



COMUNE DI FIRENZE

Sistema Tramviario Fiorentino

RTI Progettisti:

SYSTRA

SYSTRA
SOTECNI



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 2.2 ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

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. R. Pani (Progettazione Geologica)
Ing. A. Lucioni (Progetto Opere Idrauliche)
Dott.ssa B. Sassi (Indagini Preliminari Archeologiche)
Ing. F. Rocchi (Studi di carattere Ambientale)
Ing. M. Angeloni (Valutazione Previsionale di Impatto Acustico)
Ing. S. Caminiti (Prog. Ferrotramviario Studi Trasportistici)
Ing. A. Forchino (Progetto Impianti Tecnologici)
Ing. F. Di Iulio (Progetto Strutture)
Arch. S. Fulci (Progetto Arch./Paesaggistico Inser. Urbanistico)
Ing. F. Conti (Sicurezza - Prime Disposizioni)
Ing. A. Spinosa (Piani Economici e Finanziari)
Ing. G. Coletti (Progettazione Funzionale Depositi Tramviari)
Ing. L. Costalli (Esperto in Esercizio)
Ing. M. Capaci (Impianti Meccanici)
Ing. D. D'Apollonio (Impianti Elettrici)
Ing. D. Salvo (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	22	SF	GEN	RL001	D		B382-2.2-SF-GEN-RL001-D

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
B	Dicembre 2020	AGGIORNAMENTO A SEGUITO ISTRUTTORIE DI VALIDAZIONE	RTP	PIAZZA	MARCHETTI
C	Gennaio 2021	REV. A SEGUITO AGGIORNAMENTO STUDIO TRASPORTISTICO	RTP	PIAZZA	MARCHETTI
D	Agosto 2022	AGGIORNAMENTO A SEGUITO DI VARIANTE	RTP	PIAZZA	MARCHETTI

Sommario

1. INQUADRAMENTO GENERALE	3
1.1 ANALISI DELLO STATO DI FATTO	3
1.2 PROGRAMMA DI SVILUPPO	4
1.3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	8
1.4 OBIETTIVI, QUADRO ESIGENZIALE E LIVELLI DI PRESTAZIONE	12
1.4.1 Obiettivi del progetto	12
1.4.2 Esigenze e bisogni da soddisfare	13
2. ALTERNATIVE PROGETTUALI - SINTESI DEI RISULTATI	14
2.1 FASE B.....	14
2.1.1 Opzioni di tracciato analizzate	14
2.1.2 Alternative di tracciato finali.....	15
2.1.3 Sintesi delle analisi comparative	17
Analisi di compatibilità ambientale	18
Analisi trasportistica	20
2.2 RISCONTRI ALLE ALTERNATIVE PROGETTUALI DI FASE B	21
2.2.1 Comune Di Sesto Fiorentino: Deliberazione Di Giunta Comunale N. 215 Del 16/07/2019	21
2.2.2 Regione Toscana	22
2.2.3 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).....	24
2.2.4 Comune Di Firenze – Direzione Nuove Infrastrutture E Mobilità – “Servizio programmazione mobilità e piste ciclabili”: PARERI (Prot. Gen. N.185385 - 01/06/19)	27
2.2.5 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	28
2.2.6 Comune Di Firenze – Sviluppo Economico: Indicazioni	29
2.3 TRACCIATO LINEA 2.2 OGGETTO DELLA PRIMA VERSIONE DEL PFTE – FASE C	30
3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE PRESCELTA	33



