna. Per via della costruzione dell'opera d'arte non è possibile mantenere le alberature esistenti che verranno reimpiantate sul lato est del viale. Lungo il lato ovest è prevista una corsia di traffico veicolare, con senso di marcia in direzione Libertà, mentre sul lato est sono previste due corsie veicolari direzione Cure. L'attuale sottopasso ciclo-pedonale viene spostato per via dell'interferenza con il nuovo manufatto. Al suo posto sono previsti due nuovi tunnel, uno ciclabile lato ovest e uno pedonale lato est.

2.2.2 VIALE DEI MILLE

Superato Viale Don Minzoni la linea tranviaria si immette su Viale dei Mille in posizione centrale. Nel primo tratto è prevista la rampa di risalita dal sottopasso che termina fra Via Montanara e Via De Lauger.

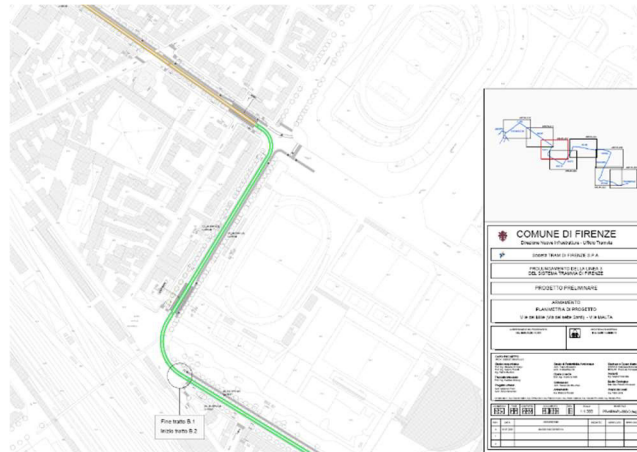


In questo tratto a causa della presenza del sottopasso, dovranno essere espianati le alberature esistenti lato ferrovia, che saranno sostituite con nuovi esemplari piantati in posizione compatibile con il nuovo disegno stradale. La pista ciclabile esistente viene conservata adeguandola alla nuova sistemazione superficiale. Alla fine di questo primo tratto, all'incrocio con Via Dogali, è prevista una fermata con doppia banchina laterale. Proseguendo la linea tranviaria non interferisce più con le alberature esistenti e mantiene la sua configurazione originaria.

2.2.3 VIALE FANTI – VIALE MALTA

La linea tranviaria percorre Viale Manfredo Fanti in posizione laterale verso gli impianti sportivi, sul lato opposto è prevista la viabilità stradale con una corsia per senso di marcia, divisa da un'aiuola che protegge gli alberi esistenti. In questo tratto viene abbattuto uno dei tre filari di alberi, ma la presenza del doppio filare mantiene le qualità dello spazio urbano preesistente. Alla fine del Viale, in prossimità del sovrappasso pedonale della stazione di Campo di Marte, è prevista la fermata

con doppia banchina laterale.



Viene mantenuta la pista ciclabile esistente e i parcheggi sul lato est del viale. Immettendosi su Viale Malta la linea prosegue con la stessa configurazione, in posizione laterale verso gli impianti sportivi e con la viabilità stradale sul lato opposto.

2.2.4 VIALE MALTA – VIALE FANTI

Il viale oggi nel primo tratto ha una geometria che permette due corsie di marcia, due filari di alberi, un controviale sul lato sud e due file di posti auto disposti a pettine oltre i percorsi pedonali. L’inserimento dell’infrastruttura tranviaria è stata ipotizzata in posizione decentrata lato impianti sportivi per produrre il minor impatto sugli alberi esistenti e per raccordare facilmente il sistema di piste ciclabili, oltre che per ottenere un raggio di curvatura più comodo della linea stessa. La viabilità carrabile è garantita da una corsia per senso di marcia. Nel tratto in margine al grande parco pubblico si riesce a mantenere la quasi totalità delle specie arboree esistenti che hanno diametri della chioma di grande dimensione e dividono in modo molto netto l’area ricreativa dai margini residenziali.



2.2.5 VIALE MAMIANI – VIALE DUSE

Dopo viale Manfredo Fanti la tranvia si sposta su viale Terenzio Mamiani per poi continuare su viale Eleonora Duse attraversando viale De Amicis e via lungo l’Affrico.

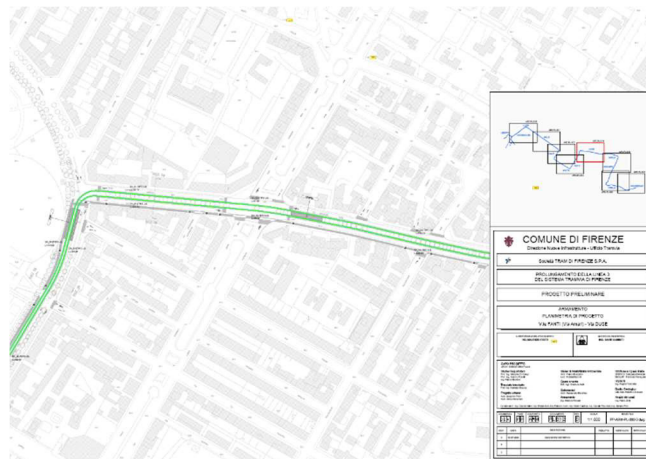
Il tracciato prevede lo scorrimento dei due binari centralmente alla sede stradale a cavallo della aiuola alberata esistente prevedendo quindi una soluzione “conservativa” dei luoghi sia dal punto di vista urbanistico che ambientale.

Per far posto alla tranvia la sede stradale ospiterà una corsia per senso di marcia e gli spazi per la sosta saranno ridisegnati; lungo il lato sud della sede tranviaria sarà realizzato anche un nuovo marciapiede e verrà spostata una fila di posti macchina.

Alla fine del viale ed in corrispondenza con l’intersezione con viale De Amicis verrà ridisegnata la rotonda e di conseguenza anche le parti immediatamente circostanti per far posto alla fermata che sarà realizzata con due banchine esterne.

Il tratto di viale Eleonora Duse pur mantenendo la scelta progettuale effettuata per il viale Terenzio Mamiani consente, vista la geometria, di mantenere una corsia per senso di marcia. Le aiuole esistenti subiranno un miglioramento soprattutto sotto l’aspetto della protezione delle specie arboree presenti attraverso l’impiego di speciali cordoli alti 30 cm.

I connotati caratteristici del viale non vengono neanche in questo caso stravolti ma bensì vengono razionalizzati gli spazi a servizio della mobilità rendendo più definite e proporzionalmente dimensionate le varie zone della strada.



Tracciato su Via Duse.

Dalla fine del viale Eleonora Duse il tracciato prosegue sul viale Giovanni Verga secondo l’impostazione conservativa adottata in precedenza (vedi viale Terenzio Mamiani).

In corrispondenza dell'incrocio con via Antonio d'Orso e quindi circa a metà del viale trova posto la fermata che in questo caso è realizzata con banchina centrale immersa nell'area a verde che sancisce la divisione delle due carreggiate.

La soluzione progettuale prevede sì una diminuzione degli spazi dedicati alla sosta che oggi sono disposti, oltre che lateralmente, anche lungo tutta l'aiuola spartitraffico esistente ma è pur vero che siamo ormai ai limiti urbanizzati della città in prossimità di grandi spazi dedicati alle attrezzature sportive.

Da qui in avanti la sistemazione proposta è conservativa dello stato di fatto e anzi prosegue anche qui la funzione di riqualificazione e ottimizzazione degli spazi delle sede carrabile che non appaiono più disomogenei (grandi marciapiedi dal lato delle attrezzature sportive, aiuola spartitraffico non disposta centralmente al viale ma leggermente disassata) ma anzi assumono un aspetto geometrico più disciplinato. Alla fine del viale all'incrocio con via del Gignoro viene poi collocata un'altra fermata a servizio dell'ultima parte di periferia e della zona sportiva del centro tecnico federale di Coverciano.

2.2.6 VIALE DUSE – VIA DEL GIGNORO – CAPOLINEA ROVEZZANO

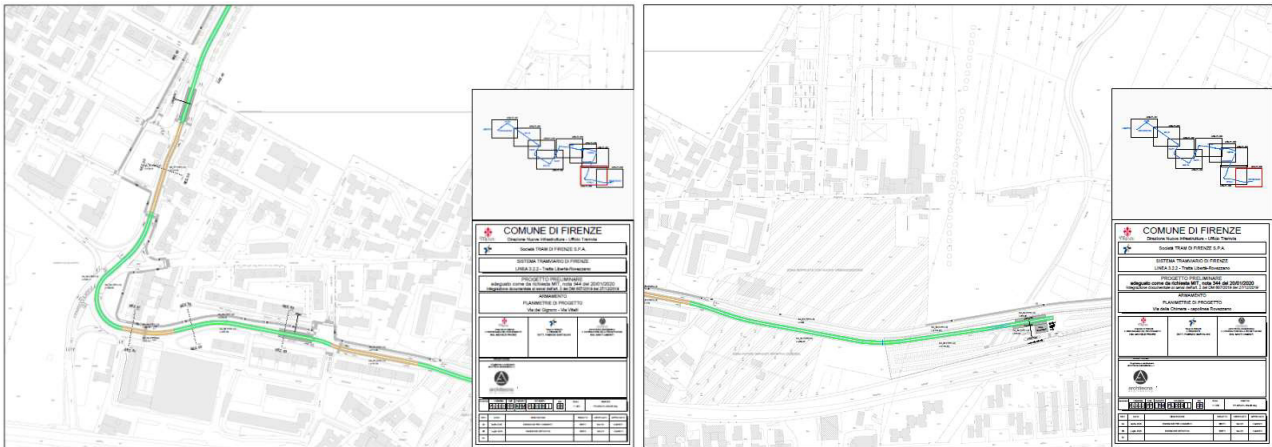
Nell'ultimo tratto della linea in direzione Rovezzano il tracciato provenendo da Via Duse si immette lungo Via del Gignoro in posizione centrale. La sezione stradale viene rimodulata con la riorganizzazione delle sedi stradali, i parcheggi, la messa a dimora di nuovi alberi e la pista ciclabile.



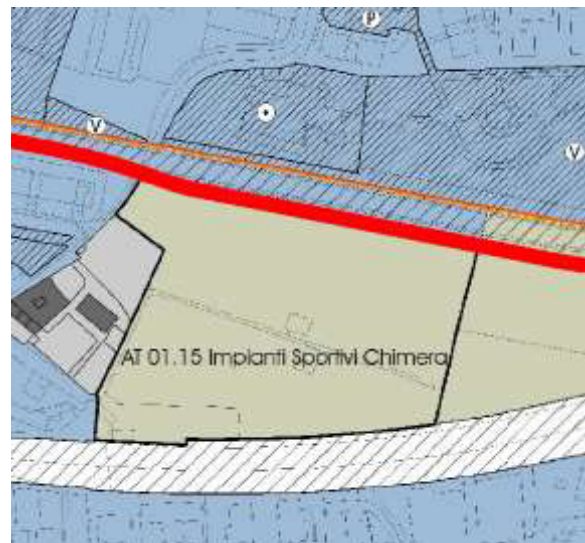
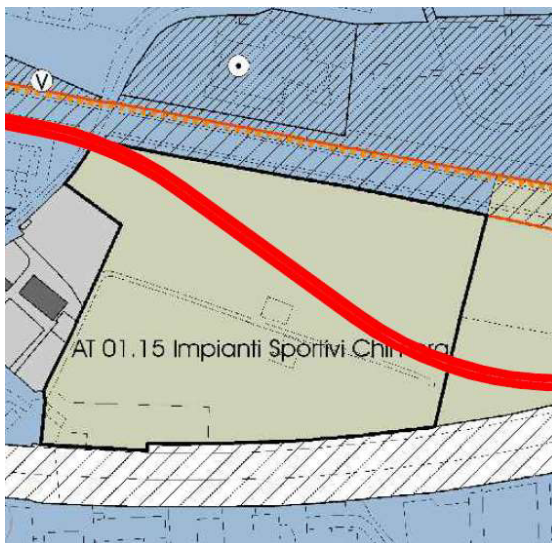
In questo tratto sono previste due fermate con banchina doppia laterale, la prima all'incrocio con Via Manni e la seconda all'altezza della Via della Rondinella.

Il tracciato, successivamente, si immette in Via della Casaccia, dove viene ridisegnato l'incrocio, e

prosegue su Via Vitelli. Qui è prevista una fermata in corrispondenza del grande supermercato Esselunga. Alla fine di Via Vitelli il tracciato lambendo via della Chimera si attesta con il capolinea in prossimità della fermata ferroviaria di Rovezzano.



In tale area, rispetto al precedente progetto preliminare, al fine di eliminare l'unica incongruenza con il Regolamento urbanistico vigente, è stata effettuata una lieve modifica di tracciato in modo da evitare l'interferenza con la scheda urbanistica AT01.15 "impianti sportivi Chimera" .



2.3 DEPOSITO

Per l'estensione 3.2.2 Libertà-Bagno a Ripoli, che serve l'area che dalla zona delle Cure arriva fino a Rovezzano, non è stato previsto un deposito proprio.

Essendo questo tracciato parte integrante della linea 3.2 (lotto 3.21+lotto 3.2.23), di fatto, potrà essere utilizzato il deposito della linea 3.2.1 realizzato in Comune di Bagno a Ripoli, in un lotto sul lato nord di via Pian di Ripoli, al confine con Firenze, nei pressi del Cimitero del Pino e del parcheggio scambiatore Europa.

Tale deposito, previsto nel progetto definitivo della linea 3.2.1, previo ampliamento del solo rimessaggio, sarà in grado di ricoprire le esigenze della propria linea 3.2.1 e dell'estensione di linea 3.2.2; tutte le dotazioni del deposito e delle officine, infatti, all'interno del progetto definitivo della linea 3.2.1, sono state dimensionate per una flotta di 30 veicoli, pari alla somma del materiale rotabile necessario alla tratta 3.21, più quello necessario all'esercizio della tratta 3.2.2.

2.4 PARCHEGGIO SCAMBIATORE ROVEZZANO

Nel presente progetto viene prevista la realizzazione dell'estensione e dell'adeguamento del parcheggio esistente su via della Chimera in corrispondenza del capolinea Rovezzano.

Questi interventi sono previsti nel Regolamento Urbanistico del Comune di Firenze e nel PUMS della Città Metropolitana di Firenze come riportato nella relazione di accompagnamento al PUMS nel capitolo "strategie di riorganizzazione potenziamento della sosta autoveicolare Focus Comune di Firenze" e più precisamente:

“parcheggi scambiatori sulla diramazione Rovezzano della Linea 3.2: andranno individuati nella zona in fregio a Via della Chimera e Via Spadaro, nei pressi della stazione di Rovezzano, incrementando il parcheggio ivi presente; anche questi potranno contribuire in modo importante alla riduzione dei flussi veicolari di ingresso nella città, provenienti dalla Val di Sieve sulla riva destra dell'Arno, soprattutto se accompagnati dalla realizzazione degli interventi sulla viabilità relativi al prolungamento del raccordo Marco Polo, prima descritti; questi interventi, come già illustrato, permetterebbero di costituire nella zona est della città un sistema integrato di viabilità, parcheggi e linee tramviarie, assistito da un sistema ITS di informazione in tempo reale sullo stato del traffico e sulla occupazione dei parcheggi, in grado di promuovere in maniera molto efficace la modalità park&ride, con conseguente sensibile riduzione del traffico privato sia sulle viabilità di penetrazione da est che sui viali di circonvallazione.”

