



COMUNE DI FIRENZE

Sistema Tramviario Fiorentino

RTI Progettisti:



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO - FASE C

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

PARTE GENERALE Elaborati generali Relazione illustrativa

COMUNE DI FIRENZE
SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ING. FILIPPO MARTINELLI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO
ING. CHIARA BERSIANI

RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE E DEL COORDINAMENTO FRA
LE VARIE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. PAOLO MARCHETTI



Gruppo di Progettazione:

Ing. A. Piazza (Coordinatore Tecnico)
Dott. Geol. F. Valdemarin (Progettazione Geologica)
Ing. A. Benvenuti (Progetto Opere Idrauliche)
Dott.ssa B. Sassi (Indagini Preliminari Archeologiche)
Ing. F. Tamburini (Studi di carattere Ambientale)
Ing. M. Angeloni (Valutazione Previsionale di Impatto Acustico)
Ing. S. Caminiti (Prog. Ferrotranviario Studi Trasportistici)
Ing. J. Wajs (Progetto Impianti Tecnologici)
Ing. G. D'Angelo (Progetto Strutture)
Ing. D. Salvo (Progetto Arch./Paesaggistico Inser. Urbanistico)
Ing. F. Conti (Sicurezza - Prime Disposizioni)
Ing. B. Rowenczyn (Piani Economici e Finanziari)
Ing. G. Coletti (Progettazione Funzionale Depositi Tramviari)
Ing. L. Costalli (Esperto in Esercizio)
Ing. F. Azzarone (Impianti Meccanici)
Ing. D. D'Apollonio (Impianti Elettrici)
Ing. V. Astorino (Cantierizzazione)
Ing. P. Caminiti (Viabilità Interferenti)
Arch. A. Moscheo (PP.SS. Interferenti)
Ing. A. Lucioni (CAM)
Ing. D. Russo (Stime, Capitolati)

COMMESSA	LINEA	FASE	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE
B382	42	SF	GEN	RL001	B	—	B382-4.2-SF-GEN-RL001-B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Dicembre 2019	EMISSIONE	PIAZZA	MARCHETTI	MARCHETTI
1	Giugno 2020	AGGIORNAMENTO A SEGUITO ISTRUTTORIE	PIAZZA	MARCHETTI	MARCHETTI
2					

Sommario

1. INQUADRAMENTO GENERALE	3
1.1 ANALISI DELLO STATO DI FATTO	3
1.2 PROGRAMMA DI SVILUPPO	4
1.3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
1.4 DATI DI INPUT – QUADRO ESIGENZIALE E LIVELLI DI PRESTAZIONE	13
1.4.1 Obiettivi del progetto	13
1.4.2 Esigenze e bisogni da soddisfare	14
2. ALTERNATIVE PROGETTUALI - SINTESI DEI RISULTATI	15
2.1 PFTE - FASE B	15
2.1.1 Opzioni di tracciato analizzate	15
2.1.2 Alternative di tracciato finali	17
2.1.3 Sintesi delle analisi comparative	21
Analisi di compatibilità ambientale	21
Studio trasportistico	23
Analisi costi-benefici	28
Analisi costi-ricavi	29
3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE PRESCELTA	31
3.1 RICONTRI AL PFTE DI FASE B	31
3.1.1 COMUNE DI CAMPI BISENZIO: DELIBERAZIONE DI GIUNTA COMUNALE N.88 DEL 13/06/19	31
3.1.2 REGIONE TOSCANA: INDICAZIONI PROGETTAZIONE 11/06/19	34
3.1.3 COMUNE DI FIRENZE - Direzione Ambiente: PARERI Prot.Gen. n.183493 – 31/05/2019: Contributi del “Servizio Sostenibilità, Valutazione Ambientale, Geologia e Bonifiche” (Prot. 183859 – 31/05/2019) e del “Servizio Parchi, Giardini ed Aree Verdi” (Prot. 181602 – 30/05/2019)	36
3.1.4 COMUNE DI FIRENZE – Direzione Nuove Infrastrutture e Mobilità – Programmazione mobilità e piste ciclabili: PARERI (Prot. Gen. N.185385 - 01/06/19)	39
3.1.5 COMUNE DI FIRENZE – Direzione Nuove Infrastrutture e Mobilità – Servizio ufficio Tramvia, Interventi TAV e Autostrade: PROPOSTA DI DELIBERAZIONE DI GIUNTA 2019/00422 -03/07/19	40



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

3.1.6	COMUNE DI FIRENZE – Sviluppo Economico: INDICAZIONI	40
3.1.7	COMUNE DI FIRENZE – Direzione Urbanistica: PARERE 28/05/19	41
3.2	TRACCIATO E INSERIMENTO URBANISTICO	42
3.3	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE E ANALISI DEI VINCOLI	74
3.3.1	Indagini geologiche, idrogeologiche, idrologiche, idrauliche, geotecniche	74
3.3.2	Indagini sismiche	88
3.3.3	Indagini archeologiche	91
3.3.4	Vincoli storici, artistici ed archeologici	93
3.3.5	Vincoli paesaggistici	95
3.3.6	Valutazioni di carattere ambientale tramite applicazione modellistica per le componenti rumore e atmosfera	97
3.3.7	Considerazioni finali sulla compatibilità con il contesto territoriale ed ambientale	103
3.4	CARATTERISTICHE FUNZIONALI DELLA LINEA	106
3.4.1	Stazioni	106
3.4.2	Armamento	117
3.4.3	Parcheggi scambiatori	119
3.5	INDIRIZZI PER LE SUCCESSIVE FASI PROGETTUALI	121
3.6	ESPROPRI	125
3.7	INTERFERENZE CON I PP.SS.	126
3.8	CANTIERIZZAZIONE	129
4.	CRONOPROGRAMMA	132
5.	ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
5.1	QUADRO ECONOMICO	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
5.2	ANALISI COSTI-BENEFICI E PIANO ECONOMICO-FINANZIARIO	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
6.	RIFERIMENTI NORMATIVI	138

1. INQUADRAMENTO GENERALE

1.1 ANALISI DELLO STATO DI FATTO

La progettazione delle estensioni delle linee tranviarie nei comuni di Firenze, Campi Bisenzio e Sesto Fiorentino, si inserisce nel più ampio quadro previsionale del sistema tranviario della Città Metropolitana di Firenze, ideato con l'obiettivo di creare un sistema di mobilità organico, innervato su tutta la città di Firenze e principali centri urbani limitrofi.

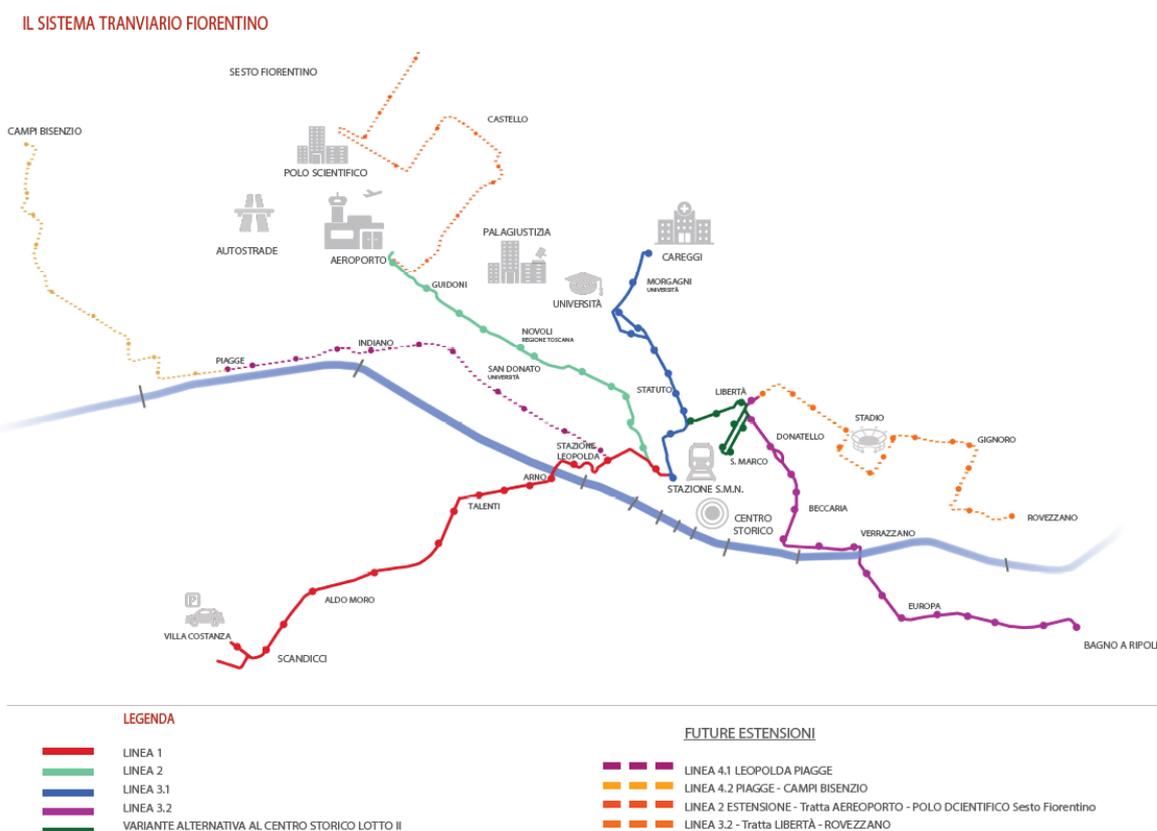


Figura 1 – rete tranviaria città di Firenze

A partire dagli anni '90 si è concretizzata l'intesa istituzionale tra Regione, Provincia e Comune che, insieme agli investimenti statali per la tranvia, ha definito un sistema integrato tra le diverse modalità di trasporto su ferro: passante sotterraneo per i treni AV, trasformazione della ferrovia di superficie in un sistema metropolitano e realizzazione del sistema tranviario della città di Firenze.

In questo disegno complessivo, la tranvia si colloca nel tessuto urbano centrale della città con gli obiettivi, da un lato, di offrire un'alternativa alla motorizzazione privata e ridurre l'inquinamento atmosferico da congestionamento del traffico, dall'altro, di collegare la periferia col centro cittadino. Le moderne tranvie in sede riservata sono state pensate in un'ottica di integrazione intermodale: i tram svolgendo una duplice funzione, hanno da un lato una grande capacità di trasporto di passeggeri e dall'altro sono capaci di distribuire gli utenti sulle varie modalità di trasporto.

Il sistema di mobilità tranviaria, pensata separata dall'intralcio del traffico, comporta anche la riprogettazione delle aree limitrofe nell'ottica di una riqualificazione estetica e funzionale con la finalità di incentivare la fruizione da parte dell'utenza con percorsi ciclo-pedonali e aree verdi e al tempo stesso disincentivare ma non ostacolare il traffico privato.

1.2 PROGRAMMA DI SVILUPPO

Il sistema tranviario fiorentino, ad oggi, si compone delle linee T1 (T1+T3) e T2 (già in esercizio) e delle linee 4.1 "Leopolda-Piagge", 3.2 "Libertà-Bagno a Ripoli" (in fase avanzata di progettazione).

Nel 2004 sono iniziati i lavori per la realizzazione della linea 1, entrata in esercizio nel febbraio 2010, a cui si sono aggiunte le linee 2 e 3.1 entrate in esercizio tra la fine del 2018 e l'inizio del 2019, per uno sviluppo complessivo pari a più di 16 km di rete tranviaria.

La linea T1, costituita dalla linea 1 e dalla linea 3.1, collega il Comune di Scandicci col Polo Universitario Ospedaliero di Careggi, consentendo al tempo stesso il collegamento con la stazione ferroviaria di Santa Maria Novella e con il centro di Firenze. Con i suoi 11,5 km e 26 fermate raccoglie un bacino di utenza molto ampio, dislocato nel centro abitato di Scandicci e nelle zone densamente abitate dei quartieri fiorentini dell'Isolotto, Statuto e Careggi. Infine, il collegamento col parcheggio scambiatore di Villa Costanza in prossimità dell'autostrada A1 consente di raggiungere agevolmente il centro della città.

La linea T2 collega piazza dell'Unità e la stazione ferroviaria di Santa Maria Novella con l'aeroporto di Peretola, permettendo, attraverso la realizzazione di un interscambio modale, ai passeggeri in arrivo di raggiungere agevolmente il centro di Firenze o ai partenti di percorrere il tragitto inverso. La linea è lunga 5,3 km con 12 fermate, attraversa il quartiere di Novoli e raggiunge il Polo Universitario di Scienze Sociali dell'Università degli Studi di Firenze. In previsione la linea servirà anche la futura stazione AV di RFI.

Insieme le linee T1 e T2, grazie ad un cospicuo aumento dell'offerta di trasporto in seguito alla messa in esercizio delle linee 2 e 3.1, hanno mosso nel 2018 circa 19 milioni di passeggeri.

L'estensione in direzione sud-est della rete tranviaria è costituita dalla linea 3.2 che, partendo da Piazza della Libertà (dove è previsto l'interscambio con la Linea 2) e attraversando i viali e piazza Beccaria, ricollegherà le zone di Gavinana e viale Giannotti, attestando il capolinea a Bagno a Ripoli. E' in fase di studio un ulteriore prolungamento verso Rovezzano che interesserebbe il quartiere di Campo di Marte, per il quale è stato redatto il progetto preliminare, approvato in linea tecnica con Deliberazione di Giunta n.491 del 29/09/2009.

Il **protocollo d'intesa tra Regione e Comune** siglato in data 18/09/2012 ribadisce che *La Regione e il Comune concordano con l'importanza strategica di proseguire la realizzazione del sistema tranviario, mediante l'attraversamento del centro della città, la realizzazione della linea 4 (Leopolda Piagge), anche utilizzando il sedime ferroviario tra Cascine e Leopolda che RFI si è impegnata a cedere al Comune, la prosecuzione del tracciato della linea 3 fino a Bagno a Ripoli,*

la definizione a seguito di approfondimento con i Comuni interessati, dell'integrazione della rete tranviaria a Sesto Fiorentino e Campi Bisenzio.

La programmazione regionale, tramite il Piano Regionale Integrato Infrastrutture e Mobilità (PRIIM), approvato nel 2014, si prefigge l'obiettivo di "sviluppare modalità di trasporto sostenibili in ambito urbano e metropolitano" da realizzare proprio con "il completamento delle linee 2 e 3 del sistema tranviario fiorentino, integrazione della rete attraverso la prosecuzione verso Bagno a Ripoli e la definizione a seguito di approfondimento con i Comuni interessati, dell'integrazione della rete tranviaria a Sesto Fiorentino e Campi Bisenzio [..]".

Nel 2014 è stato sottoscritto l'Accordo di Programma tra Regione Toscana, Comune di Firenze, Comune di Campi Bisenzio, Comune di Sesto Fiorentino e Comune di Bagno a Ripoli (Deliberazioni di Giunta n. 443/2013 e n. 103/2014) per il completamento del sistema tramviario dell'area fiorentina e l'estensione nell'area metropolitana.

Nel 2016 Regione Toscana, Città Metropolitana di Firenze, Comune di Firenze, Comune di Sesto Fiorentino, Comune di Campi Bisenzio, Comune di Bagno a Ripoli e Comune di Scandicci hanno sottoscritto l'Accordo per l'estensione del sistema tramviario fiorentino nell'area metropolitana e concordato espressamente sulla strategicità della progettazione preliminare della tratta Aeroporto- Polo Scientifico e della tratta Le Piagge Campi Bisenzio.

Le linee 2.2 e 4, oggetto del presente studio, fanno parte di un sistema intercomunale che collega il comune di Firenze rispettivamente con i comuni di Campi Bisenzio e Sesto Fiorentino. In particolare, la linea 2.2 servirà gli utenti che da Sesto Fiorentino dirigono verso l'aeroporto di Peretola e da lì verso Novoli e il centro città grazie alla connessione con la linea esistente T2, provvedendo allo stesso tempo al collegamento dei futuri insediamenti della Mercafir in zona Castello e della nuova scuola Marescialli.

La linea 4, invece, è composta dalle tratte 4.1 e 4.2: la prima tratta, lunga 6,2km, collega le stazioni ferroviarie Leopolda e Le Piagge: si interconnette alla linea T1 in corrispondenza della stazione Leopolda-Porta al Prato e giunge a Le Piagge correndo in parte sulla ex linea ferroviaria

Firenze-Empoli e in parte su nuova sede. Il progetto preliminare della linea 4.1 è stato ultimato nel Novembre 2015 ed è stato recentemente approvato e finanziato dal CIPE.

La seconda tratta 4.2 riprende il tracciato da Le Piagge e termina a Campi Bisenzio, consentendo così al sistema tranviario di innestarsi nel conglomerato urbano ad ovest della città capoluogo. Per quanto sopra esposto, dal punto di vista della sequenza di attivazione delle tratte attualmente in progetto, le previsioni attuali vedono come prossimo step la messa in esercizio della linea 4.1 nell'anno 2024.

Lo scenario programmatico di riferimento da assumere per gli studi sulle linee 2.2 e 4.2 sarà quindi quello che vede attive le linee T1+T3, T2, T3.2, T4.1.

Per quanto riguarda la data di messa in esercizio delle linee 2.2 e 4.2 oggetto di PFTE, si stima che il limite minimo sia l'inizio del 2025 indipendentemente dalla definizione dei tracciati finali, come meglio dettagliato nel prosieguo della presente trattazione (cfr. par. 3.6.1).

Dal momento che si può ragionevolmente assumere che non vi sia mutua interazione tra queste due tratte in riferimento agli effetti trasportistici generati dalla loro attivazione, tutte le analisi e le simulazioni sono state svolte in maniera disgiunta, assumendo il 2025 come anno di attivazione sia per la 2.2 che per la 4.2, con conseguente rimodulazione dell'offerta TPL su gomma per entrambi i bacini interessati.

Nel caso in cui la progettazione di entrambe queste linee proceda in parallelo, a valle della presente fase di PFTE saranno successivamente condotte analisi più dettagliate con l'obiettivo di definire una sequenza programmatica più accurata.

1.3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto del presente studio ricade nell'ambito territoriale della "Piana fiorentina e pratese", appartenente alla Città metropolitana di Firenze e in parte alla Provincia di Prato; la Piana Fiorentina oggi viene comunemente indicata come quel territorio che è compreso fra

l'area nord-ovest di Firenze, il limite del territorio urbanizzato di Sesto Fiorentino, il corso del fiume Arno e le zone confinanti con la vicina pianura pratese. Alla scala territoriale fa parte del sistema complesso Firenze-Prato-Pistoia, mentre alla scala locale, il cuore centrale della Piana Fiorentina è rappresentato dall'area compresa fra il sedime attuale dell'aeroporto di Peretola, il limite dell'abitato di Sesto Fiorentino, l'autostrada A11 Firenze-Mare e l'autostrada A1 Milano-Napoli.



Figura 2 Inquadramento territoriale di area vasta

Il territorio è costituito da una pianura di tipo alluvionale circondata da una compagine collinare attraversata dal corso del fiume Arno. La Valle dell'Arno, nel tratto a valle della città di Firenze, è la prima area che si presenta con ampi tratti pianeggianti nella porzione tirrenica dell'Italia

centrale. Si tratta della parte occidentale della penisola rispetto alla catena appenninica e subito a ridosso del tratto tosco-emiliana di quest'ultima; il territorio si presenta pianeggiante e caratterizzato in prevalenza da una tessitura diffusa e compatta di appezzamenti, con una fitta rete di fossetti e scoline dei campi. La pianura con la sua spessa coltre alluvionale e con quote prevalenti attorno a 36-39 m s.l.m., appare, infatti, completamente piatta, con una fitta rete di drenaggio in parte regolamentato dall'attività antropica.

La posizione dell'area oggetto di studio si presenta centrale rispetto la morfologia della penisola e rispetto l'assetto infrastrutturale nazionale. Infatti, l'asse tra Firenze e Bologna costituisce il nodo relazionale cardine dell'intero sistema peninsulare, e dallo stesso si dipartono le principali relazioni e nervature di collegamento fra il settentrione e il centro dell'Italia e fra la costa Tirrenica e quella Adriatica.

Mentre sono chiaramente rimasti immutati i caratteri geografici della zona e ancora si legge la presenza delle fasce pedecollinari, collinari, della pianura rurale e dell'alveo, quelli paesaggistici hanno subito profonde trasformazioni, soprattutto a partire dal dopoguerra.

L'area già antropizzata ha visto una crescita, uno spostamento dei baricentri e centri propulsori e una dinamica estremamente veloce nei rapporti fra il paesaggio agrario, l'ampliamento degli insediamenti e l'espansione delle periferie, lo sviluppo dell'infrastrutturazione pianificata, oltre la conservazione di zone umide.

L'aspetto più evidente è l'espansione delle aree urbanizzate: la crescita del tessuto edilizio sia lungo gli assi naturali di antropizzazione sia lungo gli assi di collegamento veloce, realizzati nella piana dell'Arno, ha saldato i tessuti urbani di Firenze, Sesto Fiorentino, Campi Bisenzio e Prato in un continuum paesaggistico.

Il territorio della Piana è stato interessato nel corso degli ultimi decenni da forti modificazioni, legate al rapido sviluppo degli agglomerati urbani che compongono il sistema territoriale metropolitano.

Le forme dei nuovi insediamenti comprendono sia funzioni tipiche delle periferie urbanizzate (infrastrutture stradali di grande traffico, aree industriali, zone per il commercio e il terziario, ecc), sia nuove funzioni che rapidamente stanno mutando la composizione strutturale del paesaggio (ipermercati, multisale, ecc).

La progressiva urbanizzazione di aree in precedenza utilizzate a fini agricoli, legata ad esigenze abitative, produttive, commerciali e di servizio per la comunità, ha generato un forte consumo di territorio. Questi fenomeni hanno indotto una progressiva e marcata marginalizzazione di molte aree, frammentando il paesaggio e l'ambiente tipico delle aree agricole di pianura, storicamente formato da una tessitura diffusa e compatta legata alla rete scolante e viaria basata sulle linee della centuriazione romana.

In questo contesto, con segni contemporanei di forte impatto, permangono tuttavia elementi strutturali antropici e naturali di valore ambientale e paesaggistico che si possono riassumere nel:

- Reticolo idrografico dei fiumi, dei fossi e delle opere di regimazione e deflusso delle acque superficiali con il fiume Bisenzio, il Fosso Reale, Macinante con il loro reticolo minore;
- Tessuto agrario strutturato sul sistema dei fossi e dei canali con una viabilità esterna su cui si è innestato il sistema insediativo moderno e un reticolo viario alternativo interno all'area;
- Sistema delle zone umide, diffuse a "macchia di leopardo", e sottoposte a tutela siano esse di origine naturale che antropica per precedenti attività di escavazione o venatorie comprese all'interno dell'articolo SIR 45 che dai Renai di Signa giunge fino al centro della Piana.

La linea tranviaria 4.2 costituisce il collegamento dalla stazione Le Piagge all'abitato di San Donnino e da questo fino al centro di Campi Bisenzio e rappresenta il prolungamento della Linea

4.1 Stazione Leopolda - Le Piagge: insieme costituiscono la linea tranviaria 4, un'opera di importanza strategica che si inserisce nel sistema tranviario fiorentino e che fa parte di un sistema intercomunale che collega il comune di Firenze con il comune di Campi Bisenzio interconnettendosi alla linea 1 in corrispondenza della stazione Leopolda-Porta al Prato.

La tratta 4.2 in oggetto ricade amministrativamente nel Comune di Firenze e in quello di Campi Bisenzio.

Si riporta di seguito l'inquadramento territoriale dell'intervento oggetto dello studio ambientale, con evidenziata l'area oggetto d'intervento.



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO



Figura 3 Inquadramento territoriale dell'intervento oggetto di studio. In giallo è riportata la linea tranviaria e in rosso il deposito mezzi a servizio della linea

1.4 DATI DI INPUT – QUADRO ESIGENZIALE E LIVELLI DI PRESTAZIONE

1.4.1 Obiettivi del progetto

Come sopra accennato, oggetto principale della progettazione è il miglioramento dell'offerta di mobilità pubblica da e verso il capoluogo Fiorentino con un sistema di trasporto alternativo a quello su gomma, al fine di ridurre il traffico veicolare che investe il centro e tutta l'area limitrofa ad esso.

Questo obiettivo dovrà essere raggiunto garantendo:

- la realizzazione dei nuovi collegamenti secondo i migliori standard di sicurezza ed efficienza;
- l'aumento dell'offerta di intermodalità mediante il collegamento tra le nuove linee tramviarie ed i parcheggi nuovi e/o esistenti oltre ai collegamenti con percorsi ciclo-pedonali nuovi e/o esistenti;
- il migliore inserimento delle nuove opere nel rispetto del territorio e di tutti i vincoli in esso esistenti (assetto geologico/geomorfologico, assetto idraulico, vincoli paesaggistici, monumentali, collegamenti infrastrutturali etc..);
- il miglior inserimento delle nuove opere nel contesto ambientale, con l'individuazione degli impatti e delle misure di mitigazione e compensazione, e la scelta di tecnologie e materiali che consentano la realizzazione/gestione delle opere secondo principi di basso impatto ambientale;
- una elevata qualità dei componenti utilizzati e dei manufatti realizzati (materiale rotabile, fermate, depositi, segnaletica etc..);
- la ricerca della maggiore economicità sia in relazione ai costi di costruzione che di gestione e manutenzione delle opere, mediante l'impiego delle migliori tecnologie presenti sul mercato, ovviamente nel rispetto della piena compatibilità con il sistema tramviario fiorentino già esistente e/o in fase di realizzazione e progettazione.

1.4.2 *Esigenze e bisogni da soddisfare*

Sulla base degli obiettivi generali sopra descritti, la progettazione delle opere ha soddisfatto i parametri prestazionali e le caratteristiche descritte nel “Capitolato Tecnico” allegato al Contratto, ove è esplicitamente richiesto che le nuove linee tranviarie dovranno avere funzionalità e prestazioni uguali o superiori a quelle delle linee in esercizio (Linea 1) e in realizzazione (Linea 2 e 3.1).

Seguendo le indicazioni del documento di gara, la geometria del tracciato è stata sviluppata entro i valori previsti dalle norme UNI-Unifer per tramvie e metropolitane leggere, nonché in riferimento a progetti analoghi elaborati per il sistema fiorentino, mentre come materiale rotabile di riferimento viene assunto il modello “Sirio” attualmente in servizio sulla linea 1.

2. ALTERNATIVE PROGETTUALI - SINTESI DEI RISULTATI

2.1 PFTE - FASE B

L'attività di PFTE di fase B ha permesso di elaborare ed analizzare le possibili opzioni progettuali, a partire dagli studi di fattibilità a base gara e da quanto emerso dalla prima fase di analisi (fase A del PFTE).

2.1.1 Opzioni di tracciato analizzate

Il primo step di detta elaborazione è stato quindi l'analisi in successione di tutti i nodi fondamentali del tracciato, individuati nella fase di analisi critica; ciò ha permesso di individuare, tra le possibili opzioni risolutive, quelle ritenute più soddisfacenti in merito ai criteri progettuali determinati.

Le varie opzioni elaborate sono state quindi messe a confronto mediante la compilazione di tabelle comparative, in riferimento a un insieme di parametri sensibili opportunamente definiti. In tal modo, nel primo step di analisi sono state stabilite alcune scelte di base qui di seguito sintetizzate.

- Sottoattraversamento autostrada A1

La valutazione è stata condotta mettendo a confronto i tracciati passanti per 3 diversi sottopassi esistenti, da sud verso nord: il sottopasso ubicato lungo l'asse di via degli Abruzzi attualmente inutilizzato, il sottopasso di via Pistoiese e quello della S.R.66 (nuova Pistoiese).

Dal confronto è emerso che, pur implicando la necessità di inserire un tratto di linea in esercizio banalizzato (singolo binario) a causa della sua luce non sufficiente, risulta tecnicamente preferibile usare il sottopasso posto più a nord (S.R.66).

Le altre due opzioni presentano infatti problematiche legate all'interferenza con il traffico, i pubblici servizi e la necessità di espropriare e demolire alcuni fabbricati.

- Ubicazione fermata S. Donnino

Sono state analizzate due opzioni di posizionamento della fermata, rispettivamente a sud e a nord della S.R.66. L'ubicazione a sud è risultata più confacente alle necessità di accessibilità dall'abitato di S. Donnino e quindi preferibile.

- Viabilità In Rotatoria Pistoiese

Dal momento che il tracciato attraversa l'importante nodo stradale di confluenza tra la S.R. 66, la via Pistoiese e la via di Brozzi, è stata analizzata l'opzione di modificare l'assetto dell'intersezione introducendo un incrocio semaforizzato al posto dell'attuale rotatoria.

L'analisi ha permesso di evidenziare che è preferibile mantenere lo stato attuale di circolazione rotatoria anche dopo l'inserimento della linea tramviaria.

- S.R.66 Pistoiese

Nella tratta in rilevato tra la fermata S. Donnino e la fermata Castagno, sono state analizzate entrambe le opzioni di posizionamento della tranvia a sud o a nord della S.R.66.

Ne è conseguito che il migliore compromesso tra le varie esigenze risulta essere raggiunto con la tranvia ubicata a Nord della S.R. 66, che quindi sarà attraversata dai binari subito a valle della fermata S. Donnino.

- Intersezione rotonda di San Donnino

Per questo nodo è stata messa a confronto la soluzione proveniente dai precedenti studi di fattibilità con una ottimizzazione elaborata al fine di limitare l'interferenza con la viabilità e migliorare le caratteristiche del tracciato tramviario. È quindi risultato che l'alternativa di tracciato sviluppata risulta essere vantaggiosa, anche tenendo conto dell'inserimento del parcheggio scambiatore in corrispondenza della fermata Castagno.

- Parcheggio scambiatore A1

Sempre in fase B è stata segnalata l'opportunità di servire anche l'area del futuro parcheggio scambiatore in prossimità dell'autostrada A1, che andrebbe a costituire un'alternativa a quello di villa Costanza lungo la linea 1. Il parcheggio si collocherebbe nel territorio di Sesto, nella fascia compresa tra l'Osmannoro e l'abitato di Campi Bisenzio, ad ovest dell'A1.

Tale opzione va a costituire un'importante variante di tracciato, alternativa a quella portata avanti dai precedenti studi, che meglio serve l'abitato di S. Piero a Ponti.

I due tracciati alternativi risultanti da questa scelta, denominati quindi "S.Piero" e "A1", sono stati quindi portati avanti nei successivi step di valutazione afferenti alla medesima fase B.

2.1.2 Alternative di tracciato finali

Attraverso il procedimento sopra descritto, si è pervenuti alle alternative progettuali finali di fase B, denominate rispettivamente S. PIERO e A1, da comparare attraverso gli specifici studi specialistici definiti da Capitolato - analisi costi-benefici, analisi dell'evoluzione di domanda e offerta, verifica dei vincoli, ecc.

I due tracciati e le relative caratteristiche principali sono riportati nelle figure seguenti.