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

3.1	TRACCIATO E INSERIMENTO URBANISTICO	33
3.1.1	<i>Descrizione generale del tracciato</i>	33
3.2	CARATTERISTICHE FUNZIONALI DELLA LINEA	65
3.2.1	<i>Stazioni</i>	65
3.2.2	<i>Armamento</i>	70
3.2.3	<i>Parcheggi scambiatori</i>	72
4.	STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE E ANALISI DEI VINCOLI	74
4.1	INDAGINI GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE, IDROLOGICHE, IDRAULICHE, GEOTECNICHE	74
4.2	INDAGINI SISMICHE	93
4.3	INDAGINI ARCHEOLOGICHE	97
4.4	VINCOLI STORICI, ARTISTICI ED ARCHEOLOGICI	98
4.5	VINCOLI PAESAGGISTICI	102
4.6	VALUTAZIONI DI CARATTERE AMBIENTALE TRAMITE APPLICAZIONE MODELLISTICA PER LE COMPONENTI RUMORE ED ATMOSFERA ...	103
4.7	CONSIDERAZIONI FINALI SULLA COMPATIBILITÀ CON IL CONTESTO TERRITORIALE ED AMBIENTALE	109
5.	ESPROPRI	112
6.	INTERFERENZE CON I PP.SS.	113
7.	CANTIERIZZAZIONE	116
8.	INDIRIZZI PER LE SUCCESSIVE FASI PROGETTUALI	118
9.	CRONOPROGRAMMA	121
10.	QUADRO ECONOMICO	123

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.