Invece nel capitolo della stessa relazione, “Strategie generali di riorganizzazione della Viabilità Focus Comune di Firenze”, il PUMS prevede anche la futura realizzazione di ulteriori interventi di potenziamento della funzionalità trasportistica della linea tranviaria 3.2.2 Libertà-Rovezzano come

- il sottopasso Varlungo-Rovezzano;
- la viabilità Chimera – Palazzeschi;
- realizzazione di un sistema di svincolo all'estremo nord del ponte di Varlungo;

grazie ad essi la linea tranviaria 3.2.2 diventerebbe facilmente raggiungibile dalla Valdisevie, oltre che dall'uscita autostradale di Firenze Sud. Pertanto gli utilizzatori dei veicoli privati provenienti da Firenze Sud potrebbero decidere di interscambiare con la linea 3.2.1 Libertà – Bagno a Ripoli nel parcheggio scambiatore di Viale Europa oppure raggiungere, grazie al prolungamento del raccordo di Varlungo, il parcheggio di Rovezzano (di cui si prevede l'ampliamento) per utilizzare la linea 3.2.2 Libertà – Rovezzano per raggiungere il centro città. I suddetti interventi sulla viabilità nella zona est quindi risulterebbero fortemente interconnessi con la realizzazione della rete tramviaria e consentirebbero di costituire un sistema integrato in grado di determinare una sensibile riduzione del traffico privato sia sulle viabilità di penetrazione da est che sui viali di circonvallazione.

Pertanto nel presente progetto Preliminare adeguato della Linea 3.2.2 Libertà-Rovezzano si prevede l'area di realizzazione del futuro parcheggio scambiatore Rovezzano coerentemente con quanto previsto dal Regolamento Urbanistico e dal PUMS ed evidenziato nelle immagini di seguito riportate.

| CODICE | DESCRIZIONE | SCENARIO | Orizzonte temporale | Prioritario |
|--------|---|----------------------|---------------------|-------------|
| 98N002 | Guidoni | Scenario di progetto | 2021-2025 | sì |
| 98N003 | Europa | Scenario di progetto | 2021-2025 | sì |
| 98N004 | Rovezzano | Scenario di progetto | 2026-2030 | sì |
| 98N005 | Piazza della Libertà | Scenario di progetto | 2021-2025 | sì |
| 15P007 | Parcheggi scambiatori Foggini (sistema policentrico di piccoli parcheggi) | Scenario di progetto | 2021-2025 | no |
| 15P010 | Ampliamento parcheggio scambiatore Rovezzano sulla Linea 3.2.2 | Scenario di progetto | 2026-2030 | sì |
| 15P011 | Ampliamento parcheggio scambiatore Europa (Linea 3.2.1) | Scenario di progetto | 2021-2025 | sì |

Estratto PUMS-CMFI-relazione-progetto-Allegato_4_Interventi-scenario-di-progetto



Estratto RU



Estratto PUMS-CMFI-Tav.-C2-Trasporto-privato



Estratto PUMS-CMFI-Tav.-B2-Trasporto-pubblico

Dal punto di vista economico l'intervento è stato stimato in 5'000'000 € in analogia ai parcheggi scambiatori previsti nel progetto definitivo della linea 3.2.1 Libertà-Bagno a Ripoli, stimando complessivamente un'eguale capacità di posti auto.

3. SISTEMI TECNOLOGICI

3.1 TRAZIONE ELETTRICA

E' stato previsto un impianto tradizionale, nel rispetto di quanto già progettato per le linee 1, 2 e 3 della tramvia di Firenze, secondo un criterio di continuità, ed a tal fine è stato ipotizzato di utilizzare la stessa tipologia di materiali, di tipo commerciale normalmente in uso, sia per quanto riguarda i sostegni, i ganci a muro e le verniciature dei sostegni.

La linea di contatto sarà composta da un solo filo sagomato, della sezione di mm² 120, progettata nel rispetto della norma CEI EN 50119 (CEI 9.2) e supportata, per il trasporto dell'energia occorrente, da un cavo a posa interrata (feeder) della sezione complessiva di mm² 1.200.

Per il sostegno della linea di contatto sono state previste le seguenti tipologie, in funzione dei vincoli dettati dal tracciato, dalla viabilità connessa e dalla situazione urbanistica:

- sospensione con mensola orizzontale e sostegno poligonale a dodici lati posto lateralmente rispetto alla sede tramviaria;
- sospensione trasversale con funi trasversali isolate e ancoraggi a muro con appositi ganci, oppure sostegni in fregio a strade e piazze;

La posa del filo di contatto è prevista non regolata (fissa) ed i sostegni sono stati posizionati prevedendo campate di 25 metri circa.

La tensione nominale dei gruppi raddrizzatori sarà 750V c.c.

E' stato previsto un feeder di alimentazione costituito da n. 4 cavi di sez. 300 mmq, tipo FG7R 0,6/1 kV in rame, posati lungo linea in polifora interrata.

Il circuito di ritorno di linea è previsto del tipo con binario ad isolamento di terra ridotto, come previsto dalle norme CVEI 9-20 e CEI EN 50122-2, per limitare il pericolo di corrosione delle correnti vaganti.

Per la sicurezza delle persone contro i pericoli di tensionamento in caso di cedimento degli isolamenti, è previsto un impianto di messa a terra conforme a quanto previsto dalle norme CEI EN 50122-1 (CEI 9-6) ed 11-1, composto da una corda di rame di 120 mm² per il collegamento di tutte le strutture metalliche collocate nella zona della linea aerea di contatto e del pantografo, da una presa di terra per ogni sostegno e da un collegamento, in ogni fermata del circuito di terra descritto, al circuito di ritorno con interposizione di apposito diodo.

Un sistema di alimentazione primaria in Media Tensione garantirà la distribuzione di energia elettrica occorrente per la trazione e per i servizi del prolungamento di linea previsto.

Dal dimensionamento preliminare, che tiene conto della portata oraria, del tipo dei convogli ipotizzato, del profilo altimetrico e delle caratteristiche del tracciato, nonché del recupero di energia in frenatura, è prevista la realizzazione di cinque sottostazioni della potenza installata di 2,0 MW cadauna, in grado di garantire il servizio regolare nel periodo di punta con il cadenzamento

massimo dei convogli ed il “fuori servizio”, per manutenzione o guasto, di una S.S.E. ogni tre S.S.E. di alimentazione presenti.

Il sistema sarà quindi costituito da due sottostazioni elettriche di conversione: Piscina / Stadio, Capolinea Rovezzano.

Le S.S.E. di conversione sono state previste per garantire l’energia di trazione a 750 V cc e l’energia in bassa tensione per gli impianti di linea. Per la conversione ed alimentazione in c.c. è previsto un monogruppo in ciascuna sottostazione, della potenza di 2000 kW con sovraccaricabilità in classe VI, norma CEI EN 60146.1.1.

Per l’alimentazione dei servizi ausiliari é prevista l’installazione di un trasformatore dedicato.

3.2 SEGNALAMENTO

Il Sistema di Trasporto sarà dotato di un Sistema di Supervisione e Controllo tranviario in grado di essere di ausilio al conducente nella marcia a vista per permettergli di garantire i requisiti prestazionali di sistema richiesti. Il Sistema di Segnalamento assicura i transiti in sicurezza nei tratti singoli di linea quali:

- zone di manovra: capolinea o bivi
- zone a scarsa visibilità: tunnel, sottopassi o curve
- nei tratti di circolazione banalizzata a singolo binario
- intersezioni con viabilità ordinaria (incroci stradali, pedonali)
- intersezioni tra le linee tranviarie.

In tali aree, saranno previsti degli apparati che permettono di ottenere un adeguato livello di sicurezza al fine di garantire i transiti dei veicoli onde evitare collisioni e/o deragliamenti al transito dei veicoli sui deviatoi.

Le caratteristiche principali ed i requisiti funzionali degli apparati del sistema di segnalamento sono tali da garantire le medesime prestazioni e caratteristiche tecniche degli stessi utilizzati per le linee 1, 2 e 3, e per tale scopo sono state previste le stesse logiche e tecnologie già utilizzate.

Il sistema di segnalamento é costituito principalmente dai seguenti impianti integrati nel contesto del modello tranviario:

- impianto di segnalamento di linea
- impianto di localizzazione e regolazione tram
- impianto di priorità semaforica.

Lo scopo di tali impianti sarà quello di fornire uno strumento tecnologico modulare di supervisione e controllo delle numerose e complesse funzioni che coinvolgono molti aspetti di gestione della tramvia, quali l’instradamento, il transito in sicurezza (la logica di controllo da rendere disponibile sarà basata su sistemi a microprocessore in classe di protezione AK6), il parcheggio della flotta di

tram, la priorità semaforica agli incroci stradali, la localizzazione e visualizzazione al PCC della flotta tranviaria lungo il percorso della linea, la regolazione del servizio.

Ciascun sottosistema, opportunamente configurato, sarà composto da apparecchiature elettroniche installate presso la centrale di controllo, lungo il tracciato della tramvia ed a bordo dei tram.

Caratteristica importante del sistema sarà la modularità dei suoi impianti, operativamente indipendenti e capaci di comunicare tra loro attraverso la rete di comunicazione.

Le funzioni di localizzazione del veicolo verranno espletate attraverso l'installazione di loop di comunicazione in punti della linea prestabiliti.

Tale dispositivi sono collegati ai relativi apparati di controllo, che provvedono a trasferire i dati di localizzazione al nodo di rete ("switch ethernet") geograficamente più vicino (posto in fermata nell'armadio di telecontrollo).

Attraverso le informazioni ricevute al Posto Centrale di Controllo il Sistema di Segnalamento realizza la funzione di "Train Descriptor", ossia la visualizzazione della posizione del veicolo sul tracciato (fermate, incroci, capilinea) su un opportuno quadro sinottico. Verrà pertanto visualizzata l'intera flotta con l'ID tram e lo stato in cui ritrova il veicolo (anticipo, ritardo, orario, fuori servizio, etc.).

Il Sistema di Segnalamento svolge inoltre la funzione di regolazione del traffico tranviario.

Nel caso di indisponibilità del sistema radio, il sistema di bordo effettua in locale le operazioni di regolazione, determinando autonomamente lo stato di ritardo/anticipo, in funzione di parametri pre impostati. Ciò è possibile in quanto esso dispone delle tabelle orarie previste per un dato servizio e dei dati forniti dall'odometro di bordo.

E' previsto un impianto di priorità semaforica in grado di inviare segnali di input al regolatore semaforico per far predisporre la semaforizzazione stradale in modo da favorire il mezzo pubblico, dopo aver rilevato l'approccio del tram all'incrocio.

La priorità semaforica consente all' Esercente di tendere all'obiettivo principale dell'esercizio che è quello di garantire il rispetto dell'orario teorico, sia per fornire un servizio regolare agli utenti, sia per mantenere invariata la propria organizzazione interna in termini di veicoli circolanti e di personale viaggiante.

E' previsto un sistema di telecontrollo degli impianti fissi costituito da una rete di PLC nelle fermate e da una parte di supervisione al Centro di Controllo (PCC), dedicata in particolare alla supervisione degli allarmi degli impianti TE (Trazione Elettrica) presenti presso le fermate.

Il sistema di supervisione è integrato nella piattaforma SCADA su cui si basa il sistema di telecontrollo di PCC. La raccolta degli allarmi e della diagnostica delle apparecchiature è realizzata mediante PCL distribuiti nelle fermate e nelle SSE. Per i PLC nelle fermate una parte degli I/O sono dedicati alla raccolta allarmi degli apparati di fermata e del quadro elettrico.

Il quadro elettrico di alimentazione delle utenze di fermata è installato presso le pensiline di fermata e viene alimentato o direttamente dalla rete BT dell'ente distributore (Enel). Le utenze di fermata sono costituite dall'impianto di illuminazione e di forza motrice, dalle telecomunicazioni, emittitrici ed obliteratrici dei biglietti, paline informative e casse di manovra degli scambi prossimi alla fermata. Il sistema di telecontrollo segnala la presenza di tensione al quadro (in arrivo dalla SSE) e lo stato degli interruttori di distribuzione dell'energia.

Il sistema di trasmissione previsto consente il collegamento degli apparati periferici a quelli centrali ed in particolare garantisce lo scambio di informazioni tra i sottosistemi ed il sottosistema di comando e controllo della Tramvia denominato AMOS - Alcatel Metro Operations System in carico a Linea 1.

Inoltre, il sistema di trasmissione garantisce il servizio di remotizzazione in fermata di linee seriali e rende disponibili interfacce Ethernet per ulteriori impianti della Tramvia, quali Sistema di Tariffazione automatica (emittitrici e obliteratrici di titoli di viaggio), Sistema di Segnalamento e Sistema di controllo semaforico.

Il sistema è costituito da una Rete Multiservizio, basata su Switch di Livello 3 con interfacce ethernet su portante ottica in configurazione ad anello con standard 802.3z Gigabit Ethernet, per il trasporto delle diverse informazioni dalle stazioni periferiche al Posto Centrale di comando e Controllo (PCC), mediante interfacce ethernet 10/100 Mbit.

L'impianto di TVCC previsto ha lo scopo di consentire la videosorveglianza delle fermate dislocate lungo la linea tranviaria da parte del personale operante presso il Posto di Controllo Centrale (PCC).

L'impianto di Diffusione Sonora invece è inserito nella struttura di telecontrollo della tramvia ed ha lo scopo di consentire l'invio di annunci sonori registrati o dal vivo, da parte del personale operante presso il Posto di Controllo Centrale, in punti di diffusione quali banchine di fermata e SSE.

Sono stati previsti infine:

- pannelli informativi alle fermate;
- un impianto di sincronizzazione oraria;
- un impianto di comunicazione radio TETRA;
- apparati emittitrici alle fermate.

3.3 IMPIANTI LUCE E F.M.

Gli impianti elettrici luce e F.M. di linea a servizio delle fermate situate lungo il prolungamento saranno alimentati dalle nuove sottostazioni elettriche previste, localizzate lungo la linea tranviaria, da rete in bassa tensione 400/230 V - 50 Hz.

Le linee elettriche, realizzate con cavi tipo FG7 0,6/1 KV, saranno suddivise in NORMALE e PERMANENTE in uscita da un quadro già predisposto in ognuna delle S.S.E.; saranno posate all'interno di polifore interrate, raggiungendo le fermate e attestandosi ad un quadro elettrico di fermata dotato di comandi e protezioni per l'alimentazione dei circuiti e delle utenze della fermata stessa (obliteratrici, distributori biglietti, sistemi di telecomunicazione, impianti d'allarme, apparati IS, sezionatori di linea, predisposizione dell'alimentazione per il riscaldamento scambi, illuminazione esterna generale e d'emergenza).

Le suddette linee in partenza dalle SSE ed alimentanti le fermate saranno protette da un dispositivo magnetotermico differenziale dotato di relè differenziale regolabile sia in corrente (Id) che in tempo di ritardo dell'intervento differenziale.

Gli allarmi e le segnalazioni di interruttori aperti confluiranno nel concentratore di fermata e quindi saranno segnalati ad un sistema di supervisione situato nel PCC.

Il sistema di distribuzione dell'impianto elettrico è un sistema TT in bassa tensione. Le linee in partenza dalle SSE saranno a formazione tripolare più neutro.

Nella scelta della tipologia degli apparecchi illuminanti, ed in generale nella previsione di tutte le apparecchiature ed impianti di fermata, è stato seguito il criterio di omologazione con quanto già in fase di realizzazione nella linea 1 e già progettato per le linee 2 e 3 della tramvia di Firenze.

Gli impianti al Deposito saranno alimentati da apposito trasformatore MT/bt previsto nell'ambito della sottostazione elettrica. Il sistema di distribuzione dell'impianto elettrico sarà di 1° categoria in bassa tensione sistema TN-S.