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

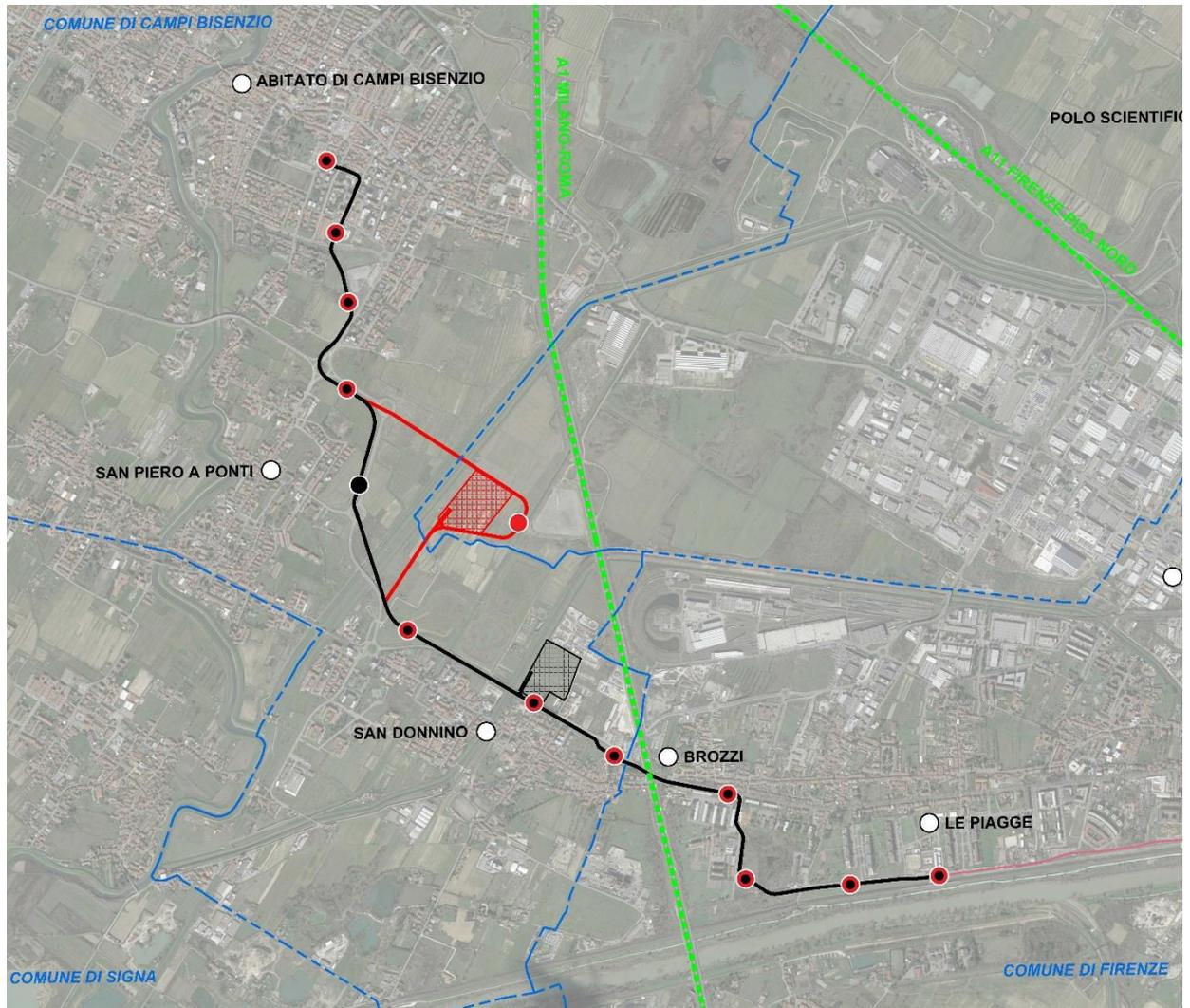


Figura 4 – Linea 4.2 – Alternative di tracciato fase B



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

ALTERNATIVA S. PIERO

NOME	4.2 "S. PIERO"				
COLORE	LINEA NERA				
L. DOPPIO BINARIO	4950	DI CUI 130M IN PROMISCUO			
L. SINGOLO BINARIO	370				
L. TOTALE LINEA	5320				
L.DOPPIO BINARIO (DEPOSITO)	92				
L.SINGOLO BINARIO (ACCUMULO)	113				
L. TOTALE BINARI	5525				
N. FERMATE	11				
	FERMATA	BANCHINA/E	NOME	PROGRESSIVA MEZZERIA	
	1	CENTRALE	NAVE DI BROZZI	387,66	
	2	LATERALI	CAMPANIA	864,22	
	3	CENTRALE	BROZZI	1286,83	
	4	LATERALI	SAN DONNINO	1812,78	
	5	CENTRALE	PISTOIESE	2236,17	
	6	LATERALI	CASTAGNO	2868,45	
	7	CENTRALE	REPUBBLICA	3574	
	8	LATERALI	RACCHIO	4059,94	
	9	LATERALI	PALAGETTA	4553,68	
	10	LATERALI	SCUOLE	4878,57	
	11	LATERALI	RUCELLAI	5295	
OPERE D'ARTE	6				
	COLLOCAZIONE	SCAVALCO	TIPO	ADEGUAMENTO/NUOVO	LUNGHEZZA
	S.R.66 PISTOIESE	VIA DEI MANDERI	SOVRAPPASSO	ADEGUAMENTO	7
	S.R.66 PISTOIESE	FOSSO MACINANTE	SOVRAPPASSO	ADEGUAMENTO	45
	S.R.66 PISTOIESE	VIA SAN JACOPO	SOVRAPPASSO	ADEGUAMENTO	5
	S.R.66 PISTOIESE	FOSSO GAVINA	SOVRAPPASSO	ADEGUAMENTO	28
	CASSE DI ESPANSIONE	FOSSO REALE	VIADOTTO	NUOVO	140
	VIALE LIBERTO ROTI	FOSSO DI PRUNAIA	SOVRAPPASSO	ADEGUAMENTO	16

ALTERNATIVA PARCHEGGIO A1

NOME	4.2 "A1"				
COLORE	LINEA ROSSA				
L. DOPPIO BINARIO LINEA	5734	DI CUI 130M IN PROMISCUO			
L. SINGOLO BINARIO LINEA	370				
L. TOTALE LINEA	6104				
L.DOPPIO BINARIO (DEPOSITO)	126				
L.SINGOLO BINARIO (ACCUMULO)	113				
L. TOTALE BINARI	6343				
N. FERMATE	11				
	FERMATA	BANCHINA/E	NOME	PROGRESSIVA MEZZERIA	
	1	CENTRALE	NAVE DI BROZZI	387,66	
	2	LATERALI	CAMPANIA	864,22	
	3	CENTRALE	BROZZI	1286,83	
	4	LATERALI	SAN DONNINO	1812,78	
	5	CENTRALE	PISTOIESE	2236,17	
	6	LATERALI	CASTAGNO	2868,45	
	7	LATERALI	PARCHEGGIO A1	3834,97	
	8	LATERALI	RACCHIO	4844,32	
	9	LATERALI	PALAGETTA	5338,06	
	10	LATERALI	SCUOLE	5662,95	
	11	LATERALI	RUCELLAI	6079,38	
OPERE D'ARTE	7				
	COLLOCAZIONE	SCAVALCO	TIPO	ADEGUAMENTO/NUOVO	LUNGHEZZA
	S.R.66 PISTOIESE	VIA DEI MANDERI	SOVRAPPASSO	ADEGUAMENTO	7
	S.R.66 PISTOIESE	FOSSO MACINANTE	SOVRAPPASSO	ADEGUAMENTO	45
	S.R.66 PISTOIESE	VIA SAN JACOPO	SOVRAPPASSO	ADEGUAMENTO	5
	S.R.66 PISTOIESE	FOSSO GAVINA	SOVRAPPASSO	ADEGUAMENTO	28
	PARCHEGGIO A1	FOSSO GAVINA	PASSERELLA PEDONALE	NUOVO	50
	CIRCONVALLAZIONE SUD	FOSSO REALE	VIADOTTO	NUOVO	140

Come si evince dalla planimetria sopra riportata, le due alternative sono sostanzialmente coincidenti a meno del tratto centrale della linea e della conseguente ubicazione del deposito a servizio della nuova infrastruttura.

2.1.3 Sintesi delle analisi comparative

Le analisi specialistiche eseguite hanno quindi valutato per ognuna delle alternative gli aspetti inerenti alla compatibilità ambientale e urbanistica, all'efficacia in termini trasportistici, al rapporto tra benefici e costi.

La finalità principale di dette analisi in fase B è stata quella di fornire elementi oggettivi non tanto in termini assoluti quanto in termini relativi per una comparazione più approfondita tra le alternative progettuali.

Analisi di compatibilità ambientale

Di seguito si riporta il riepilogo dell'analisi degli impatti e della verifica della compatibilità con gli strumenti urbanistici svolta, evidenziando in particolare, le differenze tra le alternative di tracciato sopra definite, qualora presenti e significative.



Comune
di Firenze

Impatti territoriali ed ambientali

IMPATTO AMBIENTALE	Linea 4.2 Alternativa "S.Piero"	Linea 4.2 Alternativa "A1"
Aree Naturali Protette e Siti Natura 2000	<i>Interferenza di 1060 m circa; frammentazione minore dell'area protetta</i>	<i>Interferenza di 1290 m ca.; frammentazione maggiore dell'area protetta</i>
Vincolo Idrogeologico	<i>Nessuna interferenza</i>	<i>Nessuna interferenza</i>
Pericolosità da alluvione fluviale	<i>P1 Pericolosità da alluvione bassa</i>	<i>P1 Pericolosità da alluvione bassa</i>
	<i>P2 Pericolosità da alluvione media</i>	<i>P2 Pericolosità da alluvione media</i>
	<i>P3 Pericolosità da alluvione elevata - interferenza puntuale</i>	<i>P3-Pericolosità da alluvione elevata - interferenza puntuale</i>
Pericolosità da processi geomorfologici di versante	<i>Nessuna interferenza</i>	<i>Nessuna interferenza</i>
Pericolosità da frana	<i>Nessuna interferenza</i>	<i>Nessuna interferenza</i>
Vincoli paesaggistici	<i>Immobili ed aree di notevole interesse pubblico" art.136 del D.Lgs. 42/2004; "Territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento" (art.142. c.1, lett. g).</i>	<i>Immobili ed aree di notevole interesse pubblico" art.136 del D.Lgs. 42/2004; "Territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento" (art.142. c.1, lett. g).</i>
Vincoli storici-archeologici	<i>Nessuna interferenza</i>	<i>Nessuna interferenza</i>
Siti contaminati e potenzialmente contaminati	<i>Nessuna interferenza diretta</i>	<i>Nessuna interferenza diretta</i>
Ricettori sensibili	<i>Presenza di ricettori sensibili lungo il tracciato</i>	<i>Presenza di ricettori sensibili lungo il tracciato</i>

Come evidente dalla tabella riepilogativa sopra riportata, le due alternative possono considerarsi analoghe dal punto di vista degli aspetti ambientali analizzati.



Comune
di Firenze

Verifiche di compatibilità urbanistica

COMPATIBILITÀ URBANISTICA	Linea 4.2 Alternativa "S. Piero"	Linea 4.2 Alternativa "A1"
Destinazioni urbanistiche - Disciplina del suolo e degli insediamenti RU Firenze	<ul style="list-style-type: none"> - Ambito dell'insediamento recente (Zona B); - Aree di trasformazione: <ul style="list-style-type: none"> ▪ ATs 08/09.17 Tramvia Linea 4; ▪ ATa 09.08 Campania; ▪ ATa 09.06 Pistoiese. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ambito dell'insediamento recente (Zona B); - Aree di trasformazione: <ul style="list-style-type: none"> ▪ ATs 08/09.17 Tramvia Linea 4; ▪ ATa 09.08 Campania; ▪ ATa 09.06 Pistoiese.
Destinazioni urbanistiche - RU Campi Bisenzio	<ul style="list-style-type: none"> - Viabilità urbana e territoriale esistente e di progetto; - Parcheggi pubblici; - Verde pubblico attrezzato; - Verde di rispetto; - Aree residenziali di nuova definizione (Zona C); - Aree per l'istruzione; - Corsi idrici; - Aree soggette a P.M.U. - Casse di espansione. 	<ul style="list-style-type: none"> - Viabilità urbana e territoriale esistente e di progetto; - Parcheggi pubblici; - Verde pubblico attrezzato; - Verde di rispetto; - Aree residenziali di nuova definizione (Zona C); - Aree per l'istruzione; - Corsi idrici; - Aree soggette a P.M.U. - Casse di espansione.
Destinazioni urbanistiche - Articolazione del territorio - RU Sesto Fiorentino	L'alternativa non ricade nel Comune di Sesto Fiorentino	Il Deposito ricade nel Comune di Sesto Fiorentino ed interferisce con: <ul style="list-style-type: none"> - Aree agricole di pianura
Vincolo aeroportuale	Interferenza parziale Zona C	Interferenza parziale Zona C
Vincolo di rispetto di sorgenti e punti di captazione	Interferenza "zona di rispetto"	Interferenza "zona di rispetto"
Vincolo cimiteriale	<i>Nessuna interferenza</i>	<i>Nessuna interferenza</i>

Per quanto riguarda invece la compatibilità con gli strumenti urbanistici previsti dai Comuni interferiti dalle alternative di progetto della Linea 4.2 la tabella riepilogativa sopra riportata mostra la sostanziale equiparabilità delle due alternative in esame.

Studio trasportistico

Le valutazioni trasportistiche preliminari di cui allo specifico elaborato di fase B sono il risultato di una applicazione modellistica ancora non completamente sviluppata, dal momento che il

rilascio di un nuovo modello per la valutazione dei movimenti nel quadrante in oggetto è stato previsto in fase C.

Oltre alle due alternative di tracciato “S. PIERO e “A1” è stato eseguito anche lo studio di una tratta ridotta della linea (lotto A), con attestazione al parcheggio scambiatore San Donnino, con lunghezza limitata circa 3 km e 5 fermate intermedie.

Per quanto riguarda il TPL su gomma, a seguito di opportune valutazioni di principio condivise con le Amministrazioni Comunali di Campi e Firenze, sono state ipotizzate nel modello trasportistico le seguenti modifiche:

- attestazione della linea 30 al parcheggio scambiatore Guidoni, eventuale modifica dell’assetto all’interno del centro di Campi Bisenzio per favorire l’interscambio con la linea T4.2 (il tratto da Campi Bisenzio all’Osmannoro resta invariato);
- attestazione della linea 35 al parcheggio scambiatore Castagno (San Donnino);
- attestazione della linea 303 al capolinea della linea T4.2 a Campi Bisenzio (Calenzano-Campi Bisenzio centro);
- modifica del percorso della linea 67 per favorire l’interscambio con la linea T4.2 in corrispondenza del parcheggio scambiatore Castagno (San Donnino);
- modifica del percorso della linea 68 per favorire l’interscambio con la linea T4.2 in corrispondenza della stazione delle Piagge.

STIMA PRELIMINARE DEI CARICHI DI LINEA E DI RETE

	Ora di punta	Giorno feriale	Anno
T4.1 + T4.2 "S. Piero" Leopolda - Campi Bisenzio	1,052	10,091	
T4.1 + T4.2 "S. Piero" Campi Bisenzio - Leopolda	3,249	31,157	
T4.1+T4.2 "S. Piero"	4,301	41,248	12,209,393
T4.1 + T4.2 "A1" Leopolda - Campi Bisenzio	1,047	10,036	
T4.1 + T4.2 "A1" Campi Bisenzio - Leopolda	3,159	30,295	
T4.1+T4.2 "A1"	4,206	40,331	11,937,960
T4.2 lotto A Leopolda - San Donnino	961	9,213	
T4.2 lotto A Campi Bisenzio - Leopolda	2,392	22,942	
T4.1+T4.2 lotto A	3,353	32,155	9,517,812

Tabella 1: Previsioni preliminari di carico distinte per linea

STIMA PRELIMINARE DEL NUMERO DI MEZZI

La stima preliminare del numero dei mezzi necessari all'esercizio della linea è stata fatta considerando una velocità commerciale media di 19 km/h, non essendo prevista in fase B una stima più accurata con simulazione della cosiddetta marcia tesa.

Linea	Lunghezza linea [m]	Velocità commerciale [km/h]	Intertempo [min]	Tempo medio di percorrenza [min]	Tempo di giro [min]	Mezzi
4.2 S. Piero	5374	19	6	17	41	9
4.1 + 4.2 S. Piero	11128	19	6	35	84	17
4.2 A1	6127	19	6	19	46	10
4.1 + 4.2 A1	11881	19	6	38	89	18
4.2 lotto A	2981	19	6	9	26	6
4.1 + 4.2 lotto A	8735	19	6	28	69	14

Tabella 2 - Stima preliminare del numero di mezzi necessari all'esercizio (T4.2)

La stima dei flussi presentati è stata effettuata utilizzando un modello a 4 stadi calibrato per la città di Firenze. I passeggeri previsti sulle linee di progetto sono di circa 12 milioni in entrambe le alternative (considerando anche i passeggeri della linea 4.1). Nell'ipotesi di realizzazione del solo lotto A i passeggeri simulati sono di circa 9,5 milioni.

Si sottolinea che al fine del raggiungimento di tali numeri è di fondamentale importanza l'effettiva realizzazione e funzionamento dei parcheggi scambiatori previsti.

Studio trasportistico – Fase C

La soluzione studiata è l'alternativa progettuale prescelta a valle della precedente fase B e dei relativi riscontri ricevuti.

Nel formulare gli scenari di simulazione si è tenuto di conto sia delle indicazioni di espansione urbanistica secondo le indicazioni fornite dal Comune di Campi Bisenzio, sia dell'adozione dello "scudo verde", così come previsto dal Comune di Firenze.

Gli scenari di simulazione sono i seguenti:

- SR2019: stato di fatto;
- SR2025 scenario di riferimento al 2025;
- CBa2025 scenario di progetto al 2025;
- SR2035 scenario di riferimento al 2035;
- CBa2035 scenario di progetto al 2035.

La differenza tra gli scenari di riferimento al 2025 e al 2035 consiste solamente nella domanda, mentre la configurazione infrastrutturale coincide nei due scenari; analogamente per gli scenari di progetto al 2025 e 2035.

Si riportano nel seguito i risultati ottenuti dal modello negli scenari di progetto al 2025 e 2035, in termini di saliti nell'ora di punta e nel giorno feriale medio.

	CBa_2025		CBa_2035	
	hp	feriale	hp	feriale
T4.1 Lepolda - Piagge	1376	13 095	1554	14 783
T4.1 Piagge - Leopolda	745	7 089	779	7 411
Totale con park&ride	2 255	20 451	2 442	22 412
T4.2 Piagge - Ruccellai.	147	1 398	184	1 748
T4.2 Ruccellai - Piagge	1421	13 524	2009	19 112
Totale con park&ride	1 884	15 554	2 304	21 083

L'inserimento della nuova linea tranviaria risulta di fondamentale importanza per le nuove esigenze della domanda di trasporto alla luce sia delle trasformazioni del territorio su cui insiste, in particolare il Comune di Campi Bisenzio, che alle nuove politiche di gestione del traffico veicolare da parte del Comune di Firenze. L'estensione tranviaria permette un incremento dell'utilizzo del mezzo pubblico per le coppie origine/destinazione servite dalla tranvia di circa 5 punti percentuali e la riduzione delle percorrenze stradali a

vantaggio della riduzione della congestione stradale e dell'inquinamento da traffico stradale.

Per maggiori dettagli sullo studio trasportistico si rimanda alla relazione specifica.

Analisi costi-benefici

L'Analisi Costi - Benefici ha evidenziato la convenienza economico sociale dell'intervento per entrambe le alternative progettuali considerate: nella tabella e nel grafico seguenti sono riportati i valori degli indicatori economici ed i benefici netti attualizzati (in €) durante l'orizzonte temporale considerato che corrisponde al periodo di gestione dell'estensione della 4 per entrambe le alternative di tracciato (25 anni).

Indicatori Analisi Costi Benefici		Unità	Linea 4.2 "S.Piero"	Linea 4.2 "A1"
B1	Risparmi totali di tempo per gli utenti della linea in progetto	Milioni €	40,1	36,6
B2	Riduzione della congestione sulla rete stradale	Milioni €	218,1	219,7
B3	Riduzione dell'incidentalità stradale	Milioni €	0,8	0,3
B4	Riduzione delle emissioni inquinanti da traffico stradale	Milioni €	0,8	0,3
B5	Riduzione delle emissioni acustiche	Milioni €	1,1	0,4
B6	Riduzione delle emissioni di gas che concorrono al riscaldam. globale	Milioni €	2,1	-0,6
BTT	TOTALE BENEFICI ECONOMICI	Milioni €	263,0	256,7
C1	Variazioni dei costi d'esercizio della rete tranviaria	Milioni €	53,2	60,7
C2	Variazioni dei costi d'esercizio della rete autobus	Milioni €	-5,2	-5,1
C3	Variazioni dei costi d'esercizio della rete stradale	Milioni €	-28,6	-8,2
C4	Costi d'investimento del progetto (incluso valore residuo finale)	Milioni €	91,7	104,0
CTOT	TOTALE COSTI ECONOMICI	Milioni €	111,1	151,4
VAN	TOTALE FLUSSI NETTI	Milioni €	151,9	105,3
B/C	RAPPORTO BENEFICI/COSTI		2,37	1,70
TIR	TASSO INTERNO DI RENDIMENTO	%	10,8%	8,2%

Tabella 3: Indicatori Costi-Benefici

I valori di VAN (circa 151 milioni di Euro per l'Alternativa "S.Piero" e 105 milioni per l'Alternativa "A1") e TIR (rispettivamente 10.8% e 8.2%) confermano la fattibilità del progetto con un rapporto Costi/Benefici superiore per quel che riguarda l'Alternativa S.Piero.

Analisi costi-ricavi

Come richiesto da capitolato nel PFTE di fase B è stata effettuata l'analisi Costi-Ricavi per le diverse alternative progettuali al fine di individuare la percentuale di copertura dei costi relativi all'estensione della Linea 4 fino a Campi Bisenzio secondo le diverse alternative di tracciato con i ricavi da traffico. Secondo il D.Lgs. n. 422 del 1997 il rapporto tra ricavi da traffico e costi operativi deve essere superiore al 35 per cento.

I ricavi totali da traffico sono stati calcolati partendo da una tariffa media base pari a 0,37 €2018/passeggero (al netto di IVA) calcolata sulla base del contratto TPL regionale.

Considerando che la quasi totalità dei passeggeri saliti sull'estensione della linea in progetto proseguano poi il loro itinerario sul resto della rete tranviaria ai fini dell'analisi Costi Ricavi, si è ipotizzato un ricavo medio per passeggero pari al 50% della tariffa base.

Indicatori Analisi Ricavi Costi			Linea 4.2 "S.Piero"	Linea 4.2 "A1"
COP	COSTI OPERATIVI	Milioni di €	43,5	49,6
RIC	RICAVI TOTALI	Milioni di €	17,4	15,7
R/C	RAPPORTO RICAVI/COSTI OPERATIVI	%	39,9%	31,7%

Complessivamente, a fronte di un ammontare complessivo di costi operativi pari a 43,4 milioni di euro per l'Alternativa "S. Piero" e 49,5 milioni di euro per l'Alternativa "A1", i ricavi da traffico sono risultati pari rispettivamente a 17,4 e 15,7 milioni di euro. I ricavi presentati riguardano il solo numero di passeggeri corrispondenti alle due alternative di estensione della Linea 4 in analisi. La quota di domanda di progetto - calcolata come differenziale tra lo scenario programmatico che prevede la Linea 4 fino a Le Piagge e le diverse alternative progettuali "S.Piero" e "A1" di prolungamento della linea tranviaria fino a Campi Bisenzio - copre rispettivamente il 39,9% ed il 31,7% dei costi operativi dell'estensione 4.2 della Linea Tram.

Solo l'alternativa progettuale "S. Piero" riportava una copertura dei costi superiore al vincolo minimo del 35% imposto dal Ministero.

3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE PRESCELTA

3.1 RISCONTRI AL PFTE DI FASE B

Nel seguito si riscontrano puntualmente le indicazioni di natura tecnica fornite dagli ENTI interessati dalla realizzazione della nuova infrastruttura (in corsivo le indicazioni pervenute e a seguire i riscontri dello scrivente).

3.1.1 COMUNE DI CAMPI BISENZIO: DELIBERAZIONE DI GIUNTA COMUNALE N.88 DEL 13/06/19

Al punto 2 della delibera finale, si richiede:

“...di individuare, per le motivazioni esplicitate in narrativa, il tracciato denominato "S. Piero" per il proseguimento della linea 4.2 verso Campi Bisenzio, così come individuato nell'elaborato "Linea 4.2 estensione per Campi Bisenzio - Corografia dei tracciati proposti" ed allegato sotto la lettera B) al presente atto onde formarne parte integrante e sostanziale”

Al punto 3

“...di ritenere l'ipotesi dell'alternativa "A1" non priva di interesse per l'Amministrazione, ritenendo che, per una giusta rispondenza a fattori economici che la rendano fattibile, sia necessario l'interessamento di una più vasta presenza di interlocutori con la partecipazione di ANAS e nello specifico del gestore Società Autostrade Spa, di Città Metropolitana e del Comune di Sesto Fiorentino.”

In ottemperanza a quanto deliberato nel punto 2, durante lo sviluppo del progetto effettuato a seguito della Fase B, gli approfondimenti della linea sono stati basati sul tracciato S.Piero.

Secondo quanto prescritto nel punto 3 della delibera, si è scelto di predisporre nel tracciato già in questa fase un bivio che consenta un'eventuale futura estensione per il parcheggio A1.

Nella relazione del Responsabile, allegata alla delibera, sono riportati altri dettagli sulla redazione del progetto.

“...Inoltre siccome il tracciato si sviluppa lungo la “Bretella di S.Piero a Ponti, in corrispondenza del parcheggio scambiatore della fermata “Castagno”, capolinea della 4.2.a, interferisce con una zona ZSC/ZPS “Natura 2000” Stagni della Piana Fiorentina e Pratese IT5140011, necessita di VINCA ai sensi della LR10/2010;

In particolare l’area deputata a deposito e officina della tramvia, nella soluzione “Cba (S.Piero) è collocata in una zona dove sono presenti numerose siepi campestri della Piana Fiorentina censite all’anno 2009 dal Dr. Carlo Scoccianti, perciò si raccomanda lo spostamento dei filari di vite maritata in altro luogo da definire all’interno delle aree ZPS. Si propone inoltre che a seguito dell’esito della VINCA, venga valutata la possibilità di acquisire altre particelle limitrofe alle aree di proprietà demaniale dove si trovano attualmente le aree umide a confine con il comune di Sesto Fiorentino. [...]”

In risposta alle indicazioni della relazione del Responsabile, sono state individuate delle aree a nord del sedime tramviario necessarie per interventi di compensazione dell’opera sul reticolo idrografico, sia per l’area del parcheggio scambiatore “Castagno”, che per l’area del deposito della linea.

Queste aree rientrano nell’area di intervento del presente progetto, e nelle successive fasi progettuali possono costituire delle aree a disposizione per il riequilibrio degli habitat di flora e fauna compromessi dal passaggio dell’infrastruttura.

Anche la società Meta srl, incaricata della redazione del nuovo Piano Strutturale di Campi, ha fornito un suo parere sulla stesura in Fase B del presente progetto.

La loro relazione, parte integrante della relazione del Responsabile e della delibera, presenta delle indicazioni puntuali sul tracciato di seguito riportate.

“La linea tranviaria 4.2 Le Piagge-San Donnino. Campi Bisenzio rappresenta il prolungamento della Linea 4.1 Stazione Leopolda – Le piagge interconnettendosi alla linea 1 in corrispondenza della stazione Leopolda - Porta al Prato.

Al riguardo si ritiene utile proporre un raffinamento volto ad aprire in fase di modello di esercizio. Il superamento del capolinea per tutte le corse a Leopolda – Porta al Prato; tale opzione potrebbe rendere molto probabilmente molto più attrattivo il collegamento”.

Le indicazioni sulle modalità di esercizio della linea 4 a completo esercizio non è oggetto della progettazione della linea in esame. Pertanto, non è possibile accogliere la seguente osservazione in questa fase del progetto.

“L’accessibilità ciclopedonale di tale fermata (Pistoiese), posta oltre il rilevato stradale rispetto all’abitato di S.Donnino, dovrà essere oggetto di particolari approfondimenti progettuali”

La richiesta è stata accolta e il nodo della fermata Pistoiese, ritenuto particolarmente complesso già nelle precedenti fasi progettuali, è stato studiato con dei precisi approfondimenti.

In particolare, si è studiata l’accessibilità pedonale della fermata, il raccordo tra dislivelli altimetrici insistenti su tale area, e la connessione al sistema stradale sul lato nord, creando un piccolo parcheggio di interscambio per gli utenti.

“Si ritiene condivisibile la realizzazione del parcheggio di interscambio a Castagno e si ritiene sia utile la realizzazione di un ulteriore nuovo parcheggio di interscambio in corrispondenza della fermata Racchio direttamente connessa con il sistema in progetto del Ring”

La fermata Racchio insiste su un'area di trasformazione, si rimanda lo sviluppo del parcheggio, ad una fase progettuale successiva quando saranno disponibili maggiori dettagli sulla conformazione futura dell'area.

“Tale soluzione (in riferimento all'andamento del viadotto sul Fosso Reale) appare più impattante rispetto all'innesto lungo via Liberto Roti e conseguente del ponte esistente; Si propone di approfondire attraverso i progettisti la fattibilità nell'adeguare la sezione stradale esistente”.

Non risulta possibile l'adeguamento della sezione del ponte esistente per consentire il passaggio di strada e tramvia su di un'unica struttura.

La realizzazione di un nuovo ponte ad uso esclusivo tramviario consente di non interferire con la viabilità esistente durante le lavorazioni.

L'indicazione è stata accolta solo parzialmente riducendo l'impatto, con una rotazione della nuova struttura rispetto alla fase B, che adesso è parallela al ponte di viale Liberto Roti e con una riduzione della lunghezza dell'impalcato.

3.1.2 REGIONE TOSCANA: INDICAZIONI PROGETTAZIONE 11/06/19

La Regione Toscana invita ad alcune indicazioni tecniche-funzionali da considerare nel proseguo dello sviluppo progettuale. In particolare:

“Valutazione della competitività della linea tramviaria in rapporto all'attuale servizio di trasporto pubblico su gomma, con particolare riferimento ai tempi di percorrenza.”

L'introduzione della linea T4.2 comporta una riduzione dei tempi dell'utenza del mezzo pubblico che può essere definita sulla base dei risultati del modello di trasporto. Prendendo in considerazione gli utenti che da modello utilizzano la nuova estensione tranviaria, sono

stati estratti per essi le origini e le destinazioni dello spostamento ed il tempo impiegato per compierlo nella configurazione di progetto. Stessa operazione, sulle stesse coppie OD, è stata eseguita per lo scenario di riferimento, quindi senza linea T4.2. Dal confronto delle medie pesate dei tempi rispetto al numero di spostamenti risulta un risparmio di tempo per l'utente di circa 8 minuti rispetto allo scenario di riferimento.

“Compatibilizzazione del tracciato della tramvia compreso tre le fermate Repubblica e Palagetta con il tracciato della Ciclovia del Sole (Ciclovia Turistica di Interesse Nazionale ai sensi dell'art. 1 comma 640 della legge 28 dicembre 2015 n. 208) risultante dal progetto di fattibilità tecnico economica consegnato nella sua prima stesura nel mese di aprile e disponibile presso gli uffici del Settore regionale Trasporto Pubblico Locale;”

Il progetto risulta compatibile con la Ciclovia del Sole, nonostante il tracciato proposto sia geometricamente interferente con alcune piste ciclabili esistenti.

Nel tratto tra la fermata Repubblica e Palagetta, le piste ciclabili attuali sono spostate a fianco del sedime tranviario, conservando tutti i collegamenti attuali.

Lungo via Palagetta, tratto compreso nella Ciclovia del Sole, allo stato attuale non è presente una pista ciclabile. Nella risistemazione dovuta all'inserimento della tramvia sarà inserito un percorso dedicato sul lato ovest.

“Valutazione delle modalità di interscambio con la rete ciclabile urbana presente e di previsione”

Per quasi l'intero sviluppo della linea sono stati predisposti piste ciclabili e percorsi pedonali in affiancamento al sedime tramviario. Dove l'inserimento della tramvia risulta interferente con piste esistenti si è studiato soluzioni che permettessero il mantenimento della pista e sono state

aggiunte nuovi tratti per collegarne esistenti, ricercando un generale miglioramento del sistema ciclabile.

Nei pressi di alcune fermate, Le Piagge, Campania, Pistoiese, Castagno, e Rucellai, sono predisposte rastrelliere e spazi da destinare ad eventuali servizi di Bike sharing.

Le soluzioni possono essere implementate nelle successive fasi progettuali, anche su altre fermate.

3.1.3 *COMUNE DI FIRENZE - Direzione Ambiente: PARERI Prot.Gen. n.183493 – 31/05/2019: Contributi del “Servizio Sostenibilità, Valutazione Ambientale, Geologia e Bonifiche” (Prot. 183859 – 31/05/2019) e del “Servizio Parchi, Giardini ed Aree Verdi” (Prot. 181602 – 30/05/2019)*

Servizio Parchi, Giardini ed Aree Verdi

“Per quanto di competenza nulla osta al progetto di fattibilità di cui all’oggetto, significando che ci riserveremo di formulare ulteriori pareri e prescrizioni nelle successive fasi di progettazione.

Resta inteso che qualora il nuovo tracciato tramviario dovesse interferire con le alberature presenti sul territorio Fiorentino, queste dovranno essere oggetto di attenta valutazione e di soluzioni compensative”.

La linea in oggetto presenta delle interferenze con le alberature esistenti.

Compatibilmente con il disegno tramviario, il progetto è stato condotto con il duplice obiettivo di minimizzare l’impatto sulle alberature esistenti e con quello di ricercare un bilancio positivo tra alberature nuove e quelle da abbattere o espianare.

Dagli studi di carattere prettamente numerico effettuati in questa fase, si rileva sull’intera area di intervento un bilancio complessivo +293 alberi (707 messi a dimora a fronte di 414 rimossi).

Cifre che rimangono positive anche nei singoli territori dei due comuni interessati:

Campi Bisenzio: +180 (457 a dimora - 277 rimossi);

Firenze: +113 (250 a dimora - 137 rimossi).

Nella raccolta di elaborati tecnici sono presenti delle tavole appositamente dedicate al confronto. Ulteriori considerazioni di natura qualitativa sulle alberature coinvolte sono rimandate alle successive fasi progettuali, con la predisposizione di un rilievo botanico che individui il nome, le caratteristiche e lo stato della specie da rimuovere o ripiantare.

Servizio Sostenibilità, Valutazione Ambientale, Geologia e Bonifiche

“Nelle successive fasi progettuali dovranno essere messi a punto gli eventuali studi e le soluzioni di dettaglio determinati dalle condizioni di fattibilità geologica in senso lato definitive sulla base delle NTA e RU comunali (art.73 e seguenti) e per quanto concerne gli aspetti idraulici, anche sulla base della LR 41/2018 e del PGRA.

Nel documento “Verifica dei vincoli ambientali, storici, archeologici e paesaggistici”, si fa riferimento ai siti contaminati di carattere puntuale come derivati dal SISBON. Rispetto a questo tema si tiene ad evidenziare che nella zona delle Piagge è presente una vasta area denominata FI-144 Le piagge, individuata quale sito potenzialmente contaminato, come derivato dal “Piano provinciale per la gestione dei rifiuti- terzo stralcio relativo alla bonifica dei siti inquinanti”. Considerata la probabile interferenza con tale sito sarà necessario svolgere opportune verifiche di merito ed eventualmente attivare le specifiche procedure previste dal Dlgs 152/06 e dalle leggi regionali vigenti.

Lo scrivente Servizio ha in capo la gestione di tutto il Canale Macinante anche fuori dal territorio comunale, Dagli elaborati progettuali presentati si evidenzia una possibile interferenza tra la nuova linea, ed il citato canale, in prossimità dell’esistente ponte presente sulla variante alla via Pistoiese, nel comune di Campi Bisenzio. Visto quanto sopra si richiede

che nelle successive fasi progettuali siano preventivamente sottoposte a parere dello scrivente Servizio per le valutazioni di merito.

Si ricorda infine che per entrambe le linee dovrà essere attivata la procedura di verifica di assoggettabilità a VIA secondo quanto disposto dal DLGS 152/06 e dalla LR10/2010 in quanto l'intervento rientra tra i progetti individuati dall'allegato IV (lettera "l" del paragrafo 7) alla parte seconda del Dlgs 152/06 e come estensione, nella lettera "t" sempre nell'allegato IV.

Per quanto riguarda gli aspetti ambientali delle linee in progetto è stato redatto lo studio preliminare ambientale, ai sensi della L.R 10/2010 s.m.i., come da Capitolato Tecnico del Progetto di Fattibilità tecnico ed economica per l'estensione del sistema tramviario fiorentino nei Comuni di Firenze, Campi Bisenzio e Sesto Fiorentino.

Lo studio preliminare ambientale ha lo scopo di ricercare, anche in base alle indagini e alle analisi effettuate, le condizioni che consentono la salvaguardia del contesto territoriale in cui l'intervento si inserisce, nonché un miglioramento della qualità ambientale e paesaggistica attraverso adeguate misure di mitigazione e compensazione ambientale.