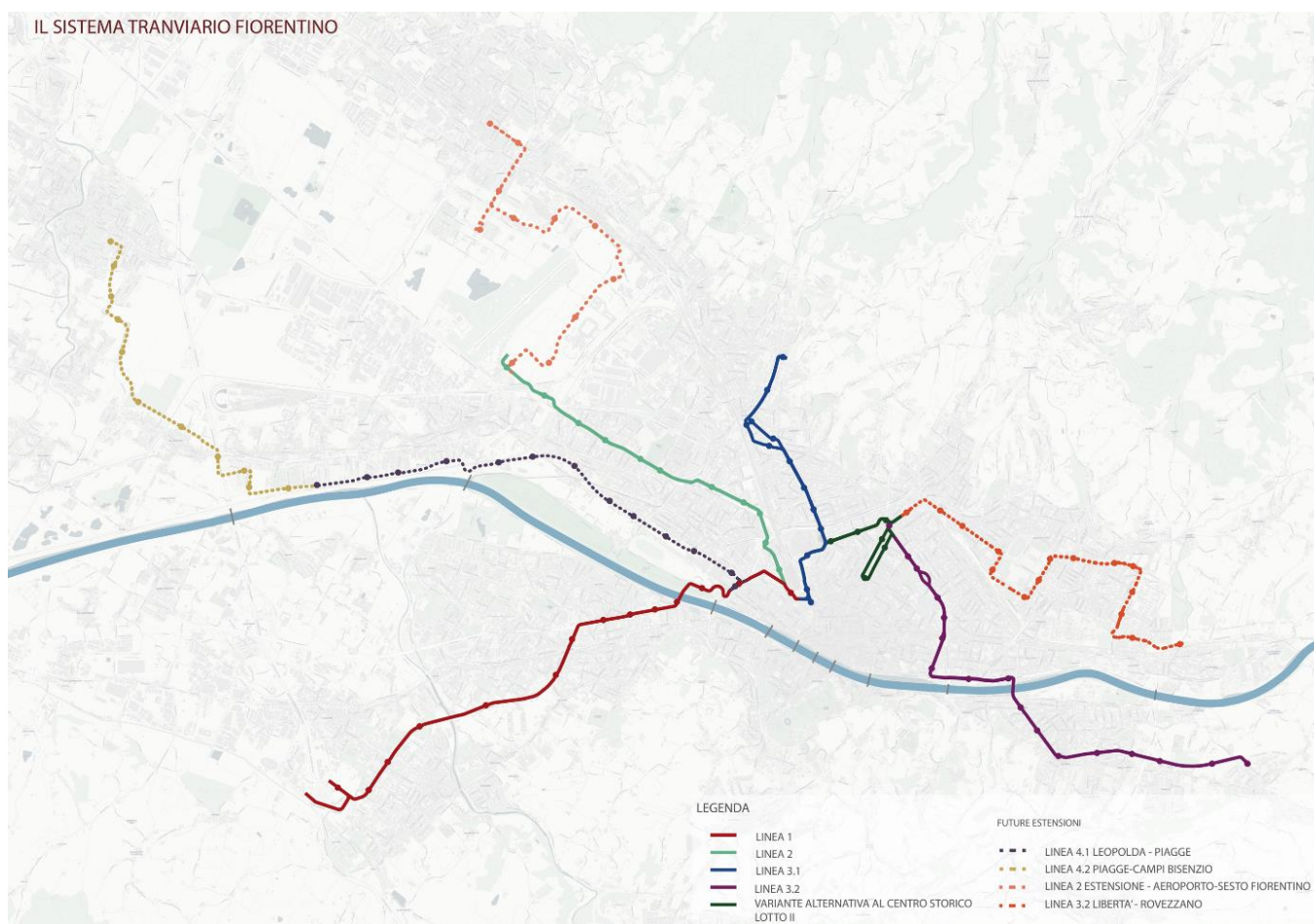


Figura 1 – rete tranviaria città di Firenze

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 già in esercizio T1 (T1+T3) e T2), con la prospettiva a breve di un ampliamento grazie al collegamento Fortezza – San Marco in fase di realizzazione, e alle linee 4.1 “Leopolda-Piagge”, 3.2 “Libertà-Bagno a Ripoli” in avanzata fase 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.

È in fase di studio un ulteriore prolungamento verso Rovezzano che interessa 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 tramviaria 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 con i futuri insediamenti previsti in zona Castello e con la 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 e successivamente approvato e finanziato dal CIPE; il progetto Definitivo della linea, già redatto nella sua interezza, è attualmente nelle fasi conclusive di approvazione.

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 primo step la messa in esercizio della linea 4.1.

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 e T4.1.

Per quanto riguarda la data di messa in esercizio delle linee 2.2 e 4.2 oggetto di PFTE, si prevede l'entrata in esercizio delle linee per il 2026.

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-emiliano 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;
- 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 2.2 del sistema tranviario di Firenze costituisce il prolungamento della Linea 2, già attivata nel Febbraio 2019 e la quale si sviluppa interamente nel Comune fiorentino da Piazza dell'Unità



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

fino al capolinea Peretola, nei pressi dell'aeroporto Amerigo Vespucci. Da qui si sviluppa infatti il prolungamento oggetto di studio, dal capolinea di Peretola verso Castello, collegando il Polo Scientifico Tecnologico e l'abitato di Sesto Fiorentino.

Dal punto di vista amministrativo, la linea 2.2 si sviluppa all'interno dei Comuni di Firenze e Sesto Fiorentino, costituendone appunto il collegamento.

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



Figura 3 Inquadramento territoriale dell'intervento oggetto di studio.

1.4 OBIETTIVI, 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 FASE B

L'attività di studio 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.

- Posizionamento del capolinea a Sesto Fiorentino

È stato valutato il posizionamento del capolinea in prossimità di villa Corsi Salviati, in posizione quindi strategica rispetto all'abitato di Sesto, risultato preferibile rispetto a quella in prossimità di via dell'Osmannoro.

- Area del deposito

Su indicazione dell'Amministrazione Comunale di Sesto, è stata valutata la possibilità di ubicare il deposito all'interno dell'area del Polo Scientifico e Tecnologico, in alternativa alla soluzione a base di gara che presentava diverse problematiche tecniche e di interferenza con il traffico viabile. Detta nuova posizione è quindi risultata preferibile anche in relazione alla nuova ubicazione del capolinea.