Le alimentazioni elettriche all'interno del deposito saranno realizzate con posa interrata e in canalizzazioni a vista; le alimentazioni saranno costituite principalmente con conduttori uni e/o multipolari isolati in gomma EPR e guaina in pvc Rz del tipo butile FG7(O)R. L'isolamento di questi conduttori è del tipo non propagante l'incendio (norme di riferimento CEI 20-22 III).

Il sistema di distribuzione sarà realizzato con dorsali in passerelle asolate modulari con separatore interno in acciaio zincato a caldo con coperchio e con tubazioni in vista; le dorsali sono destinate una per la F.M. luce, e l'altra per eventuali cavi terminali e telecomunicazioni.

Saranno distribuiti blocchi prese ogni 10 mt costituiti da:

- n. 1 interruttore magnetotermico differenziale generale
- n. 1 presa di corrente interbloccata con fuse 2 x 16 A + T
- n. 1 presa di corrente interbloccata con fuse 3 x 16 A + T
- n. 1 presa di corrente interbloccata con fuse 3 x 32 A + T

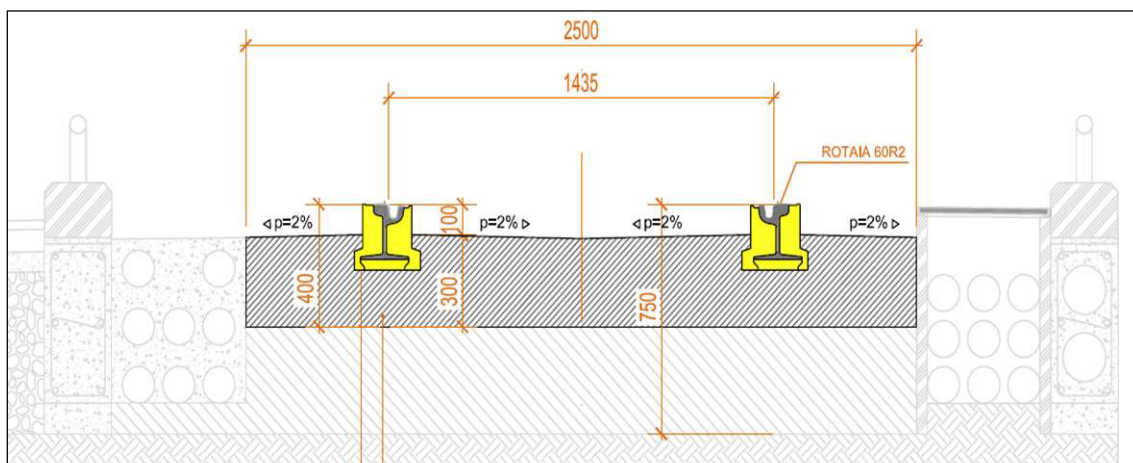
- n. 1 presa di corrente interbloccata con fuse 2 x 16 A 24V a.c..

Tutti i cavi e conduttori impiegati nell'impianto in oggetto saranno rispondenti alle norme stabilite dal C.E.I., alle norme dimensionali stabilite dalla UNEL e dotati di Marchio Italiano di Qualità o altro marchio equivalente.

3.4 ARMAMENTO

Il sistema di armamento prescelto per la redazione del progetto preliminare del prolungamento della linea 3 della tranvia di Firenze è detto anche ERS (embedded rail system) e 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 utilizzato in Europa (Parigi, Madrid, Bruxelles, Atene ecc.) è attualmente quello proposto 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 quella di Atene, hanno consentito di perfezionare la posa migliorando la precisione nell'allineamento delle rotaie nonché alcuni dettagli costruttivi, rendendolo sicuro e affidabile.

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

Il sistema permette, grazie ad una striscia resiliente sotto rotaia e di una sagoma avvolgente elastomerica con differenti caratteristiche, la riduzione della trasmissione di vibrazioni all'ambiente con un fattore che varia approssimativamente da 7 a 15 dBV a seconda della richiesta.

Nei casi in cui il sistema non necessita di particolari accorgimenti antivibranti e quindi può essere realizzato con sistemi di fissaggio tradizionali (attacchi elastici) o si hanno a disposizione spessori molto ridotti sotto le rotaie si è ricorsi alla tipologia definita L0m. Tale variante all'ERS è stata limitata al passaggio nei manufatti in c.a e all'interno dell'area di deposito. La realizzazione di tale tipologia di armamento potrà essere effettuata anche ricorrendo a sistemi di posa meccanizzati, mediante l'utilizzo di macchinari appositamente progettati.

La forma e tipo del rivestimento elastico permettono di effettuare le operazioni di manutenzione e/o sostituzione della rotaia senza rompere i rivestimenti e le piastre di calcestruzzo.

Il Tracciato B nella parte da Piazza della Libertà ed arriva subito dopo la stazione di C. Marte (tratto Bv1) per proseguire sino a Viale Mamiani (tratto B2) e termina al Capolinea Rovezzano (tratto B3), con una soluzione che prevede un ramo che da Via del Gignoro arriva sino al Viale Palazzeschi. Lo studio delle tipologie di armamento è stato effettuato per tutto il tracciato.

L'assegnazione è stata effettuata analizzando le planimetrie (distanza tra gli edifici e i binari), nonché studiando in situ le caratteristiche dell'ambiente urbano e architettonico prospiciente le tre tratte in cui si è diviso l'intervento.

Le tipologie di smorzamento sono state differenziate, in funzione del livello prestazionale adottato in Linea 2 e 3 (I lotto) e sono state identificate con le lettere L0, L2 ed L3 mentre per le tratte posate su opere d'arte preesistenti si è adottata la tipologia L0m.

Di seguito si riporta la somma dei tratti B per la soluzione scelta:

| Riepilogo per tipologie di armamento | | | |
|--------------------------------------|----|----|---------|
| Tracciato B | | | |
| Tipo | Sx | Dx | Sx + Dx |
| | | | |

| | | | |
|---------------|----------------|----------------|-----------------|
| L0 | 4254,16 | 4249,26 | 8503,42 |
| L0m | 91,23 | 87,17 | 178,40 |
| L2 | 1778,85 | 1781,36 | 3560,21 |
| L3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Totale | 6124,24 | 6177,79 | 12242,03 |

Sezione tipo L0 “Livello 0”

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, incastrando semplicemente le rotaie incamiciate in un getto di calcestruzzo, che a sua volta poggia su una piastra (piastra di fondazione). Il tutto viene posato su un suolo eventualmente bonificato qualora la resistenza del terreno di sedime non rispondesse alle prescrizioni capitolari.

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.

E’ comunque possibile variare la rigidità della piastra sottorotaia ottenendo una gamma di prestazioni variabile che potrebbe essere affinata in fase di progettazione definitiva.

Caratteristiche della Sezione tipo L0m Livello 0

In corrispondenza del passaggio su opere d’arte esistenti (ponti, scatolari ecc.) sono necessari determinati accorgimenti per poter contenere lo spessore del pacchetto rispettivamente nei rivestimenti delle opere.

Se l’altezza tra la parte superiore della piastra in c.a. esistente e il livello superiore della rotaia è sufficiente per permettere la posa tradizionale del sistema ERS e del calcestruzzo di bloccaggio, la sezione sull’Opera d’Arte sarà identica a quella nominale (armamento tipo L0).

Se tale altezza non permette la posa tradizionale, il binario potrà allora essere realizzato utilizzando sistemi di attacco diretti (fissaggio diretto) analogamente a quanto si utilizza nei sistemi a traversine annegate nel getto.

Sezione tipo L2 “Livello 2”

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,

in analogia a quanto proposto nelle linee 2 e 3, 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.

La sezione tipo “Livello 2”, in analogia a quanto effettuato in linea 2 e 3, sarà utilizzata in aree in cui è richiesto un medio livello di attenuazione delle vibrazioni. Tale sistema si è rivelato ottimo in quelle sezioni tranviarie in cui la linea passa in centro città e la distanza tra gli edifici e la rotaia è contenuta tra 7 e 12m o in aree sensibili con distanza inferiore a 12 m.

La sezione proposta per il livello 2 presenta una frequenza propria di 25 Hz. La perdita d’inserzione è efficace oltre la soglia di 25 Hz e superiore a 10dB per tutta la gamma di frequenza al di sopra dei 45 hertz. – Nella gamma di frequenze 60-70 Hz si arriva a 17dB.

Sezione tipo L3 “Livello 3”

Il “Livello 3” è tipologicamente simile al “Livello 2”. La sezione tipo L3 pertanto si distingue rispetto alla L2 per l’inserimento di un materassino elastomero più efficiente sotto la soletta di calcestruzzo del binario.

La sezione tipo “Livello 3”, in analogia a quanto effettuato in linea 2 e 3, sarà utilizzata in aree in cui è richiesto un alto livello di attenuazione delle vibrazioni. Tale sistema si è rivelato ottimo in quelle sezioni tranviarie in cui la linea passa in centro storico e/o la distanza tra edifici e binario è molto ridotta (aree sensibili e $d < 7$ m).

La sezione proposta per il livello 3 presenta una frequenza propria di 15-20 Hz. Il guadagno d’inserzione è efficace oltre la soglia di 20 Hz e superiore a 15dB per tutta la gamma di frequenza al di sopra dei 40 hertz. – Nella gamma di frequenze 60-70 Hz si arriva a 23dB.

La sezione considerata presenta pertanto un’ottima performance di smorzamento.

Particolare attenzione è stata dedicata al guadagno d’inserzione nella gamma di frequenza tra 40 e 200 Hz in cui è più probabile che vari la frequenza propria degli edifici.

4. INTERFERENZE DEI 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. E' 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 preliminare, approfondire il problema delle interferenze tra sede tranviaria e sottoservizi già affrontato peraltro in fase di revisione dello studio di fattibilità.

I passi da effettuare in fase di progetto preliminare sono essenzialmente due:

- 1) 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.
- 2) sopralluoghi lungo la futura sede tranviaria, volti a individuare problematiche legate alla presenza fuori terra di manufatti che denunciano la presenza di sottoservizi importanti.

In fase di progetto definitivo bisognerà procedere alla verifica ed all'approfondimento di quanto prodotto in fase preliminare mediante una serie di attività e di indagini integrative sulle reti esistenti e cioè:

- 3) rilievo planoaltimetrico delle aree interessate;
- 4) indagini georadar a maglia fitta (strisciate longitudinali e trasversali);
- 5) rilievo dei pozzetti;

- 6) tomografia elettrica;
- 7) videoispezione;
- 8) saggi e/o sondaggi.

Il rilievo plano altimetrico costituirà la nuova base cartografica sulla quale verrà montata la mappatura dei sottoservizi: conterrà inoltre informazioni sul posizionamento di pozzetti e/o camerette, alberature, impianti di illuminazione pubblica, ogni tipo di struttura fuori terra esistente (chioschi, cabine telefoniche, pensiline bus, ecc.).

Sulla suddetta “base” verranno montati i risultati delle indagini georadar, la rete delle tubazioni individuate da tale strumento. Oltre ad una corretta ubicazione planimetrica delle infrastrutture, il georadar darà informazioni sulla profondità delle stesse definendo in tal modo un primo quadro sulle infrastrutture compatibili o meno con lo scavo della sede tranviaria. La mappatura dei sottoservizi risultante da tali indagini è una mappatura “senza nome” in quanto la tecnologia georadar non è sufficiente a stabilire la tipologia delle tubazioni individuate.

Con l’ispezione ed il rilievo dei pozzetti e della camerette principali sarà possibile ricavare ulteriori informazioni sull’ubicazione e sulla tipologia dei sottoservizi.

Incrociando tali informazioni con le cartografie fornite dagli enti gestori sarà possibile verificare l’effettiva ubicazione delle infrastrutture dando finalmente un nome alle tubazioni individuate tramite georadar. Alla fine di tale attività, qualora alcune tubazioni risultassero ancora anonime, si procederà all’esecuzione di alcune indagini dirette, i cosiddetti “saggi esplorativi” che, una volta portate alla luce le condotte, permetteranno il riconoscimento delle stesse da parte dei tecnici dei vari enti.

Le Indagini elettrotomografiche in oggetto saranno volte all’individuazione e ricostruzione di antichi canali di deflusso delle acque meteoriche e reflue, presenti a profondità maggiori dell’area di influenza del georadar e di eventuali ulteriori anomalie presenti nel terreno di “sottofondazione”.

Scopo delle videoispezioni è la verifica diretta dello stato manutentivo di condutture in genere, nonché la verifica della posizione e delle dimensioni delle eventuali anomalie riscontrate.

La metodologia relativa alle attività da effettuare in sede di progetto definitivo verrà approfondita nel relativo paragrafo.

5. OPERE D'ARTE

All'interno del progetto preliminare della linea 3.2.2 Libertà-Rovezzano, è prevista la realizzazione di due opere d'arte: il sottopasso "Le Cure", localizzato sulla direttrice Don Minzoni – Mille, necessario per superare il fascio di binari ferroviari esistenti; e un piccolo ponte per il sovrattraversamento del torrente Mensola, nei pressi del capolinea Rovezzano.

Si riporta di seguito la descrizione della sola prima opera d'arte, sicuramente più importante.

5.1 SOTTOPASSO "LE CURE"

Il tracciato della linea tranviaria 3.2.2 Libertà - Rovezzano, si immette su V.le Don Minzoni fino alla ferrovia in corrispondenza del Bivio delle Cure.

L'attraversamento del rilevato ferroviario passante per Le Cure e ortogonale all'asse V.le Don Minzoni-Piazza delle Cure è previsto tramite la realizzazione di un sottopasso tranviario così composto:

- Rampa su viale Don Minzoni nel tratto via Masaccio/G. Pascoli e via Lungo il Mugnone per m. 139,50;
- Scatolare costruito in opera mediante metodo "Milano" in corrispondenza della carreggiata di via Lungo il Mugnone per garantire la continuità stradale, di dimensioni tali da consentire, tipo cannocchiale, il passaggio del monolite spinto per l'infissione sotto i binari;
- Monolite scatolare spinto obliquo di 15° sotto i 2 binari della linea Firenze-Roma ed i 2 binari del Raccordo Fi C. Marte – Fi Rifredi (metodo infissione oleodinamica e travi di sostegno Essen) tra via Lungo il Mugnone (prospiciente il binario pari della linea Roma-Firenze) e l'interbinario tra il Raccordo e la linea Faentina (n° 1 monolite di 28,74 m. compreso avambecco di 8,10 m. e camera di spinta posta in viale Don Minzoni orientata in direzione di spinta);
- Monoliti scatolari realizzati in opera che sottopassano il binario della Faentina e, fuori dalla sede ferroviaria, sottoattraversano in curva P.za delle Cure fino a V.le dei Mille per mt. 33,50; tali monoliti saranno realizzati per fasi (prima fase e seconda fase) in modo da consentire comunque la circolabilità della P.za Cure;
- Rampa di uscita che si sviluppa lungo viale dei Mille per m 173,92, al cui termine è ubicata la "fermata Mille".