Considerato che si rende necessaria la procedura di verifica di assoggettabilità, ai sensi dell'art. 20, Titolo 111, Parte II del D.Lgs. 152/06 e ss. mm. li., lo Studio preliminare ambientale comprende una descrizione del progetto ed i dati e le informazioni necessari per individuare e valutare i principali effetti che il progetto può avere sull'ambiente, come di seguito indicativamente riportato, con riferimento all'Allegato V del D.Lgs. 152/06 e ss. mm. ii.

Nella FASE D del progetto inoltre verranno valutati tutti i fattori ulteriori che si renderanno necessari per la conclusione del procedimento.

3.1.4 COMUNE DI FIRENZE – Direzione Nuove Infrastrutture e Mobilità – Programmazione
mobilità e piste ciclabili: PARERI (Prot. Gen. N.185385 - 01/06/19)

“Lo studio ha individuato quale soluzione preferibile, il collocamento del tracciato tramviario lungo la via Campania, per poi estendersi verso Campi Bisenzio curvando a sinistra e collocandosi lungo la carreggiata di via Pistoiese.

Si evidenzia che tale soluzione risulta interferente con gli interventi in corso di realizzazione per la messa in sicurezza della Via Pistoiese: infatti, l'intervento sopracitato, prevede la realizzazione di un cordolo centrale per la suddivisione fisica dei due sensi di marcia e l'eliminazione delle svolte dirette a sinistra.

Nell'area in questione, tale manovra viene appunto realizzata mediante l'utilizzo della rotatoria tra via Campania e via Emilia recentemente realizzata nell'ambito degli interventi di messa in sicurezza.

Pertanto, si ritiene opportuno approfondire la soluzione progettuale del tracciato tramviario per evitare l'introduzione di ulteriori “rigidità” degli schemi di circolazione.”

Nello sviluppo della soluzione progettuale è stata scelta il tracciato passante per via Abruzzi e il sottopasso autostradale non attualmente utilizzato. Non è quindi più presente l'ipotesi del passaggio sul tratto di via Pistoiese in esame.

“Si rileva inoltre che le sezioni tipologiche indicano la realizzazione di una pista ciclabile solo in alcuni punti (sezione tipo n.3): a tal riguardo, nell'ottica di realizzare una rete, si ritiene necessario il collegamento della pista prevista nel tratto di via Campania anche con la pista esistente in Via Lazio, nonché l'estensione verso via Pistoiese.”

Tenendo in considerazione la volontà espressa di connettere le piste ciclabili, nel tratto di via Campania in esame, è stata predisposta una pista ciclabile, variando l'attuale sezione stradale.

Questo consente di unificare i percorsi ciclabili esistenti da via Lazio fino in prossimità di via Pistoiese.

3.1.5 *COMUNE DI FIRENZE – Direzione Nuove Infrastrutture e Mobilità – Servizio ufficio Tramvia, Interventi TAV e Autostrade: PROPOSTA DI DELIBERAZIONE DI GIUNTA 2019/00422 - 03/07/19*

“In merito alla criticità dell’attraversamento dell’autostrada A1 in corrispondenza di Via Pistoiese, si ritiene che debba essere progettata e confrontata con la soluzione presentata, anche la soluzione cosiddetta “bassa” che prevede il passaggio da via Abruzzi e la risoluzione dell’interferenza con l’abitazione posta su via Pistoiese a ridosso dell’autostrada A1.”

Secondo l’indicazione data, nella fase C è stata sviluppata la soluzione cosiddetta “bassa”, e il tracciato proposto segue l’allineamento via Abruzzi, Autostrada A1, come illustrato nei paragrafi dedicati all’inserimento urbanistico e negli elaborati grafici.

3.1.6 *COMUNE DI FIRENZE – Sviluppo Economico: INDICAZIONI*

“Esaminata la documentazione on line al link da voi fornito in merito alla estensione della tramvia sui territori di Firenze/Campi Bisenzio/Sesto Fiorentino, si ritiene di suggerire in fase di approfondimento del progetto la possibilità di allocare, nei pressi delle fermate o direttamente all'interno delle stesse, dei punti di vendita a supporto dell'utenza, che potrebbero essere sia Alimentari che Generi Vari (Biglietti, Valori, Tabacchi, etc.).

Tali attività potrebbero svolgersi in forma di Commercio su Area Pubblica su superficie all'uopo identificata.

Dato che l'area oggetto del vostro intervento è essenzialmente periferica non appare utile al momento individuare appositi spazi per "artisti di strada”

In questa fase della progettazione non è stata raggiunta una generale e diffusa definizione di punti vendita a servizio dell'utenza. È stato previsto la presenza di apparecchiature automatiche in ogni fermata destinate alla rivendita di titoli di viaggio per l'utenza tramviaria.

Nelle prossime fasi progettuali si valuterà la possibilità di inserire ulteriori punti vendita a servizio dell'utenza

3.1.7 COMUNE DI FIRENZE – Direzione Urbanistica: PARERE 28/05/19

Sono ricomprese all'interno dell'ambito dell'insediamento recente (zona B) (art. 76 NTA RU).

Si precisa inoltre che alcuni tratti intercettano zone interne alle seguenti aree di trasformazione:

- ATa 09.08 Campania (interessata dal tracciato, dalla fermata Campania, oltre che dal parcheggio scambiatore);

- AT 09.06 Pistoiese (interessata dal tracciato e dalla fermata Pistoiese);

- ATs 09.31 Rotatoria Malaparte/Pistoiese.

Infine il tratto terminale interno al territorio comunale sottopassa l'autostrada A1 - autostrade e Strade di Grande Comunicazione (SGC) (art.47 NTA RU).

La progettazione è avvenuta tenendo conto delle aree di trasformazione previste dagli strumenti urbanistici.

-Ata 09.08

“Oggetto della trasformazione è un'ampia area libera ubicata nella zona a Sud di via Pistoiese e delimitata da via Campania, via San Donnino e i retri degli edifici prospicienti via della Nave Di Brozzi e via Emilia. Obiettivo primario della trasformazione è la realizzazione del parco urbano di progetto già individuato dal Piano Strutturale in conseguenza dell'alta valenza ecologica dell'area. Concorrono necessariamente al raggiungimento dell'obiettivo:

la realizzazione dell'insediamento residenziale lungo via Campania, la realizzazione adeguamento della viabilità, la dotazione di parcheggi"

Il disegno del progetto tramviario ha tenuto conto delle indicazioni, procedendo all'adeguamento delle corsie stradali di via Campania e all'inserimento di parcheggi alberati, si è lasciata libera un'area prospiciente la strada per l'eventuale realizzazione del nuovo edificio.

L'area di parcheggio a sud è posta, in un'area limitata a sud, lasciando spazio per la realizzazione del parco a nord e ad est di esso.

-Ata 09.06

L'area non è più direttamente interessata dal progetto a seguito di una variazione del tracciato

-ATs 09.31.

Il progetto della rotonda è stato recepito, ed inserito nel presente progetto al fine di una integrazione tra i due.

3.2 TRACCIATO E INSERIMENTO URBANISTICO

Descrizione generale del tracciato

Il tracciato della linea 4.2, Piagge – Campi Bisenzio è la prosecuzione della linea 4.1 Leopolda – Piagge.

Nel suo sviluppo la linea 4.2 insiste sui territori comunali di Firenze, Campi Bisenzio, e la sua lunghezza, misurata a partire dal termine linea della 4.1 in prossimità del Capolinea Piagge, fino al Capolinea Rucellai in piazza Aldo Moro a Campi è di 5,54 Km.

Il territorio attraversato si presenta solo parzialmente urbanizzato, e solo alcune aree del centro abitato di Campi e delle Piagge sono caratterizzati da un tessuto edilizio definibile denso, altre come il territorio compreso tra San Donnino e San Piero a Ponti, ha caratteristiche extraurbane.

La morfologia del territorio compreso tra Le Piagge e Campi si presenta regolare nell'andamento planimetrico con una quota di campagna costante intorno ai 36 m s.l.m., lungo tutta la previsione del tracciato. I dislivelli presenti sono di origine antropica, determinati da rilevati stradali, argini e sistemi di casse di espansione.

La linea si sviluppa all'interno degli abitati di Campi Bisenzio, le Piagge e Brozzi, ed in territorio extraurbano tra San Donnino e San Piero a Ponti.

Le undici fermate ipotizzate sono quattro nel comune di Firenze (Nave di Brozzi, Campania, Abruzzi, San Donnino), sette nel comune di Campi Bisenzio (Pistoiese, Castagno, Repubblica, Racchio, Palagetta, Giordano Bruno, Rucellai)

Il tracciato è interferente con la viabilità esistente per solo una parte ridotta della sua estensione, gran parte del suo sviluppo si affianca a direttrici principali di traffico senza modifiche alla sede stradale attuale. Sono presenti dieci intersezioni con la viabilità esistente.

Queste intersezioni necessitano di impianti semaforici per regolare i tempi di attraversamento della tramvia, dei pedoni e dei veicoli che impegnano l'incrocio.

Ad esclusione delle intersezioni, le variazioni alle sezioni stradali esistenti sono circoscrivibili ad alcune strade nell'area di Brozzi-Piagge, e dell'abitato di Campi: una porzione di Via Lazio in corrispondenza della Stazione FS Le Piagge, via Campania e via Abruzzi nella zona Brozzi Piagge, via Sandro Botticelli e via del Ghirlandaio nell'abitato di Sesto.

Nella fase di redazione il tracciato è stato reso compatibile con i progetti di espansione nell'area nei pressi di via Palagetta, e della nuova rotonda "San Donnino" lungo la S.R.T 66 variante Pistoiese.

Lungo il tracciato sono state individuate delle aree da destinarsi a parcheggi, per favorire lo scambio intermodale tra il traffico privato e il trasporto pubblico, di cui il principale con circa 300 posti auto è il Parcheggio Castagno, ubicato in prossimità dell'omonima fermata.

Il deposito per il rimessaggio e la manutenzione mezzi in esercizio sulla linea 4.1 – 4.2 è stato collocato in un'area posta a nord della S.R.66, a metà dello sviluppo lineare dell'abitato San Donnino.

Stazione FS Le Piagge

Il tracciato prende origine dove la linea 4.1 “Leopolda-Le Piagge” conclude il suo percorso, in corrispondenza della fermata FS Piagge.

Alle spalle della fermata tranviaria sono ubicati un centro commerciale ed alcuni complessi residenziali: in questo primo tratto la tranvia si inserisce in un'area ineditata, posta tra via Lazio e il sedime ferroviario.

Allo stato attuale è presente un parcheggio con 35 auto, una pista ciclabile e una fermata del TPL. Con l'inserimento della tramvia, il parcheggio non è più compatibile, mentre la larghezza di via Lazio viene rimodulata a 4.50 m. 25 dei 35 posti auto soppressi sono recuperati con andamento a spina di pesce sul lato sud della strada. La Fermata TPL e la pista ciclabile, sono riposizionate nella stessa area.

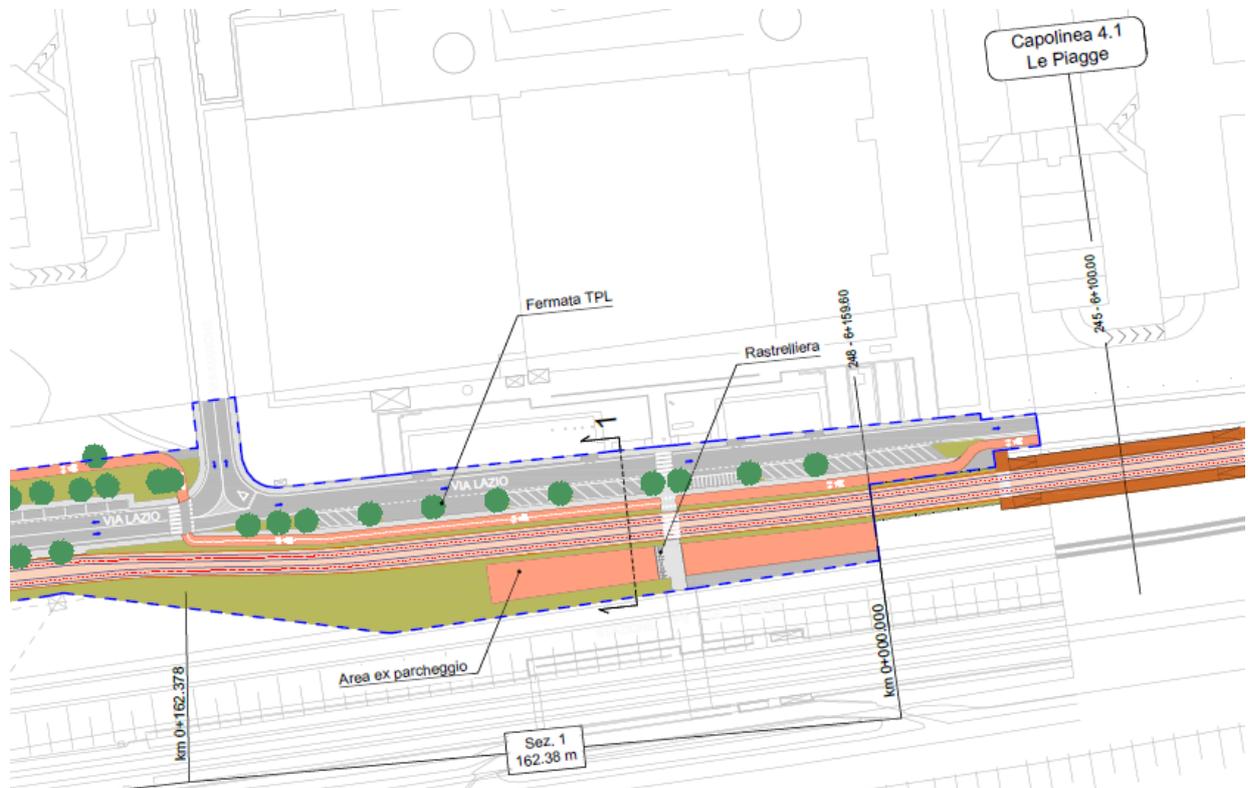
Parte dell'area del precedente parcheggio sarà recuperata come spazio a verde, con l'inserimento di rastrelliere per biciclette.

Muovendosi dal capolinea verso Campi Bisenzio in direzione est, in prossimità dell'incrocio con via Marche, la tramvia si porta in adiacenza con la strada prima di un traliccio esistente dell'alta tensione.

Nello stesso tratto la pista ciclabile attraversa la carreggiata, e si immette nel giardino a nord di via Lazio su un percorso pedonale esistente.



Comune
di Firenze



Via Lazio

La sede tranviaria è posta a sud della strada, senza interferenze con la sezione carrabile: sono mantenuti i parcheggi esistenti lato nord. Il marciapiede a sud rimane nella stessa posizione, con un allargamento della sezione da 1.50m a 2.10m e con l'inserimento di alberature a basso fusto lungo l'andamento.

Fermata Nave di Brozzi

In prossimità dell'intersezione di Via Lazio con Via Liguria, è posta la fermata (1) NAVE DI BROZZI, prima fermata della linea. La banchina centrale è stata scelta per mantenere l'allineamento del binario nord con l'asse stradale, senza invaderne la sede, soluzione altrimenti necessaria in caso di doppia banchina laterale.

Per raggiungere la banchina sono previsti degli attraversamenti solo a nord, lato strada, a sud l'area incolta non ha percorsi predisposti.



Intersezione via San Donnino, via Nave di Brozzi, e via Lazio

All'intersezione con via Nave di Brozzi, via Lazio cambia nome in via San Donnino. Il tracciato interseca il braccio sud di Via Nave di Brozzi, rendendo necessario un impianto semaforico ed una generale sistemazione dell'incrocio.

Al centro dell'incrocio, sarà inserita una isola spartitraffico verde utilizzata per regolare il traffico e semplificare gli attraversamenti ciclo pedonali.

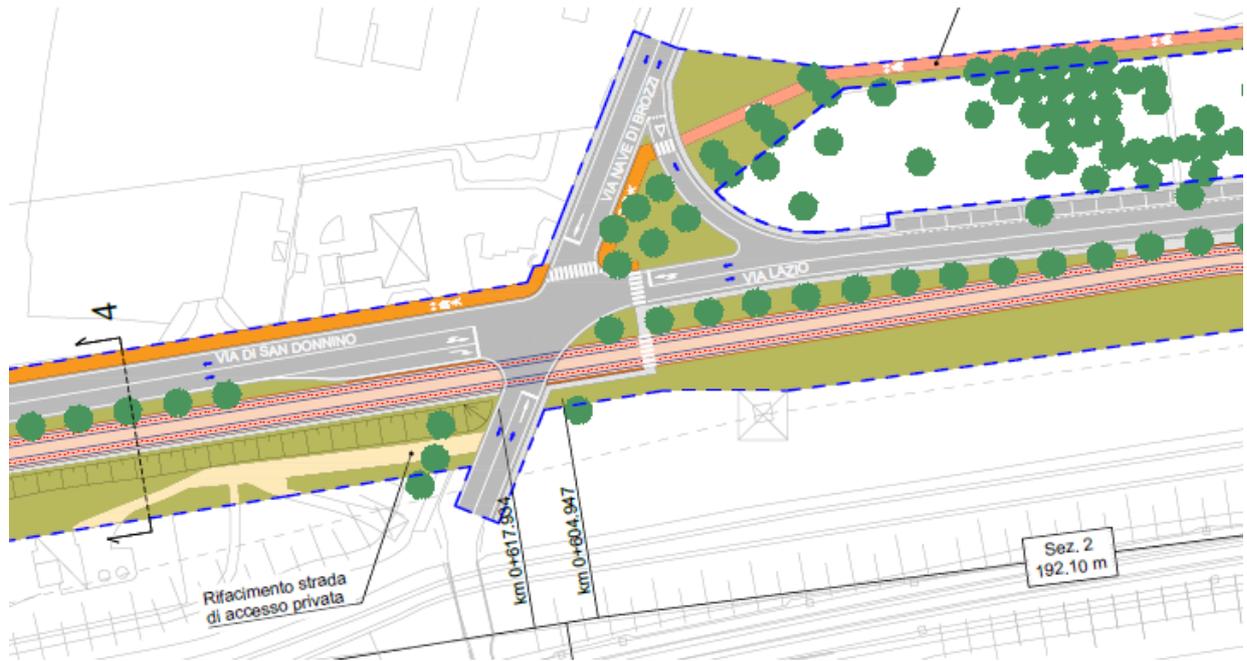
Il braccio a sud di via Nave di Brozzi rappresenta una viabilità minore a servizio di alcune abitazioni poste a sud del sedime ferroviario raggiungibili con un sottopasso.

Nel vertice nord-ovest dell'intersezione, è collocata una stazione di rifornimento non interessata direttamente dagli interventi.



Comune
di Firenze

Nel vertice sud-ovest, lato ferrovia, è previsto il riassetto di una strada privata, sulla cui attuale sede insisterà il rilevato del sedime tramviario.



Via San Donnino

Lungo via San Donnino tra via Nave di Brozzi e via Campania la tranvia mantiene la sezione e l'allineamento di via Lazio. La pista ciclabile passa attraverso la nuova isola spartitraffico nell'incrocio via Nave di Brozzi via San Donnino, Via Lazio e si immette in un percorso ciclopedonale adiacente lato nord via San Donnino.

All'intersezione tra via Campania e via San Donnino il tram impegna la sede stradale portandosi da sud di via San Donnino al centro di via Campania: si rende necessaria la realizzazione di un nuovo incrocio semaforizzato.

Parcheggio, SSE e Fermata Campania

Secondo le previsioni del Piano Attuativo del comune di Firenze (ATa09_08 Via Campania), l'area ad est di via Campania, e a nord di via San Donnino sarà oggetto della realizzazione di un edificio residenziale, di un parco pubblico e di un parcheggio.

Si è scelto di integrare il parcheggio a sud del complesso residenziale con il sistema tranviario posizionando la fermata (2) CAMPANIA della omonima via a diretto contatto con il parcheggio stesso. L'area individuata da destinare a parcheggio è di 7.432 mq, con una previsione di circa 130 posti auto; ingresso ed uscita del parcheggio, saranno su via di San Donnino.

Ad est del parcheggio, si è individuata un'area di 910 mq dove è posizionata la SSE Campania: per ulteriori approfondimenti, si rimanda agli elaborati di dettaglio sulle sottostazioni elettriche.

La fermata CAMPANIA è a banchina centrale posta nel vertice sud di via Campania. La fermata è posta in posizione baricentrica rispetto all'edificato, al parcheggio, ed alle aree verdi esistenti e futuri dell'area.

La sezione come illustrato in figura, prevede parcheggi e alberature sul lato ovest, sede tramviaria con filare di alberi a separare i due binari, corsia laterale e percorso ciclopedonale ad ovest, in continuità con quella di via San Donnino.

Un fabbricato Enel posto sull'attuale margine est di via Campania è incompatibile con il futuro assetto della strada, è sarà necessario prevedere un suo spostamento.

Via Abruzzi e Fermata Abruzzi

La sede tramviaria, da via Campania si porta su via Abruzzi, creando un incrocio semaforizzato. Al termine dell'incrocio è posizionata la fermata ABRUZZI (3), la più prossima al tessuto edilizio denso di via Pistoiese e Brozzi.

Nell'incrocio tra via Calabria e via Abruzzi, la presenza di un edificio e di una sua area pertinenziale, non permette un andamento rettilineo del tracciato, che compie un flesso per limitare l'area da espropriare e salvaguardare dall'abbattimento l'edificio stesso.

Lungo via Abruzzi si è reso necessario attuare delle modifiche geometriche e di percorrenza della viabilità esistente. L'ingombro della fermata e la geometria del tracciato non consentono il mantenimento del doppio senso di marcia attualmente presente nel tratto tra via Calabria e via Campania.

Permane il senso di marcia esclusivamente in uscita, mentre l'accesso agli edifici residenziali lungo la via e al parco, avviene attraverso via Calabria con ingresso da via Campania.

L'ingombro della sede tramviaria riduce le dimensioni della carreggiata a sinistra di via Calabria. Al termine di via Abruzzi è realizzato un piccolo parcheggio a servizio dell'accesso al parco esistente e per agevolare l'inversione di marcia.

Al fine di semplificare l'intersezione stradale tra via Campania, via Abruzzi e via Basilicata, anche quest'ultima è stata resa a senso unico. Inoltre, il collegamento tra via Basilicata e via Abruzzi non sarà più possibile.



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



Parco di via Campania e via Abruzzi

Il sedime tramviario altera l'attuale disegno del parco di via Abruzzi in adiacenza al tracciato autostradale dell'A1 rendendo necessario un attraversamento pedonale semaforizzato.

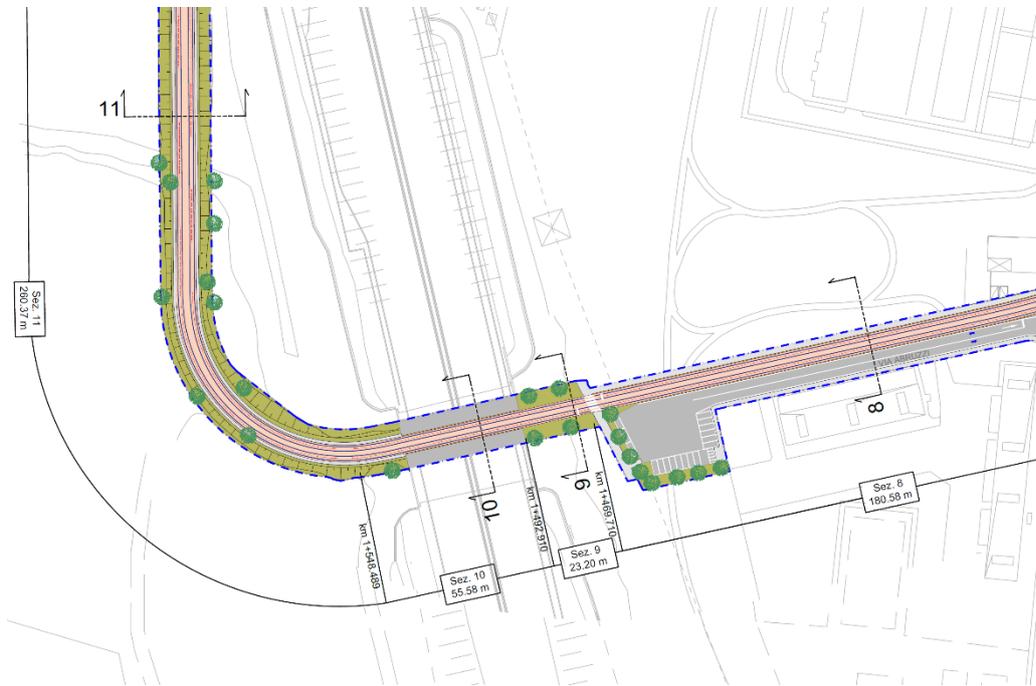


Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO



Sottopasso A1

Il tracciato allineato con la parte terminale di via Abruzzi si inserisce nel sottopasso autostradale che al momento è inutilizzato e inaccessibile. Per questo motivo, non è stato possibile effettuare un rilievo all'interno, che si rimanda alle successive fasi progettuali.

E' stata comunque verificata a vista dall'esterno la compatibilità geometrica del passaggio della tramvia con l'altezza dell'intradosso del sottopasso.

Superata l'autostrada la tramvia ha una sezione di 7 metri, e mantiene costante la quota del ferro, poggiandosi su un rilevato. A seguito della curva effettuata all'uscita dalla galleria con una traiettoria parallela convergente, il tracciato raggiunge l'abitato di San Donnino in adiacenza del sottopasso sud di via Pistoiese.

San Donnino e Fermata San Donnino

La tramvia costeggia l'abitato di San Donnino sull'estremità orientale in parziale allineamento con l'A1, e costeggiando il margine nord rappresentato dalla S.R.66.

Il tracciato in esame presenta delle interferenze con delle strutture poste a ridosso dei sottopassi dell'A1 di via Pistoiese, e della sua variante.

Si rende necessario l'abbattimento di due edifici in prossimità dell'ingresso a San Donnino e lo smantellamento di una stazione di servizio, che risulta incompatibile vista la prossimità del tracciato.

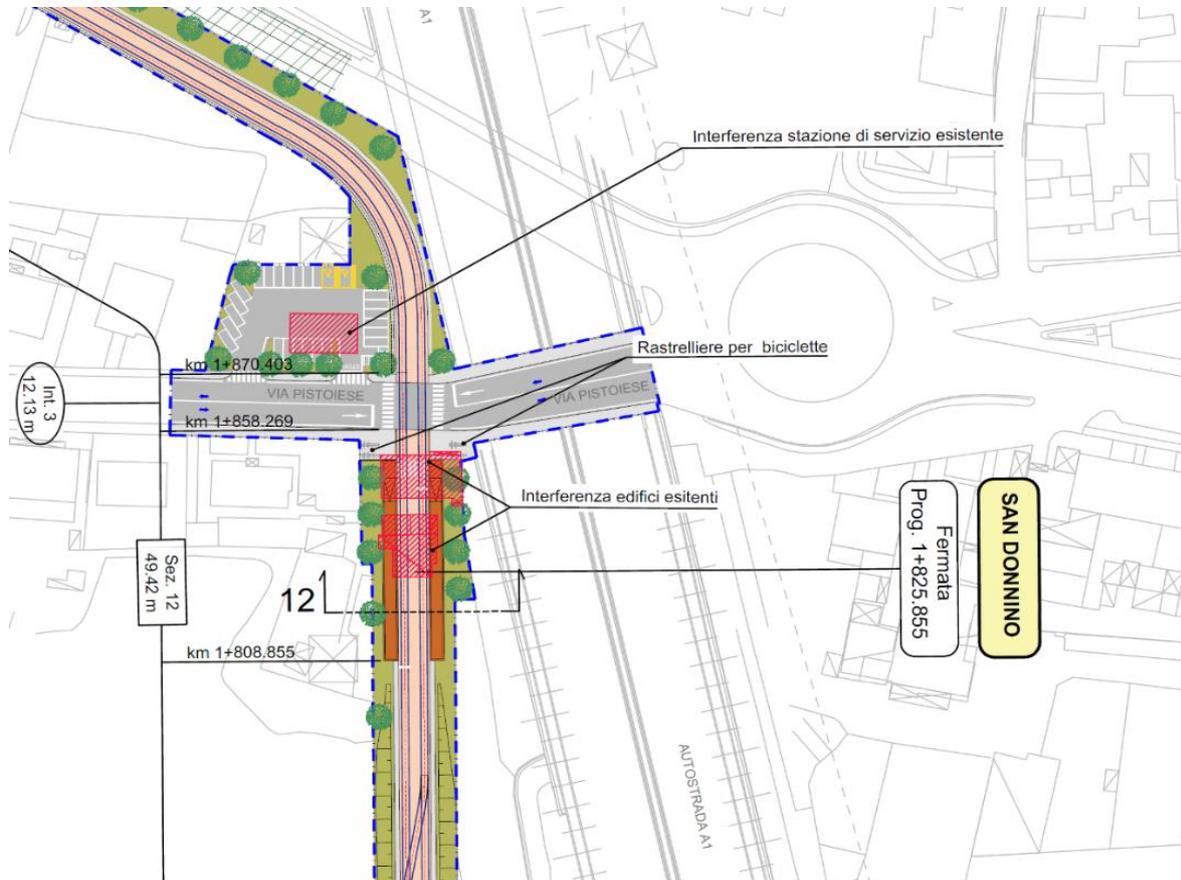
Nella porzione liberata dagli edifici esistenti è posizionata la fermata SAN DONNINO (4), a servizio della parte orientale dell'abitato di San Donnino e dell'area di Brozzi a ridosso dell'A1.

Proseguendo in direzione Campi il tracciato interseca, via Pistoiese a ridosso della fermata, consentendo una migliore gestione dei tempi semaforici dell'incrocio con il veicolo che può eventualmente attendere in fermata.

Sul lato opposto alla fermata, la stazione di servizio sarà sostituita con un parcheggio di 28 posti auto.



Comune
di Firenze



Intersezione con S.R.66

Superata l'intersezione con via Pistoiese, il tram affronta una curva per allinearsi alla S.R.66 sul lato sud. Un rinterro contenuto da un muro di sostegno consente alla quota del ferro di uniformarsi con quella della strada.

Circa 100 m dopo l'intersezione tra S.R.66 e via Curzio Malaparte, la tramvia attraversa la S.R.66 trasversalmente portandosi sul lato nord.

Tutto il tratto a sud mantiene una distanza ed un allineamento compatibile con il progetto della nuova rotonda "San Donnino" che sostituirà l'incrocio sopracitato attualmente presente.

Nello spazio di risulta tra sede stradale e tramviaria sarà inserito un filare alberato.

Il passaggio da sud a nord della S.R. 66 è previsto ad una distanza tale da consentire l'accumulo di 20 mezzi in direzione campi, limitando l'interferenza tra semaforizzazione necessaria per l'attraversamento del tram e l'incrocio attuale e la futura rotondia.

La tramvia una volta superata la S.R. 66, è allineata a nord ad essa e prosegue rettilinea dal km 2+166 al km 3+136.

La sede tranviaria scorre a fianco e al livello della strada esistente: per garantire questa complanarità si è resa necessaria la realizzazione di un muro di contenimenti sul lato nord della strada.

La sede tranviaria di 7 metri con palo centrale per l'elettrificazione non occupa spazio dell'attuale carreggiata che rimane indipendente: a separare l'attuale carreggiata dalla nuova sede tranviaria una banchina di 70 cm, un guard-rail e un marciapiede di evacuazione su entrambi i lati della sede tramviaria.



È possibile analizzare maggiormente il tratto suddividendolo in più sezioni.

S.R. 66: primo tratto da via Curzio Malaparte al sottopasso di via de Manderi.

In questo tratto il tram mantiene la quota strada grazie ad un rinterro contenuto da un muro di sostegno. Il tracciato si sovrappone all'attuale rilevato nord della S.R. 66, senza invadere la parallela alla S.R. 66 via dei Manderi.

Al termine della via sopraccitata è presente uno scatolare di dimensioni 7mx9mx5,5m che deve essere ampliato per la realizzazione della sede tranviaria fino ad una lunghezza di 18 m.

S.R. 66: secondo tratto da sottopasso di via de Manderi e fermata Pistoiese

Il tracciato prosegue in direzione Campi incontrando la fermata "PISTOIESE" (4).

Dopo lo scatolare di via dei Manderi si rende necessario la realizzazione di un muro di sostegno per il contenimento della tramvia.

A fianco del muro sarà realizzata una nuova strada per raggiungere il lato nord della fermata Pistoiese, il suo parcheggio, e il deposito della linea 4.2.

La strada supera un dislivello di circa 1.70 m da 35.30m s.l.m. a 38.00 m.

S.R.66: fermata Pistoiese

Il bacino di utenza di questa fermata è costituito dagli abitanti di San Donnino.

Si è reso necessario risolvere due problematiche riguardanti la sua accessibilità da parte della popolazione di riferimento.



Comune di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

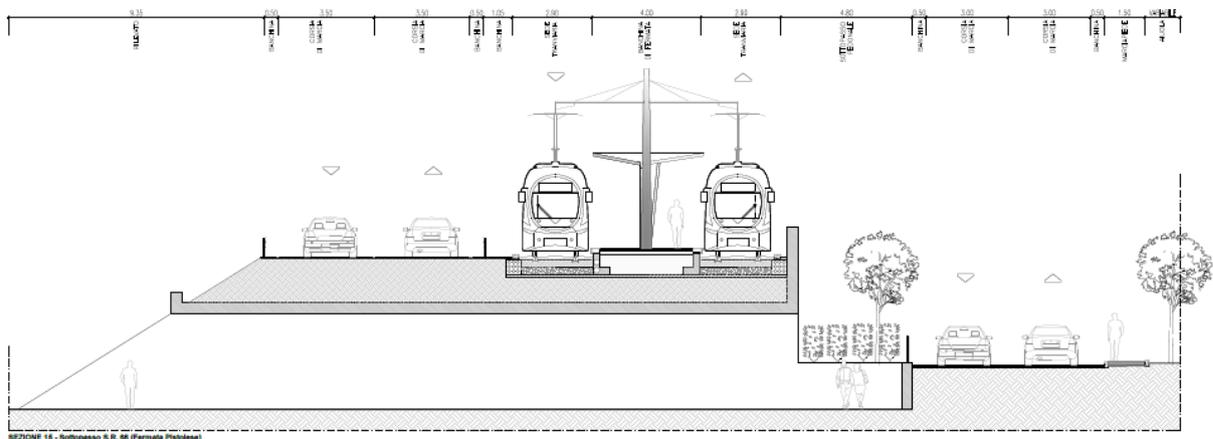
LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



La prima è l'ubicazione della fermata, tagliata fuori dal centro abitato dal margine netto della S.R.66 e del suo rilevato.

La seconda è l'altezza dal suolo della fermata. La fermata Pistoiese rappresenta infatti l'unico esempio di fermata della linea 4.2. ad una quota superiore rispetto al piano campagna.

Il piano del ferro in corrispondenza della fermata si trova a 40.80 s.l.m., mentre il piano di campagna ai piedi dell'attuale pistoiese è di 35.30 s.l.m.



Il dislivello ha favorito la risoluzione della prima problematica: l'altezza tra terreno e la strada consente la realizzazione di un sottopasso pedonale in corrispondenza del ramo di via Oberdan perpendicolare al rilevato.

Il sottopasso, integrato nella struttura di sostegno della banchina di fermata, mette in comunicazione i due versanti.

A nord del tracciato come precedentemente presentato, è stata realizzata una nuova strada, necessaria per l'accesso al deposito ed al parcheggio scambiatore da 190 posti realizzato tra area del deposito e la fermata, il parcheggio avrà la propria uscita sulla già esistente via dei Manderi. La quota della strada e del parcheggio è a ca. +38.00 m s.l.m.

Il sistema di accesso alla fermata, quindi ha il compito di consentire l'accesso alla tramvia da Sud della S.R. 66 ma anche di collegare tre quote differenti. 35.30 m s.l.m. del piano di campagna a sud, 38.00 m a nord, e i 40.80 della fermata stessa.

La struttura proposta, rappresentata nella sezione qui riportata, si costituisce di un sistema a tre rampe di scale, una passerella ed un ascensore.



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



Deposito

L'area come evidenziato negli approfondimenti sulla sicurezza idraulica dell'intervento, è posta a diretto contatto con il torrente san Donnino ed il canale Macinante. Questo comporta una generale sopraelevazione dell'area del deposito di ca. 1.70 m rispetto al piano campagna, come strategia di autodifesa idrica.

Il deposito comprende una zona riservata alle attività di manutenzione e rimessaggio, la S.S.E. DEPOSITO, a servizio del deposito e della linea, una zona ibrida per pubblico e amministrazione, ed un'area esterna destinata a parcheggio scambiatore a diretto servizio della fermata.

Per un maggior dettaglio delle funzionalità del nuovo deposito si rimanda agli elaborati specifici di progetto.

S.R. 66. Dal bivio deposito al Canale Macinante

Alcune decine di metri dopo la fermata, procedendo in direzione Campi, si trova il doppio bivio per il deposito. Come precedentemente evidenziato il deposito si trova ad un'altezza minore di quella del tracciato, il tronchino di collegamento al deposito sarà in pendenza.

Nel nodo in esame il tracciato supera, in circa 85.00 m, il bivio deposito, il Canale San Donnino e il Fosso Macinante: per questi ultimi si rende necessario l'adeguamento dei ponti esistenti.

Il Canale San Donnino è tombato con un manufatto circolare di diametro 2,40 m e con uno scatolare in calcestruzzo di dimensioni 4,15m x 2,55m. L'attraversamento del Canale Macinante avviene mediante l'adeguamento dell'attuale ponte di luce 38 m e larghezza 9 m che deve essere ampliato fino ad una larghezza di 18 m per permettere il passaggio della tranvia.

S.R.66: Predisposizione linea per Parcheggio Scambiatore A1 e superamento via San Jacopo.

Tra il canale Macinante e lo scatolare su via San Jacopo, è posizionato il doppio bivio di predisposizione per l'ampliamento del sistema tramviario in direzione nord, verso un eventuale futuro parcheggio scambiatore autostradale.

Il superamento della via San Jacopo è risolto con il passaggio della tramvia alla stessa quota della strada, mediante l'ampliamento dell'attuale scatolare di dimensioni 4x9x3,6 m che raddoppierà da 9 m a 18 m di lunghezza.

Il sistema di rinterro con muri di sostegno sul lato nord del tracciato prosegue fino al sottopasso di via San Jacopo.



Comune
di Firenze

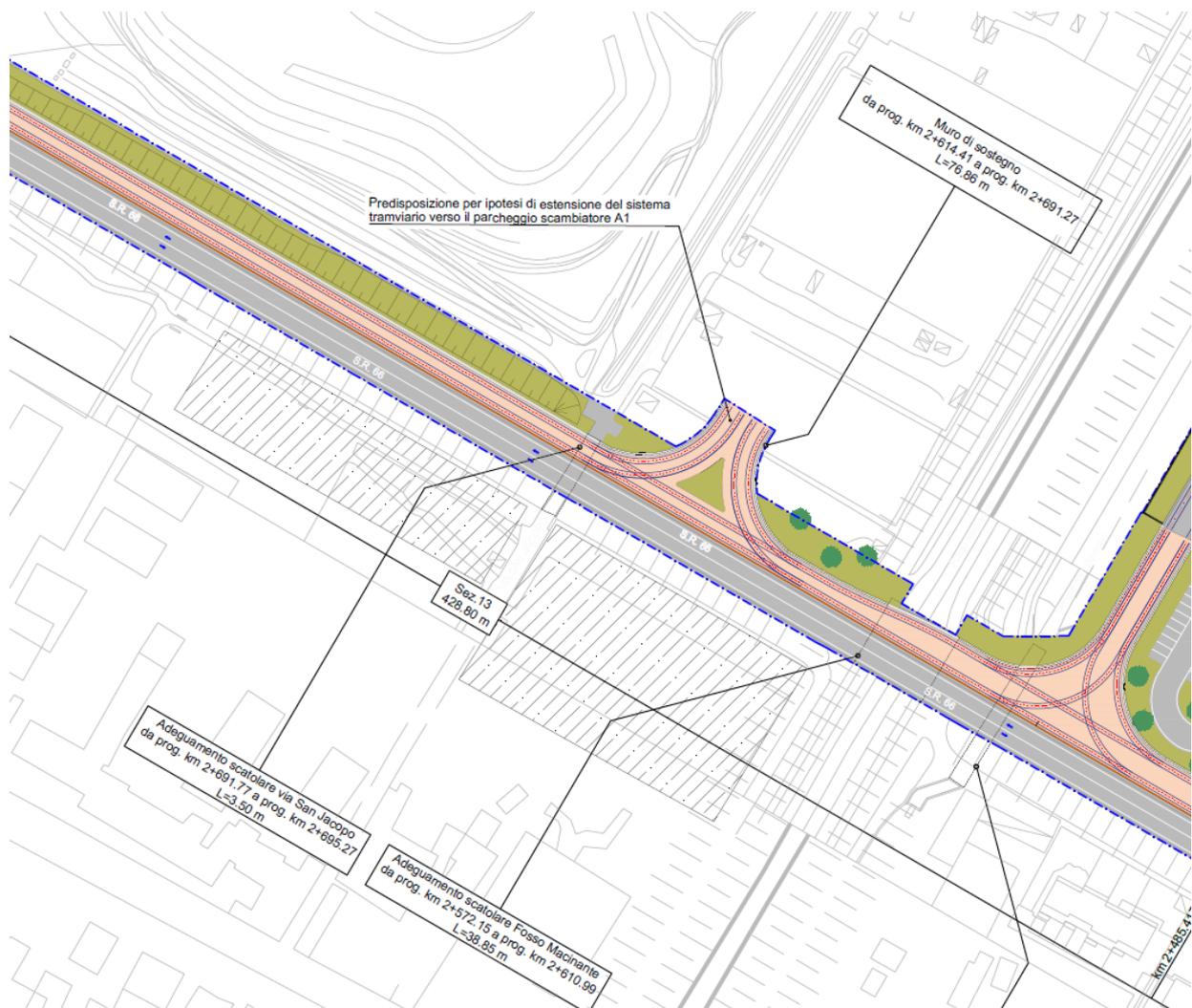
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

La tramvia nel tratto successivo al sottopasso di via San Jacopo fino al Fosso Gavine è mantenuta in quota su un rilevato con scarpate di rapporto altezza/ampiezza 2/3.

Il ponte sul Fosso Gavina presenta una luce di 20 m e attualmente una larghezza di 9 m che deve esser ampliata fino a 18 m.



Parcheggio Scambiatore Castagno e Fermata Castagno.

La S.R.66, superato il fosso Gavine, abbandona la traiettoria sud-est-nord ovest e curva in direzione ovest incontrando via Pistoiese nella rotonda ad ovest di San Donnino.

La tramvia al contrario prosegue rettilinea perdendo l'allineamento con la S.R.66 inserendosi in un'area di laminazione del Fosso Gavine.

Il tracciato in quest'area scende solo leggermente rispetto alla quota della S.R.66 senza raggiungere il piano di campagna, in tutto il tratto poggia su di un rilevato con scarpate.

Gli interventi per la realizzazione della nuova infrastruttura comportano delle variazioni nei volumi delle casse di laminazione esistenti. È stata scelta un'area limitrofa a monte dell'area di intervento da destinarsi alla compensazione dei volumi persi nella rimodulazione delle casse.

Il tracciato tranviario definisce un lato di un triangolo composto nei rimanenti lati da viale Liberto Roti, e dal ramo discendente della S.R.66. In quest'area, di 14.290mq, si prevede un parcheggio scambiatore a raso con capacità stimata di 330 posti auto.

L'accesso all'area avverrà da viale Liberto Roti, in corrispondenza dell'attuale accesso di via San Jacopo all'area di laminazione, e da un nuovo ramo di ingresso diretto sulla S.R.66. L'uscita avverrà esclusivamente dalla S.R.66.



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



Il parcheggio rappresenta il principale snodo di scambio intermodale della linea 4.2 e a diretto contatto con esso è posizionata la fermata "CASTAGNO" (6).

L'area delle casse di laminazione al momento è utilizzata come parco aperto al pubblico, ma con l'inserimento del parcheggio scambiatore e del sedime tramviario, sarà privata di un accesso

diretto. La superficie rimanente posta a nord del tracciato sarà accessibile solo attraversando i binari della tramvia.

Visto il posizionamento dei binari a +0.80 m sul piano di campagna e la necessità di semaforizzare l'intersezione, la fermata Castagno assolverà anche al ruolo di regolare l'accesso all'area verde. Per il suo particolare posizionamento la fermata è progettata come una variazione della fermata tipologica laterale. La fermata a quota più alta rispetto al piano del parcheggio necessita di un sistema di rampe e scale per consentire l'accessibilità alla banchina e al parco retrostante.

Lungo via Liberto Roti, a 35.00 m ca. di distanza dall'attuale ingresso di via San Jacopo, è stato ipotizzato l'accesso di una nuova strada che sostituisce il tratto di quest'ultima viabilità secondaria non compatibile con il progetto del tracciato tramviario e del parcheggio scambiatore. La nuova viabilità consente di raggiungere l'argine sinistro del sistema idrico del Fosso Reale, passando tra spalla e pila del nuovo viadotto tramviario, e di mantenere l'accesso alla zona a nord del tracciato tramviario ricongiungendosi al ramo di via San Jacopo compatibile.

In prossimità dell'inizio della viabilità sopra presentata è posta la S.S.E. CASTAGNO la terza del tracciato.

Viadotto sul Fosso Reale

Dopo la fermata Castagno la tramvia si innalza di quota per scavalcare il Fosso Reale su un viadotto e raggiungere la riva sinistra.

Il rilevato è sorretto sul lato ovest da un muro di sostegno che ottimizza gli spazi per il parcheggio e la S.S.E. Castagno. Sul lato est, invece non è presente il rilevato ma una scarpata. Sull'argine sinistro la scarpata è su entrambi i lati e termina in corrispondenza della rotatoria di via Liberto Roti.

La sezione tramviaria, a partire dalla fermata Pistoiese fino all'intersezione con la rotonda di viale Liberto Roti sul lato opposto del Fosso ha le stesse caratteristiche sia sul ponte che sul rilevato.

La sede è di 6.50m pavimentata in autobloccanti con marciapiede di emergenza su ambo i lati di 1.00m affiancati da percorsi ciclopedonali monodirezionali da 1.50m.

Il nuovo viadotto si sviluppa parallelo a quello esistente lungo viale Liberto Roti.

Maggiori approfondimenti sulla struttura del viadotto sono consultabili negli elaborati e nei paragrafi dedicati.

Sotto il viadotto, il bacino del Fosso Reale è stato protetto con un rivestimento per ridurre la necessità di manutenzione. Entrambe le spalle sono arretrate rispetto all'argine per consentire ai mezzi di manutenzione l'accesso lungo i canali laterali.

Sulla rotatoria tra via Liberto Roti e via C.A. Dalla Chiesa, sarà creato un accesso per la viabilità di servizio necessaria per raggiungere l'argine destro del Fosso Reale, in quanto l'attuale viabilità posta prima della rotatoria non risulta compatibile con il tracciato tramviario.

La rotatoria sarà oggetto di modifiche con l'inserimento del nuovo percorso, l'attraversamento diametrico della tramvia e la conseguente semaforizzazione. Inoltre, la connessione dei percorsi ciclopedonali del viadotto a quelli limitrofi esistenti, comporterà il completamento della corona ciclopedonale esistente.



Viale Liberto Roti e fermata Repubblica

Dopo l'attraversamento trasversale della rotatoria, il tracciato si porta sulla sinistra di viale Liberto Roti. Fuori dall'intersezione a nord è posta la fermata "REPUBBLICA" (7) a servizio dell'abitato di San Piero a Ponti, dove secondo le previsioni degli strumenti urbanistici del Comune di Campi verrà realizzato un nuovo intervento di edilizia residenziale.

La sede tranviaria, di 7 metri con palo centrale per l'elettrificazione, è posta a est e non occupa spazio dell'attuale carreggiata, separata da essa con uno spartitraffico inerbito. Al contrario la pista ciclabile esistente è interferente con il tracciato tramviario e sarà spostata ad est del sedime tramviario.

Il rinterro necessario al supporto della sede tramviaria comporterà uno spostamento della scarpata al termine della nuova posizione della pista ciclabile.

Viale Liberto Roti, supera il Fosso di Prunaia con un adeguamento per permettere il passaggio anche del tracciato tranviario. L'attraversamento di dimensioni 16mx12m sarà ampliato fino ad una larghezza di 18 m.



Circonvallazione Sud e Fermata Racchio

Dopo la rotatoria con Via Circonvallazione Sud, il tracciato si affianca a questa, con una sezione analoga a quella di viale Libertoroti. Le problematiche riguardanti il rilevato e lo spostamento della pista ciclabile sono state risolte con le stesse modalità.

A metà del tratto è posizionata la fermata "RACCHIO" (8) in posizione antistante un'area destinata in futuro a centro commerciale. La fermata a banchina laterale è posta a quota strada e presenta accessi alle due estremità della fermata.

Dopo la fermata Racchio, il tracciato impegna la rotatoria esistente.

Al centro della rotatoria esistente si trova una stazione radio base, il tracciato la lambisce sul lato sud-est evitando l'interferenza.



Comune
di Firenze



Area Palagetta

L'attraversamento diagonale della rotatoria da sud-ovest a nord-est inserisce la tramvia in un'area verde compresa tra via del Padule, via Palagetta e la stessa rotatoria.

Il tracciato prosegue con un andamento curvilineo fino ad intersecare a raso via del Padule.

A seguito dell'intersezione, la tramvia entra in una zona ineditata a sinistra di via Palagetta. L'area sarà oggetto di un intervento che prevede la realizzazione di edifici di natura residenziale, scolastica e commerciale.

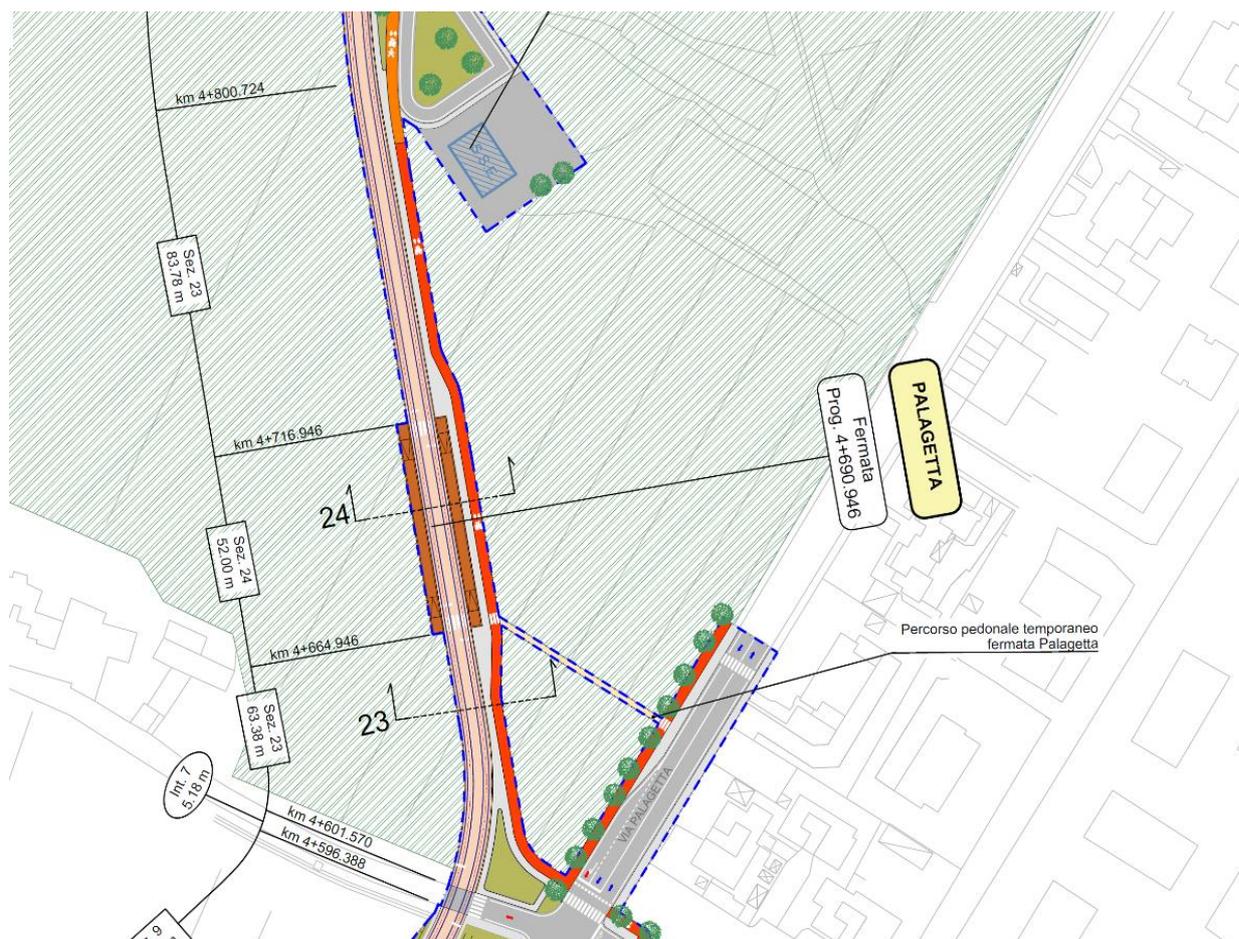
Il tracciato tiene conto delle indicazioni fornite a questo gruppo di progettazione dal comune di Campi Bisenzio. Il progetto fornito individua un corridoio per il passaggio della tramvia che è stato rispettato nella redazione del presente progetto.

Nell'area è posizionata la fermata "PALAGETTA" (9), rispondente alla tipologia di doppia banchina laterale.

La fermata posta nel vertice sud dell'area di trasformazione, sarà collocata in una zona baricentrica del nuovo intervento.

Nel caso in cui la linea 4.2 venisse completata prima della ultimazione dell'altro progetto, è prevista la realizzazione di un percorso pedonale temporaneo per collegare più direttamente le abitazioni poste sul lato opposto di via Palagetta.

Con ingresso da via Giordano Bruno è prevista una nuova strada, compatibile con il progetto dell'area, necessaria per l'accessibilità alla quarta S.S.E PALAGETTA, posta al centro dell'aria di trasformazione.



Abitato di Campi Bisenzio: fermata Giordano Bruno

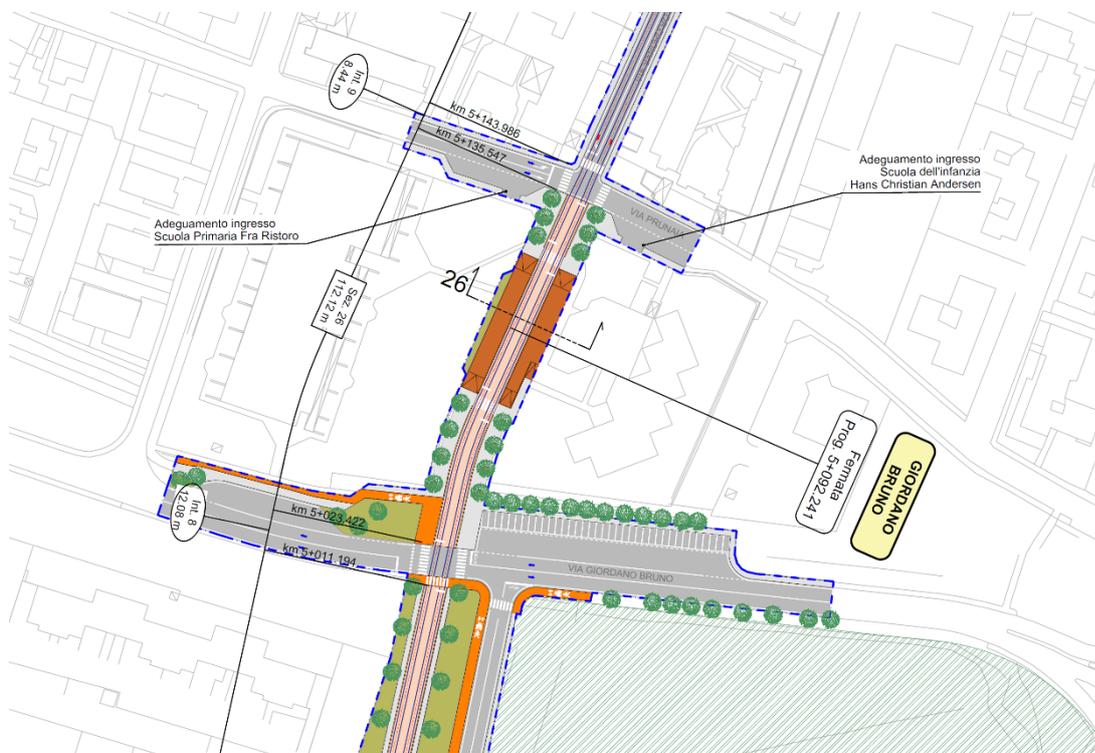
Fuori dalla zona di trasformazione, la tramvia interseca via Giordano Bruno, incuneandosi nell'area pedonale compresa tra la Scuola Primaria Fra Ristoro e la scuola di infanzia Hans Christian Andersen.

Al centro di quest'area sarà posizionata la fermata "GIORDANO BRUNO" (10).

La sistemazione delle aree esterne dei due complessi scolastici sarà oggetto di intervento per renderle compatibili con le sistemazioni urbanistiche collegate al passaggio della tramvia.

Ai lati della sede tramviaria di 7 metri con palificata centrale, è previsto un largo passaggio pedonale alberato a nord e a sud della fermata.

L'intervento è stato pensato nel rispetto degli accessi pedonali delle due scuole: dove gli ingressi esistenti siano in parte compromessi dal tracciato, come su via di Prunaia, è stato ipotizzato lo spostamento degli accessi stessi.



Abitato di Campi Bisenzio: via Sandro Botticelli

Dopo la fermata Giordano Bruno, la tranvia attraversa perpendicolarmente via di Prunaia per immettersi in via Sandro Botticelli.

Via Sandro Botticelli, è una strada attualmente a senso unico di marcia, caratterizzata da numerosi passi carrabili, e accessi a parcheggi laterali. I complessi residenziali prospicienti la via hanno unico accesso dalla via stessa.

La conformazione della strada, caratterizzata da una sezione non costante, impedisce un allargamento uniforme per ospitare una sede tramviaria riservata. È stato valutato quindi di istituire su questa strada un tratto promiscuo, con transito consentito esclusivamente ai frontisti, per un tratto di 130.00m.

La chiusura della strada non compromette il sistema di circolazione all'interno dell'abitato, che può avvalersi di strade parallele per la realizzazione di un circuito alternativo. Il tratto promiscuo termina all'intersezione con via Raffaello Sanzio.

Superato l'incrocio con via Raffaello Sanzio, il secondo tratto di via Sandro Botticelli presenta sul lato un parco pubblico e su quello ovest delle abitazioni private: il tracciato si sposta ad est, andando a occupare una fascia di parcheggi e una piccola parte del parco.

La sede tramviaria di 7 metri con palo centrale per l'elettrificazione è posta a ovest e consente di mantenere una corsia a senso unico di 3.50m; non vi sono interferenze con i passi carrabili dei frontisti.



Comune
di Firenze



Abitato di Campi Bisenzio: via del Ghirlandaio e capolinea Rucellai

Sull'incrocio tra via Botticelli e via del Ghirlandaio la tranvia si atterra sul lato sud, entrando parzialmente nei giardini, senza interferenze con il traffico veicolare.

La sede tranviaria di 7 metri con palo centrale per l'elettificazione è posta a sud e consente di mantenere una corsia a senso unico di 3.50m ed una fascia di parcheggi paralleli; non vi sono interferenze con i passi carrabili dei frontisti.

La tranvia prosegue in rettilineo entrando nei giardini del Parco Aldo Moro. Qui si atterra il capolinea "RUCELLAI" (11) al Km, con due banchine laterali. Il capolinea di Campi avrà tre binari, per ragioni legate all'esercizio della linea.



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

L'inserimento delle tramvia nel parco esistente ha comportato il ridisegno dei percorsi pedonali in essere il relazione al tracciato di progetto.



3.3 STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE E ANALISI DEI VINCOLI

3.3.1 *Indagini geologiche, idrogeologiche, idrologiche, idrauliche, geotecniche*

Allo scopo di evidenziare le caratteristiche geologiche del territorio attraversato dal tracciato, sono stati eseguiti dei rilevamenti di dettaglio che hanno interessato l'area oggetto di studio ed un'ampia zona ad essa circostante. In base a tale rilevamento è stato individuato l'assetto lito-stratigrafico presente nell'area in esame il quale corrisponde, su larga scala, a quanto già individuato nel quadro conoscitivo del DB geologico e nella Carta geologica in scala 1:10000 della Regione Toscana di cui si riporta la cartografia in Figura 5.

Nello specifico, l'area d'intervento, essendo ubicata all'interno del bacino Pilo-Pleistocenico di Firenze, è interessata dalla presenza di una successione sedimentaria continentale avente elevata variabilità sia verticale che orizzontale, costituita da facies di ambiente fluviale, lacustro-palustre e fluvio-palustre, che raggiunge spessori anche superiori a 500 m nella parte centrale del bacino. Le aree marginali del bacino sono caratterizzate dalla presenza di depositi di conoide e debris flow, generalmente dotati di granulometrie maggiori.

In superficie, l'area interessata dal tracciato in progetto è caratterizzata dall'affioramento di depositi alluvionali recenti (bna):

DEPOSITI CONTINENTALI OLOCENICI

Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna)

Sono costituiti alternanze di litotipi a granulometria variabile, talvolta con stratificazione incrociata; si trovano livelli limo argillosi e argilloso limosi, talvolta limo sabbiosi, alternati a strati con ciottoli e ghiaia, senza che vi sia una regolarità nei passaggi sia in senso verticale che orizzontale. (età Pleistocene sup.- Olocene).



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

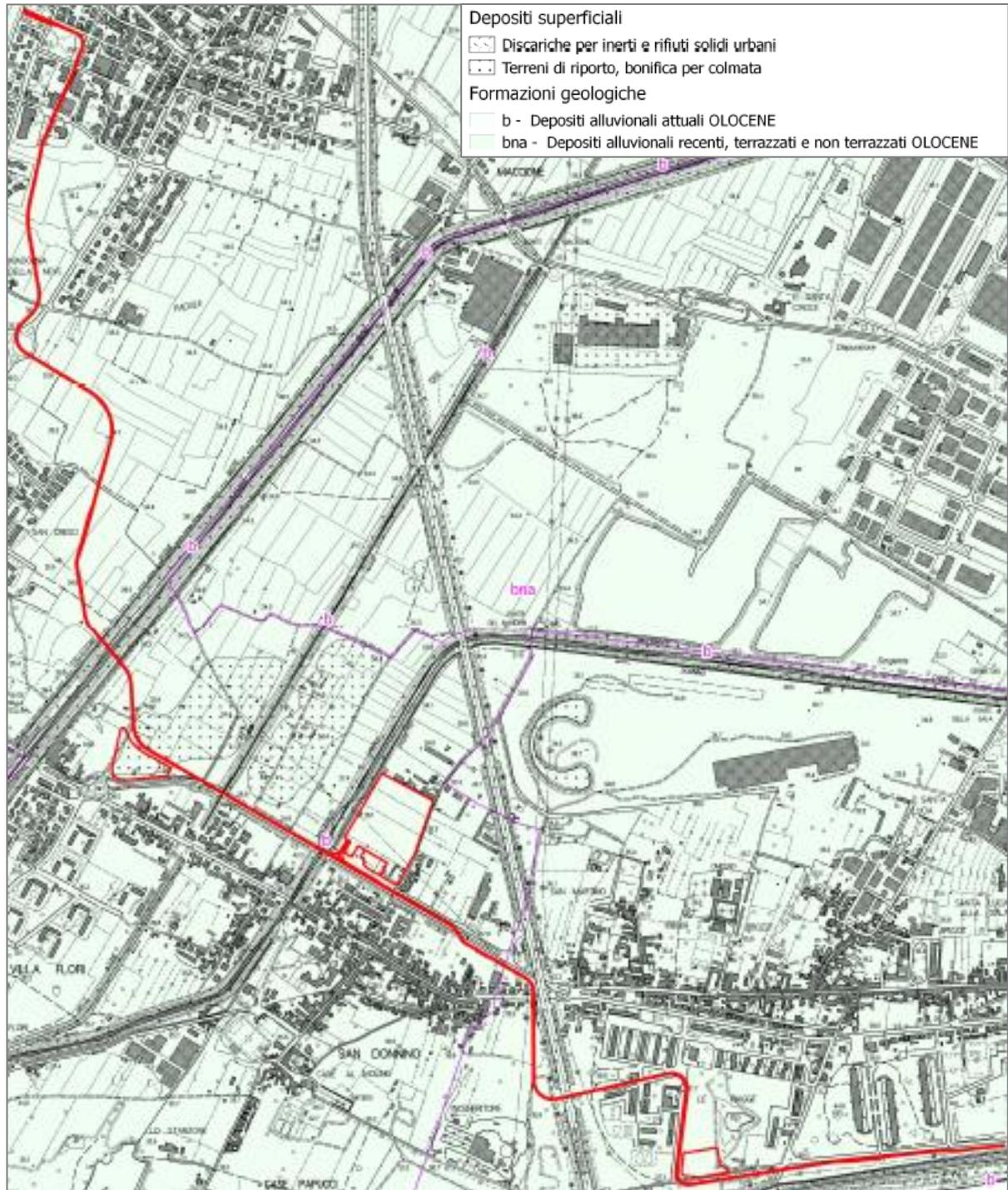


Figura 5 - Carta geologica Regione Toscana SEZ. 263140; 275020; 275030 – Non in scala

Dal punto di vista morfologico l'area in studio è situata all'interno del bacino Plio-Pleistocenico di Firenze, occupato dalla pianura alluvionale del Fiume Arno e dei suoi tributari.

Il tracciato si snoda in aree a quote comprese tra 34 e 38 m s.l.m, aventi una morfologia pianeggiante interrotta solamente dalle modeste scarpate di alvei e arginature dei corsi d'acqua. Il tracciato attraversa inoltre alcuni paleoalvei, nei quali è ragionevole aspettarsi la presenza di sedimenti a granulometria maggiore.

Come si vede dal seguente estratto delle carte geomorfologiche dei PS comunali e dalla carta geomorfologica di Figura 7, nell'area del tracciato non sono state indicate paleofrane, frane attive, frane stabilizzate o zone interessate da franosità diffusa. I sopralluoghi eseguiti confermano quanto desumibile dalla cartografia.