Caratteristiche della sede tramviaria

La sede tramviaria è costituita da:

- doppio binario con scartamento $s=1435$ mm;
- l'intervia tiene conto delle due curve presenti lungo il tracciato, rispettivamente per ciascun binario in rampa Don Minzoni di raggio $R=35,00$ mt e $R=38,60$ mt e sotto p.za delle Cure di raggio $R=25,00$ mt e $R=28,60$ mt, che ha comportato necessità di allargamento dell'intervia in curva a valore di 3,60 mt, che è stata poi mantenuta per tutto lo sviluppo del manufatto che costituisce il sottovia eccetto nelle rampe;
- nel manufatto tramviario sono presenti da entrambe le parti percorsi di servizio della larghezza di 1,20 mt. contenenti canalizzazioni per impiantistica.
- l'intervia tra i binari lungo le rampe è variabile da mt. 3.60 (per l'allargamento in curva) a mt 3.50, tenendo conto comunque che la palificazione della linea di contatto è ubicata nell'intervia dei binari lungo lo sviluppo delle rampe;
- dal lato destro della sede tramviaria (in direzione Don Minzoni – Mille) è stato affiancato un percorso pedonale di circa 2,50 mt di larghezza per tutto lo sviluppo del sottovia; il percorso pedonale nel primo tratto da via Don Minzoni ripercorre quello esistente fino all'interferenza con il nuovo monolite spinto, poi viene realizzato ex-novo su tracciato in curva con scatolare in c.a. affiancato al sottovia tramviario fino all'inizio di viale dei Mille in corrispondenza della rampa esistente : le due rampe esistenti del sottopasso, una su Don Minzoni e una su Mille, vengono adeguate alla pendenza del 8% secondo la normativa sulle barriere architettoniche (DM 236/89);
- dal lato sinistro della sede tranviaria (in direzione Don Minzoni – Mille) è prevista una pista ciclabile di mt. 3.00 in sede propria che, sottopassando via Lungo il Mugnone, i 4 binari della FI-RM e del Raccordo ed il binario della linea Faentina, si riallaccia a p.za delle Cure alla rampa ciclabile esistente, prospiciente il mercato Ortofrutticolo; le due rampe esistenti del sottopasso, una su Don Minzoni e una su P.za Cure, vengono adeguate alla pendenza del 6% per consentire un agile percorso ciclabile;
- per ristabilire, per quanto possibile, le funzioni che l'attuale sottopassaggio pedonale svolge a servizio della piazza Cure, è previsto di collegare sotto la piazza, tramite percorso interrato di larghezza mt. 3.00, la rampa prospiciente il mercato all'esistente rampa ciclabile dal lato opposto della piazza (prospiciente la "gelateria Cavini");
- l'altezza della linea di contatto dal piano ferro è pari a $H=4,60$ mt, determinando l'altezza dell'intradosso del sottovia a 5.00 mt dal piano ferro;
- la rampa Don Minzoni ha una pendenza del 4,6% e si sviluppa per circa mt 118,12 a cielo aperto con larghezza utile totale di 8,60/8,70 mt; i raccordi altimetrici sono rispettivamente di 800 mt quello convesso e 400 mt quello concavo;

- la rampa Cure-Mille ha una pendenza del 4,9% e si sviluppa per circa mt 140,77 a cielo aperto con larghezza utile totale di 8,70/8,60 mt.; i raccordi altimetrici sono rispettivamente di 800 mt quello convesso e 400 mt quello concavo;

Interferenze con sottoservizi e viabilità

Le interferenze delle rampe e del sottopasso vero e proprio con sottoservizi sono molto numerose per la presenza di cavidotti, acquedotti, gasdotti e fognature; particolarmente onerose e condizionanti risultano le interferenze con gli assi fognari presenti sulle strade e nella sede ferroviaria.

In merito si è provveduto a:

- adeguare il tracciato del collettore fognario che defluisce da V.le dei Mille, P.za delle Cure e viale Don Minzoni:
- nel tratto sul viale Mille interferente con la rampa del sottopasso tranviario, mediante lo spostamento in destra per tutta la lunghezza della rampa per complessivi circa 250 mt. fino a p.za delle Cure aggirando la struttura del sottopasso fino ad una nuova cameretta in prossimità della recinzione ferroviaria;
- nel tratto della sede ferroviaria del Bivio Cure la fognatura segue un nuovo tracciato, in prossimità della canna del nuovo sottopassaggio pedonale, per indirizzarsi in V.le Don Minzoni in destra della rampa per tutta la sua lunghezza;
- per interferenza con la realizzazione della camera di spinta su V.le Don Minzoni la fognatura viene deviata sotto la sede della pista ciclabile mediante opportuno tratto di breve lunghezza per complessivi mt. 55,0;
- ripristino delle fognature secondarie a servizio dei fronti edificati :
- in sinistra dell'opera sottopasso tranviario sia su V.le Mille per mt 153 e in destra su via Don Minzoni per 120 mt. vengono realizzate, per ridare la continuità, le fognature a servizio dei fabbricati frontali;
- adeguamento della viabilità lato V.le Don Minzoni :
- a seguito della realizzazione della rampa tranviaria vengono realizzate in destra due corsie stradali parallele con senso marcia verso il cavalcavia delle Cure;
- in sinistra della rampa (senso progressiva tramvia) viene realizzata una corsia con senso marcia verso via G. Pascoli per le provenienze dal cavalcavia delle Cure, nonché pista ciclabile affiancata che proviene dal sottopassaggio ciclabile;

-
- dal lato viale Mille vengono realizzate due corsie, una in destra ed una in sinistra della rampa con senso marcia verso il Campo di Marte.

6. RIQUALIFICAZIONE URBANA

Di seguito vengono definiti quali possono essere i vincoli per l'inserimento della sede tranviaria nel contesto urbano.

L'inserimento riguarda essenzialmente e in via generale:

- la via di corsa, che è condizionata dal numero delle corsie di circolazione, la sagoma dei veicoli tranviari e l'esistente lungo il percorso;
- le banchine e le attrezzature alle fermate;
- la linea di trazione elettrica in caso di captazione con pantografo;
- gli equipaggiamenti necessari per la circolazione dei tram (segnalamento, impianti di trazione, pannelli vari, ...).

D'altra parte, come per qualsiasi altro sistema di trasporto, le problematiche di inserimento delle infrastrutture connesse non devono essere dimenticate.

E' particolarmente delicato inserire una linea di trasporto nel centro storico di una città (architettura e vie strette) o nelle zone ad elevata concentrazione urbana (piazze, incroci stradali). Questi vincoli di inserimento impongono, in alcuni casi, la creazione di aree di passaggio promiscuo tra tranvia e veicoli privati e/o pedoni.

Questo tipo di configurazione in promiscuo genera degli impatti sugli obiettivi di sicurezza, di rapidità e di regolarità. L'esperienza su altre reti di trasporto con circolazione in promiscuo dimostra che è necessario un intervallo minimo superiore a 3÷4 minuti per mantenere la qualità del servizio e, al contempo, permettere la circolazione degli altri modi di trasporto.

I vincoli di inserimento possono anche richiedere che i tram circolino su un binario unico, gestito nei due sensi di circolazione. Anche tale configurazione può avere delle conseguenze pregiudizievoli per realizzare l'intervallo minimo necessario per soddisfare la domanda di trasporto. Tale intervallo minimo sarà determinato dalla lunghezza del binario unico e dagli itinerari di disimpegno del binario unico.

Questi vincoli, se sono troppo forti, possono indurre a ricercare altri tracciati se allontanano troppo l'effettivo esercizio della linea dagli obiettivi di trasporto.

Il progetto preliminare ha tenuto conto, in via generale, del tessuto urbano preesistente con l'obiettivo di mitigare gli effetti dell'inserimento dell'infrastruttura nel contesto.

7. OPERE A VERDE

In linea con l'obiettivo strategico di dotare la nuova infrastruttura di una progettazione integrata di tutti gli aspetti tecnico economici e segnatamente con la logica di valutare tutti i contenuti tecnici in modo interdisciplinare, evitando per quanto possibile il ricorso alla mitigazione in particolare per l'inserimento ambientale e paesaggistico, nella presente relazione vengono trattate le **linee guida** per la **valutazione integrata delle soluzioni paesaggistiche**.

Il tema specifico è quello della compatibilizzazione e minimizzazione degli interventi sulle preesistenze degli impianti di verde urbano e l'inserimento di un nuovo assetto di verde strutturale di corredo alla nuova linea tranviaria, che possa coordinarsi e interrelazionarsi allo stato dei luoghi attuale.

In definitiva l'obiettivo è quello di disporre del quadro conoscitivo delle risorse che vengono interessate direttamente e indirettamente dalla nuova opera ottimizzando l'intervento sotto il profilo della limitazione del dispendio di risorse e tendendo alla riqualificazione del profilo ambientale con nuovi inserimenti che compensino quegli abbattimenti che risulteranno inevitabili. La prospettiva è dunque quella che l'inserimento della nuova infrastruttura fornisca un bilancio positivo anche sotto l'aspetto del verde urbano.

Per quanto riguarda il sistema del verde urbano sono stati utilizzati tutti gli strumenti disponibili messi a disposizione dall'Amministrazione facenti capo al Piano Strutturale vigente, integrato dagli elementi del SIT tematico del verde urbano (Direzione Ambiente), dalla localizzazione degli alberi monumentali e dal confronto dei dati in fotointerpretazione.

7.1 VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLE INTERFERENZE SEGNALATE FRA LE NUOVE PROPOSTE DI TRACCIATO DELL'OPERA E LE ALBERATURE ESISTENTI

La presente relazione descrive lo stato di rilievo dei luoghi e le possibili interferenze fra le alberature presenti e le proposte di tracciato del progetto preliminare evidenziando per tratti omogenei la conservazione delle piante esistenti o la necessità del loro abbattimento, trapianto, o sostituzione con nuovo impianto.

La relazione fa riferimento specifico alle tavole allegate.

Tratto Viale Don Minzoni – Viale Fanti

Viale Don Minzoni

Prima dell'incrocio con Via Masaccio la realizzazione della fermata richiede l'eliminazione di un certo numero di esemplari di bagolari di dimensioni ragionevoli e di età matura, gli spazi disponibili al termine dell'opera consentono il mantenimento di una prima serie di alberi e la sostituzione sul lato destro della carreggiata delle vecchie alberature con altre di progetto. Le alberature sul lato sinistro sono mantenute a filo col percorso ciclo-pedonale fino all'incrocio con Via Masaccio.

Nel tratto successivo fra Via Masaccio e Via Luca Giordano fino alla ferrovia, la realizzazione del sottopasso di quest'ultima richiede opere tali da necessitare l'abbattimento di ambedue i filari attualmente presenti. In questo tratto le superfici disponibili al termine del nuovo intervento potranno consentire interventi di ripristino vegetazionale segnatamente al solo filare sul lato pari e limitatamente a sole specie di seconda o terza grandezza.

Piazza delle Cure – Viale dei Mille

Nel primo tratto di Viale dei Mille da Piazza delle Cure a Via Pacinotti è attualmente presente un doppio filare di platani di pieno sviluppo, parzialmente disetanei per le sostituzioni effettuate. L'inserimento dell'opera, considerati gli ingombri geometrici e le disponibilità complessive di spazio, non consente il mantenimento del filare sul lato centro che potrà essere sostituito da nuovi impianti con nuove geometrie da Piazza delle Cure a Via Cesare de Lauger. Da questo incrocio e fino a Via Dogali la realizzazione della fermata "Mille" richiederà l'abbattimento simmetrico di ambedue i filari per un tratto di circa 60 m.

Nel tratto successivo fino a Via Marconi è presente un doppio filare di bagolari con esemplari omogenei e notevoli privi di fallanze. In questo tratto non sono previsti abbattimenti.

Proseguendo, fra Via Marconi e Via Nino Bixio, continua analogamente una doppia alberata a prevalenza di bagolari cui risultano intervallati alcuni esemplari di platano. L'opera tramviaria non richiederà abbattimenti.

Ultimo tratto da Via Nino Bixio al Campo di Marte incrocio Viale Manfredo Fanti: in questo tratto terminale di Viale dei Mille prosegue il doppio filare tra bagolari misti a platani anche di età diverse e con sostituzioni recenti di circa 10-15 anni di età in buono sviluppo. Anche in quest'ultimo tratto non sono previsti interventi sulle piante.

Viale Manfredo Fanti

Da Viale dei Mille la tramvia piega in viale Fanti in direzione di Viale Malta. In questo tratto di Viale Fanti l'impianto arboreo è costituito da un triplo filare; dal lato dello stadio di atletica è presente al confine un primo filare di bagolari rinforzato da un secondo filare ancora di bagolari e

platani posto al termine del marciapiede lungo la linea stradale. Sul lato opposto a demarcare il controviale fronteggiante le facciate degli edifici è presente un terzo filare a prevalenza di platani con bagolari. L'inserimento della tramvia e le opere viarie previste consentono il mantenimento di due delle tre file di alberature che quindi si svilupperanno sui due lati della carreggiata. La presenza della fermata Campo Marte, oltre all'abbattimento del filare sopraccitato, prevede la sostituzione di alcuni alberi sul lato opposto della carreggiata per esigenze dimensionali.

Viale Malta

Lungo tutto il Viale Malta, vuoi dal lato centro storico che da quello Campo di Marte, è presente un doppio filare di platani fortemente frammisti a bagolari che vengono raddoppiati sul lato interno Campo di Marte da ulteriori alberate poste all'interno dei giardini e/o degli impianti sportivi. L'inserimento dell'opera tramviaria non richiederà abbattimenti con l'eccezione del tratto terminale tra Via del Campo di Marte e Via Damiano Chiesa dove, per la realizzazione della fermata "piscina", saranno richiesti abbattimenti su ambo i lati per un tratto di circa 60 m; spazi disponibili per i reimpianti saranno reperibili solo sul lato interno.

Viale Fanti

Tratto Via Damiano Chiesa – Viale Cialdini.

Tratto di viale dominato da esemplari di grande sviluppo di bagolaro frammisti a platano; da segnalare al confine del lato interno della piscina la presenza di un terzo filare dominante di pioppi bianchi. In questo tratto sarà possibile conservare le piante presenti sul solo lato esterno (lato abitazioni) mentre sul lato opposto sarà necessario l'abbattimento di tutto il filare con suo possibile reimpianto in posizione più arretrata verso la piscina.

All'incrocio con il Viale Cialdini per la realizzazione della fermata "Paoli" sono richiesti abbattimenti in ambo i lati.

Tratto successivo fino a Via Alinari.

Allo stato attuale prosegue il doppio filare di bagolari con presenza di platano. Il filare esterno, lato abitazioni, non è interessato alle opere. Sul lato interno è previsto l'abbattimento delle piante esistenti e il loro reimpianto in posizione arretrata.

Tratto successivo fino a Viale Mamiani.

In questo tratto, anche in relazione alla realizzazione della fermata "Fanti" sono previsti abbattimenti su ambo i lati. Sul lato interno sono disponibili spazi per futuri reimpianti.

Tratto Viale Mamiani - Capolinea Rovezzano

Viale Mamiani

In questo tratto la linea viene sdoppiata lasciando al centro lo spazio per la conservazione del filare di alberi centrale. In viale Mamiani il filare consiste di bagolari di notevole forza e sviluppo; verranno tutti conservati con l'eccezione dei due capo filare (inizio e fine).

Viale Duse

Dall'incrocio di Via Lungo l'Affrico prosegue il filare centrale di pini con aiuola di oleandro. L'impianto tramviario consentirà la conservazione dell'impianto arboreo esistente con l'eccezione dei punti di realizzazione della fermata "Mamiani" che è posta all'inizio di Viale Duse.

Viale Verga

Prosegue il filare centrale di pino, in questo tratto intercalato dal mirabolano. L'opera tramviaria è conservativa del filare esistente, con l'eccezione del tratto per la realizzazione della fermata "Verga" posta circa all'angolo con Via Tozzi.

Fa parte di Viale Verga anche la fermata "Gignoro", collocata quasi all'inizio di Piazza San Bartolomeo al Gignoro, per la quale è previsto un trattamento analogo a quella precedente: il filare esistente è mantenuto, fatta eccezione per lo spazio necessario alla realizzazione della fermata.

Il tracciato prosegue stabilendosi da questo punto su un unico asse centrale.