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO

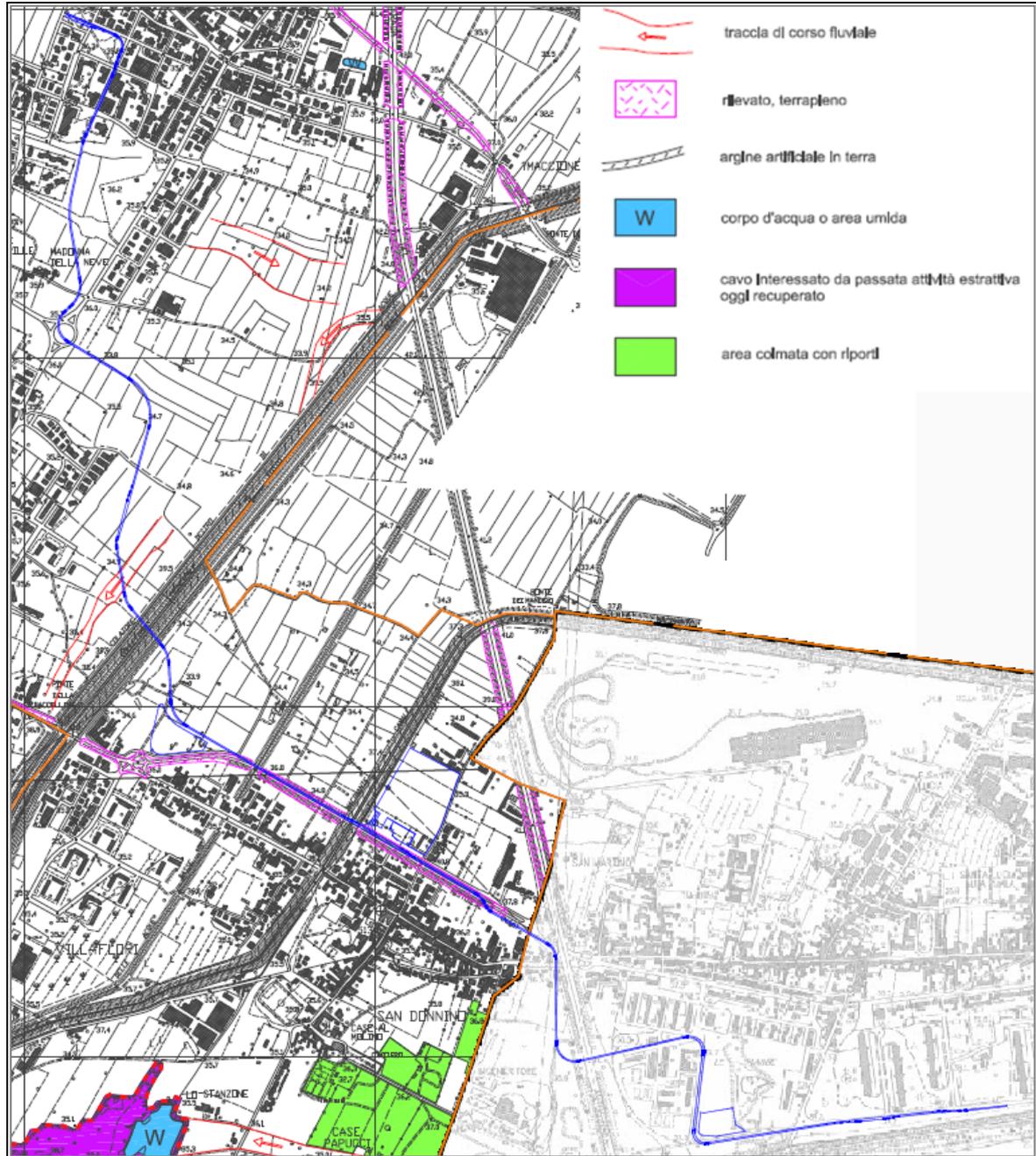


Figura 6 - Estratto delle carte geomorfologiche del PS intercomunale dei comuni di Campi Bisenzio e del Piano Strutturale di Firenze - Non in scala



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

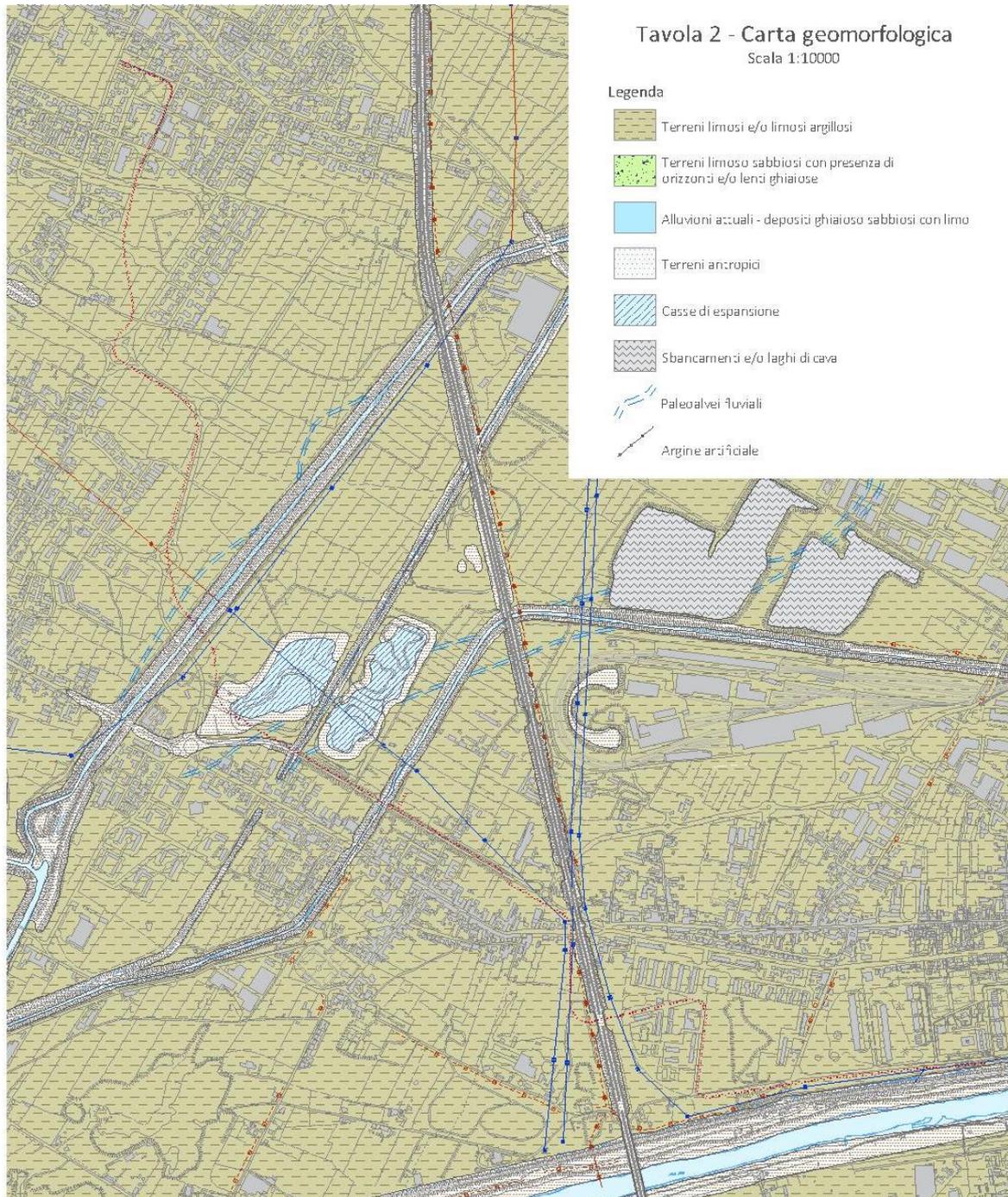


Figura 7 - Carta geomorfologica allegata alla relazione geologica (elaborato B382-4.2-SF-GEO-RT001-B) - non
in scala

L'assetto idrogeologico dell'area è caratterizzato dalla presenza di una formazione, costituita da alternanze di argille e limi con lenti localizzate di sabbie e ghiaia, che presenta una permeabilità primaria variabile da media a bassa la quale diminuisce in funzione della quantità di limo ed argilla presente; i caratteri granulometrici ed i rapporti di eteropicità, con passaggi rapidi e irregolari tra i vari litotipi, favoriscono la formazione di accumuli idrici costituiti da una falda freatica principale e da falde secondarie sospese nei livelli a granulometria maggiore.

In tale assetto stratigrafico la geometria dei corpi sabbiosi-limosi quaternari e la presenza di terreni con maggiore frazione argillosa alla base ed al tetto, con funzione di "acquiclide", permette la formazione di acquiferi confinati.

Di seguito si riporta un estratto della carta idrogeologica PS di Campi Bisenzio (Figura 8) contenente le linee isofreatiche (maggio 2000) e della carta delle isofreatiche del 2007 del SIT del Comune di Firenze e, in Figura 9, la carta idrogeologica allegata alla relazione geologica (elaborato B382-4.2-SF-GEO-RT001-B). Da quanto riportato si denota che il livello della falda è fortemente dipendente dal regime del fiume Arno, dall'entità dei prelievi umani e dalle variazioni stagionali del contributo di ricarica, Ad ogni modo la soggiacenza della falda nell'area del tracciato in studio risulta essere sempre inferiore a 11 m da p.c., talvolta anche dell'ordine di 1-2 m.



Comune
di Firenze

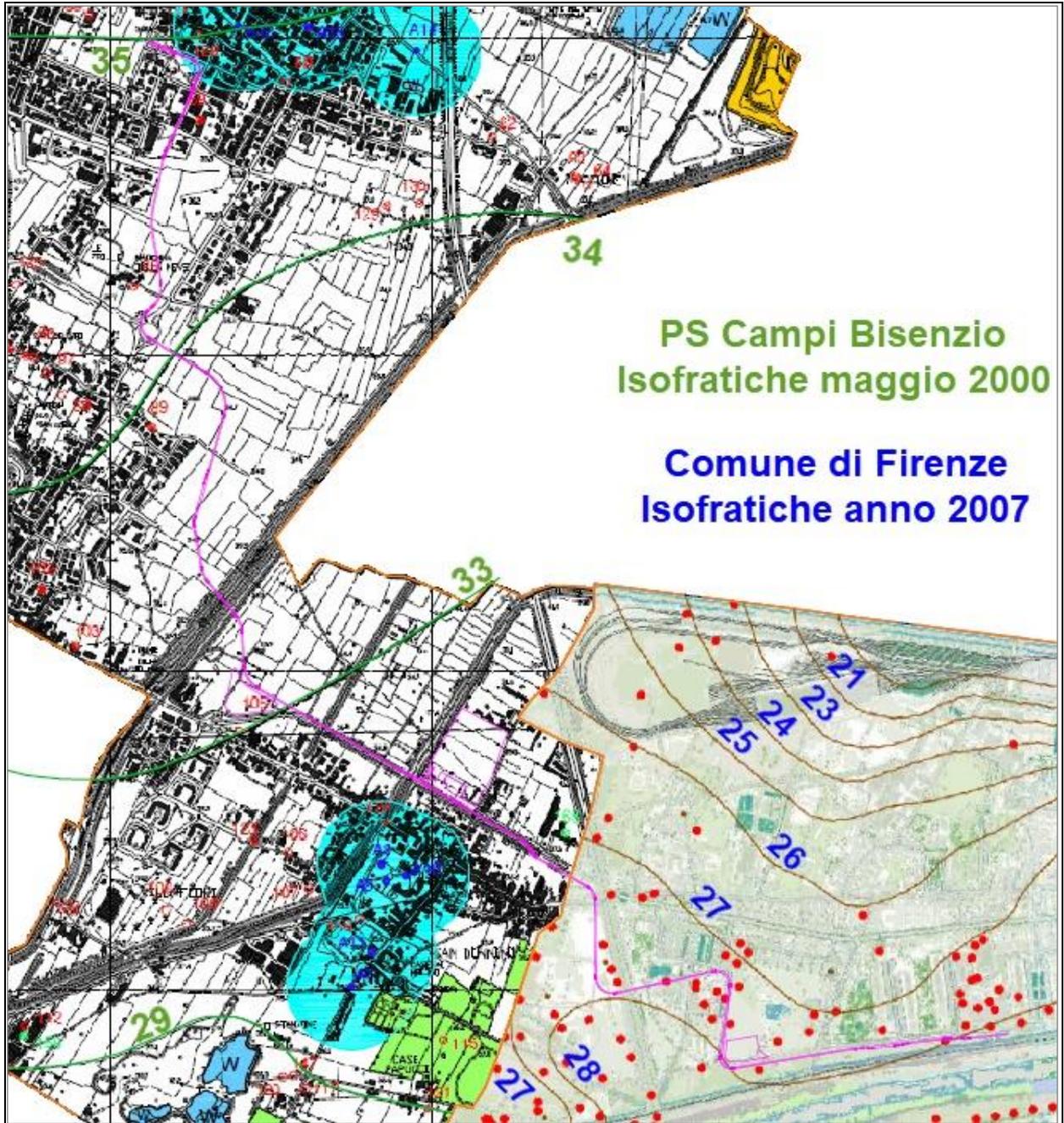


Figura 8 -Estratto carta delle curve isofreatiche (SIT comune di Firenze) e idrogeologica (PS Campi Bisenzio) -
non in scala



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO

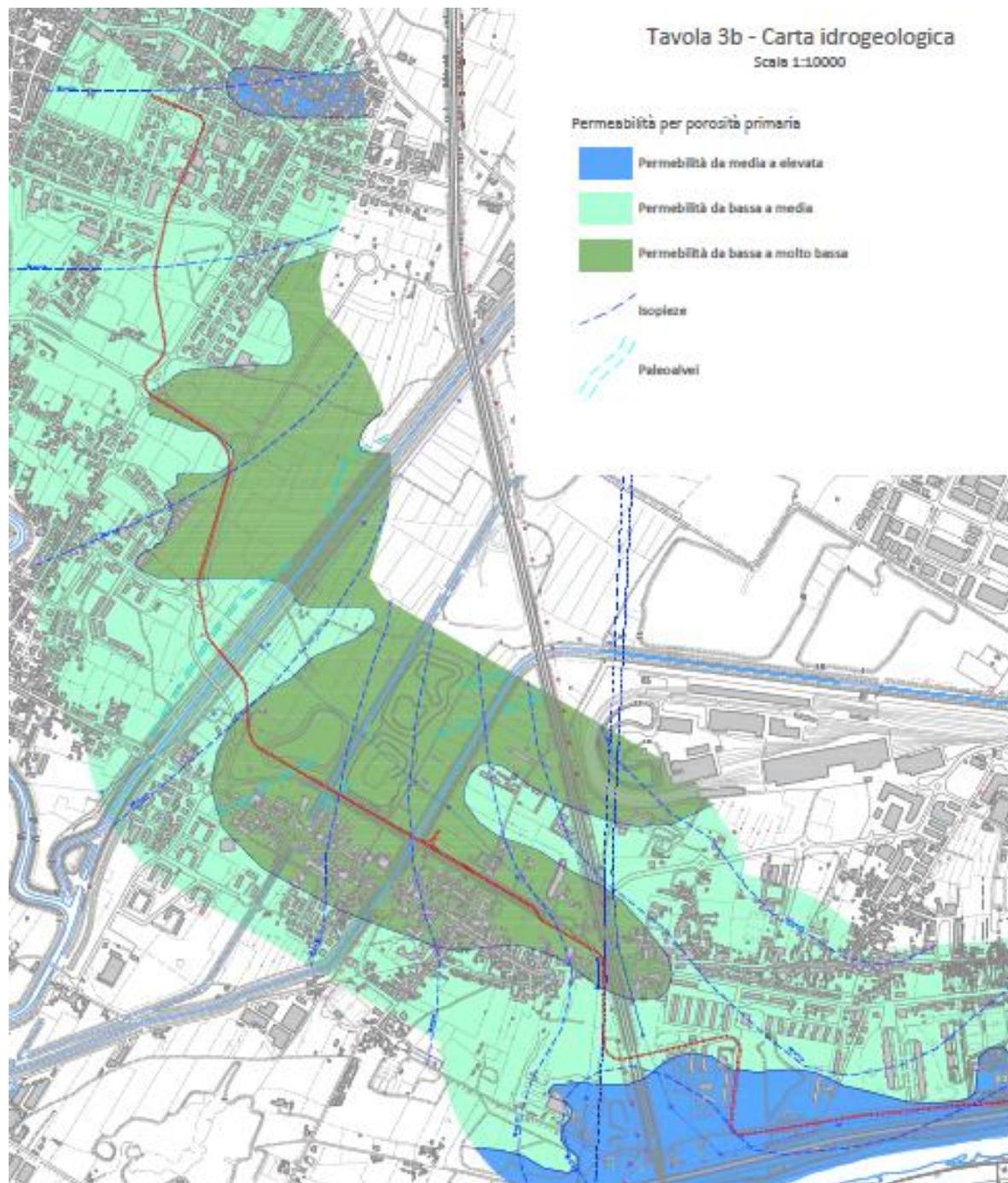


Figura 9 -Carta idrogeologica allegata alla relazione geologica (elaborato B382-4.2-SF-GEO-RT001-B) - non in
scala

Si riportano infine i livelli piezometrici misurati il 20/11/2019 in alcuni fori di indagine effettuati nell'ambito della campagna geognostica 2019, la cui ubicazione è riportata nella tavola della Planimetria delle indagini geognostiche e sismiche (B382-4.2-SF-GEO-PP001-B), le quali confermano le considerazioni fino ad adesso riportate:

Foro di indagine	Profondità falda (m da p.c.)	
	Nov 2019	Mag 2020
S2	8.83	7.43
S3	10.03	8.74
S5	10.78	9.98
S6	11.10	10.31
S7	8.73	8.27
S8	1.20	1.87

Il prolungamento tramviario in argomento attraversa aree a pericolosità idraulica P1 e P2 ai sensi del Piano di Gestione Rischio Alluvione (PGRA).

In base a recenti studi di aggiornamento del quadro conoscitivo del Comune di Campi Bisenzio, la nuova linea tramviaria e l'area destinata a deposito risultano in parte interessate dalle esondazioni del reticolo secondario per eventi con tempo di ritorno 30 anni e 200 anni e ricadono, pertanto, in aree a pericolosità da alluvione frequente e poco frequente.

Pertanto, nel territorio urbanizzato ai sensi all'art. 13 della LR 41/2018, le nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono infatti essere realizzate nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c) e nelle aree a

pericolosità per alluvioni poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, che non sia superato il rischio medio R2.

All'esterno del territorio urbanizzato, ai sensi dell'art. 16 della LR 41/2018, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, le nuove infrastrutture a sviluppo lineare e relative pertinenze possono infatti essere realizzate a condizione che sia realizzata almeno una delle opere di cui all'articolo 8, comma 1, lettere a), b) o c).

Pertanto, ove il tracciato tramviario e relative opere accessorie (deposito, sottostazioni elettriche ecc.) ricade in aree allagate dalla TR 30, il piano del ferro deve essere messo almeno al livello TR 200 anni e debbono essere previste le opere di compensazione idraulica in modo da non aumentare il rischio. Invece dove il tracciato e relative pertinenze ricade in aree con pericolosità da alluvione poco frequente all'interno del territorio urbanizzato, deve assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree, prevedendo le necessarie opere compensative e che non sia superato il rischio medio R2. Per tratti in cui il tracciato ricade in aree a pericolosità da alluvione poco frequente all'esterno del territorio urbanizzato, il piano del ferro deve essere messo almeno al livello TR 200 anni e deve assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio in altre aree.

Essendo il prolungamento tramviario di cui trattasi anche con tratti in rilevato, nelle successive fasi progettuali dovrà essere svolto uno studio idraulico di area vasta mediante modellistica bidimensionale al fine di accertare, anche localmente, che non ci siano modifiche alle condizioni di allagamento preesistenti fatto salvo il non superamento del rischio medio R2, definito dal decreto del Presidente del Consiglio dei ministri del 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, Sito esterno del d.l. 11 giugno 1998, n. 180), come il rischio per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano

l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e delle infrastrutture e la funzionalità delle attività economiche.

La compatibilità idraulica dell'infrastruttura tramviaria dovrà, pertanto, essere puntualmente verificata ai sensi e per gli effetti della L.R. 41/2018 e delle NTC 2018 anche integrando le opere compensative individuate in questa fase con interventi locali di riconnessione idraulica, retrofitting e proofing al fine di non incrementare il rischio idraulico nelle aree contermini.

Le caratteristiche dei terreni costituenti il sottosuolo del tratto di tramvia L4.2 in progetto sono state ricostruite in questa fase preliminare per mezzo dei dati derivanti dalle seguenti indagini geognostiche che constano di:

- n.7 sondaggi geognostici a carotaggio continuo della lunghezza variabile fra di 15 m e 30 m con prove SPT in foro e prelievo di campioni successivamente sottoposti ad analisi di laboratorio (S2 - S3 - S4 - S5 - S6 - S7 - S8);
- n.2 prove penetrometriche statiche CPT (Cpt1 - Cpt 2);
- n.1 prova penetrometrica dinamica DPSH (DPSH8);
- n.3 indagini geofisiche MASW (MASW1-2-3);
- n.1 indagini geofisiche in onde P ed Sh (Sismica P+Sh);
- n.11 sondaggi geognostici a carotaggio continuo per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo contenuti nel database del S.I.G.S. Sistema informativo geologico del Sottosuolo Città di Firenze.

Le indagini esistenti sovrapposte al tracciato sono ubicate nella planimetria dell'elaborato B382-4.2-SF-GEO-PP001-B di cui si riportano alcuni stralci nella Figura 10 e Figura 11.



Comune di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO

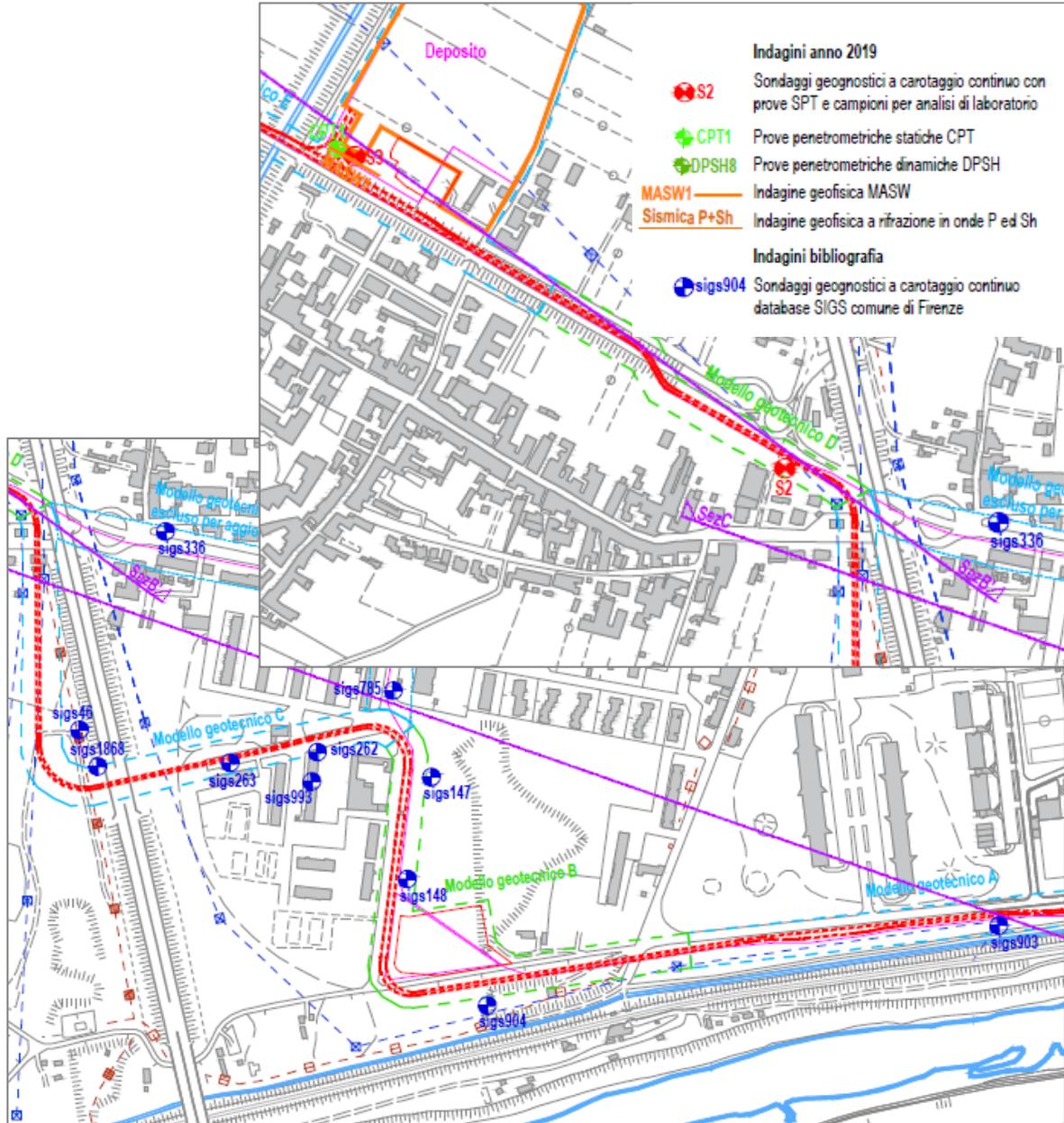


Figura 10 – Planimetria indagini geognostiche primo tratto L.4.2 - Cartografia non in scala



Comune di Firenze

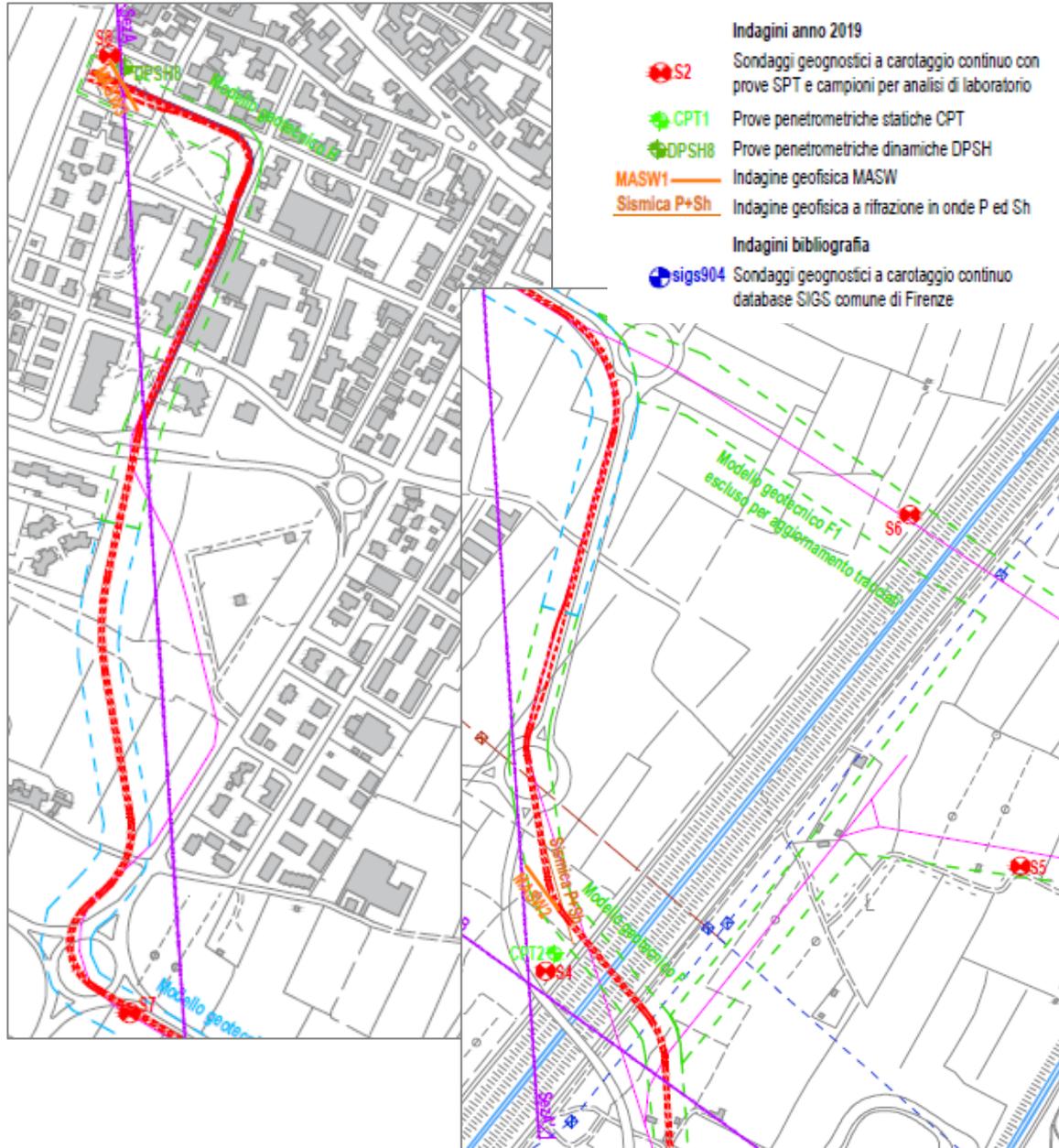


Figura 11 – Planimetria indagini geonostiche primo tratto L.4.2 - Cartografia non in scala

Per il sito, in base ai sopralluoghi e alle indagini geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche realizzate, si propone il seguente modello geologico di riferimento:

Modello stratigrafico:

Profondità in metri		Litologia
0.00	1.00	<i>Terreni pedogenetici, alterati e riporti</i>
1.00	7.50 - 17.00	<i>Limi e argille con concrezioni carbonatiche, ossidazioni ferrose, spalmature di torba e rari livelli ghiaiosi-sabbiosi da centimetrici a decimetrici.</i>
> 7.50 - 17.00		<i>Alternanza di limi e argille con abbondanti lenti ghiaiose da decimetriche a metriche in matrice limo-argillosa.</i>

Modello idrogeologico:

Falda acquifera entro 5-10 m da p.c.

Considerazioni geomorfologiche:

*pendenza media dell'area: sub pianeggiante
fenomeni franosi attivi: non presenti nell'area in studio*

L'analisi globale delle indagini ha permesso di discretizzare i terreni di sedime delle strutture in progetto in tre macro-orizzonti litotecnici che definiscono il modello geotecnico e di seguito descritti:

Unità A: Orizzonte pedogenetico, terreni di riporto, terreni superficiali alterati e suscettibili alle variazioni di umidità stagionali. L'unità è caratterizzata da scarsi parametri geotecnici.

Unità B: Limi ed argille da marroni a nocciola con concrezioni carbonatiche, ossidazioni ferrose, spalmature di torba e rari livelli centimetrici-decimetrici ghiaiosi-sabbiosi.

Unità C: Alternanza di limi ed argille con abbondanti inclusi calcarei. Gli inclusi sono molto più abbondanti rispetto al livello superiore e si presentano in lenti da decimetriche (diffuse) a metriche (a profondità superiori a 10 m) in cui lo scheletro ghiaioso è immerso in matrice limo-argillosa. L'unità sfuma a profondità inferiori ai 25-30 m ad una argilla limosa grigio-azzurra ritenuta in tale fase progettuale di scarso interesse geotecnico e pertanto inclusa nell'unità C.



Comune
di Firenze

Modello geotecnico parametri medi

Unità	Parametri Fisici Medi		Parametri medi				Calcolo cedimenti (SLE)
	γ (t/m ³)	γ_w (t/m ³)	Cum (Kg/cm ²)	ϕ_m	C'm (Kg/cm ²)	ϕ'_m	Ed (Kg/cm ²)
A	1.70	1.90	-	21°	-	-	30
B	1.9-1.98	2.1-2.18	0.60-0.84	-	0.32-0.33	18°-21°	67-92
C	1.9-2.04	2.1-2.24	0.50-0.67	-	0.09-0.12	31°-34°	92-114
γ = peso di volume			Cum = coesione non drenata		C'm = coesione efficace		
γ_w = peso di volume saturo			ϕ'_m = angolo di attrito		Ed = modulo edometrico		

Modello geotecnico parametri caratteristici

Unità	Parametri Fisici Medi		Parametri caratteristici				Calcolo cedimenti (SLE)
	γ (t/m ³)	γ_w (t/m ³)	Cuk (Kg/cm ²)	ϕ_k	C'k (Kg/cm ²)	ϕ'_k	Ed (Kg/cm ²)
A	1.70	1.90	-	20°	-	-	30
B	1.9-1.98	2.1-2.18	0.48-0.67	-	0.26-0.27	17°-20°	67-92
C	1.9-2.04	2.1-2.24	0.33-0.40	-	0.04-0.07	26°-32°	92-114
γ = peso di volume			Cuk = coesione non drenata		C'k = coesione efficace		
γ_w = peso di volume saturo			ϕ'_k = angolo di attrito		Ed = modulo edometrico		

3.3.2 Indagini sismiche

I Comuni di Firenze e di Campi Bisenzio, in base alla delibera GRT n.421 del 26/05/2014 che ha aggiornato la classificazione sismica regionale, sono stati inseriti nella zona sismica 3. L'aggiornamento della delibera ha reso coerente la classificazione sismica regionale con i criteri nazionali di stima della pericolosità sismica (O.P.C.M. 3519/2006, NTC 2008 e 2018 che prescrivono la determinazione puntuale di tale parametro con approccio "sito-dipendente"), ed hanno permesso in tal modo di discriminare a livello regionale le aree a maggior pericolosità sismica.



In particolare, le norme tecniche O.P.C.M. 3519/2006 indicano, in base al parametro a_g =accelerazione orizzontale ed all'accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico a_g/g , quattro zone di cui le prime tre vengono suddivise in quattro intervalli caratterizzati da differenze di accelerazione pari a 0.025g, mentre la quarta, visti i bassi valori di accelerazione, non prevede ulteriori suddivisioni:

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g)
1	$0.25 < a_g \leq 0.35$	0.35g
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$	0.25g
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$	0.15g
4	$a_g \leq 0.05$	0.05g

- **ZONA SISMICA DEI COMUNI DI FIRENZE E DI CAMPI BISENZIO => 3**
- **CATEGORIA TOPOGRAFICA DELL'AREA (PENDENZA MEDIA <5%) => T1**

Le condizioni topografiche definiscono il coefficiente di amplificazione topografica S_t ; per situazioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale, mentre per configurazioni superficiali semplici si potrà adottare la seguente classificazione:

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA
T1	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ($i \leq 26.7\%$)</i>
T2	<i>Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ ($i > 26.7\%$)</i>
T3	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ ($26.7\% \leq i \leq 57.7\%$)</i>
T4	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media $i > 30^\circ$ ($i > 57.7\%$)</i>

Le categorie topografiche sopra esposte si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Per tenere conto delle condizioni topografiche ed in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico St riportato nella seguente tabella in funzione dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento:

CATEGORIA	UBICAZIONE DELL'OPERA O DELL'INTERVENTO	ST
T1	-----	1.0
T2	<i>In corrispondenza della sommità del pendio</i>	1.2
T3	<i>In corrispondenza della cresta del rilievo</i>	1.2
T4	<i>In corrispondenza della cresta del rilievo</i>	1.4

- **COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA => $St = 1.0$**

Essendo l'area oggetto di studio caratterizzata da un profilo morfologico dotato di pendenze medie del terreno inferiori al 5%, in base alla suddetta tabella, appartiene alla categoria topografica T1 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ($i \leq 26.7\%$). Pertanto, si affida al terreno in studio, il seguente coefficiente topografico St di amplificazione sismica:

$$St = 1.0$$

- **VALUTAZIONE DELLA $Vs30$ E CATEGORIA DI SOTTOSUOLO**

Per la definizione della $Vs30$ e della categoria di sottosuolo per gli interventi si fa riferimento alle indagini geofisiche precedentemente elencate, descritte nell'elaborato B382-4.2-SF-GEO-RT-

001-B e ubicate nella planimetria B382-4.2-SF-GEO-PP-001-B, in base alle quali si assegna la seguente categoria di sottosuolo:

- **CATEGORIA DI SOTTOSUOLO => CATEGORIA C**

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

Quindi, è possibile riassumere per l'area in analisi ed i terreni in studio le categorie individuate:

- **Categorie terreni area in analisi**
- **Zona sismica: 3;**
- **Categoria di sottosuolo: C;**
- **Categoria topografica: T1;**
- **Coefficiente di amplificazione topografica: $S_T = 1.0$;**

3.3.3 Indagini archeologiche

La procedura di verifica preventiva dell'interesse archeologico costituisce lo strumento per individuare i possibili impatti dell'opera progettata sul patrimonio archeologico che potrebbe essersi conservato nel sottosuolo e, di conseguenza, per consentire di valutare, sulla base del rischio di interferenza, la necessità di attivare ulteriori indagini di tipo diretto.