Piazza San Bartolomeo al Gignoro / Via del Gignoro

Lungo questo tratto le alberature presenti vengono ripiantate per permettere un'ottimale suddivisione dello spazio di carreggiata. La presenza della fermata "Manni" non comporta variazioni su quanto sopra indicato.

Fino a Via Rondinella il trattamento per le alberature presenti è analogo a quello precedente, considerando però che per l'intero tratto è previsto un nuovo disegno dello spazio urbano.

Da questo punto fino all'incrocio con Via del Guarlone non sono presenti alberature da mantenere.

Via G. Vitelli / Via della Chimera

All'inizio di Via del Guarlone è collocato un spazio verde di discrete dimensioni che sarà ripensato per il passaggio della linea tramviaria, ma ricostituito con un nuovo disegno unitario;

Proseguendo, il primo tratto di Via G. Vitelli, fino al bivio con Via F. Calasso, non presenta filari di alberi e per il tratto successivo, fino all'incrocio con Via Comparetti, i filari di alberi collocati sui due lati della carreggiata non interferiscono con l'andamento del tracciato e possono quindi essere mantenuti. La fermata "Vitelli" è localizzata prima del suddetto incrocio e comporta l'assenza di alberature per un tratto limitrofo di circa 60 mt.

Superato l'incrocio di Via Comparetti la strada prende il nome di "Via della Chimera", fino a Via della Loggetta; qui è presente un filare di alberi sul lato destro della carreggiata che può essere mantenuto. A questo punto il tracciato procede fino al suo capolinea "Rovezzano" (in corrispondenza della omonima stazione ferroviaria), direzione est, all'interno di un terreno ad oggi ancora non sottoposto ad interventi di "urbanizzazione", non è pertanto necessario un particolare trattamento di alberature anche in virtù del fatto che queste saranno previste dal progetto di realizzazione degli impianti sportivi chimera (AT01.15).

8. FATTIBILITA' DELL' INTERVENTO

8.1 ESITO DELLE INDAGINI

In questo capitolo vengono riassunti gli esiti delle indagini preliminari che sono state condotte.

8.1.1 PREFATTIBILITA' AMBIENTALE

Lo studio effettuato incrociando lo stato dei luoghi, con i dati esistenti e di programma ci ha permesso una lettura sistemica che essenzialmente sostanzia la scelta operata dall'amministrazione di completare la rete tranviaria in fase di realizzazione con il collegamento della zona est e sud-est di Firenze.

L'insieme delle migliorie apportate dal tram agli aspetti di natura ambientale, trasportistica, ma anche economica e sociale che compongono il territorio giustificano le soggezioni, peraltro contenute e temporanee, alla viabilità attuale connesse agli aspetti di cantierizzazione; problematiche che potranno essere comunque ridotte al minimo utilizzando accorgimenti e monitoraggi da definirsi in fase di progetto definitivo anche a fronte i accordi con l'Amministrazione ed il territorio.

Per quanto riguarda:

- il sistema ambientale e del paesaggio lo studio non evidenzia alcuna criticità od interferenza rilevante: il passaggio sul fiume Arno è trattato garantendo miglioramenti al ponte esistente, il rapporto con il parco del Mensola è preso in positiva considerazione fin dalla fase preliminare ed in generale il progetto, nel passare sugli assi viari esistenti (evitando quindi occupazioni di suolo aggiuntive) migliora decisamente l'arredo urbano presente e l'assetto "a verde";
- il sistema della mobilità, è utile evidenziare come la tranvia rappresenti l'asse portante della riorganizzazione complessiva della città; è questa una scelta di politica urbanistica non discutibile in questa sede, ma va comunque nella direzione auspicata per migliorare la vivibilità delle aree metropolitane sia in Italia che all'estero;
- il sistema insediativo, troverà molteplici vantaggi nella riduzione dell'inquinamento che accompagna il sistema tranviario (rumore, polveri, ecc.) e nel miglioramento dell'accessibilità con conseguente riorganizzazione delle destinazioni d'uso presenti. Non si segnalano peraltro ricadute dirette su edifici monumentali o di pregio così come sul tessuto esistente che anzi viene ricucito e in alcuni casi (viali) rivisto e riportato al disegno originario, ovviamente secondo una lettura attuale. E' utile citare a riguardo un studio effettuato di recente dal CRESME, per conto

dell'ANCI, che valuta positivamente le ricadute sul mercato immobiliare fiorentino, in ambito urbano e metropolitano, a seguito della realizzazione delle Linee 2 e 3 (prima fase);

- i sistemi della formazione e della cultura, così come quello della qualità urbana, risultano positivamente favoriti in quanto il progetto garantisce una accessibilità migliore e rafforza l'impostazione desunta dalla programmazione prevista.

Vantaggi puntuali e di sistema

In generale il progetto si colloca nel quadro di un miglioramento complessivo dell'offerta pubblica di trasporto ed in particolare su ferro; viene rispettata la programmazione strategica sia comunale che di area vasta e consentita la chiusura del sistema di mobilità a rete progettato e previsto. Il rapporto con la ferrovia è migliorato, attraverso un interscambio puntuale efficace, e l'insieme del progetto può garantire se accompagnato da un adeguato programma di riduzione della accessibilità privata su gomma (tariffazioni, parcheggi ecc.) una vivibilità complessiva adeguata ad una città sede di importanti flussi e funzioni di carattere metropolitano, regionale, nazionale ed internazionale.

Aspetti di criticità e risoluzione

La tempistica realizzativa è uno degli aspetti che rendono maggiormente critici i sistemi a rete, in altri termini la funzionalità è garantita solo dalla conclusione in tempi certi dell'intero progetto.

Le criticità emergenti in punti specifici, quali il passaggio sotto il fascio binari (Cure), non dovrebbe rappresentare elemento di ritardo nella realizzazione comunque del collegamento. La disponibilità di risorse economiche, quasi mai adeguate al disegno finale, può diventare un "vantaggio" se obbliga e consente l'amministrazione ed il progettista ad individuare soluzioni modulari e realizzabili nel tempo che garantiscano la fruibilità "immediata" del sistema.

8.1.2 INDAGINI GEOLOGICHE

Vincolistica

- **Vincolo idrogeologico** (ai sensi della **L. n°3267 del 30.12.23**, del **R.D. 1126/1926, artt. 21 e 22**, nonché del **Regolamento Regionale n°48/R del 18.08.03 "Regolamento forestale della Toscana"** e dal collegato Regolamento Comunale) - L'area non è soggetta a vincolo.
- **Classificazione nello S.U. vigente** – Nella *Carta della pericolosità geologica* l'area interessata

dai percorsi tramviari è inserita in **“pericolosità bassa” (classe 2)**, attribuita ad **“aree di pianura con discrete caratteristiche tecniche”**.

Note di Geologia Regionale

L'area in oggetto si trova all'interno della conca fiorentina, che rappresenta la porzione più orientale del più vasto bacino fluvio-lacustre di Firenze-Prato-Pistoia (o Medio Valdarno). Tale unità paleogeografica - di forma allungata con l'asse maggiore orientato NW-SE - è costituita da uno spessore variabile di depositi fluvio-lacustri non litificati, sedimentatisi entro una fossa tettonica, la cui formazione è conseguenza del regime tettonico distensivo instauratosi nel Pliocene medio – Pleistocene e responsabile del parziale smembramento dell'edificio strutturale costituitosi nel corso dell'orogenesi appenninica (Oligocene - Pliocene).

L'emissario di questo antico lago era probabilmente ubicato alla stretta della Gonfolina: avendo la depressione un carattere endoreico, aveva i principali immissari nella paleo-Ema nella conca di Firenze, nell'Ombrone all'estremo opposto del bacino e nel Bisenzio nella sua parte centrale.

Il progressivo abbassamento del fondo del lago veniva compensato dal forte trasporto solido di tali corsi d'acqua: il fondo del bacino risultò di forma asimmetrica, incernierato in corrispondenza del margine meridionale, con maggiore profondità verso il margine Nord a causa dell'azione della faglia normale che lo delimitava a NE. Ulteriori faglie, trasversali rispetto al suo asse maggiore, interessarono il substrato, causando il sollevamento della conca di Firenze rispetto al resto del bacino che si estinse precocemente.

In questa pianura così prosciugata si instaurò un reticolo idrografico controllato dal livello di base dell'Arno, il cui corso sfociava nel lago residuo in corrispondenza delle Cascine, formando una pseudo-conoide che si estende verso Osmannoro e Campi Bisenzio: tale conoide è associata nella zona di Castellina a quelle dei torrente Ema, Greve e Vingone, e nella zona di Careggi a quella del Terzolle.

Ciò causò un raccorciamento dell'area occupata dal lago, che veniva delimitato a Sud-Est dall'allineamento Castello-Scandicci: nel restante bacino di Prato-Pistoia, invece, continuò senza soluzione di continuità la deposizione lacustre fino al totale colmamento.

Nella successiva fase alluvionale si instaurò un reticolo idrografico facente sempre capo all'Arno che, con numerosi cicli di erosione e deposizione, rimaneggiò l'originaria superficie depositandovi una spessa coltre di sedimenti sciolti. Questi ultimi erano in genere a granulometria

grossolana in prossimità dei corsi d'acqua o entro gli alvei, ed a granulometria decisamente più fine nelle zone più distali.

La fase più recente è caratterizzata dalla migrazione del corso dell'Arno che si è spostato da NE verso SW, meandrando ed erodendo alla base le colline di San Miniato e di Bellosguardo. L'ultima fase evolutiva del bacino vide infine sia l'abbondante sedimentazione di materiali in corrispondenza degli alvei dell'Arno e dei suoi affluenti sia l'instaurarsi di estese zone palustri, specialmente ai margini della pianura neoformata ed in prossimità dei corsi d'acqua principali, alcune delle quali perdurarono fino in epoca storica.

Sedimentologia del substrato

Caratteristica peculiare dei terreni clastici fluvio-lacustri ed alluvionali presenti nell'area fiorentina è un'accentuata varietà di facies laterale e verticale con frequenti discontinuità stratigrafiche, spesso corrispondenti a fenomeni erosivi nell'ambito di un processo sedimentario prevalente. Altrettanto rilevante è la complessità dei rapporti stratigrafici che – per lo più – non sono di semplice sovrapposizione, ma di incastro laterale secondo superfici sedimentarie eteropiche o secondo superfici erosive complesse e ripetute.

Recentemente l'analisi critica di tutti i dati geognostici disponibili, accostata all'evoluzione geologica dell'area, ha reso possibile l'individuazione di diverse situazioni tettonico-sedimentarie distinte nel tempo, ben definite da rapporti di erosione e deposizione; pertanto ognuna di queste è stata considerata un Sistema secondo i vari ambienti fluvio-lacustri o corsi fluviali di afferenza (BRIGANTI et. Alii, 2003).

Sulla base di questa nuova classificazione, l'area in esame ricade all'interno dei **Depositi fluvio-lacuali**, costituiti principalmente da ciottolami e ghiaie da puliti a sporchi, con livelli e lenti di sabbie anche gradate: i primi 3-5 metri sono costituiti da limi più o meno sabbiosi di esondazione recente, in relazione alla loro distanza dall'alveo. Tali sedimenti si possono trovare anche sotto una copertura antropica di riporto inferiore a 3 metri.

Assetto tettonico

L'assetto tettonico del bacino di Firenze-Prato-Pistoia è quello che caratterizza i bacini intermontani appenninici allineati in direzione NW-SE. Il substrato del bacino risulta infatti basculato verso NE, con dopocentro lungo una serie di faglie a gradinata tra loro contigue, che hanno dato origine ad un rigetto superiore ai 1.000 metri.

Nella porzione orientale del bacino si rilevano le principali faglie di Castello-Scandicci e di Maiano-Bagno a Ripoli ad andamento trasversale rispetto alla castena (NE-SW), che interessano il substrato prelacustre ed i soprastanti depositi fluvio-lacustri villafranchiani. Il sollevamento della conca fiorentina, con la determinazione di un alto strutturale ed il dislocamento dei depositi villafranchiani nel bacino di Firenze rispetto al resto della pianura, è dovuto a tali faglie.

Analisi geomorfologica

La morfologia dell'area in esame è completamente pianeggiante, con il piano di campagna posto a quote variabili tra i 50 ed i 66 mt. s.l.m.: l'area interessata – assai vasta - si estende dal centro di Firenze fino alle estreme propaggini periferiche orientali, formatesi tramite una conurbazione che si è creata con successive espansioni abitative, a loro volta generatesi attorno ai centri storici maggiori e minori seguendo il reticolo della viabilità antica e nuova.

In considerazione di ciò l'area risulta priva di forme del terreno particolarmente significative; quelle poche che si potevano ritrovare sono state completamente alterate dall'estesa e consolidata attività antropica (edilizia residenziale e sportiva), nonché dall'attività agricola nelle aree periferiche più esterne alla città.

E' importante ricordare che gran parte dell'abitato di Firenze si trova su una coltre di riporto che iniziò ad essere formata alla fine del 1800: in quell'epoca si registrò un'importante espansione urbanistica che portò alla parziale demolizione di antichi edifici del centro storico: i materiali di risulta, non venendo scaricati fuori dalle mura, andavano a costituire la base per i nuovi fabbricati.

8.1.3 INDAGINI GEOTECNICHE

Caratterizzazione stratigrafica preliminare dei terreni costituenti il substrato

Dal data-base geognostico esistente (sia Sistema Informativo Geologico del Sottosuolo che archivio dello Studio GEODINAMICA), è possibile tracciare i seguenti caratteri preliminari della stratigrafie dei terreni interessati dai tracciati in progetto.

- 1 I primi metri di terreno sono costituiti da sedimenti alluvionali fini e medio-fini di copertura (*Orizzonte Firenze 1*), spessi da 4 a 10 metri.
- 2 In tutta l'area urbana i sedimenti naturali sono mescolati e/o ricoperti da una coltre di riporto, costituito da frammenti di pietra, ciottoli e frammenti di laterizi in abbondante matrice sabbioso-

limosa, frequentemente con presenza frustoli vegetati e radici: tale riporto risulta dotato di caratteristiche di consistenza e compressibilità assai diverse da zona a zona, comunque generalmente mediocri. Lo spessore è assai variabile lungo i due tracciati, andando da un massimo di 6 metri fino ad un minimo di 1 metro: tendenzialmente, questo presenta i suoi massimi in corrispondenza del centro cittadino e lungo l'Arno, mentre tende ad azzerarsi andando verso le periferie orientali.

- 3 I terreni di copertura (naturali o artificiali) poggiano sull'*Orizzonte Firenze 2*, che costituisce il **C.I.S** (Corpo Acquifero Significativo) dell'intera area fiorentina. Si tratta di ciottolami e ghiaia di medie dimensioni in matrice sabbiosa variabile in percentuale: questo livello è caratterizzato da elevati valori di addensamento; circostanza, questa, favorita anche dal graduale aumento dei clasti con la profondità in percentuale ed in dimensioni.

Campagna geognostica

Così come già ricordato nella relazione di prefattibilità, il substrato su cui verranno impostati i tratti tranviari del prolungamento in oggetto è stato preliminarmente indagato con l'esecuzione di n°68 prove penetrometriche, eseguite utilizzando un penetrometro dinamico superpesante D.P.S.H, dotato di massa battente del peso di 63,5 Kg, con volata di caduta libera di 0,75 mt..

Con tale apparecchio è stato possibile misurare la resistenza del terreno inserendo una punta conica di 20 cm. nel terreno e contando il numero di colpi necessario per far avanzare tale punta senza rivestimento del foro. Il pratico e rapido inserimento di una tubazione di rivestimento dopo la penetrazione di ciascuna asta penetrometrica, consente di eliminare l'influenza dell'attrito laterale sulle aste collegate alla punta conica, fattore che, in certi terreni, costituisce il maggior ostacolo ad una interpretazione corretta dei dati ottenuti con il penetrometro dinamico.