Lo studio archeologico, eseguito ai sensi dell'art. 25, comma 1, del D.lgs. 50/2016 e prodromico alla verifica preventiva dell'interesse archeologico, ha previsto l'acquisizione di un apparato documentale relativo alle presenze archeologiche individuate e/o documentate nel contesto in esame, mediante la collazione di informazioni desumibili da fonti bibliografiche, archivistiche, cartografiche, aerofotografiche e ricognitive.

Le principali fonti utilizzate sono la Carta Archeologica della Provincia di Firenze del 1995 redatta a cura di Co.Idra e un contributo inedito redatto dalla dott.ssa Gabriella Poggesi della Soprintendenza ABAP-FI per il nuovo Piano Strutturale.

Il territorio comunale di Campi Bisenzio restituisce varie segnalazioni di ritrovamenti archeologici, tuttavia non esaustivi per una ricostruzione soddisfacente delle dinamiche insediative antiche di questa porzione della piana. Nell'area nord del territorio comunale, oltre all'area archeologica della città etrusca di Gonfienti, le evidenze emerse presso l'Interporto della Toscana Centrale, il casello autostradale di Prato Est e nell'area "Il Rosi", mostrano una stabile presenza umana già a partire dall'età del Bronzo. Dalla zona sud-ovest del territorio sono note in letteratura due segnalazioni, a S. Angelo (resti di un *pagus* romano e insediamento di età medievale") e a Lecore (coperchio d'urna, di fine II - inizi I sec. a.C.). Sono inoltre segnalati vari ritrovamenti di materiali in aratura effettuati negli scorsi anni Ottanta e Novanta, non collegati ad una vera e propria attività archeologica e pertanto con alcuni limiti di attendibilità. Le indagini archeologiche eseguite nel 2016 nell'ambito della progettazione del nuovo Aeroporto internazionale "A. Vespucci" hanno permesso di individuare una *via glareata* di età romana in loc. S. Croce e paleosuoli di età preistorica e romana in loc. Prataccio.

Nell'ambito della centuriazione romana della piana a nord dell'Arno, si riconoscono in alcuni canali le persistenze di cardini che permettevano di mantenere attivo il deflusso delle acque piovane. Gli assi est-ovest, invece, appaiono meno conservati o "slittati" topograficamente. Per quanto riguarda la viabilità, nell'area di studio non si riconoscono invece tracciati di strade di età romana. Gli elementi del paesaggio ricalcanti tratti della centuriazione (strade, canali, filari, fossi, ecc.) e della viabilità antica o medievale sono riportati nell'Elaborato B382-4.2-SF-ARC-CO001-A. Oltre alle attestazioni archeologiche materiali e topografiche, possono esprimere un potenziale di tipo archeologico anche gli edifici e le aree di interesse storico-architettonico sottoposti a tutela ai sensi dell'art. 10 del D.lgs. 42/2004, ovvero i beni immobili di età medievale e moderna (strutture per il culto, castelli, palazzi, ecc.) che potrebbero conservare anche elementi di

interesse archeologico. Detti beni, individuati nel PIT della Regione Toscana e nel P.R.G. del Comune di Campi Bisenzio, Variante al RUC 2012, Elaborato L1, sono registrati nell'Elaborato B382-4.2-ARC-RG001-A.

3.3.4 Vincoli storici, artistici ed archeologici

L'acquisizione dei dati archeologici ai sensi dell'art. 25, comma 1, del D.lgs. 50/2016, è stata preceduta dall'analisi delle tutele di carattere archeologico mediante la consultazione degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica (PIT, PTCP, PS, RU).

Il D.lgs. 42/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" definisce i beni immobili e mobili che presentano interesse archeologico (Parte I, artt. 2, 10 e 157). Le disposizioni di tutela sono individuate nella Parte II, art. 21 e ss.

Il tracciato progettuale di linea 4.2, non interferisce, come reso evidente dallo stralcio sotto riportato, con beni culturali, architettonici ed archeologici, tutelati ai sensi della parte II del D.Lgs. 42/2004. Il tracciato culmina nella parte terminale, all'interno dell'abitato di Campi Bisenzio e si arresta in una posizione tale da non interferire con l'area "Complesso Villa e Fattoria denominato Villa Rucellai" vincolata in quanto "Bene architettonico tutelato ai sensi della parte II del D.Lgs. 42/2004", identificata con il codice bene 90480060658.



Comune
di Firenze

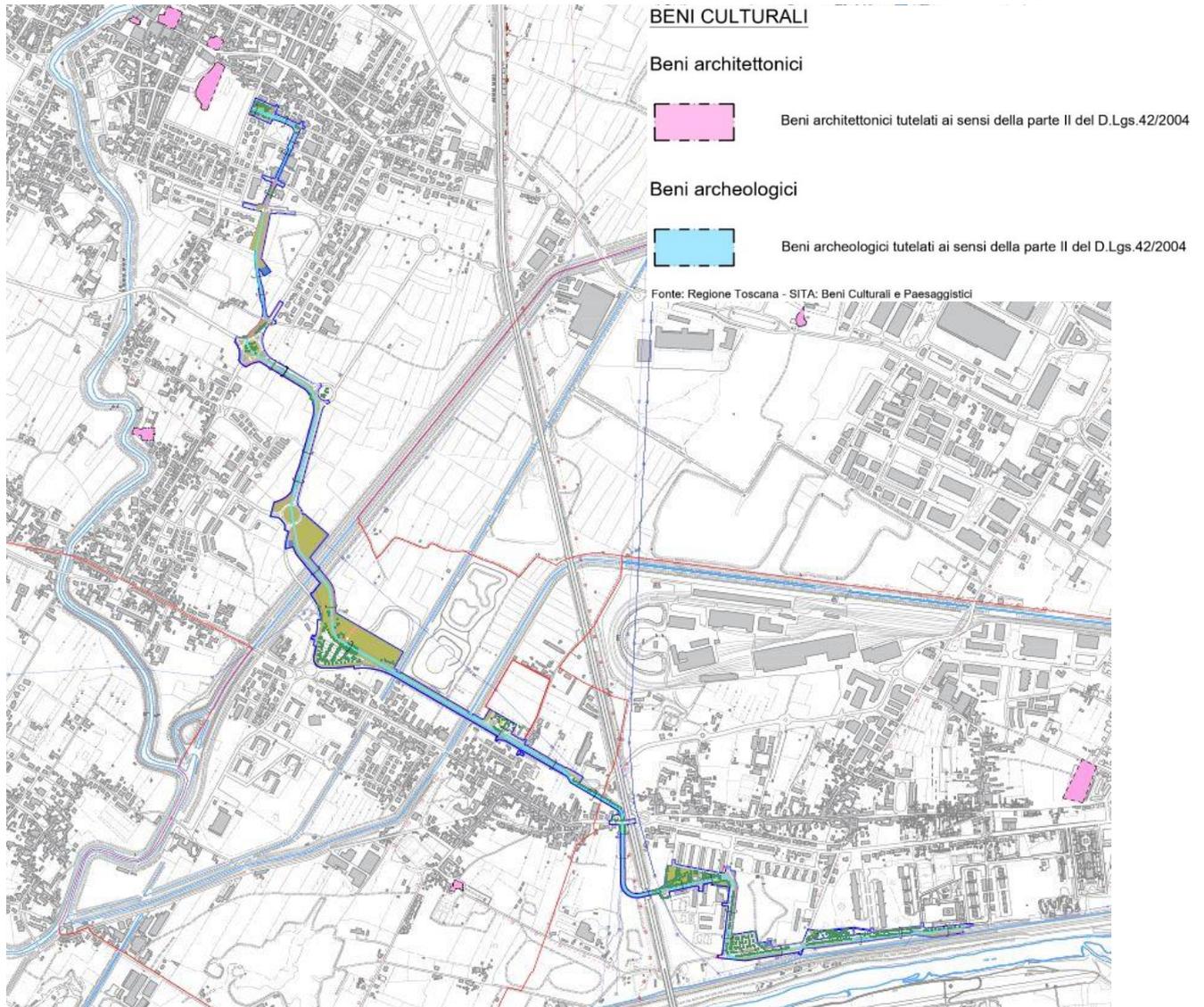


Figura 12 - Linea 4.2 - Interferenze con Beni architettonici e archeologici

Nel territorio comunale di Campi Bisenzio vi è un'area è sottoposta a **vincolo archeologico** ai sensi del D.lgs. 42/2004, art. 10, c. 3, lett. a) l'area archeologica di Gonfienti con resti di insediamento etrusco databile al VI-V sec. a.C., che in parte ricade anche in Comune di Prato. Complessivamente l'area è sottoposta a due provvedimenti di tutela archeologica (D.M.

27/12/2007 per l'area in loc. Gonfienti e D.M. 05/04/2006 per l'Area Interporto). Per i dettagli si rimanda all'Elaborato B382-4.2-SF-ARC-RG001-A.

Per quanto riguarda l'interferenza tra l'opera di progetto ed i beni archeologici ed architettonici puntuali (vincoli in rete Ministero per i beni e le attività culturali), la linea 4.2, non interferisce in modo diretto con tali beni architettonici o archeologici individuati, per cui non si rilevano, per tale aspetto, criticità da segnalare.

3.3.5 Vincoli paesaggistici

Il tracciato progettuale di linea 4.2 interferisce, come evidente dallo stralcio di seguito riportato, con alcune aree sottoposte a vincoli paesaggistici e tutelate per legge ai sensi dell'articolo 142 del D.Lgs. 42/2004, così come individuati dal Piano di Indirizzo territoriale con valenza di piano paesaggistico vigente sul territorio in oggetto.

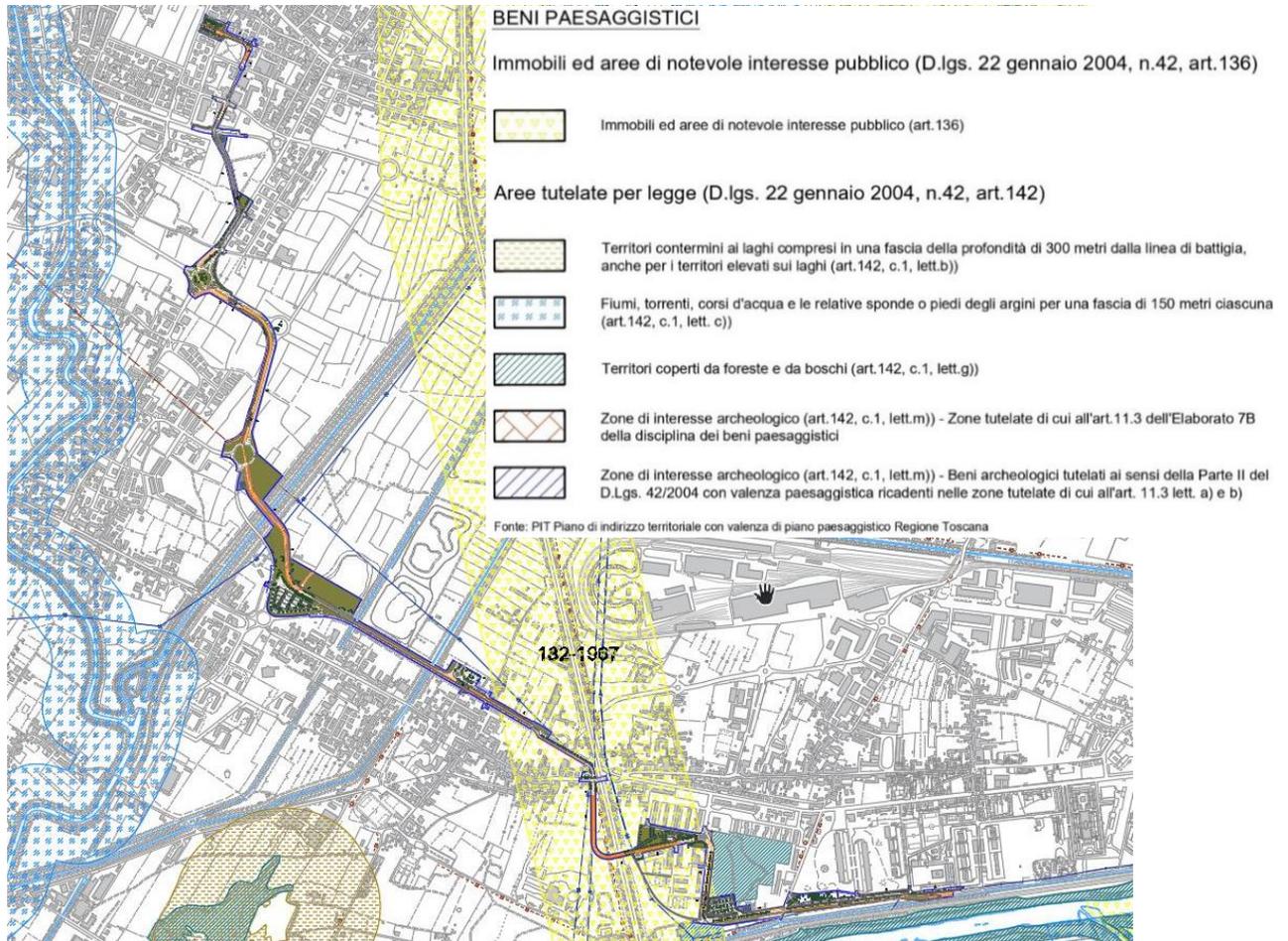


Figura 13 Linea tranviaria 4.2 - Interferenze con Aree sottoposte a vincoli paesaggistici

Il tracciato di progetto di linea 4.2, che da Via S. Donnino si collega a Via Pistoiese, interferisce, per un'estensione di circa 300 metri, con l'area tutelata per legge ai sensi dell'articolo 142 del D.Lgs. 42/2004. In particolare, la linea tranviaria prevista interseca l'area classificata come "Territori coperti da foreste e da boschi" (art.142, c.1, lett.g).

Oltrepassata questa zona il tracciato entra all'interno della fascia di territorio fiancheggiante l'Autostrada del Sole di larghezza complessiva 600 metri e che rientra all'interno degli "Immobili

ed aree di notevole interesse pubblico” (182-1967), vincolata ai sensi dell’art.136 del D.Lgs. 42/2004.

3.3.6 *Valutazioni di carattere ambientale tramite applicazione modellistica per le componenti rumore e atmosfera*

Lo studio preliminare ambientale è finalizzato ad identificare, quantificare e valutare i potenziali impatti ambientali (positivi e negativi) che la realizzazione della Linea 4.2, ovvero il prolungamento del sistema tranviario fiorentino per Campi Bisenzio, indurranno a carico delle componenti ambientali potenzialmente impattate, con particolare riferimento alla matrice atmosfera e alla componente rumore. Per valutare e quantificare gli impatti sono stati effettuati studi modellistici per la componente rumore e atmosfera come dettagliato di seguito.

Per quanto riguarda la componente atmosfera, in considerazione della complessità ed importanza della suddetta matrice ambientale, si riportano i contenuti dello studio attraverso la seguente articolazione:

- analisi della normativa di riferimento applicabile e dei relativi limiti;
- analisi dei principali strumenti di pianificazione di settore e verifica della relativa coerenza del progetto;
- caratterizzazione iniziale dello stato di qualità dell’aria e dei fattori di pressione antropica presenti;
- caratterizzazione del regime climatologico e identificazione dei dati di base utilizzati a supporto della modellistica numerica;
- identificazione e valutazione degli impatti correlati alla fase di realizzazione dell’opera;
- identificazione e valutazione degli impatti correlati alla fase di esercizio dell’opera.

La modellistica numerica implementata per la valutazione degli effetti ambientali correlata all'esercizio della futura infrastruttura muove, ovviamente, a partire dalle risultanze dello studio trasportistico a cui si rimanda alla consultazione per maggiori dettagli tecnici.

Nello studio sono stati utilizzati due differenti modelli di dispersione, nello specifico CALINE4 per la descrizione del traffico veicolare in fase di esercizio e il modello CALPUFF per la valutazione delle ricadute dalle attività di cantiere.

La stima delle concentrazioni degli inquinanti in aria ambiente associate alle emissioni in fase di cantiere è stata effettuata mediante il sistema di modelli costituito dal pre-processore meteorologico CALMET e dal modello Lagrangiano, non stazionario a puff, multistrato e multi-inquinante CALPUFF, nonché del post processore CALPOST.

Il modello CALINE per la fase di esercizio ha lo scopo di stimare gli impatti sulla qualità dell'aria nei pressi di strade o infrastrutture viarie lineari. CALINE4 è in grado di simulare le concentrazioni in aria ambiente di inquinanti primari inerti come CO e articolato ed NO₂, originate dalle emissioni degli autoveicoli.

Per stimare l'impatto nella fase di esercizio sono stati utilizzati i dati di assegnazione del traffico lungo la rete stradale principale inclusa nell'area di interesse, come stimati nello "Studio trasportistico e di traffico", ed i fattori di emissione medi calcolati da APAT-ISPRA. Su tali basi sono state stimate le emissioni complessive relative agli ossidi di azoto, al PM₁₀ e al Benzene.

Per quanto concerne la fase di cantiere, lo studio presenta una stima delle concentrazioni in aria ambiente delle polveri diffuse (PM₁₀) di alcune fasi di attività (carico/scarico di inerti, scavo, trasporto lungo piste pavimentate) facendo riferimento ai fattori di emissione indicati dal manuale US-EPA AP 421 e dalle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" elaborate da ARPAT.

Le attività cantieristiche di interesse che sono state considerate nella stima delle emissioni sono le seguenti:

- operazioni di scavo e sbancamento superficiale;
- movimentazione terre all'interno del cantiere;
- passaggio di mezzi pesanti su superfici non pavimentate.

In aggiunta alle emissioni polverulente dovute alle attività di cantiere, è stata effettuata la stima degli effetti della modifica del traffico sulla viabilità locale in conseguenza dell'apertura dei cantieri. In tal senso è stato implementato lo scenario di traffico più critico all'interno del periodo di cantiere scelto; gli inquinanti considerati sono in questo caso PM10, NOx e Benzene. L'impatto potenzialmente più rilevante esercitato dai cantieri sulla componente atmosfera è legato alla possibile produzione di polveri, provenienti direttamente dalle lavorazioni e, in maniera meno rilevante, quelle indotte indirettamente dal transito di mezzi meccanici ed automezzi sulla viabilità interna ed esterna. Muovendo a partire dalle suddette ipotesi, si è provveduto alla determinazione degli scenari di cantiere che, per durata, tipologia di lavorazione, contemporaneità delle lavorazioni, ubicazione rispetto ai ricettori e quantitativi di materiale coinvolto, possono ritenersi maggiormente "critici" e tali da richiedere una puntuale valutazione quantitativa dell'impatto generato.

Relativamente alla fase di esercizio, le emissioni totali sono state calcolate prendendo a riferimento tutti i tronchi/archi viari considerati nello studio e compresi nel dominio di calcolo individuato. In questo modo, è stato possibile stimare le emissioni totali da traffico nel dominio in esame che sono state successivamente utilizzate nella configurazione del codice CALINE per la valutazione dell'impatto di queste sulla qualità dell'aria.

I dati per tutte le sezioni individuate ed i relativi tronchi viari sono rappresentati in base ai parametri di volume di traffico nell'Ora di Punta (ODP) e come traffico medio giornaliero TGM. Per ognuno degli archi viari sono disponibili le classi di veicoli auto, veicoli leggeri, veicoli pesanti.

Per i risultati delle simulazioni si rimanda allo Studio preliminare ambientale – Relazione generale con codifica B382-4.2-SF-AMB-RG-002-B.

In riferimento invece alla componente rumore è stata eseguita una Valutazione Previsionale di Impatto Acustico relativamente al progetto per l'estensione del sistema tramviario fiorentino della Linea 4.2 verso Campi Bisenzio.

È stato determinato, analizzato e successivamente valutato il clima acustico presente nel territorio non solo a seguito della realizzazione dell'opera prevista, ma fornendo anche le necessarie considerazioni in merito allo stato attuale e alla fase di costruzione della nuova infrastruttura.

Ai fini della valutazione ambientale, è stato preso in esame il tessuto urbano verificando dapprima su area vasta e poi puntualmente su alcuni ricettori, l'impatto acustico del nuovo tracciato tranviario in termini di rispetto della normativa vigente in materia di inquinamento acustico. È stato attentamente analizzato il clima acustico, presente allo stato attuale ed atteso nello stato di progetto, in prossimità degli eventuali recettori sensibili individuati nelle aree prospicienti l'opera. Sono state infine identificate le eventuali aree che necessitano di interventi di riduzione della rumorosità e sono di conseguenza indicate le opere di mitigazione occorrenti. Nell'analisi dell'inquadramento sono stati presi in considerazione i ricettori sensibili, quali strutture scolastiche e sanitarie presenti su una fascia di 500 metri ai lati dal tracciato.

Per la realizzazione del modello matematico dello stato di fatto, si è fatto riferimento ai dati di flusso veicolare presenti nello studio trasportistico e riferiti al 2019.

Per la taratura del modello è stato eseguito il confronto tra misure eseguite presso determinati ricettori ed i livelli sonori simulati dal modello acustico.

I dati utilizzati per la definizione del modello di simulazione sono:

- classificazione e caratteristiche tecnico-geometriche del progetto in valutazione;
- elaborati progettuali digitali, comprendenti tracciati planimetrici, profili altimetrici e sezioni dell'opera in progetto;

- elaborati progettuali digitali, comprendenti tracciati planimetrici, dei nuovi insediamenti residenziali previsti dal progetto;
- cartografia numerica digitale 3D e ortofoto georiferite dell'area di studio;
- Leq diurno e Leq notturno corrispondenti ai transiti della tranvia
- Il numero dei transiti diurni e notturni presenti sulla viabilità ordinaria (attuale ed in fase di progetto).

Il materiale documentale è stato integrato da sopralluoghi in sito mirati a definire le porzioni di territorio interessate dallo studio, di analizzarne la relativa morfologia e corografia e in particolare modo di individuare i principali recettori.

La rumorosità nell'area soggetta ad ospitare il nuovo tracciato tranviario è stata valutata allo stato attuale ed in fase di esercizio considerando, nel primo caso l'impatto dovuto ai flussi di traffico attualmente presenti, mentre nel secondo è stato valutato l'effetto congiunto della linea tranviaria e dei flussi di traffico attesi. Inoltre, è stato valutato anche lo scenario futuro senza la realizzazione della linea.

Lo studio è stato condotto utilizzando i seguenti approcci metodologici:

- qualitativo (mediante realizzazione di apposite Mappe acustiche, Mappe dei confronti) per quanto riguarda la valutazione dei livelli di pressione sonora presenti ai ricettori ubicati all'interno di una fascia di 500m per lato della linea tranviaria. Sono state realizzate le seguenti mappe tematiche:

Mappe Acustiche	Periodo
Stato Attuale 2019	Periodo Diurno
Stato Attuale2019	Periodo Notturno
Stato di Progetto2025 con Linea	Periodo Diurno
Stato di Progetto2025 con Linea	Periodo Notturno
Stato di Progetto2025 senza Linea	Periodo Diurno
Stato di Progetto2025 senza Linea	Periodo Notturno
Stato di Progetto2025 con solo la Linea	Periodo Diurno
Stato di Progetto2025 con solo la Linea	Periodo Notturno
Mappe dei Confronti	Periodo
Stato di Progetto2025 con e senza Linea	Periodo Diurno
Stato di Progetto2025 con e senza Linea	Periodo Notturno

Tabella 4– Elenco Elaborati Grafici relativi Ante e Post operam

- quantitativo (puntuale) per quanto riguarda la valutazione in facciata a tutti i ricettori presenti nelle fasce di 500m, ossia ricettori sensibili, ricettori rilevanti e altri ricettori. In questo caso si è proceduto al calcolo dei livelli equivalenti di pressione sonora (diurni e notturni) presenti presso specifici ricevitori virtuali, posti in facciata ai ricettori sensibili e a tutti quei ricettori che si affacciano sull'opera e archi stradali.

Per quanto concerne l'impatto dovuto alla fase di realizzazione dell'opera si è proceduto a simulare la propagazione dell'onda sonora generata dal cantiere (operante in periodo diurno) sia nella condizione peggiore, ovvero con tutti i mezzi d'opera in funzione contemporaneamente al fine di simulare la "mezz'ora peggiore", sia nella condizione media di lavoro per valutare il livello diurno generato dalle attività. Infine, si è proceduto ad eseguire la simulazione acustica del cantiere tenendo in considerazione il mutamento del traffico dovuto alla sua presenza.

Mappe Acustiche	Sorgenti
Emissione di Cantiere Livelli equivalenti Previsti	Attività di cantiere media
Emissione di Cantiere Livelli Massimi Previsti	Attività di cantiere massima
Mappe Acustiche	Sorgenti
Immissione di Cantiere Livelli equivalenti Previsti	Attività di cantiere media e traffico di riferimento
Immissione di Cantiere Livelli Massimi Previsti	Attività di cantiere media e traffico di riferimento

Tabella 5– Elenco Elaborati Grafici relativi al Corso d’opera

Lo studio è stato effettuato utilizzando il software specifico SoundPLAN 8.1 (che verrà indicato in seguito con SoundPLAN) della società Braunstein+Berndt GmbH. SoundPLAN è in grado di valutare il rumore emesso da vari tipi di sorgenti utilizzando vari standard selezionabili dall’operatore a seconda della situazione in esame. Il software previsionale acustico suddetto è in grado di eseguire l’analisi della propagazione sonora nell’ambiente esterno sulla base delle relazioni contenute nella norma ISO 9613 per quanto riguarda la modellizzazione di sorgenti puntiformi, lineari, superficiali, nel modello NPBM –Routes 96 per la modellizzazione di strade, autostrade e percorsi stradali, nel modello RMR per la realizzazione di ferrovie e tramvie.

I risultati sono prodotti sia in forma tabellare, sia in forma grafica.

Per i risultati delle simulazioni si rimanda allo Studio preliminare ambientale – Relazione generale con codifica B382-4.2-SF-AMB-RG-002-B e agli elaborati grafici da B382-4.2-SF-AMB-PP002-B a B382-4.2-SF-AMB-PP085-B.

3.3.7 Considerazioni finali sulla compatibilità con il contesto territoriale ed ambientale

Lo studio ambientale redatto a supporto della Verifica di assoggettabilità a V.I.A. è stato finalizzato in particolare all’analisi della compatibilità del progetto del prolungamento tranviario per Campi Bisenzio, attraverso lo studio dell’inserimento dell’opera nel contesto territoriale e della coerenza con gli strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale, oltreché dei potenziali impatti ambientali significativi correlati alla progettazione della nuova linea tranviaria in oggetto.

A seguito dell'analisi di conformità agli strumenti di pianificazione territoriale, settoriale, ambientale ed al sistema dei vincoli e delle aree protette è possibile trarre le seguenti considerazioni finali:

- L'analisi degli strumenti di pianificazione settoriale e della pianificazione territoriale di area vasta hanno reso evidente come l'adeguamento ed il potenziamento del sistema infrastrutturale, legato alla mobilità pubblica, abbia rappresentato uno degli obiettivi fondamentali della pianificazione urbanistica degli ultimi tempi; l'area metropolitana fiorentina rappresentando una delle aree più dinamiche nello sviluppo economico sia regionale sia nazionale, ha saputo integrare livelli di crescita e di adeguamento alle nuove esigenze del mercato, e al mantenimento di una forte integrazione sociale. Da qui l'esigenza di scelte che sappiano distinguere e selezionare i diversi modi di trasporto in funzione delle diverse necessità. Lo sviluppo della mobilità pubblica attraverso il potenziamento del sistema tranviario, ponendosi tra gli obiettivi proprio la riduzione della congestione del traffico, permetterà di ottenere una generale migliore efficienza del servizio, un'ottimizzazione della fase di costruzione dell'opera che risulta dimezzata in termini di tempo e di spazi occupati, ed un minor consumo di materie prime e di opere di nuova realizzazione.
- In definitiva la realizzazione del progetto risulta coerente con gli sviluppi previsti dalla pianificazione di settore in quanto porterà al conseguimento di obiettivi primari, quali la riqualificazione della porzione di città attraversata, la razionalizzazione e il potenziamento del servizio pubblico e il miglioramento generale della mobilità.
- Il tracciato di progetto è stato sviluppato tenendo in considerazione tutte le previsioni contenute all'interno dei Piani particolareggiati ed esecutivi vigenti all'interno dell'area interessata dal progetto della linea tranviaria e di concertazione con gli enti e con i soggetti coinvolti direttamente dalla realizzazione della linea; il tracciato risulta quindi coerente con gli strumenti di pianificazione territoriale locale ed urbanistica vigenti.

- La disamina dei principali vincoli di carattere ambientale ha condotto invece alle seguenti considerazioni finali:
 - la linea tranviaria interferisce in modo diretto con l'area protetta situata nel territorio della Piana ovvero l'area ZSC-ZPS IT5140011 "*Stagni della Piana Fiorentina e Pratese*". Al fine di individuare e stimare gli eventuali impatti sul sito rete NATURA 2000 è stata effettuato lo studio specialistico di Valutazione di Incidenza Ambientale a supporto della Verifica di Assoggettabilità a VIA sia durante la fase di realizzazione dell'opera che in quella di esercizio. Per maggiori dettagli si rimanda alla "Relazione di Valutazione di Incidenza Ambientale" (B382-4.2-SF-AMB-RT006-A)
 - Il tracciato di progetto di linea 4.2, che da Via S. Donnino si collega a Via Pistoiese, interferisce, per un'estensione di circa 300 metri, con l'area tutelata per legge ai sensi dell'articolo 142 del D.Lgs. 42/2004. In particolare, la linea tranviaria prevista interseca l'area classificata come "Territori coperti da foreste e da boschi" (art.142, c.1, lett.g). Oltrepassata questa zona il tracciato entra all'interno della fascia di territorio fiancheggiante l'Autostrada del Sole di larghezza complessiva 600 metri e che rientra all'interno degli "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico" (182-1967), vincolata ai sensi dell'art.136 del D.Lgs. 42/2004.

Viste dette interferenze dirette con le aree vincolate, verrà redatta, nelle successive fasi progettuali, una relazione Paesaggistica al fine del rilascio dell'autorizzazione alla competente soprintendenza.

Lo studio ambientale è stato invece incentrato principalmente sull'analisi dei potenziali impatti generati sulle componenti ambientali significative dalle opere in progetto; la realizzazione del progetto conduce al conseguimento di obiettivi primari (tra cui in particolare la riduzione del traffico veicolare a favore della mobilità sostenibile) da cui deriva un bilancio sostanzialmente

positivo dei prevedibili effetti ambientali associati al progetto, tra i quali, in particolare, la riduzione delle emissioni in atmosfera e dell'inquinamento dell'aria e la riduzione del disturbo fonico.

Al contrario, possono risultare significativi gli impatti da cantiere, seppure di carattere temporaneo, per i disagi che potrebbero causare alla popolazione ed alle attività distribuite lungo la fascia impegnata dai lavori.

Per i dettagli dei risultati ottenuti a seguito dell'analisi ambientale condotte sulle singole matrici ambientali, si rimanda alle trattazioni specialistiche redatte a supporto della progettazione preliminare, riportate all'interno dello Studio Preliminare Ambientale B382-4.2-SF-AMB-RG-002-B e degli elaborati grafici a supporto di detto studio.

In definitiva la realizzazione del progetto risulta coerente con gli sviluppi previsti dalla pianificazione territoriale in quanto porterà al conseguimento di obiettivi primari, quali la riqualificazione della porzione di città attraversata, la razionalizzazione e il potenziamento del servizio pubblico e il miglioramento generale della mobilità, ai quali sono connessi benefici secondari ed indiretti che scaturiscono e sono raggiungibili proprio a partire da alcuni macroobiettivi che sono sintetizzabili in un sostanziale bilancio positivo dei prevedibili effetti ambientali associati al progetto.

3.4 CARATTERISTICHE FUNZIONALI DELLA LINEA

3.4.1 Stazioni

La realizzazione di una tramvia, oltre a migliorare la pubblica mobilità attraverso un mezzo a basso impatto ambientale, offre l'occasione e l'opportunità di una serie di interventi urbani che, oltre a minimizzare l'impatto del tracciato, riqualificano aree urbane a volte degradate. In quest'ottica le pensiline di fermata possono essere considerate gli elementi distintivi di un tracciato tranviario: sono gli unici oggetti in elevato, a parte gli elementi strettamente funzionali,

quindi facilmente individuabili anche a distanza che qualificano dal punto di vista architettonico un intervento di tipo infrastrutturale.

Per queste motivazioni la pensilina deve avere un carattere distintivo e facilmente identificabile anche a distanza, ma al tempo stesso deve sapersi integrare con il contesto in cui va a insediarsi. La scelta progettuale che ha portato all'idea della pensilina nasce dal fatto che gran parte della linea 4.2 passi attraverso aree rurali della piana fiorentina. Lungo la parte iniziale della linea 4.2 è stretto e predominante il rapporto che il tracciato tranviario ha con l'Arno.

Passeggiando lungo il fiume o addentrandosi nella piana fiorentina possiamo notare la presenza costante di canneti, possiamo scorgere nelle vicinanze di corsi d'acqua, che siano fiumi, torrenti, canali, essi rappresentano un elemento distintivo delle aree dove la tranvia andrà ad insediarsi. Al tempo stesso altrettanto forte e costante è la presenza dell'acqua, che si tratti dell'Arno, o dei canali che attraversano in ogni direzione la piana.

Il progetto per la pensilina si ispira dunque a due elementi naturali, il canneto e l'acqua. La copertura metallica se vista posteriormente, con il suo andamento sinusoidale richiama lo scorrere delle acque, mentre dal lato di ingresso al tram si trasforma in un profilo rettilineo. La copertura è composta da una struttura portante di profili metallici con un al quale si aggancia un'orditura perpendicolare a sezione variabile; a questo scheletro è fissata una pannellatura metallica verniciata bianca.