L'efficienza del penetrometro D.P.S.H. è stata misurata in due siti di differenti caratteristiche ed il rendimento medio calcolato (73%) consente di normalizzare il valore di N_{20} , per semplificare le correlazioni con i dati di altre prove in sito e principalmente di N_{SPT} .

Tali prove penetrometriche sono state spinte – laddove possibile - sino al raggiungimento del tetto dell'*Orizzonte Firenze 2*, per cui è stimabile una profondità media di 6 metri dal piano di campagna.

Finalità delle indagini eseguite

In considerazione del livello di progettazione preliminare, tale campagna di indagini è stata finalizzata al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- determinazione dello spessore e del suo andamento delle coltri di riporto lungo i tracciati individuati, con indicazione di massima delle sue caratteristiche fisico-meccaniche
- individuazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni limoso-sabbiosi costituenti il primo livello di terreno naturale nell'area fiorentina (“Orizzonte Firenze 1” della bibliografia)
- individuazione del tetto del livello basale di ghiaie (“Orizzonte Firenze 2” della bibliografia)
- caratterizzazione di massima dei terreni in corrispondenze del futuro sotto-attraversamento ferroviario, in modo da indicare l'approfondimento geognostico più opportuno in sede di progetto definitivo
- individuazione delle aree caratterizzate da maggiore criticità geologico-geotecnica lungo i tracciati sulle quali approfondire l'indagine in fase di progettazione definitiva e suggerire le modalità di intervento per l'eventuale bonifica del sottofondo.

Per tutti i dettagli in merito a tali argomenti, si rimanda alla relazione geologico-tecnica allegata al presente progetto (vedi allegato PP-GEO-RL-001.).

8.1.4 INDAGINI IDROLOGICHE

Climatologia e idrologia

Lo studio climatologico della zona si è basato sul reperimento dati su un periodo dal 1957 al 1988, ricavato dagli Annali Idrologici curati dal Servizio Idrografico di Stato: è stata presa in considerazione la sola stazione di misura di *Firenze Osservatorio Ximeniano (75 mt. s.l.m.)*, in quanto ritenuta completamente rappresentativa dell'area in esame. Dall'osservazione del diagramma termo-pluviometrico si evince che si hanno temperature mediamente basse (inferiori a 10°, ma mai inferiori a 0°) nel periodo invernale (dicembre - marzo): per contro, le temperature estive sono in genere elevate, raggiungendo il valore medio massimo in agosto (23,8°).

Le precipitazioni sono mediamente cospicue nei mesi invernali, solo nel mese di novembre si sono registrate medie superiori ai 100 mm: il minimo si ha quasi sempre nel periodo giugno-luglio, corrispondente anche al periodo secco caratteristico dell'area. Sulla base di tali dati, possiamo classificare il regime pluviometrico della zona come **sublitoraneo-appenninico** (KOPPEN).

Una volta ricostruito il bilancio idrologico di Firenze si nota che i deflussi in pratica coincidono con gli afflussi in eccesso alla quantità necessaria a reintegrare la riserva di umidità del suolo: tale eccedenza idrica è in parte smaltita dai vari corsi d'acqua presenti nella zona, e in parte

trattenuta nel bacino e diventa disponibile per il periodo successivo. Dal bilancio idrologico mensile per l'anno medio del periodo trentennale considerato (1957-1988) si possono formulare le seguenti considerazioni.

- 1 Il surplus idrico che aumenta i deflussi superficiali si azzerà solo in ottobre e novembre, ma anche nei mesi estivi è assai ridotto: esso raggiunge il suo massimo in febbraio-marzo;
- 2 Nel corso dei mesi estivi gli afflussi vengono impiegati per lo più per la ricostituzione della riserva di umidità del suolo. In questi mesi si possono comunque verificare intensi rovesci di breve durata, durante cui il suolo è praticamente secco in superficie e non consente all'acqua di infiltrarsi: quindi l'acqua piovuta alimenta quasi per intero il deflusso superficiale.

Idrografia

Il reticolo fluviale dell'area urbana – fortemente rimaneggiato – è drenante verso SW secondo la massima pendenza, su fronte della dorsale di Monte Ceceri – Monte Rinaldi. Gli affluenti in destra dell'Arno – fatta eccezione per il Mugnone – sono tutti di origine recente, lineari e poco gerarchizzati, impostati in erosione sui depositi fluvio-lacustri villafranchiani ed in stretta dipendenza con la faglia di Fiesole. Hanno tragitto breve, molto acclive nella parte a monte e carattere torrentizio; sono attualmente canalizzati, deviati e coperti nell'area urbana.

Permeabilità dei terreni

La valutazione di una roccia, in idrogeologia, si basa su un parametro, la permeabilità, che rappresenta la maggiore o minore conduttività dell'ammasso roccioso nei confronti di un fluido; essa è definita "*primaria*" se è dovuta alla presenza di vuoti ed interstizi tra i granuli di un terreno sciolto, "*secondaria*" se è dovuta alla presenza di fratture nelle rocce lapidee.

L'area in esame rientra nella zona di affioramento dei sedimenti alluvionali, fluvio-lacustri e lacustri recenti, sciolti, caratterizzati da permeabilità primaria per porosità variabile in dipendenza della granulometria e del grado di cementazione e/o addensamento della massa sedimentaria. In particolare i limi e limi argillosi lacustri e fluvio-lacustri sono caratterizzati da valori di permeabilità generalmente modesti, ridotti verso l'alto dall'intensa pedogenesi a pseudogley dei livelli più superficiali. Invece i termini macroclastici che costituiscono il corpo ghiaioso principale (Orizzonte *Firenze 2* della bibliografia) sono caratterizzati da valori di permeabilità generalmente assai elevati, vengono infatti definiti "*acquiferi*" in quanto consentono sia il moto (orizzontale e verticale) che l'immagazzinamento dell'acqua.

Inquadramento idrogeologico

Sulla base della cartografia tematica allegata al Piano di Bacino del Fiume Arno – Stralcio Bilancio Idrico, è possibile visualizzare l'andamento del tetto dell'acquifero nella porzione di territorio in esame. Dalla consultazione degli studi allegati alle indagini geologiche di supporto al Piano Regolatore Generale del Comune di Firenze si ricava che nell'area in oggetto la tavola d'acqua profonda si presenta come un piano con debole e costante inclinazione con un gradiente dell'ordine di 1,7% con direzione verso l'Arno.

In particolare, i livelli ghiaiosi grossolani dell'Arno costituiscono il **C.I.S** (Corpo Acquifero Significativo) dell'intera area fiorentina. Si tratta di ciottolami e ghiaia di medie dimensioni in matrice sabbiosa variabile in percentuale: questo livello è caratterizzato da elevati valori di addensamento; circostanza, questa, favorita anche dal graduale aumento dei clasti con la profondità in percentuale ed in dimensioni.

Nell'area in esame, tali ghiaie costituiscono un acquifero monostrato con elevata variabilità del coefficiente di conducibilità idraulica **K**: tale falda è di tipo freatico, la cui superficie può quindi oscillare a seconda dell'alimentazione.

Sulla base della piezometria riportata sopra è lecito attendersi un livello idrico sempre all'interno dei primi 5 – 10 metri dal piano di campagna.

8.1.5 INDAGINI IDRAULICHE

Vincolistica

- **Rischio idraulico (ai sensi della R.D n°523 del 25.07.1904): a parte l'attraversamento dell'Arno in corrispondenza** del Ponte da Verrazzano, l'area impegnata si trova lontano da corsi d'acqua censiti nel Quadro conoscitivo del P.I.T. (D.C.R. n°72 del 24.07.2007 – **Allegato 4: "Corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico"**), pertanto non si rientra nella fascia di rispetto di 10 ml dal piede esterno dell'argine o dal ciglio di sponda definita dal citato R.D.
- **Piano di Bacino del Fiume Arno, stralcio «Rischio Idraulico»** (approvato con D.P.C.M. n°226 del 05.11.99) – Nella «Carta guida delle aree allagate» il prolungamento della linea 1 ricade per intero delle «aree interessate da esondazioni eccezionali», ci si dovrà quindi attenere a quanto stabilito alla Norma 6 del citato D.P.C.M.
- Il prolungamento della linea 3 – invece – ricade solo parzialmente all'interno delle «aree interessate da esondazioni eccezionali», il tracciato che va dalla Stazione di Campo di Marte a

Coverciano si trova invece all'esterno di ogni perimetrazione. Nella «*Carta degli interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico nel bacino dell'Arno*», invece, l'area non è perimetrata.

- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico P.A.I.** (approvato con **D.P.C.M. 06.06.05**) – li tracciati tramviari di progetto interessano territori caratterizzati da bassa pericolosità idraulica, ricadendo per la quasi totalità in **classe 1 (pericolosità idraulica moderata)**: rappresenta *l'inviluppo delle alluvioni storiche sulla base di criteri geologici e geomorfologici, ovvero comprende aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $200 \leq Tr \leq 500$ anni*) e in **classe 2 (pericolosità idraulica media)**, *relativa alle aree inondate durante l'evento del 1966, ovvero comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $30 \leq Tr \leq 100$ anni e battente $h < cm$ e aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $100 \leq Tr \leq 200$ anni*).

Solo un breve tratto del prolungamento della linea 3, in corrispondenza della zona di Via del Guarlone – Rovezzano, ricade in un'area classificata in **classe 4 (pericolosità molto elevata, comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $Tr < 30$ anni e con battente $h \geq 30$ cm)**.

Tuttavia, trattandosi di un'infrastruttura lineare prevista dal vecchio P.R.G, l'intervento risulta ammissibile ai sensi dell'art.6 e dell'art.36 delle Norme del PAI.

- **Classificazione nello S.U. vigente** – Nella “*Carta della pericolosità idraulica*”, i tracciati in progetto ricadono quasi esclusivamente in due classi distinte di pericolosità idraulica:

***) classe II (pericolosità bassa):** *aree pianeggianti in situazione altimetrica favorevole, non colpite da eventi storici e caratterizzate da un rischio di esondazione con $Tr > 200$ anni;*

***) classe III / 2a (pericolosità medio-bassa):** *aree colpite dall'evento eccezionale del 1966 protette da opere idrauliche, in situazione altimetrica sfavorevole e caratterizzate da un rischio di esondazione con $Tr > 100$ anni.*

In considerazione della tipologia di intervento, non sono attese prescrizioni particolari da un punto di vista idraulico.

Condizioni della rete idraulica superficiale

Il reticolo idraulico – a seguito delle progressive trasformazioni del territorio nel corso della storia – ha assunto una complessa articolazione, cui è seguita solo recentemente l'applicazione di prescrizioni e vincoli a vari livelli: infatti lo stato attuale riflette solo parzialmente le condizioni naturali dei corsi d'acqua che solcano il territorio fiorentino.

In considerazione di ciò, la rete idraulica all'interno e ai margini dell'abitato di Firenze è del tutto artificiale, compreso il corso dell'Arno (frutto di sistemazioni realizzate a partire dal XVI secolo): negli ultimi 30-40 anni le modifiche indotte dall'espansione urbana hanno provocato spesso uno stravolgimento della funzionalità idraulica, soprattutto della rete minore.

In particolare – a parte il corso dell'Arno che viene attraversato in corrispondenza del Ponte da Verrazzano - nell'area in esame non sono presenti tratti di corsi d'acqua che scorrono a cielo aperto.

Analisi del rischio idraulico dell'area

Lo studio idraulico cui fare riferimento è quello redatto dallo Studio GEOTECNO nel marzo 1994 (*Schema Strutturale per l'area metropolitana: Indagini geologiche per la predisposizione della Normativa Tecnica Comunale di Salvaguardia*): al suo interno è stato fatto uno studio sui 27 anni intercorsi tra l'evento del 1966 e quello del triennio 1991 – '93.

Tale studio ha messo in evidenza una trentina di eventi di varia gravità ed estensione occorsi nel periodo di tempo analizzato, che in maniera localizzata o estesa hanno causato danni talora ingenti per insufficiente scolo delle acque superficiali e/o crisi della rete fognaria.

Da tali considerazioni è possibile individuare nel territorio fiorentino di pianura una soglia di rischio quantificabile nelle precipitazioni concentrate di almeno 40-50 mm. Tale fenomeno ha una ricorrenza statisticamente annuale, concentrandosi nei casi più gravi nei mesi autunnali, in corrispondenza dei quali può presentarsi anche più volte a distanza di pochi giorni.

In corrispondenza di tali eventi è facile ipotizzare una piena dei vari corsi d'acqua: in questa situazione dobbiamo ricordare che le acque di Arno, Mugnone e Greve sono pensili nei confronti della città a valle del Ponte alla Vittoria. Pertanto si debbono attribuire condizioni di rischio potenziale legate allo stato di manutenzione ed all'efficienza delle opere, ai terreni altimetricamente soggiacenti.

Invece, per quanto riguarda il ristagno, la sua causa principale si deve attribuire alle caratteristiche topografiche per insufficiente pendenza di scolo (come nell'area in esame), aggravata dagli ostacoli costituiti dalle arginature e dai rilevati stradali e/o ferroviari: una parte della responsabilità è imputabile anche alla vegetazione cresciuta in alveo nei corsi d'acqua minori che, in caso di eventi di piena, va a costituire grosse masse di trasporto solido che possono occludere le luci delle sezioni obbligate.

Definizione della pericolosità dell'area da un punto di vista idraulico e conclusioni

Il rischio idraulico che grava sulla città di Firenze potrà essere bonificato tramite interventi strutturali a livello di bacino idrografico, la cui analisi e pianificazione spetta all'Autorità di Bacino competente: a livello di singolo progetto, sarà quindi necessario rispettare le norme attualmente vigenti, nella consapevolezza che una determinata area è e rimane soggetta ad un determinato grado di rischio idraulico per esondazione e/o ristagno.

Sulla base dell'analisi vincolistica e della cartografia tematica vigente, si ricava che *l'area in esame è interessata da un rischio idraulico da esondazione da basso a molto basso.*

Per quanto attiene all'eventuale incremento di rischio idraulico da parte delle opere in progetto, osserviamo quanto segue:

1. Il progetto prevede la realizzazione di una struttura lineare che – a parte le aree destinate a deposito – non comporta incrementi di volume e/o superficie coperta: pertanto il rischio idraulico del comparto sotteso non viene alterato.
2. Le linee tramviarie previste verranno realizzate in area urbana, già pesantemente impermeabilizzata: la loro realizzazione – pertanto – non comporterà incrementi di superficie impermeabile.
3. Non è prevista la realizzazione di manufatti destinati all'abitazione permanente per i quali le norme di P.R.G. Impongono l'adozione di misure di salvaguardia e messa in sicurezza.

Sulla base di quanto esposto, riteniamo gli interventi in progetto ininfluenti dal punto di vista del rischio idraulico: nelle successive fasi progettuali – quando sarà maggiormente definita la progettazione delle aree terminali di deposito – sarà comunque necessario valutare l'eventuale impatto sul rischio idraulico di tali manufatti, al fine di prevedere eventuali e opportune opere di compensazione e/o messa in sicurezza.

8.1.6 INDAGINI SISMICHE

Il *rischio sismico* è il risultato dell'interazione tra il fenomeno naturale e le principali caratteristiche della comunità esposta. Si definisce come l'insieme dei possibili effetti che un terremoto di riferimento può produrre in un determinato intervallo di tempo, in una determinata area, in relazione alla sua probabilità di accadimento ed al relativo grado di intensità.