La copertura è sorretta da quattro piedritti (passo di 3 metri) composti da due elementi, un tirante e un puntone a sezione circolare con diametro di 10 centimetri in acciaio. Il tirante è perpendicolare al piano di calpestio mentre il puntone risulta inclinato di circa 7 gradi. All'interno del tirante è presente il tubo di raccolta delle acque meteoriche provenienti dalla copertura. Nella luce libera tra gli elementi strutturali, come protezione posteriore della pensilina è posta una serie di elementi cilindrici della stessa dimensione degli elementi strutturali, ma con un'altezza di circa 2,4 metri, quindi non collegati alla copertura. Questi elementi decorativi si presentano con inclinazioni variabili e ruotati in differenti angoli come a simulare il canneto presente sulla

piana. Di questi elementi, 7 per ogni campata, quello centrale è composto in metacrilato con una luce al suo interno diventa pertanto un corpo luminoso a tutta altezza, mentre gli altri sei hanno una luce apicale che va a illuminare l'intradosso della copertura che essendo bianca tende a riflettere ed illuminare per diffusione l'ambiente sottostante. Sia gli elementi del "canneto" sia quelli strutturali che la copertura sono verniciati di bianco così da poter essere ben individuabili all'interno delle aree verdi distinguendosi all'interno della piana.

In caso di fermate laterali le balaustre protettive sono studiate in modo da rendere visibile il canneto sia frontalmente che posteriormente alla fermata. Sono composte da paletti metallici ai quali sono ancorate funi di acciaio con una luce di 10 cm tra una e l'altra in modo da creare una barriera fisica trasparente. In corrispondenza della copertura invece della balaustra è presente un pannello di vetro di altezza 2,4 metri che rende visibile il canneto anche posteriormente.

La pavimentazione della banchina è in gres per esterni con finitura grigia ruvida oltre alla pavimentazione tecnica LOGES per gli ipovedenti.

La banchina di fermata prevede come dotazione standard: sedute, emettitrice, pannello informativo statico e dinamico integrato con sistema di altoparlanti, emettitrice con orologio, cestino tripartito per la differenziata, pannello informativo tattile per gli ipovedenti. Oltre a queste sono presenti le dotazioni tecniche standard per le fermate, come gli armadi di fermata, semaforo tranviario, pali illuminazione.



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO



Figura 14 Render fermata tipologica laterale



Figura 15 Render fermata tipologica centrale

La linea 4.2 si atterra a seguito della 4.1 per procedere in direzione di Campi Bisenzio, lungo il suo sviluppo sono presenti un totale di 11 fermate, sette delle quali sono fermate laterali e le rimanenti quattro centrali. La fermata centrale prevede uno spazio di banchina (4.00 m) maggiore rispetto alle laterali (3.00 m) in quanto ogni banchina serve due binari. Le dotazioni della banchina centrali sono raddoppiate rispetto alla singola banchina laterale. Ci saranno quindi doppie emettitrici, doppi pannelli informativi sia statici che dinamici, dotazione doppia di sedute ecc.

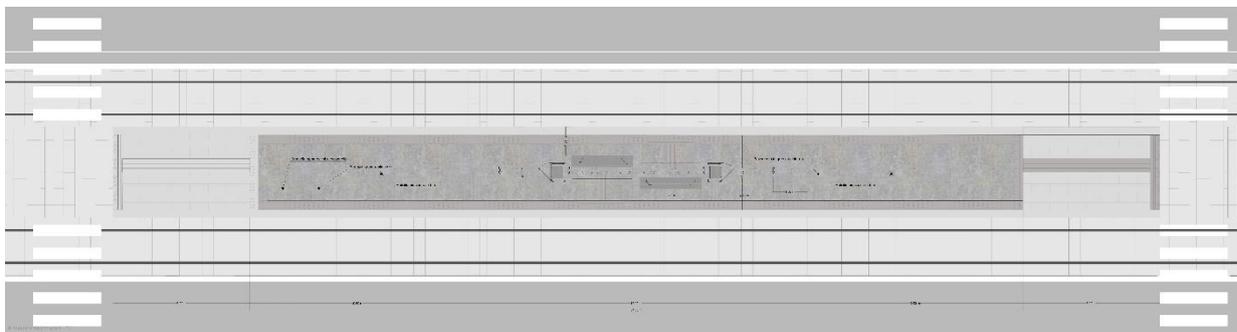


Figura 16 - Fermata tipologica centrale

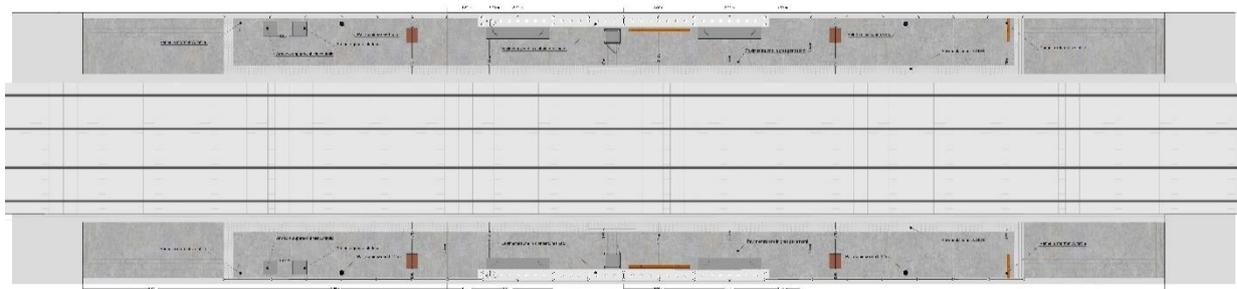


Figura 17 - Fermata tipologica laterale

Esiste lungo il tracciato della 4.2 una fermata particolare che fuoriesce dai canoni seguiti sia dalle fermate laterali che da quelle centrali. Si tratta della fermata Castagno, che funziona come

parcheggio scambiatore e ingresso al parco di San Piero. Questa fermata si trova ad una quota maggiore rispetto al piano del parcheggio e del parco di circa 80 centimetri. Arrivando dal parcheggio ci troviamo di fronte ad una doppia gradinata tra le quali si attesta una rampa parallela alla direzione dei binari; la prima gradinata che incontriamo dal parcheggio è disassata rispetto al centro della banchina perché serve direttamente l'attraversamento pedonale che porta al binario direzione Campi Bisenzio, e all'ingresso al Parco. La seconda gradinata è adiacente alla banchina direzione Firenze. Le gradinate sono delimitate lateralmente da due grandi "vasi" in calcestruzzo che servono anche a contenere la parte di rilevato dei binari precedenti e successivi alla fermata.

La banchina di fermata direzione Firenze avendo anche la funzione di ingresso al parco si presenta come una banchina laterale ma con le dimensioni e la struttura della pensilina di una banchina centrale, questo per favorire al massimo la permeabilità di questo elemento. Tramite la gradinata è infatti possibile accedere alla banchina in qualsiasi punto avendo inoltre una copertura che si estende anche nella parte posteriore della stessa. Al di sotto della copertura di fermata sono inoltre presenti due pannelli informativi statici, due sedute e una emettitrice, dotazioni differenti rispetto alle dotazioni standard di una fermata laterale.

L'attraversamento della sede tramviaria è consentito solamente sul lato nord, il lato opposto risulta invece protetto da una balaustra. L'area di sosta posta prima l'attraversamento risulta molto più ampia rispetto alle fermate standard così da enfatizzare il nuovo accesso al Parco di San Piero.

Le dimensioni della banchina direzione Campi Bisenzio sono invece standard ed ha la stessa dotazione della banchina direzione Firenze.

Per accedere al Parco di San Piero, attraversati i binari è possibile utilizzare un sistema di rampe o una piccola gradinata per arrivare alla quota del parco.

La pavimentazione delle rampe, delle aree di sosta e delle gradinate è analoga a quella della banchina di fermata, una pavimentazione in gres per esterni con finitura grezza di colore grigio,

andando così a creare un elemento materialmente e visivamente omogeneo con la banchina di fermata.



Figura 18 - Render fermata Castagno

Degna di una propria considerazione è anche la fermata Pistoiese. Questa mantiene un layout materiali di rivestimento assimilabili di una fermata tipologica a banchina centrale, ma i collegamenti verticali necessari per l'inserimento urbano, le conferiscono caratteristiche non riscontrabili nelle altre stazioni.



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BIENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BIENZIO



Figura 19 - Fermata Pistoiese – Planimetria di insieme

La fermata è posta a nord della S.R. 66 "Nuova Pistoiese" in prossimità dell'area destinata al deposito tramviario, sopra il rilevato realizzato in adiacenza a quello della strada esistente.

Il posizionamento della tramvia a nord della "Nuova Pistoiese" è stato deciso nelle precedenti fasi di questo progetto, in virtù del migliore tracciamento garantito da questa ipotesi.

La collocazione della fermata, separata dall'abitato di San Donnino dal tracciato stradale e tramviario,

ha resa necessaria una riflessione per garantire una migliore fruibilità agli utenti residenti in zona.

In quest'ottica è stato previsto un nuovo sottoattraversamento pedonale della S.R. 66 in corrispondenza di una contrada di via Guglielmo Oberdan, per creare un collegamento più agevole e diretto.

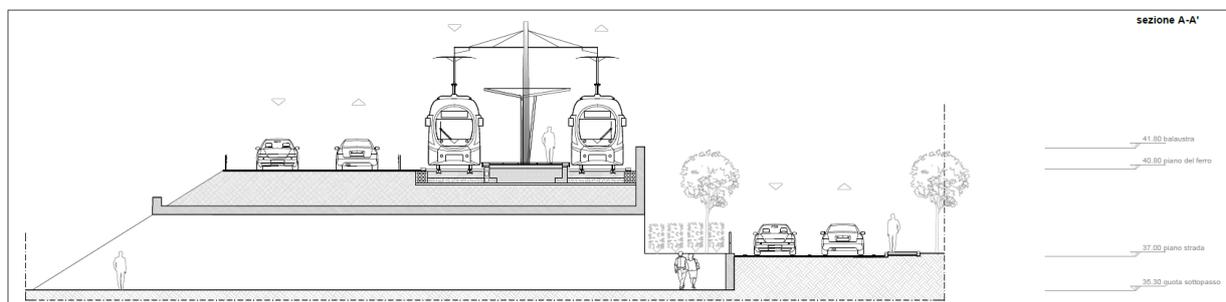


Figura 20 - Fermata Pistoiese - Sottopasso pedonale - Sezione

Sul versante l'inserimento del deposito tra il Fosso Macinante e via dei Manderi, ha implicato un riassetto morfologico e urbanistico dell'area.

Per motivi di protezione idraulica, il deposito sarà ad una quota superiore rispetto all'attuale piano di campagna con la previsione di una nuova strada che consenta il raggiungimento della quota di progetto.

La strada, collegata alla viabilità esistente nei pressi del sottopasso di via dei Manderi, permette il raggiungimento con mezzi su gomma della fermata Pistoiese.

Nei pressi della fermata è stata progettato un parcheggio scambiatore di ridotte dimensioni per consentire una possibilità di interscambio tra mezzi pubblici e privati.

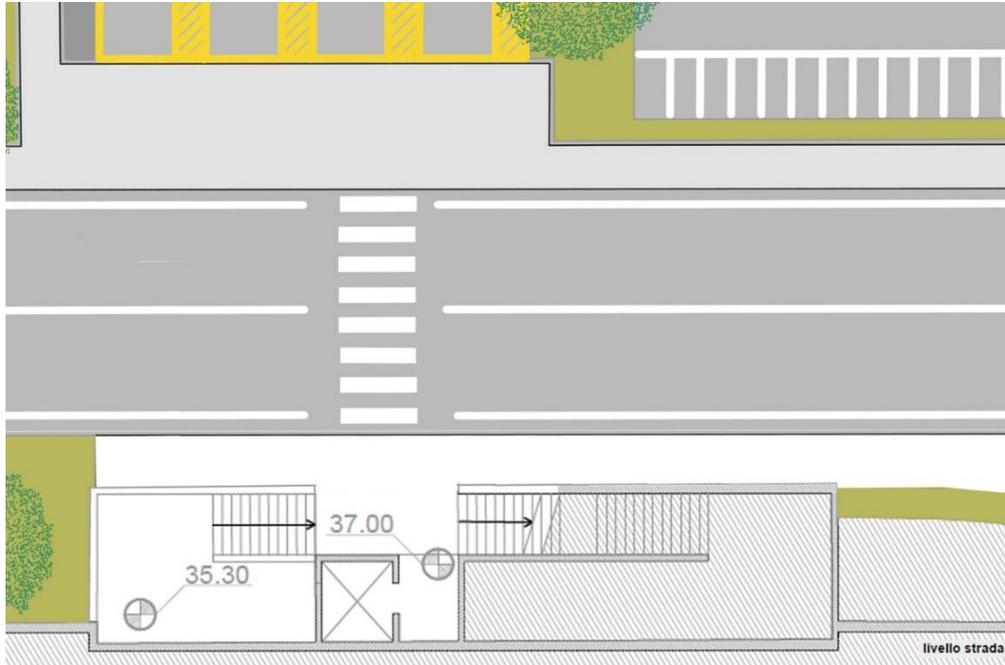


Figura 21 - Fermata Pistoiese - Sottopasso -Pianta Livello strada

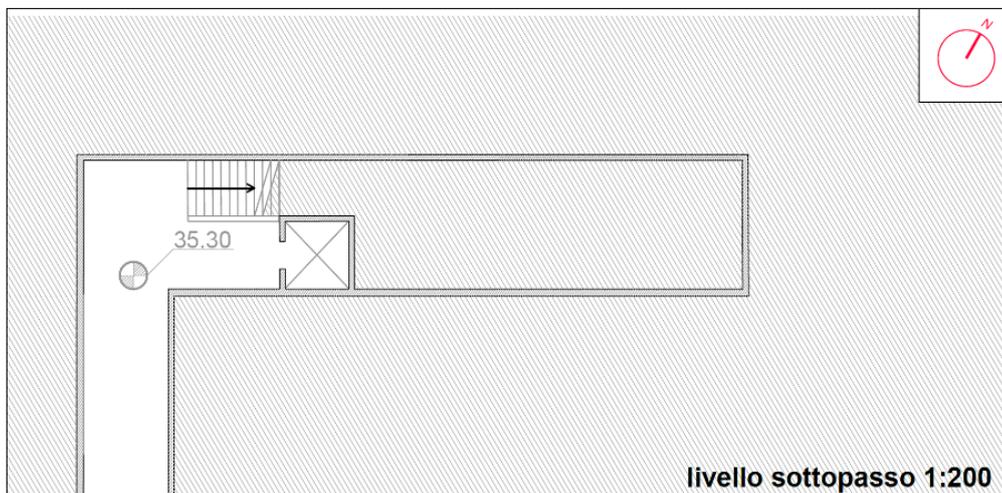


Figura 22 - Fermata Pistoiese - Sottopasso -Pianta Livello inferiore

La fermata è posta ad una quota superiore sia a quella del sottopasso pedonale di via Oberdan, che a quella della nuova strada per il deposito. Questo ha reso necessario lo studio di strutture

per il collegamento verticale progettate ad hoc per questa stazione.

In particolare, si evidenzia il sottoattraversamento pedonale da realizzarsi con spingitubo, la struttura di sostegno alla fermata, ed i collegamenti verticali ottenuti attraverso un sistema di rampe di scale, ascensori, e passerelle, pensate con l'obiettivo di garantire l'accessibilità alla fermata in spazi ristretti.

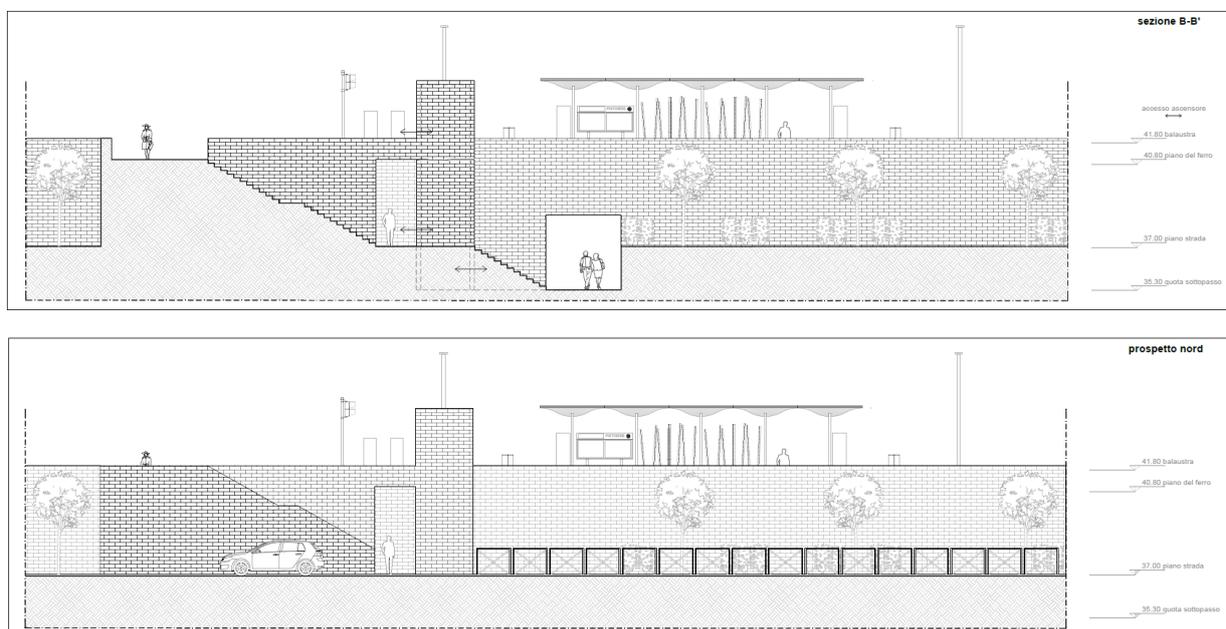


Figura 23 -Fermata Pistoiese - Prospetti lato Deposito

E' possibile nelle successive fasi progettuali ipotizzare un approfondimento sull'inserimento di queste strutture nel tessuto urbano esistente, in particolare sul lato sud, dove a corredo del sottoattraversamento potrebbe essere valutato un nuovo assetto dei percorsi pedonali dell'abitato di San Donnino.

3.4.2 Armamento

Nei Comuni interessati, Firenze e Campi, ed in particolare nel tratto oggetto dalla presente progettazione non è stata rilevata la presenza di edifici storici, bensì di una serie di luoghi sensibili e strategici quali quelli individuati nei paragrafi precedenti. Oltre a tale aspetto, valutata la ristretta sezione stradale e la conseguente vicinanza del tracciato agli edifici, si è resa necessaria una particolare sensibilità nell'approccio progettuale relativo alla realizzazione dell'armamento. Pertanto, come avviene ormai in tutte le realizzazioni di trasporto pubblico di massa su rotaia, le vibrazioni propagate attraverso l'aria, il suolo e le strutture devono essere mitigate per ridurre il disturbo che si arreca sugli edifici limitrofi.

Normalmente si utilizzano differenti livelli di approfondimento in relazione al livello di progettazione per cui prima della esecuzione (progetto definitivo ed esecutivo) si potranno effettuare misurazioni in loco per determinare puntualmente i parametri di attenuazione in ogni sezione del tracciato. A livello di progettazione preliminare si possono assimilare le condizioni del tracciato in oggetto a quelle di tratte analoghe delle Linee 2 e 3 (I lotto).

Si potrà pertanto adottare un approccio personalizzato per ogni singola situazione, per determinare i requisiti dei livelli di attenuazione sui binari, in riferimento alla distanza tra edifici e binari, alla funzione dell'edificio ed alla sua sensibilità.

Qualsiasi edificio le cui fondamenta si trovino ad una distanza inferiore ai 12 metri dall'asse centrale del binario, richiederà delle speciali misure di attenuazione.

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

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

Oltre all'attenuazione delle vibrazioni ad un moderno sistema di armamento oggi è anche richiesta la protezione dalle correnti vaganti.

Relativamente all'isolamento elettrico delle rotaie utilizzate sia come mezzo di trasmissione dei segnali che di alimentazione di potenza risulta determinante evitare qualsiasi contatto con elementi di elevata conducibilità elettrica quali essenzialmente i metalli.

Per limitare al meglio i problemi connessi alla presenza di correnti elettromagnetiche risultano determinanti non solo gli elastomeri degli attacchi ed i profili di rivestimento delle rotaie ma anche l'eliminazione di ponti di elevata conduttanza elettrica tra le rotaie e tra queste e l'ambiente.

L'isolamento del binario sarà garantito, a seconda della tipologia di armamento adottata.

Per quanto concerne la componente rumore risulta necessario evidenziare come l'utilizzo del sistema elastico di attacco delle rotaie, nel limite ovviamente della sicurezza della circolazione, risulti determinante nel ridurre la formazione di difettosità quali la marezzatura delle rotaie e la sfaccettatura delle ruote, origini prime di vibrazioni e rumori dannosi sia ai passeggeri che ai residenti. Proprio per tali difettosità si rendono necessarie le onerose operazioni di manutenzione (molatura) che limitano l'utilizzabilità della linea e dei mezzi in circolazione.

Il sistema di armamento prescelto 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 è quello utilizzato 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.

Sotto il profilo progettuale sono state previste 4 tipologie di armamento: L0m, L0, L2 ed L3.

L'armamento L0m presenta un sistema tradizionale di fissaggio di tipo ferroviario su traversine, invece l'armamento L0, L2 e L3 presentano il sistema di fissaggio ERS.

Si rimanda alla relazione tecnica specialistica per la puntuale descrizione delle tipologie di armamento previste nonché delle relative modalità di installazione e manutenzione.

3.4.3 *Parcheggi scambiatori*

Al fine di incrementare la facilità di interscambio modale tra trasporto pubblico e trasporto privato sono stati definite delle aree da destinarsi a parcheggio scambiatore.

Le Principali nel percorso sono poste in corrispondenza della fermata Campania e della fermata Castagno. Oltre a spazi più piccoli, nei pressi della fermata S.Donnino e Pistoiese.

Al capolinea Rucellai già presente al momento un parcheggio, che non è oggetto di questa analisi.

Parcheggio Campania

L'area individuata da destinare a parcheggio è di 7.432 mq, posta a ridosso dell'intersezione tra via Campania e via San Donnino. Ad est del parcheggio, si è individuata un'area di 910 mq dove è posizionata la SSE Campania.

Ingresso ed uscita del parcheggio, saranno su via di San Donnino, percorsi pedonali consentono il collegamento diretto con la fermata Campania posta lungo l'omonima via. La circolazione all'interno si basa su una corona a senso unico, con due rami a doppio senso tra le tre isole di parcheggio.

Il parcheggio dispone di 172 posti auto di cui 15 riservati a diversamente abili. Rispettando i requisiti della regione Toscana (Regolamento 29 luglio 2009, n. 41/R), di 1 ogni 30 o frazione di 30. Per ciclomotori e motocicli previsti 18 posti.

Il perimetro sud ed ovest del parcheggio sono circondati da una pista ciclabile, predisponendo il parcheggio come interscambio non solo tra tramvia e macchina, ma anche tra macchina e bicicletta o bicicletta e tramvia. Nel parcheggio in un'area in prossimità della fermata, sono predisposte spazi per rastrelliere e bike sharing al fine di incentivare questa intermodalità.

Il parcheggio si posiziona inoltre in un'area nevralgica per il futuro sviluppo della zona, a ridosso degli edifici residenziali di via Campania, e a cavallo del parco delle Piagge lungo l'autostrada e la previsione di un parco nell'area ineditata in cui si inserisce il parcheggio.

La superficie pavimentata del parcheggio, è inframezzata da alberature che ne definiscono il perimetro, e aiuole alberate sui vertici dei tre blocchi di parcheggio, e nel parcheggio ogni 4 posti auto

Parccheggio Castagno

Il parcheggio si colloca all'interno di un'area di 14.290mq delimitata da viale Liberto Roti, dalla S.R.66 e dal tracciato tranviario.

L'accesso all'area avverrà da viale Liberto Roti, e dalla S.R.66, per chi in arrivo da Firenze. L'uscita avverrà esclusivamente immettendosi sulla S.R.66 in direzione ovest. La circolazione all'interno si basa su una corona a senso unico affiancata da parcheggi ortogonali, e percorsi a senso unico anche tra le 4 isole di posti auto centrali.

I posti auto sono 323 di cui 14 destinati a diversamente abili. I posti per ciclomotori e motocicli sono 30.

Il parcheggio rappresenta il principale snodo di scambio intermodale della linea 4.2, ed offre la maggiore capienza ed un posizionamento in grado di intercettare i flussi da San Mauro a Signa, Signa e Poggio a Caiano.

Il parcheggio si trova su un'area di laminazione attualmente impiegata a parco e il suo inserimento unito a quello della tramvia rende necessario il ridisegno dell'accesso al parco, il cui ingresso principale sarà attraversando la fermata tramviaria.

La superficie pavimentata del parcheggio, è inframezzata da alberature che ne definiscono il perimetro, e aiuole che individuano i percorsi pedonali principali, e proteggono le vetture da un'eccessiva insolazione diretta.

Parcheggio Pistoiese

Il parcheggio di 7840mq, posto in un'area racchiusa tra il deposito della linea e la fermata Pistoiese, consente l'accessibilità carrabile della fermata.

Il parcheggio di 190 posti auto di cui 8 riservati a disabili, ha ingresso dalla nuova viabilità parallela alla linea tramviarie e uscita sulla esistente via dei Manderi.

Già in questa fase sono individuate aree per rastrelliere e bike sharing.

Parcheggio San Donnino

Il parcheggio di 800mq è posizionato dove attualmente si trova la stazione di servizio all'ingresso orientale dell'abitato di San Donnino.

Il parcheggio di 26 posti auto di cui 2 riservati a disabili, e 5 posti per motocicli e ciclomotori ha ingresso e uscita sulla via Pistoiese, con un unico senso di marcia all'interno.

3.5 INDIRIZZI PER LE SUCCESSIVE FASI PROGETTUALI

In questa sezione si intende fornire degli indirizzi, ed evidenziare problematiche emerse già durante la redazione di questo PFTE, che possano influenzare lo sviluppo e migliorare l'approccio delle successive fasi progettuali a partire dal progetto definitivo.

Compatibilizzazione con pianificazione territoriale

Il quadrante nord-occidentale della Città Metropolitana di Firenze è una delle aree maggiormente interessate da fenomeni di trasformazione urbanistica per la realizzazione di nuove strutture civili e di mobilità. Negli orizzonti temporali del PUMS della città metropolitana di Firenze, si segnala nell'area al confine tra Campi Bisenzio, Firenze e Sesto Fiorentino, due progetti strettamente collegati tra loro e al progetto tramviario.

Il primo è la realizzazione del nuovo parcheggio scambiatore autostradale “Osmannoro”, e la sistemazione definitiva di un nuovo svincolo a suo servizio. Nelle ipotesi il parcheggio sarà da realizzarsi secondo lo stile di “Villa Costanza” consentendo un rapido interscambio con altri mezzi di trasporto.

Una soluzione di collegamento della linea 4.2 con il nuovo parcheggio è stata valutata nelle precedenti fasi evolutive di questo PFTE, risultando però una soluzione difficilmente perseguibile.

Il secondo progetto previsto dal PUMS, prevede la creazione di un servizio Bus Rapid Transit (Osmannoro – Poggibonsi) afferente al parcheggio, e compatibile con una soluzione di interscambio con la linea 4.2 nei pressi della fermata tranviaria “Pistoiese”. La progettazione contestuale o quanto meno condivisa dei progetti sopraelencati è auspicabile per garantire una migliore efficacia complessiva.

Ad una scala più locale si segnala l'intervento di edilizia residenziale e terziaria, nei pressi di via Palagetta nel comune di Campi Bisenzio. Il comune di Campi in una avanzata fase della redazione del presente PFTE, ha trasmesso a questo raggruppamento una bozza di progetto per procedere ad una integrazione tra i due progetti, che è stata effettuata. Si rimanda ad una successiva fase progettuale, con il progetto di via Palagetta maggiormente definito, una valutazione complessiva sulla compatibilità tra i due interventi.

Altro intervento da segnalare in una fase più avanzata di progettazione è la nuova rotonda di via Curzio Malaparte / S.R. 66 a nord-est dell'abitato di San Donnino.

Per questo sarà necessario al momento dell'inizio delle fasi di progettazioni successive un attento studio degli strumenti urbanistici e nuovi orizzonti temporali che saranno validi a quella data.

Il presente progetto è aggiornato a Luglio 2020, con il comune di Campi che è in procinto di adottare un nuovo piano strutturale.

Rilievo

L'attuale rilievo eseguito in una fase iniziale della redazione del progetto, è stato aggiornato a più riprese con l'evoluzione del progetto.

Su alcune aree il rilievo effettuato andrà necessariamente aggiornato a seguito della realizzazione di interventi esterni alla presente progettazione, tra questi i sopracitati interventi della rotatoria di via Curzio Malaparte, e di via Palagetta. Su altre non è stato possibile effettuare un rilievo per l'inaccessibilità delle stesse; in particolare il riferimento è al sottopasso A1 nei pressi dei giardini di via Abruzzi, dove non è stato possibile rilevare l'altezza all'intradosso di copertura. La compatibilità geometrica, tra sede tramviaria e struttura è stata comunque assicurata da un rilievo dall'esterno.

Nelle successive fasi progettuali sarà necessario procedere ad effettuare un nuovo rilievo e con le autorizzazioni necessarie per garantire la completezza della restituzione.

Alberature

La rete tranviaria è associata ad un concetto di mobilità sostenibile, riduzione dei consumi e dell'inquinamento, che si coniuga con l'idea di una città più verde, e con sistemi di spazi aperti al servizio del cittadino.

Il tracciato attraversa aree urbanizzate e altre ancora non edificate, caratterizzate da aree verdi di natura spontanea e da parchi appositamente realizzati.

Durante la redazione del PFTE è stato effettuato un rilievo di natura quantitativa sugli esemplari presenti in una fascia di almeno 50m dalla soluzione a base di gara.

L'analisi del tracciato in considerazione delle alberature esistenti ha permesso di ottenere un bilancio tra spiantati e ripiantati, positivo globalmente e nei singoli territori dei comuni interessati.

Nelle successive fasi progettuali, tramite la consulenza di un agronomo specializzato, si dovrà procedere alla predisposizione di un rilievo di natura non solo quantitativo, ma anche e

soprattutto di natura qualitativa, per conoscere tipologia, dimensione e compatibilità con l'ipotesi del progetto tramviario, al fine di sviluppare un progetto quanto più integrato con il patrimonio verde esistente. Aspetti inoltre rilevanti nell'eventualità della necessità di richiedere autorizzazioni all'espianto e di calcolare la compensazione necessaria per i nuovi impianti. Particolare attenzione dovrà essere prestata al momento del rilievo, all'individuazione di tutti gli esemplari che per giovane età o per predisposizione siano compatibili con uno spostamento, come ad esempio i numerosi alberi dell'area delle casse di espansione ad ovest dell'abitato di San Donnino di recente impianto e di ridotte dimensioni.

Bonifica Bellica

Nella presente relazione illustrativa non figura la predisposizione di alcuni apprestamenti in materia di sicurezza, come il progetto della BOB. Questo è generalmente redatto nelle fasi progettuali successive dalle ditte specializzate e certificate. Le indagini belliche e la loro gestione verranno dunque esplicitate nella documentazione relativa al PSC e i suoi allegati unicamente in sede di progettazione esecutiva.

La bonifica è stata comunque prevista a livello di computo, ma non è stata esplicitata nelle tavole e negli elaborati relativi alla sicurezza.

Verifiche di visibilità

La circolazione del tram è regolata da appositi impianti semaforici previsti in tutti gli incroci stradali. Le verifiche di visibilità relative al tram e ai veicoli su gomma verranno effettuate successivamente nel progetto definitivo.

Demolizioni

Il tracciato del presente PFTE presenta delle interferenze oltre al sistema di viabile esistente, ma anche con strutture ed edifici di natura privata.

Le problematiche si riscontrano sul lato nord di via degli Abruzzi in corrispondenza dell'incrocio con via Calabria e sull'estremità orientale di San Donnino alla destra del sedime autostradale. Qui è presente l'interferenza maggiore, dove si renderà necessaria la demolizione di uno stabile in corrispondenza della fermata "San Donnino".

La gestione delle demolizioni e le conseguenti problematiche connesse saranno specificate nella redazione del progetto definitivo successivamente all'effettiva approvazione del progetto e quindi del tracciato proposto.

Sottoservizi

Nel presente PFTE, oltre all'analisi dei sottoservizi esistenti, sono presentate delle soluzioni tipologiche per la risoluzione delle principali tipologie di interferenze. Tali soluzioni scaturiscono dal sovrapporre il tracciato preliminare con le cartografie dei sottoservizi fornite dai vari enti gestori, in cui i tracciati delle varie reti, sono rappresentati in maniera più o meno approssimativa.

In sede di progetto definitivo sarà necessario ricostruire le varie reti dei sottoservizi con maggiore precisione avvalendosi di una campagna di indagini che potranno essere sia dirette, rilievi topografici, apertura dei pozzetti, videoispezioni, saggi e sondaggi esplorativi, che indirette, georadar a maglia fitta e tomografia elettrica.

Nelle successive fasi, partendo da una cartografia dei sottoservizi più precisa e realistica e con ipotesi maggiormente definite di tracciato, sarà possibile approfondire di concerto con gli enti gestori, le modalità per la definizione delle risoluzioni.

3.6 ESPROPRI

Per la redazione del piano particellare di esproprio relativo alla linea 4.2 nella fase progettuale preliminare, si è proceduto alla redazione di planimetria grafica ad una scala conforme alle

mappe catastali.

Il tracciato tramviario, le opere connesse e le aree limitrofe interessate da opere di sistemazione urbana costituiranno nel loro complesso l'area di intervento dell'opera ad uso pubblico e pertanto laddove vi siano interferenze con le proprietà private dovranno essere previste pratiche di esproprio.