Dalla conoscenza del rischio sismico discende la valutazione della pericolosità sismica: questa consiste nella previsione della ricorrenza dei terremoti e dei parametri del moto con i quali un evento sismico si manifesta in un certo punto della superficie (risposta sismica). Essa prevede la valutazione dei seguenti aspetti:

Scuotibilità: comprende la valutazione dei parametri di moto del terreno sulla base dei caratteri sismotettonici dell'area.

Risposta sismica locale: si riferisce a fattori locali geologici, morfologici, idrologici ecc., che possono modificare le vibrazioni sismiche o indurre situazioni di scarso equilibrio geomorfologico.

La stima della pericolosità fornisce una visione generale del potenziale sismico di un'ampia area, individuando prioritariamente le aree sismiche e quelle non sismiche. Il grado di sismicità di una determinata zona viene valutato sulla base delle informazioni disponibili nei cataloghi sismici: sebbene i cataloghi sismici si estendano ai primi periodi della nostra civiltà, l'intervallo di osservazione è pur sempre limitato per poter essere significativo. A questo si aggiunga l'incertezza sulla completezza o meno dei dati, raccolti da osservazioni macrosismiche e quindi strettamente dipendenti dal grado di antropizzazione dell'area, la quasi totale assenza di dati strumentali, se non per i terremoti avvenuti in tempi recenti, e l'elevato grado di approssimazione nella esatta localizzazione dell'epicentro strumentale.

Nel nostro caso i dati storici di base da cui partire sono costituiti dall'archivio dei principali terremoti registrati a partire dal Medio Evo nella zona di Firenze.

| Anno | Data | Epicentro | H | M | S | Intensità |
|------|-------|----------------------|----|---------|----|-----------|
| 1148 | - | Firenze Sud | - | - | - | VII |
| 1325 | 21/5 | Firenze Sud | 02 | - | - | VI |
| 1383 | 2/4 | Firenze Sud | 04 | - | - | VI |
| 1383 | 2/4 | Firenze Sud | 17 | - | - | VI |
| 1408 | - | Firenze Sud | - | - | - | VI |
| 1426 | - | Firenze Sud | - | - | - | VI |
| 1453 | 28/9 | Firenze | | | | |
| 1463 | -/9 | Firenze Sud | - | - | - | VII |
| 1531 | -/2 | Firenze Sud | | mattino | | V |
| 1551 | 26/9 | Firenze Sud | 16 | - | - | VI |
| 1554 | 28/11 | Firenze Sud | 01 | - | - | VII |
| 1600 | 5/7 | Firenze | 18 | - | - | V |
| 1600 | 6/7 | Firenze Sud | - | Alba | - | VI |
| 1729 | 23/6 | Firenze | 05 | 04 | - | V |
| 1729 | 22/8 | Firenze | 08 | 15 | | V |
| 1768 | 31/12 | Firenze | 08 | 30 | - | V |
| 1887 | 14/11 | Firenze-Galluzzo | 05 | 48 | - | VI |
| 1895 | 18/5 | San Casciano V. Pesa | 19 | 55 | 12 | VIII |
| 1898 | 20/4 | S. Casciano V. Pesa | 19 | 36 | 35 | IV |
| 1955 | 25/9 | Prato Nord | 00 | 48 | 40 | V |
| 1969 | 1/5 | Scandicci | 22 | 53 | 40 | V |
| 1975 | ¼ | Grassina-Pozzolatico | 19 | 59 | 40 | IV |

| | | | | | | |
|------|------|----------------------|----|----|----|----|
| 1978 | 23/3 | S. Andrea a Forgiano | 02 | 06 | 34 | IV |
|------|------|----------------------|----|----|----|----|

Da: Coccia F., Baratta M., *Catalogo Enel, Bollettino Osservatorio Ximeniano*

Integrando i dati storici con la ricostruzione delle strutture geodinamiche si ottiene un modello sismotettonico che individua le sorgenti sismiche e la massima magnitudo ed i relativi parametri.

Sismicità della Regione Toscana e nella Provincia di Firenze

Il rischio sismico rappresenta un rischio non residuale e per questo oggetto di particolare attenzione: per tale motivo la Provincia di Firenze ha avviato e portato a termine, grazie ad una convenzione con il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Firenze, uno studio sul rischio sismico effettuato analizzando le sue tre componenti: pericolosità, vulnerabilità ed elementi a rischio.

Per lo studio della pericolosità sismica sono state utilizzate carte del S.S.N.-G.N.D.T, inoltre sono stati individuati gli epicentri dei maggiori terremoti storici e di quelli registrati strumentalmente negli ultimi venti anni: quindi è stato condotto uno studio specifico sulle possibili sorgenti sismogenetiche.

Da tali valutazioni è risultato che le zone sismogenetiche più rilevanti sono quelle della fascia appenninica, in cui si riscontrano terremoti storici di elevata magnitudo e buona densità di terremoti registrati strumentalmente.

Si nota inoltre una buona correlazione generale tra l'ubicazione delle strutture attive e gli epicentri dei principali terremoti, ed in particolare in Mugello dove vi è la maggior concentrazione di terremoti di forte intensità in accordo con la maggior concentrazione di faglie attive. Tuttavia alcune zone quali il Valdarno superiore presentano numerose faglie attive, ma non presentano record storici per quanto riguardano forti terremoti.

Dai dati ottenuti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, 46 eventi di intensità compresa tra 4 e 9 della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) hanno un epicentro ubicato all'interno della Provincia di Firenze. Di questi, molti sono i terremoti nell'area mugellana (come gli eventi del 1919, 1542 e 1597), un'abbondante densità di terremoti strumentali viene registrata nel Comune di Firenzuola e nei Comuni adiacenti, mentre una fascia di media intensità si localizza tra i Comuni di Montespertoli, San Casciano e Certaldo.

In sintesi i comuni più sismici sono quelli a Nord-Est della Provincia in cui l'accelerazione massima prevista per un tempo di ritorno di 475 anni è di 0,25g mentre per i comuni nella parte sud occidentale l'accelerazione prevista è 0,12g. In termini di Intensità macrosismica per un

periodo di ritorno di 475 anni si attendono eventi di intensità VIII MCS nella parte nord-orientale fino a intensità VI MCS nella parte centrale e meridionale della Provincia.

Rischio sismico a Firenze

In riferimento all'ultima zonazione sismogenetica del territorio italiano, l'area fiorentina si ubica a cavallo delle zone sismogenetiche 915 (corrispondente alla zona assiale della catena comprendente il territorio del Mugello, l'appennino pistoiese e la Garfagnana; caratterizzata da alto potenziale sismogenetico fino a $M = 6,5$) e 916 (corrispondente alla fascia appenninica che va dalla Versilia fino alla regione del Chianti, caratterizzata da potenziale sismogenetico più moderato fino a $M = 5,45$).

Scendendo nel dettaglio della città di Firenze, possiamo affermare che - pur non avendo memoria di forti eventi sismici nella storia - la città non può essere comunque ritenuta un'area a rischio sismico nullo o comunque molto basso, risentendo della relativa vicinanza di importanti sorgenti sismiche, poste a nord ed a sud della città. La prima, capace nel passato di generare terremoti di magnitudo M_s compresa tra 5 e 6, si situa nel bacino del Mugello a nord di Firenze (circa 30-40 km dal centro cittadino). La seconda, con magnitudo storiche stimate più basse, si situa invece a sud della città, relativamente più vicina al nucleo urbano rispetto alla precedente (circa 15 km di distanza dal centro).

Proprio questa costituisce l'area sismogenetica responsabile dei maggiori effetti macrosismici risentiti a Firenze e zone limitrofe (terremoti del 1453 e del 1895). In particolare il terremoto del 18 maggio 1895 (e replica del 6 giugno) rappresenta l'evento più importante finora documentato per la città di Firenze e per questo motivo può essere considerato il terremoto di riferimento per le valutazioni qualitative e quantitative dell'impatto sismico sul territorio del Comune.

Classificazione sismica

La macrozonazione sismica del territorio italiano è stata recentemente aggiornata e revisionata nell'ambito del **Ord. P.C.M. n°3274 del 20.03.2003** (*"Criteri generali per la riclassificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*). Essa riclassifica il territorio nazionale sulla base della Proposta 1998 del Gruppo di Lavoro (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia e Servizio Sismico Nazionale) istituito dal Dipartimento della Protezione Civile.

La nuova classificazione distingue 4 zone: le prime tre corrispondono alle vecchie zone definite dalla vecchia **L. n°64 del 02.02.74**; la quarta è invece di nuova introduzione ed in essa è data facoltà alle regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica. Per la Toscana - in particolare - si prevede l'inserimento di 4 comuni della provincia di Arezzo in zona 2, l'inserimento di 77 comuni in zona 3 e 24 comuni in zona 4 tra quelli che non erano classificati sismici con D.M.

del 1982: sono invece confermati in zona 2 tutti i comuni già classificati sismici in II^a categoria, che ad oggi salgono quindi a 186 comuni.

Sulla base di tale normativa, la riclassificazione sismica della Toscana colloca i comuni della Provincia di Firenze in categoria 2, confermandone alcuni ed inserendone altri precedentemente declassati.

La recente **D.G.R. n°431 del 19.06.2006** ha proposto una riclassificazione sismica del territorio regionale, istituendo un'ulteriore nuova **zona 3S**, nella quale non viene diminuito il livello di protezione precedente e le costruzioni devono essere progettate e realizzate con le azioni sismiche della zona 2. Il Comune di Firenze – in particolare – ricade tra i 106 Comuni che vengono trasferiti dalla Zona 2 alla **Zona 3S**, che viene caratterizzata dai seguenti parametri.

| | | |
|------------------------------|---|-------------|
| Decreti fino al 1984 | Grado di sismicità | 9 |
| Classificazione 2003 | Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta | 0.25 |
| Classificazione Toscana 2006 | Accelerazione media (g) | 0.12 |

Si ricorda inoltre che il **Dipartimento della Protezione Civile**, con **Ordinanza n°2788 del 12.06.98**, aveva individuato le zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale. Ciò fu stato fatto valutando la massima intensità sismica registrata misurata con la Scala **MERCALLI-SIEBERG**, e l'**indice di rischio** (definito come il rapporto tra la percentuale di popolazione coinvolta in crolli e la percentuale di patrimonio danneggiato).

I Comuni ad elevato rischio sismico sono stati identificati come quelli che hanno indice di rischio superiore al valore medio nazionale ($im = 0,0455$), calcolato pesando ciascun comune con la sua popolazione. Firenze, in particolare, è classificato non a rischio essendo caratterizzato dai seguenti parametri:

| | |
|-------------------------------------|-----------------|
| <i>indice di rischio:</i> | $i = 0,0224$ |
| <i>intensità massima osservata:</i> | VIII MCS |

8.2 VINCOLI DELL' AREA DI INTERVENTO

Di seguito si riassumono i vincoli urbanistici, storici, artistici, archeologici e paesaggistici desunti dagli strumenti di piano urbanistici e dal Sistema Informativo Territoriale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Regione Toscana.

Si precisa che i vincoli paesaggistici si riferiscono esclusivamente alle aree determinate ai sensi del Codice dei beni culturali e del paesaggio D. Lgs. 42/2004.

Le “Aree sottoposte a tutela Archeologica” sono individuate nella carta delle “Aree di valorizzazione e tutela archeologica” del sottosuolo comunale secondo le attuali conoscenze. La carta delle “aree soggette a tutela e valorizzazione archeologica” del sottosuolo comunale individua le porzioni del territorio sottoposte a tutela archeologica, compresa la viabilità il cui tracciato ricalca gli antichi percorsi, per la quale è prevista una fascia di rispetto estesa a entrambi i lati della carreggiata e comprensiva degli immobili il cui prospetto si affaccia sulla viabilità medesima.

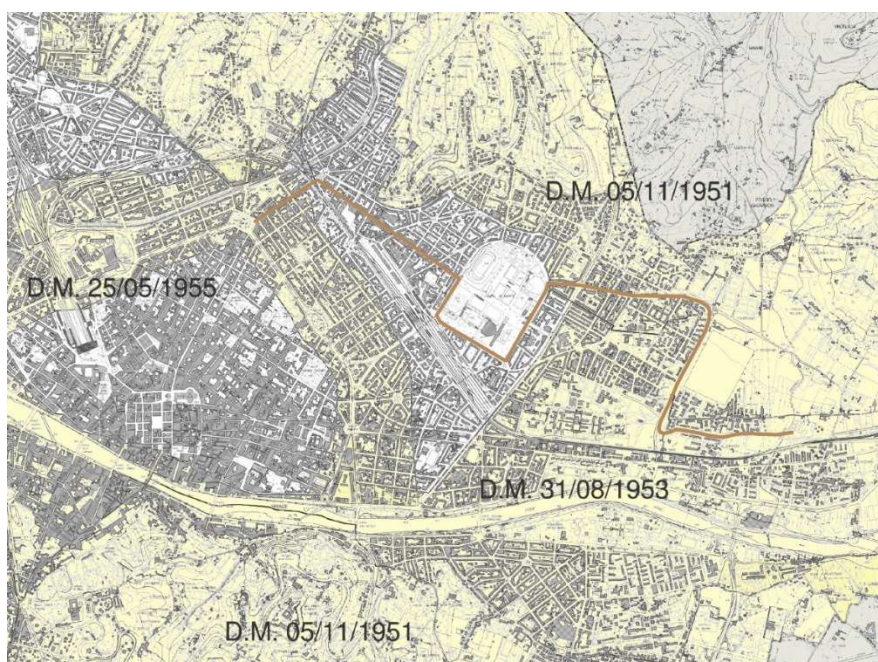
Detta cartografia è parte integrante del Piano Strutturale e sarà suscettibile di implementazione a seguito di atti provenienti dalla Soprintendenza ai Beni Archeologici che saranno acquisiti ope legis.

8.2.1 VINCOLI URBANISTICI

Il tracciato fa parte della previsione del PRG del Comune di Firenze (adottato dal Comune di Firenze il 12.07.93 e successivamente approvato dalla Regione Toscana il 02.12.97) ed inoltre è inserito all'interno del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Firenze, rendendo così non necessarie varianti di piano regolatore per la realizzazione. E' anche inserito nelle previsioni del Piano Strutturale, adottato nel 2004 ed approvato nel luglio 2007, che recepisce la nuova normativa introdotta dalla Legge Regionale 1 del 2005, la quale prevede veri e propri piani per specifici sistemi funzionali (in questo caso quello relativo alla mobilità).

La compatibilità del tracciato con gli strumenti di previsione urbanistica è stata approfondita nell' allegato FL322-PP-GEN-RL-012 “Studio di Inserimento Urbanistico” allegato a questo progetto preliminare, al quale si rimanda per un'analisi più esaustiva.

8.2.2 VINCOLI STORICO, ARTISTICI E PAESAGGISTICI



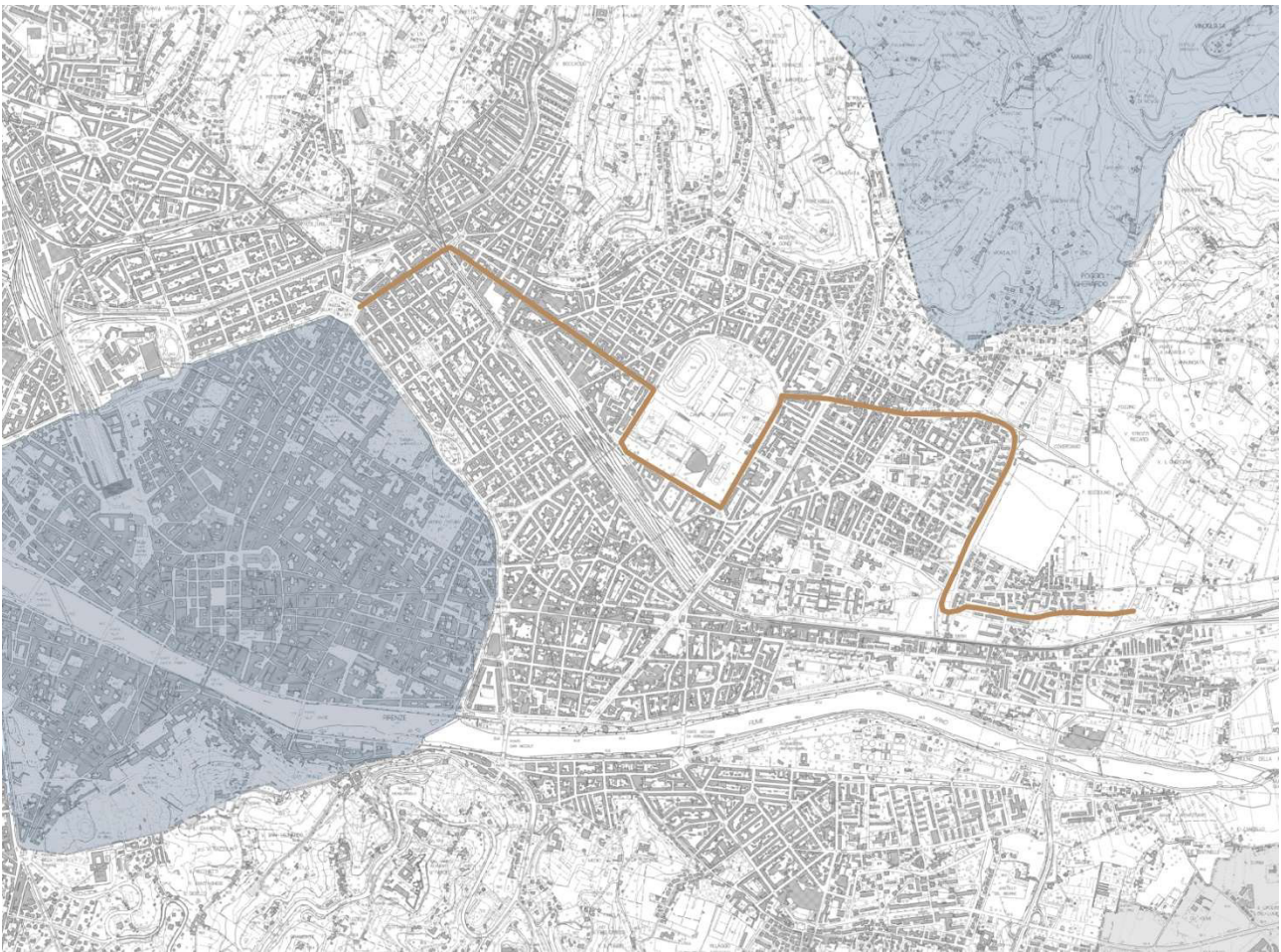
Dalla sovrapposizione del tracciato tranviario si evince che i vincoli da assoggettare all' opera sono i seguenti:

- 1) Il **Dm 20-05-55** "ZONA DEI VIALI DI CIRCONVALLAZIONE SITA NELL'AMBITO DEL COMUNE DI FIRENZE". La zona sita nel territorio del comune di Firenze comprendenti i seguente viali: viale Fratelli Rosselli, Belfiore, Filippo Strozzi, Spartaco Lavagnini, Giacomo Matteotti, Antonio Gramsci, Giovanni Amendola e Giovane Italia, con una fascia di territorio di m. 400 dal lato esterno e di m. 100 verso il centro della città, ha notevole interesse pubblico ai sensi della legge 29 giugno 1939, n. 1497, ed è quindi sottoposta a tutte le disposizioni contenute nella legge stessa.
- 2) Il **Dm 31-08-53** "ZONA PANORAMICA A SUD E A NORD DELLE SPONDE DELL'ARNO COMPREDENTE ANCHE IL PARCO DELLE CASCINE E UNA ZONA CENTRALE DELLA CITTÀ DI FIRENZE". Le due zone in riva al fiume Arno, site nel territorio del comune di Firenze, così delimitate: Lato nord (da ovest ad est) fiume Arno fino al torrente Mugnone (Indiano) – torrente Mugnone fino alla ferrovia Firenze-Pisa (Barco) - sede ferrovia all'ex stazione di Porta al Prato - viale Fratelli Rosselli: dalla Porta al Prato a via Montebello - via Montebello fino alla piazza Ognissanti - Borgognissanti fino alla piazza Goldoni - via Parione – piazza Santa Trinita - via Porta Rossa - via Calzaiuoli (da via Porta Rossa a piazza Signoria) - piazza Signoria - via della Ninna - via dei Neri - corso dei Tintori - piazza Cavalleggeri - via Tripoli - piazza

Piave - viale Giovane Italia - piazza Beccaria - viale Giovanni Amendola fino a via Arnolfo - torrente Africo (fino a via Santorre Santa Rosa). Confine a sud della zona panoramica di Fiesole dal torrente Africo a via Loretino - via Sant'Andrea a Rovezzano - via della Mulina di Sant'Andrea, vincolo di paesaggio fino alla riva dell'Arno. Lato sud (da ovest ad est) tratto del fiume Greve dalla foce all'acquedotto sotterraneo di Mantignano - acquedotto sotterraneo di Mantignano (via del Poderaccio) fino a via Torcicoda - via Torcicoda fino a via Palazzo dei Diavoli - via del Palazzo dei Diavoli fino a via Monticelli - confine nord della zona panoramica di Marignolle - Bellosguardo da via Monticelli al piazzale di porta romana - confine nord della zona panoramica del viale dei colli dal piazzale di Porta Romana alla località Cinque Vie (angolo tra via delle CinqueVie e via Benedetto Fortini) - via del Paradiso fino al Bandino - via di Ripoli fino alla piazza di Badia - via di Badia fino a via delle Lame - via delle Lame fino a via del Crocefisso del Lume - via Crocefisso del Lume fino a Villamagna - via Villamagna fino al fiume Arno - tratto del fiume Arno (limite comunale fra Firenze e Fiesole) fino alla via della Mulina di Sant'Andrea e confine nord della zona, hanno notevole interesse pubblico ai sensi della legge 29 giugno 1939, n. 1497 e sono quindi, sottoposte a tutte le disposizioni contenute nella legge stessa.

- 3) Il **Dm 05-11-51** TERRITORIO DELLE COLLINE FIESOLANE A NORD DI FIRENZE. La zona sita nel territorio dei comuni di Firenze e Fiesole indicata nell'annesso elenco, redatto dalla commissione provinciale di Firenze per la tutela delle bellezze naturali, ha notevole interesse pubblico ai sensi della legge 29 giugno 1939, n. 1497, ed è, quindi, sottoposta a tutte le disposizioni contenute nella legge stessa.

8.2.3 VINCOLI ARCHEOLOGICI



Le aree interessate dall' intervento non risultano essere individuate all'interno delle "aree di valorizzazione e tutela archeologica".

9. INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO

Il progetto definitivo, redatto sulla base delle indicazioni del progetto preliminare approvato, deve sviluppare a un livello di definizione sufficiente gli elaborati grafici, descrittivi e di calcolo affinché nella redazione del successivo progetto esecutivo non vi siano apprezzabili differenze tecniche e di costo.

Il progetto sarà composto sommariamente da:

- 1) Relazione Generale;
- 2) Relazione attestante la rispondenza al progetto preliminare e alle eventuali prescrizioni dettate in sede di approvazione;
- 3) Relazioni tecniche e relazioni specialistiche;
- 4) Rilievo planoaltimetrico
- 5) Elaborati grafici;
- 6) Calcoli delle strutture e degli impianti;
- 7) Censimento e progetto di risoluzione delle interferenze;
- 8) Progetto di monitoraggio ambientale;
- 9) Piano particellare di esproprio;
- 10) Elenco dei prezzi unitari;
- 11) Computo metrico estimativo;
- 12) Quadro economico;
- 13) Quadro dell'incidenza della manodopera;
- 14) Cronoprogramma;
- 15) Capitolato speciale di appalto;
- 16) Linee guida per la stima degli oneri della sicurezza.

Sulla base degli sviluppi e degli affinamenti della successiva fase progettuale, il progetto definitivo dovrà individuare un'unica ipotesi di tracciato.

10. CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE

Le fasi attuative per la realizzazione delle opere della macroarea B, sono divise a sua loro in sottoaree B1.1, B1.2 etc.

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 predisporre percorsi viabilistici alternativi per sopperire alla chiusura delle aree interessate dalle lavorazioni.

Si ribadisce che, a causa dell'occupazione delle carreggiate stradali o del loro restringimento durante le lavorazioni, sarà necessario individuare viabilità alternative su cui deviare il traffico interessato dai lavori.

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;

11. INDICAZIONI PER LA MANUTENZIONE DELLE OPERE

La manutenzione programmata si pone i seguenti obiettivi:

- Limitazione del decadimento funzionale;
- Contenimento del numero dei guasti accidentali;
- Affidabilità e continuità d'esercizio.

Le opere vanno tenute nelle migliori condizioni d'esercizio e di funzionalità con una corretta manutenzione. La trascuratezza di tale criterio può portare disservizi gravi, prolungati ed improvvisi, con notevoli danni per gli utilizzatori.

Il degrado della maggior parte dei componenti, con conseguente cedimento, sono di solito rilevabili con ispezioni, controlli, misure e prove generalmente rimediabili con azioni di ordinaria manutenzione. La manutenzione deve quindi essere programmata tenendo presenti le prescrizioni fornite dai costruttori dei diversi componenti delle opere e per assicurare un esercizio corretto ed affidabile come richiesto dagli utilizzatori.

La manutenzione, nei limiti del possibile, deve avere carattere preventivo, realizzando un sistema di ispezioni periodiche programmate, che consenta di:

- controllare lo stato dell'opera;
- effettuare messe a punto, riparazioni e sostituzioni di parti in fase di deterioramento od in condizioni di non perfetto funzionamento.

La manutenzione preventiva deve essere articolata su un programma ben preciso che si baserà sui seguenti fattori:

- informazioni base sull'opera nell'insieme e sui singoli componenti;
- punti da controllare dei singoli componenti e la periodicità dei controlli;
- stato di ogni componente con evidenziati gli interventi e le eventuali carenze riscontrate;
- programmazione degli interventi di manutenzione in relazione all'esercizio ed alla disponibilità;
- preparazione di schede di manutenzione per la raccolta di dati ed appunti sui futuri inconvenienti;

- scelta del personale addetto alle singole operazioni e la sua qualificazione;
- scelta degli strumenti adatti ai controlli richiesti e degli attrezzi necessari;
- scelta ed approvvigionamento delle parti di ricambio in funzione dell'esperienza e della tipologia delle opere.

12. CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA

Il calcolo sommario della spesa del progetto del progetto preliminare adeguato della linea 3.2.2 è stato effettuato applicando alle quantità caratteristiche dei lavori o opere i corrispondenti prezzi parametrici, come evidenziato nell'elaborato specifico, desunti da interventi similari realizzati come:

- progetto definitivo linea 3.2.1 Libertà Bagno a Ripoli;
- linea 2 e 3.1 del sistema tranviario Fiorentino.

Il quadro economico, di seguito riportato, comprende oltre all'importo delle forniture e lavori determinato nel presente documento di calcolo sommario della spesa anche gli oneri della sicurezza non soggetti a ribasso e le somme a disposizione della stazione appaltante.

| TRAMVIA LINEA 3.2.2 | | | |
|--|--|-----------------------------------|------------------|
| A | LAVORI E FORNITURE | | |
| A | 1 | Fermate | € 5.810.016,80 |
| A | 2 | Sede tramviaria | € 17.071.095,35 |
| A | 3 | Sistemazione urbana | € 16.183.377,18 |
| A | 4 | Opere d'arte | € 38.911.075,27 |
| A | 5 | Armamento | € 19.716.204,74 |
| A | 6 | Deposito | € 6.081.572,70 |
| A | 7 | Fabbricati tecnologici di linea | € 893.460,00 |
| A | 8 | Incroci e segnaletica | € 1.222.293,00 |
| A | 9 | Impianti di segnalamento | € 3.607.206,00 |
| A | 10 | Posto centrale e periferici | € 2.762.548,90 |
| A | 11 | Sistemi informativi | € 6.833.450,92 |
| A | 12 | Linea di contatto | € 7.137.931,80 |
| A | 13 | Alimentazione elettrica (MT, SSE) | € 3.593.213,04 |
| A | 14 | Luce e forza motrice | € 2.537.347,12 |
| A | 15 | Conferimenti terre | € 7.190.223,64 |
| A | Sommano parzialmente Lavori e forniture | | € 139.551.016,46 |
| B | LAVORI E FORNITURE | | |
| B | 1 | Spostamento Sottoservizi | € 10.337.546,00 |
| B | 2 | Parcheggio Scambiatore | € 5.000.000,00 |
| B | Sommano parzialmente Lavori e forniture | | € 15.337.546,00 |
| C | SICUREZZA | | |
| C | 1 | Oneri Sicurezza | € 6.195.542,50 |
| SUBTOTALE LAVORI, FORNITURE E SICUREZZA | | | |
| A+B+C | Sommano lavori, forniture e Sicurezza | | € 161.084.104,96 |
| D | MATERIALE ROTABILE | | |
| D | 1 | materiale rotabile | € 42.000.000,00 |
| TOTALE LAVORI, FORNITURE, SICUREZZA E MATERIAL ROTABILE | | | |
| A+B+C+D | Sommano lavori, forniture, Sicurezza e Materiale Rotabile | | € 203.084.104,96 |

| E | | SOMME A DISPOSIZIONE | |
|----------|----|---|-------------------------|
| E | 1 | Espropri ed altri oneri | € 1.500.000,00 |
| E | 2 | Monitoraggi ambientali | € 375.000,00 |
| E | 3 | Indagini integrative (sottoservizi, geognostiche, archeologia, ACB, ambientali) | € 326.000,00 |
| E | 4 | Punti Consegna Enel | € 850.000,00 |
| E | 5 | Spese per pubblicità e per opere artistiche | € 805.420,52 |
| E | 6 | Spese Tecniche (studi e Progettazione) | € 6.523.670,43 |
| E | 7 | Costi generali Ente Appaltante (Assistenza al RUP e validazione) | € 2.318.827,97 |
| E | 8 | Direzione Lavori e Collaudi | € 7.139.609,39 |
| E | 9 | Incentivo di cui all'articolo 113, comma 2 del D.lgs. 50/2016 | € 1.127.588,73 |
| E | 10 | Spese per commissioni giudicatrici | € 100.000,00 |
| E | 11 | Opere specialistiche sottoservizi Gas | € 794.049,94 |
| E | 12 | Opere specialistiche sottoservizi Fastweb | € 215.526,11 |
| E | 13 | Opere specialistiche sottoservizi Enel | € 357.248,94 |
| E | 14 | Imprevisti (5% A+B+C) | € 8.054.205,25 |
| E | | Sommano Somme a disposizione | € 30.487.147,29 |
| F | | IVA | |
| F | 1 | IVA 10% (A+B+C+D+E1+E11+E12+E13+E14) | € 21.400.513,52 |
| F | 2 | IVA 22% (E2 ÷ E10) | € 4.304.545,75 |
| F | | Somma IVA | € 25.705.059,27 |
| | | TOTALE al netto IVA | € 233.571.252,24 |
| | | TOTALE GENERALE (A+B+C+D+E+F) | € 259.276.311,51 |