Il dettaglio della costituzione dei vari numeri di piano relativi ad ogni porzione o aree soggetta ad esproprio saranno sviluppati nella fase successiva di progettazione definitiva approntando quindi l'elenco ditte con il dettaglio di intestatari, superfici colture e qualità, al fine di descrivere l'entità dei vari immobili assoggettati alla esigenza di esproprio per quindi poi procedere alla formulazione del decreto di dichiarazione di pubblica utilità e relative notifiche ai vari proprietari con successivo calcolo di indennità, trascrizioni in conservatoria e verbali di presa in possesso. - Sarà preventivamente necessario inoltre procedere alla redazione di idoneo frazionamento catastale valutando la necessità di allineare censuari e intestatari delle singole particelle al fine della corretta approvazione catastale e infine presentare pratiche di volturazione delle porzioni o particelle espropriate.

La tavola grafica attuale prevede esclusivamente la sovrapposizione grafica delle mappe catastali alle tavole progettuali necessaria per l'individuazione delle particelle catastali coinvolte.

3.7 INTERFERENZE CON I PP.SS.

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 una 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 piano 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 delle 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 nella relazione specialistica B382-4.2-SF-SOT-RT001-A.

3.8 CANTIERIZZAZIONE

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

- attenzione agli inconvenienti riguardanti la penalizzazione del traffico esistente, in base al quale nella successiva fase progettuale dovrà essere redatto un apposito calendario dei lavori da rendere noto ai cittadini, per consentire la pianificazione del traffico gommato;
- individuazione delle aree di cantiere definita sulla base delle esigenze legate alle varie tipologie di opere, dell’esame dei collegamenti con la viabilità esistente e dell’accesso all’area logistica;
- utilizzo della viabilità esistente o creazione di adeguate piste di cantiere nelle aree poco antropizzate al fine di garantire un agevole collegamento tra le varie area di lavoro.

In occasione della consegna delle aree di cantiere andrà redatto un verbale di consegna al quale dovrà essere allegato apposito verbale di constatazione in contraddittorio, tra DL e Impresa esecutrice, dello stato dei luoghi pre-opera.

Nel verbale di constatazione andranno indicati le superfici di proprietà pubblica e quelle private per le quali dovrà essere previsto adeguato indennizzo per l'occupazione temporanea e quindi dovranno essere specificati i tempi di riconsegna.

Durante la fase di smobilizzo del cantiere dovrà essere garantita la risistemazione delle aree come evidenziato nel verbale di constatazione sopracitato, avendo cura di ripristinare le aree verdi, gli impianti e le opere preesistenti.

Nel caso di aree verdi particolarmente soggette all'alterazione dello stato preesistente (depositi, piste di cantiere, campi base ecc.) dovranno essere eseguite delle indagini ambientali pre (da allegare al verbale di constatazione) e post opera in modo da garantire la qualità delle terre e delle aree da restituire.

Negli elaborati di dettaglio sono stati individuati i macro e microcontieri, la durata e la sequenza di attivazione degli stessi in relazione alla tipologia di opere, alla posizione e al tessuto urbano presente.

In base al cronoprogramma dei lavori ipotizzato è stato valutato lo scenario di cantiere peggiore dal punto di vista di impatto sul traffico esistente.



Comune di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

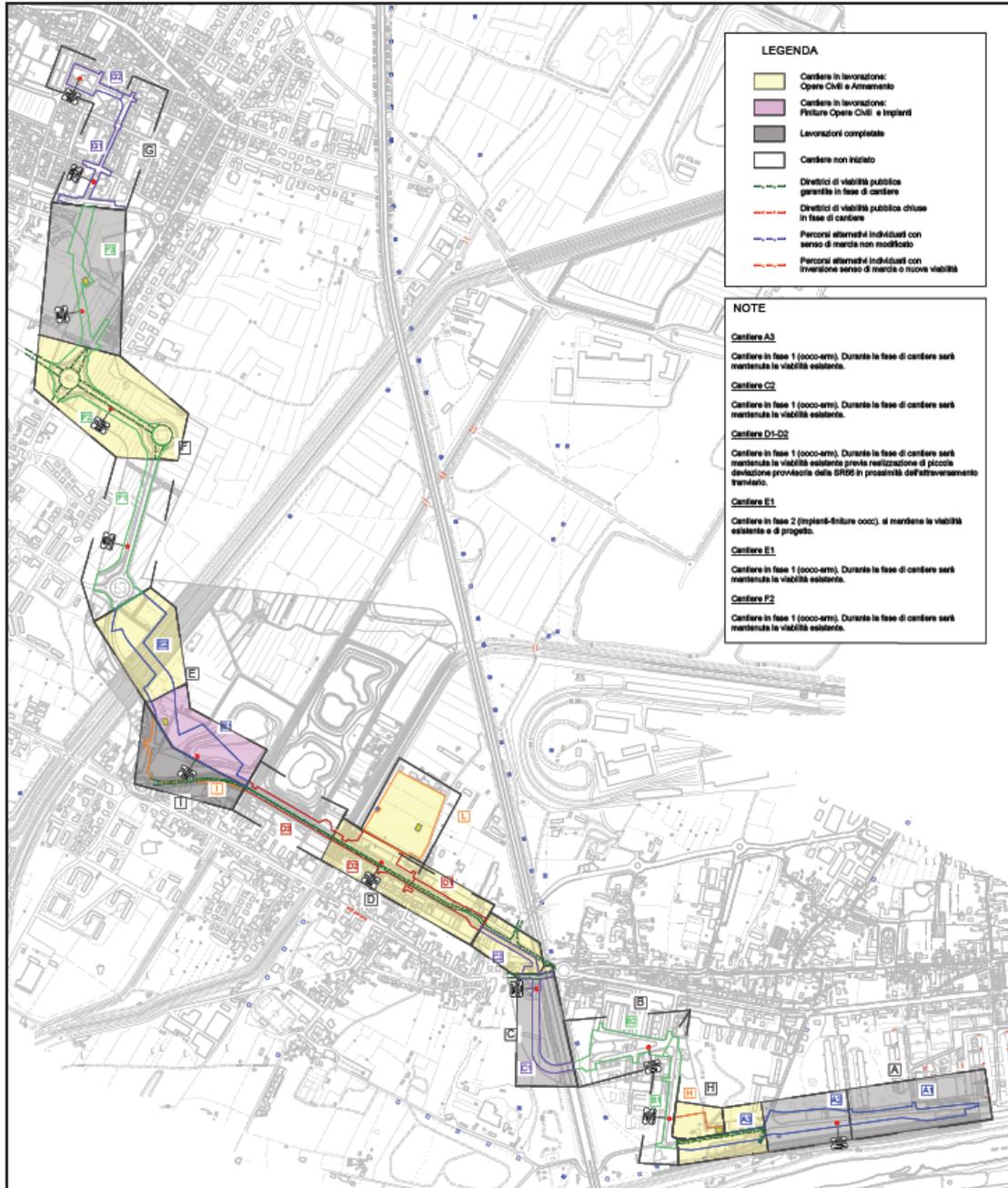


Figura 24 – Macro Microcantieri attivi sulla linea 4.2 al mese 10

Per gli aspetti di dettaglio si rimanda agli elaborati di riferimento.

4. CRONOPROGRAMMA

Nel cronoprogramma del presente progetto di fattibilità tecnico economico sono state individuate e quantificate le principali attività relative sia all'iter progettuale e approvativo successivo alla presentazione del PFTE, sia alle attività di realizzazione dell'infrastruttura e sia alla fase di prove, collaudo e preesercizio propedeutiche all'avvio dell'esercizio tranviario.

Al fine di limitare l'impatto dei cantieri sulla viabilità pubblica e sull'ambiente circostante è stata individuata nel cronoprogramma generale la sequenza di attivazione e la durata dei singoli cantieri.

Tale sequenza è stata ipotizzata tenendo conto di varie condizioni:

- Tipologia di cantiere e attività da svolgere;
- Cantierizzazioni parziali delle strade/viali per evitare chiusure degli incroci;
- Viabilità alternative disponibili;
- Impiego risorse e mezzi;

La durata complessiva dei soli lavori di costruzione è stata prevista in 655 giorni naturali e consecutivi.

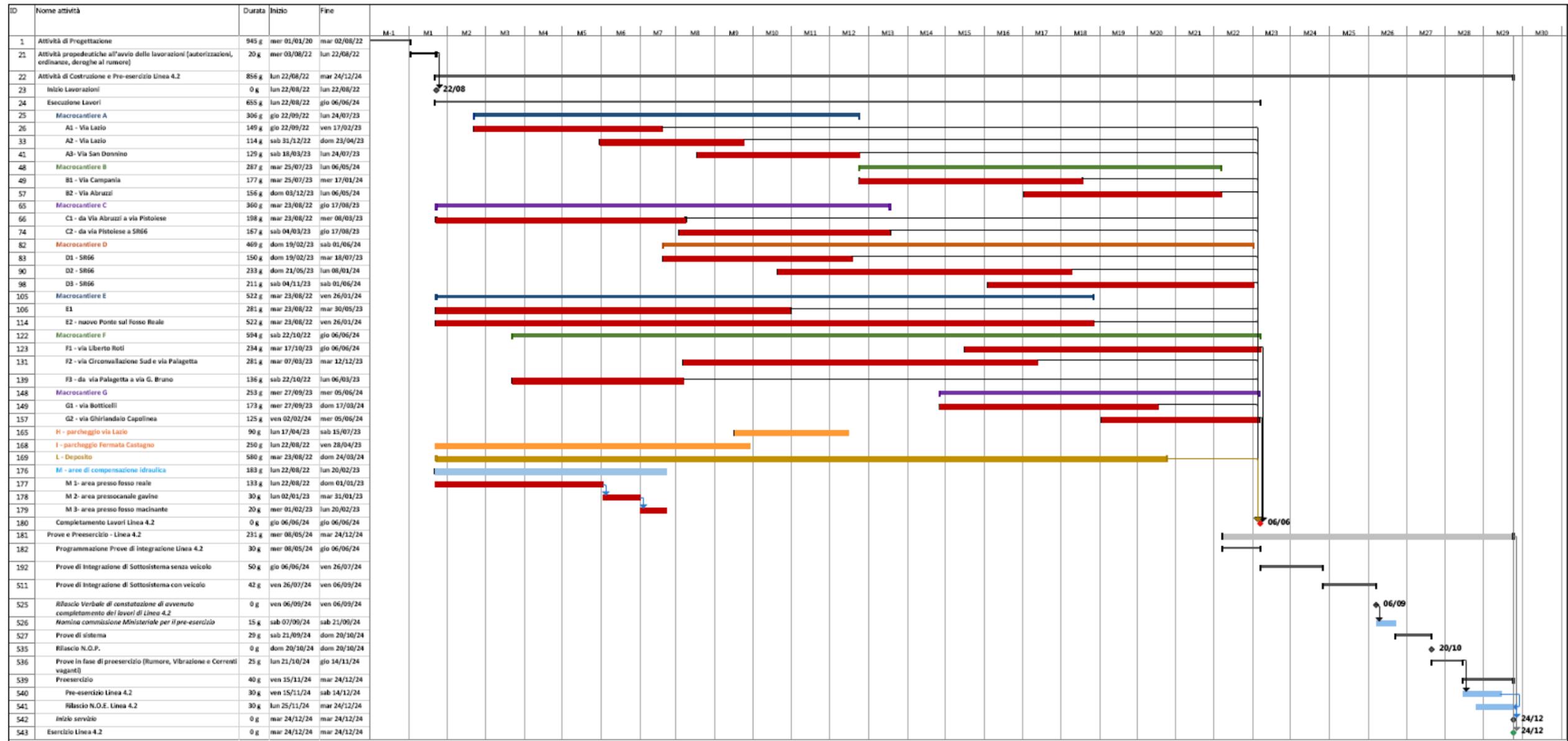


Figura 25 – Cronoprogramma Lavori L4.2



Comune
di Firenze

1. ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI

QUADRO ECONOMICO

Gruppo	Indice	Componente progetto	Unità	Totale
Costi generali	C801	Studi preliminari e progettazione	Euro ₂₀₁₈	7.408.394,36
	C802	Costi generali dell'ente appaltante	Euro ₂₀₁₈	2.249.209,06
	C803	Direzione dei lavori e supervisione	Euro ₂₀₁₈	7.837.750,45
	C804	Espropri	Euro ₂₀₁₈	500.000,00
	C805	Lavori preliminari e impianto cantiere	Euro ₂₀₁₈	2.000.000,00
	C806 (*)	Allacciamenti ai pubblici servizi	Euro ₂₀₁₈	1.200.000,00
Costi opere civili, impianti civili e sistemi di comunicazione e sicurezza	C807	Risoluzione interferenze pubblici servizi	Euro ₂₀₁₈	7.898.000,00
	C808	Gallerie di linea e stazioni	Euro ₂₀₁₈	-
	C809	Pozzi e manufatti di inter-tratta	Euro ₂₀₁₈	-
	C810	Ponti	Euro ₂₀₁₈	6.896.730,05
	C811	Edifici diversi da stazioni e deposito (opere al rustico e finiture)	Euro ₂₀₁₈	881.280,00
	C812	Piattaforma sede ferroviaria o stradale	Euro ₂₀₁₈	26.082.500,26
	C813	Sovrastruttura ferroviaria/tramviaria	Euro ₂₀₁₈	19.912.620,00
	C814	Sovrastruttura stradale dedicata	Euro ₂₀₁₈	-
	C815	Stazioni/fermate tram o filobus	Euro ₂₀₁₈	3.211.264,80
	C816	Stazioni metro aperte	Euro ₂₀₁₈	-
	C817	Stazioni metro chiuse sotterranee superficiali	Euro ₂₀₁₈	-
	C818	Stazioni metro chiuse sotterranee profonde	Euro ₂₀₁₈	-
	C819	Deposito (opere al rustico e finiture, escluso impianti)	Euro ₂₀₁₈	13.323.070,00
	C820	Sistemazioni urbanistiche	Euro ₂₀₁₈	14.848.023,98
	C821	Opere complementari	Euro ₂₀₁₈	-
	C822	Impianti di ventilazione di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	-
	C823	Impianti di prevenzione e protezione incendi di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	-
	C824	Impianti di telecomunicazione e sicurezza di linea e di stazione	Euro ₂₀₁₈	3.334.800,00
	C825	Impianti di traslazione	Euro ₂₀₁₈	-
	C826	Altri impianti civili	Euro ₂₀₁₈	1.964.346,00
C827	Sistemi di distribuzione e validazione biglietti	Euro ₂₀₁₈	720.000,00	
Costi impianti elettro-ferroviari	C828	Sistema di alimentazione e sezionamento	Euro ₂₀₁₈	6.356.650,00
	C829	Linea di contatto	Euro ₂₀₁₈	6.549.500,00
	C830	Sistema di automazione (SCADA)	Euro ₂₀₁₈	1.500.000,00
	C831	Segnalamento, telecomunicazioni T/B e sistemi di gestione esercizio	Euro ₂₀₁₈	11.510.000,00
	C832	Deposito	Euro ₂₀₁₈	9.929.313,55
	C833	Altro	Euro ₂₀₁₈	-

Veicoli	C834	Materiale rotabile (filobus)	Euro ₂₀₁₈	-
	C835	Materiale rotabile (tram/metro)	Euro ₂₀₁₈	24.000.000,00
	C836	Materiale rotabile (altro TPL)	Euro ₂₀₁₈	-
Totale	C8	Costo base	Euro₂₀₁₈	180.113.452,51
	CS	Costi sicurezza	Euro ₂₀₁₈	6.745.904,93
	CD	Somme a disposizione	Euro ₂₀₁₈	3.842.294,04
	CI	Imprevisti	Euro ₂₀₁₈	8.283.200,18
	CT	IVA e altri trasferimenti (ad es. tasse, contributi, ecc.)	Euro ₂₀₁₈	23.500.986,94
	CC	Costo complessivo (QEG)	Euro₂₀₁₈	222.485.838,60

ANALISI COSTI-BENEFICI

Nell'ambito del documento di fattibilità tecnico-economica e conformemente alle "Linee Guida per la Valutazione degli Investimenti in Opere Pubbliche" (allegato A al D.M. 300/2017), è richiesta una verifica per individuare tra più soluzioni quella che presenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività, in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e prestazioni da fornire; tale verifica si articola nell'Analisi Costi-Benefici (ACB), nell'analisi della fattibilità finanziaria del progetto (analisi Costi-Ricavi) e nell'analisi del rischio e di sensibilità.

L'Analisi Costi - Benefici ha evidenziato la convenienza economico sociale dell'intervento per l'estensione 4.2 della Linea 4 per Campi Bisenzio.

Nella tabella seguente sono riportati i valori degli indicatori economici ed i benefici netti attualizzati (in €2018) durante l'orizzonte temporale considerato che corrisponde al periodo di gestione dell'estensione della Linea 4.

Indicatori Analisi Costi Benefici		Unità	Linea 4.2
B1	Risparmi totali di tempo per gli utenti della linea in progetto	Milioni €	124,1
B2	Riduzione della congestione sulla rete stradale	Milioni €	121,5
B3	Riduzione dell'incidentalità stradale	Milioni €	2,0
B4	Riduzione delle emissioni inquinanti da traffico stradale	Milioni €	2,0
B5	Riduzione delle emissioni acustiche	Milioni €	2,9
B6	Riduzione delle emissioni di gas che concorrono al riscaldamento globale	Milioni €	6,5

Indicatori Analisi Costi Benefici		Unità	Linea 4.2
BTT	TOTALE BENEFICI ECONOMICI	Milioni €	258,9
C1	Variazioni dei costi d'esercizio della rete tranviaria	Milioni €	43,4
C2	Variazioni dei costi d'esercizio della rete autobus	Milioni €	-5,4
C3	Variazioni dei costi d'esercizio della rete stradale	Milioni €	-84,9
C4	Costi d'investimento del progetto	Milioni €	154,1
	Costi di rinnovo e revisione generale del progetto (incluso valore residuo finale)	Milioni €	21,0
CTOT	TOTALE COSTI ECONOMICI	Milioni €	127,1
VAN	TOTALE FLUSSI NETTI	Milioni €	131,9
B/C	RAPPORTO BENEFICI/COSTI		1,85
TIR	TASSO INTERNO DI RENDIMENTO	%	9,3%

Tabella 1: Indicatori Costi-Benefici

I valori di VAN (circa 131,9 milioni di Euro) e TIR (9,3%) confermano la fattibilità del progetto con un rapporto Benefici/Costi pari a 1,85.

Già dal primo anno di entrata in esercizio della nuova linea tramviaria (2025) il bilancio tra benefici e costi è positivo (24,8 milioni di euro).

L'analisi Costi-Ricavi per le diverse alternative progettuali ha permesso di individuare la percentuale di copertura dei costi operativi con ricavi tariffari relativi all'estensione della Linea 4 fino a Campi Bisenzio.

I ricavi totali da traffico sono stati calcolati partendo da una tariffa media base pari a 0,39 €/2018/passeggero (al netto di IVA), calcolata sulla base del contratto TPL regionale.

Indicatori Analisi Ricavi Costi			Linea 4.2
COP	COSTI OPERATIVI	Milioni di €	74,5
RIC	RICAVI TOTALI	Milioni di €	56,1
R/C	RAPPORTO RICAVI/COSTI OPERATIVI	%	75%

Tabella 2: Analisi Costi/Ricavi



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

Complessivamente, a fronte di un ammontare di costi operativi pari a € 74,5 milioni, i ricavi da traffico risultano € 56,1 milioni. I ricavi presentati riguardano il solo numero di passeggeri corrispondenti all'estensione della Linea 4.2 in analisi.

La quota di domanda di progetto - calcolata come differenziale tra lo scenario programmatico che prevede la Linea 4 fino a Le Piagge e il prolungamento della linea tranviaria fino a Campi Bisenzio – riesce a generare ricavi tariffari che coprono il 75% dei costi operativi della Linea 4.2, valore superiore al vincolo minimo del 35% indicato dal Ministero.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Sotto il profilo tecnico-normativo e, con riferimento alle scelte di sistema e alle tipologie preferibili nella realizzazione sia delle opere civili sia delle singole componenti tecnologiche, sono state utilizzate e prese a modello, la normativa vigente in materia di sistemi tranviari e ove applicabile quella relativa ai sistemi metropolitani.

I principali riferimenti normativi che si riporta per meglio comprendere alcune delle scelte di progetto operate durante la fase di progettazione definitiva, sono:

Definizioni generali del sistema

- Norma UNI 8378 "Metropolitane leggere - Motrici - Dimensioni, caratteristiche e prestazioni".
- Norma UNI 8379 "Sistemi di trasporto a guida vincolata (ferrovia, metropolitana, metropolitana leggera, tranvia veloce e tranvia) – Termini e Definizioni".
- Norma UNI 8944 "Materiale rotabile per sistemi di trasporto leggeri su rotaia in aree urbane
Dimensioni, caratteristiche e prestazioni".

Dimensioni e tipologia della sede

- Norma UNI 5646 "Attraversamenti di ferrovie e tramvie extraurbane con strade pubbliche
- Direttive per la scelta del sistema di attraversamento e, nel caso di attraversamento a raso, del sistema di protezione".
- Norma UNI 7156-2014 "Tramvie e tramvie veloci - Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e interbinario - Altezza della linea aerea di contatto".
- Norma UNI 8378 "Sagoma limite".
- Norma UNI 3648 "Linee tranviarie con rotaie a gola. Definizioni di scartamento ordinario e ascartamento ridotto".

- Norma UNI 7836 "Metropolitane. Geometria del tracciato delle linee su rotaia. Andamento planimetrico ed altimetrico e tolleranze di costruzione".
- D.Lgs. 30/04/1992 n. 285 e ss.mm.ii. "Nuovo Codice della Strada".
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495 e ss.mm.ii. "Regolamento di esecuzione e attuazione del nuovo codice della strada e successive modificazioni".
- D.M. 05/11/2001 n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade".
- Norme C.N.R. 15/04/1983 (B.U. n. 90) "Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane"
- Norme C.N.R. 19/03/1992 (B.U. n. 150) "Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane"

Stazioni e fermate

- Norma UNI 8207 "Metropolitane - Segnaletica grafica per viaggiatori nelle stazioni".
- Legge n. 118 del 30/03/1971 a favore dei mutilati ed invalidi civili, in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici.
- D.P.R. n. 503 del 24/07/1996 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici".
- Legge Regione Toscana n. 47 del 09/09/1991: "Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche".
- Decreto Presidente Giunta Regione Toscana 29/07/2009 n.41/R "Regolamento di attuazione dell'art. 37 comma 2 lettera g) della legge regionale 03/01/2005 n.1, in materia di barriere architettoniche".
- Norma UNI 11168-1:2006 "Accessibilità delle persone ai sistemi di trasporto rapido di massa.

Armamento:

- CEI EN 50122-2: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Impianti fissi – Parte 2: protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua.
- CNR BU N. 146: Determinazione dei moduli di deformazione Md e Md' mediante prova di carico a doppio ciclo con piastra circolare.
- UNI EN 1992:2005 Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo.
- D.M. Infrastrutture 17-01-2018 – Nuove norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare C.S.LL.PP. n° 617 del 02-02-2009 – Circolare esplicativa nuove norme tecniche per le costruzioni.
- UNI 9614:1990 Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo
- UNI 9916:2004 Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici
- UNI 10570:1997 Prodotti per l'isolamento delle vibrazioni. Determinazione delle caratteristiche meccaniche dei materassini e piastre
- UNI 11059:2003 Elementi antivibranti – Materassini elastomerici per armamenti ferrotranviari – Indagini di qualifica e controllo delle caratteristiche meccaniche e delle prestazioni
- UNI EN 13481-1:2006 Applicazioni ferroviarie – Binario – Requisiti prestazionali per i sistemi di fissaggio
- UNI EN 14811:2006 Applicazioni ferroviarie – Binario – Rotaie per impieghi speciali – Rotaie a gola e profili di costruzione associati
- UNI EN 13848-5:2008 Applicazioni ferroviarie – Binario – Qualità della geometria del binario Parte 5: Livelli di qualità geometrica

- VDV OR 14:1995 VDV OberbauRichtlinien OR 14 – Weichen und Kreuzungen (Scambi ed Incroci)
- UNI EN 206-1:2006 Calcestruzzo – Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI 11104:2004 Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- UNI EN 197-1:2007 Cemento – Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
- UNI EN 10080:2005 Acciaio d'armatura per calcestruzzo – Acciaio d'armatura saldabile – Generalità
- UNI EN 1433:2008 Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni – Classificazione, requisiti di progettazione e di prova, marcatura e valutazione di conformità
- UNI EN 124:1995 Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura, controllo di qualità.

Sicurezza

- D.Lgs 9 aprile 2008 ,n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

Interventi su strade esistenti e nuova realizzazione

Decreto 30/4/1992 n. 285 “Nuovo codice della strada” e ss.mm.ii.

- DPR 16/12/1992 n. 495 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada” e ss.mm.ii..

- D.M. 24/10/2000 “Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione dalle norme del codice della strada in materia di segnaletica e criteri per l’installazione e la manutenzione.”
- D.M. 05/11/2001 “Norme funzionali e geometriche per le costruzioni di strade”.
- D.M. 19.4.2006 – Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.
- D.M. 30/11/1999 n.557 “Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili”
- D.M. 18/02/1992 n.223 “Istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego
delle barriere stradali id sicurezza”.
- D.M. 3.06.98 “ Istruzioni tecniche sulla progettazione, omologazione ed impiego delle barriere
di sicurezza stradale (con esclusione delle istruzioni tecniche sostituite dalle istruzioni tecniche
allegate al D.M. 21.6.2004 n. 2367);
- D.M. 21.06.2004 n. 2367 Recante le Istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e
l’impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali;
- UNI EN 1317 – Barriere di sicurezza stradali: parti 1, 2, 3 e 4;
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025 – Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura
- CNR fascicolo 4/1953 “Pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi per costruzioni stradali”
- CNR-UNI 10009 "Prove sui materiali stradali - Indice di portanza CBR di una terra"
- CNR fascicolo 24/1974 "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali"

- CNR fascicolo 36/1973 “Stabilizzazione delle terre con calce”
- Circolare Min. LL.PP. 117/7/1987 n. 2337 “Provvedimenti per la sicurezza stradale. Barriere
- stradali - Specifica per l’impiego delle barriere in acciaio”

Normativa per gli Aggregati per miscele bituminose

- Norma UNI EN 933-1:2012 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 1: Determinazione della distribuzione granulometrica - Analisi granulometrica per setacciatura
- Norma UNI EN 933-8:2012 Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati - Parte 8: Valutazione dei fini - Prova dell'equivalente in sabbia
- Norma UNI EN 1097-6:2013 Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati - Parte 6: Determinazione della massa volumica dei granuli e dell'assorbimento d'acqua
- Norma UNI EN 1744-1:2013 Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati – Parte 1: Analisi chimica
- Norma UNI EN 13139:2003 Aggregati per malta

Normativa per i bitumi

- Norma UNI EN 58:2012 Bitume e leganti bituminosi - Campionamento di leganti bituminosi
- Norma UNI EN 12607-1:2007 Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della resistenza all'indurimento per effetto del calore e dell'aria - Parte 1: Metodo RTFOT

- Norma UNI EN 12591:2009 Bitumi e leganti bituminosi - Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali
- Norma UNI EN 12593:2007 Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione del punto di rottura secondo il metodo Fraass
- Norma UNI EN 13302:2010 Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della viscosità dinamica di un legante bituminoso utilizzando un viscosimetro rotante
- Norma UNI EN 13398:2010 Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione del ritorno elastico di un bitume modificato
- Norma UNI EN 13399:2010 Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della stabilità allo stoccaggio di bitumi modificati
- Norma UNI EN 1426:2007 Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione della penetrazione con ago
- Norma UNI EN 1427:2007 Bitumi e leganti bituminosi - Determinazione del punto di rammollimento - Metodo biglia e anello

Normativa per i Conglomerati bituminosi

- Norma UNI EN 12697:2012 da parte 1 a parte 44 Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo
- Norma UNI EN 12272-1:2003 Trattamenti superficiali - Metodi di prova - Dosaggio e uniformità della stesa di leganti e graniglia
- Norma UNI EN 12272-3:2003 Trattamenti superficiali - Metodi di prova – Determinazione dell'aderenza dell'aggregato al legante mediante metodo di prova con piastra Vialit
- Norma UNI EN 13108-1:2006 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 1: Conglomerato bituminoso prodotto a caldo
- Norma UNI EN 13108-2:2006 Miscele bituminose - Specifiche del materiale - Parte 2 : Conglomerato bituminoso per strati molto sottili

- Norma UNI EN 13108-3:2006 Miscela bituminosa - Specifiche del materiale - Parte 3: Conglomerato con bitume molto tenero
- Norma UNI EN 13108-4:2006 Miscela bituminosa - Specifiche del materiale - Parte 4: Conglomerato bituminoso chiodato
- Norma UNI EN 13108-5:2006 Miscela bituminosa - Specifiche del materiale - Parte 5: Conglomerato bituminoso antisdrucchiolo chiuso
- Norma UNI EN 13108-6:2006 Miscela bituminosa - Specifiche del materiale - Parte 6: Asfalto colato
- Norma UNI EN 13108-7:2006 Miscela bituminosa - Specifiche del materiale - Parte 7: Conglomerato bituminoso ad elevato tenore di vuoti (drenante)
- Norma UNI EN 13108-8:2006 Miscela bituminosa - Specifiche del materiale - Parte 8: Conglomerato bituminoso di recupero
- Norma UNI EN 13108-20:2006 Miscela bituminosa - Specifiche del materiale - Parte 20: Prove di tipo
- Norma UNI EN 13108-21:2006 Miscela bituminosa - Specifiche del materiale - Parte 21: Controllo di produzione in fabbrica

Normativa per la Segnaletica verticale

- Norma UNI 11480:2013 Linea guida per la definizione di requisiti tecnico – funzionali della segnaletica verticale (permanente) in applicazione alla UNI EN 12899-1:2008
- Norma UNI EN 12899-1 Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 1: Segnali permanenti
- Norma UNI EN 12899-2 Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale – Parte 2: Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 1: Segnali permanenti
- Norma UNI EN 12899-3 Segnaletica verticale permanente per il traffico stradale - Parte 3: Delineatori di margine e dispositivi rifrangenti

Normativa per la Segnaletica orizzontale

- Norma UNI EN 1423:2012 Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali da postspruzzare - Microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele
- Norma UNI EN 1436:2008 Materiali per segnaletica orizzontale - Prestazioni della segnaletica orizzontale per gli utenti della strada
- Norma UNI 11154:2006 Segnaletica stradale - Linee guida per la posa in opera – Segnaletica orizzontale
- Norma UNI EN ISO 3251:2008 Pitture, vernici e materie plastiche - Determinazione del contenuto di sostanze volatili
- Norma UNI EN 1423:2012 Materiali per segnaletica orizzontale - Materiali da postspruzzare - Microsfere di vetro, granuli antiderapanti e loro miscele

Normativa relativa ai Masselli autobloccanti

- Norma UNI EN 1338:2004 Masselli di calcestruzzo per pavimentazione - Requisiti e metodi di prova
- Norma UNI 11241:2007 Istruzioni per la progettazione e la posa di rivestimenti di pavimenti con elementi autobloccanti di calcestruzzo

Normativa relativa alle Lastre di cemento

- Norma UNI EN 13369:2013 Regole comuni per prodotti prefabbricati di calcestruzzo
- Norma EC 2-2011 UNI EN 1339:2005 Lastre di calcestruzzo per pavimentazione - Requisiti e metodi di prova

Normativa Stradale

- D.Lgs. 30/04/1992 n. 285 (Data Entrata in Vigore: 01/01/1993) - Codice della Strada;
- D.P.R. 16/12/1992 n. 495 (Data Entrata in Vigore: 01/01/1993) - Regolamento di esecuzione e attuazione del nuovo codice della strada;
- D.M. 05/11/2001 n. 6792 (Data Pubblicazione: 04/01/2002) - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
- Decreto 19/04/2006 (Data Entrata in Vigore: 23/08/2006) - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali;
- Norme C.N.R. 19/03/1992 (B.U. n. 150) (Data Pubblicazione: giugno 1993) - Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane.

Norme Tecniche per le Costruzioni

- D.M. 17 gennaio 2018 (Data Pubblicazione: 04/02/2008) - Norme tecniche per le costruzioni 2018;
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (pubblicato sulla GU n.35 del 11-2-2019 – Suppl. Ordinario n. 5);
- Decreto 31 luglio 2012 (Data Pubblicazione: 27/03/2013) - Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici.

Vibrazioni

- Norma UNI 9614:1990 – Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo;
- Norma UNI 9916:2014 – Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici;

-
- ISO 2631/2:2003 – Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 2: Continuous and shock-induced vibration in buildings (1-80 Hz).

Rumore

- Legge quadro sull'inquinamento acustico n.447 del 26/10/95;
- DPCM 14/11/97 – Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- Decreto 16/3/98 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- EN ISO 3095:2013 – Acoustics – Measurements of noise emitted by railbound vehicles.

Sottoservizi

- DIN 4032:1998 Tubi in CLS
- UNI EN 1401-1:2009 Tubi in PVC-U
- UNI EN 681-1:2006 Elementi di tenuta in Elastometro
- UNI EN 598:2009 Tubi, raccordi e accessori in ghisa sferoidale e loro giunti per fognature
- UNI-ISO 2531:2010 Tubi, raccordi e accessori in ghisa sferoidale
- UNI EN 545:2010 Tubi, raccordi e accessori in ghisa sferoidale
- UNI EN 1092-2:1999 Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Flange di ghisa
- UNI 10910-1:2001 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE)
- D.M. 16 Aprile 2008 Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8.



Comune
di Firenze

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 4.2 - ESTENSIONE PER CAMPI BISENZIO

-
- CEI 11-17:2006 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione energia elettrica –
Linee in cavo
 - CEI EN 50266/2-4:2002 Metodi di prova comuni per cavi in condizione d'incendio
 - CEI 20-38:1994 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di
fumi e gas tossici e corrosivi
 - CEI UNEL 35752:2001 Cavi per energia isolati con polivinilcloruro non propaganti
l'incendio e a ridotta emissione di alogeni
 - IEC 60793:2008 Fibre ottiche
 - IEC 60794:2014 Fibre ottiche
 - IEC 60794-1-E4, EN 187000:2000 Fibre ottiche
 - CEI – UNEL 36011:2012 Cavi per sistemi di comunicazione
 - CEI – UNEL 00724:1986 Cavi, cordoni e fili per telecomunicazioni a bassa frequenza, isolati
con PVC
 - CEI EN 61386-24:2011 (ex CEI EN 50086-2-4) Sistemi di tubi e accessori per installazioni
elettriche
 - Capitolato Tecnico TELECOM 1240:2004