- Servizio del Polo scientifico

In questo caso sono state messe in campo 3 diverse opzioni di tracciato, a seconda della preferenza di servire più efficacemente il Polo scientifico, l'area residenziale e commerciale lungo via Pasolini o entrambe tramite una soluzione "di compromesso". L'analisi comparativa in questo caso ha permesso di scartare la soluzione intermedia in quanto poco attrattiva, mentre ha evidenziato la sostanziale equivalenza, a questo livello, delle due opzioni "Polo" e "Pasolini".

2.1.2 Alternative di tracciato finali

Attraverso un processo comparativo delle alternative analizzate, si è pervenuti alle alternative progettuali finali di fase B, denominate rispettivamente PASOLINI e POLO (riportate nelle figure seguenti), comparate attraverso gli specifici studi specialistici definiti da Capitolato - analisi costi-benefici, analisi dell'evoluzione di domanda e offerta, verifica dei vincoli, ecc.

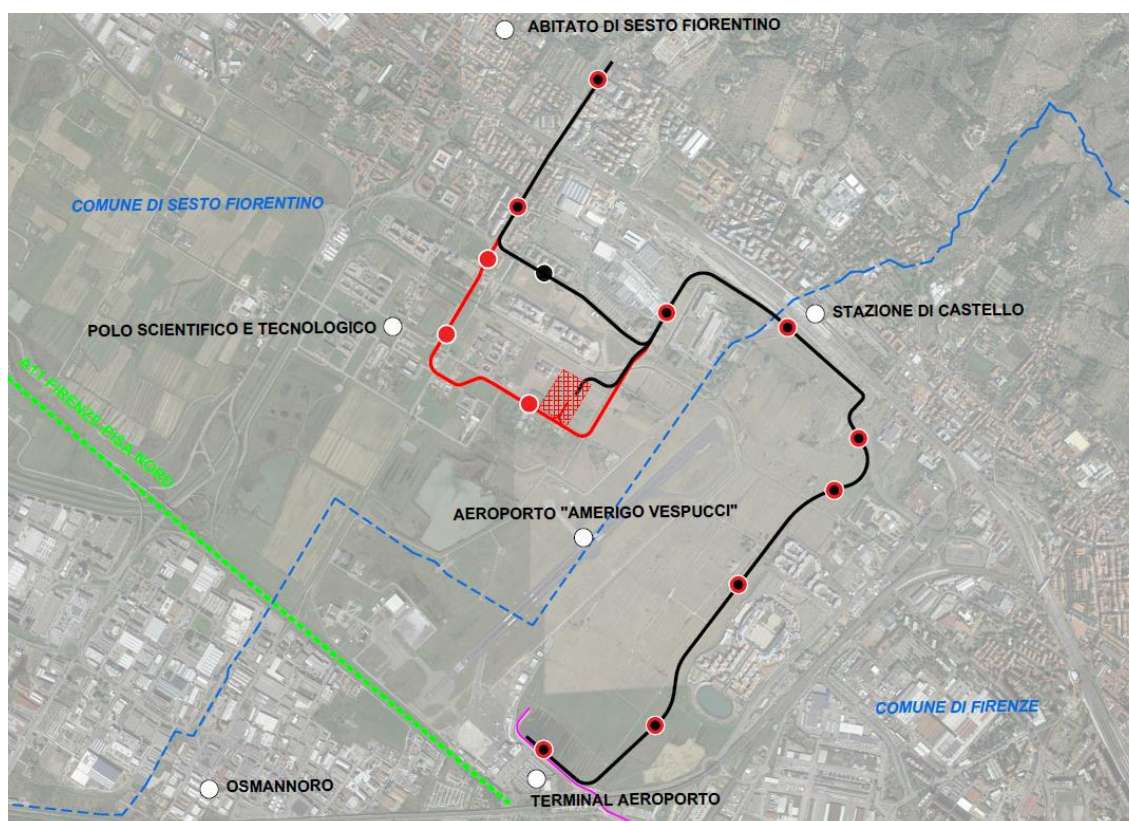


Figura 4 – Sovrapposizione alternative di tracciato finali di fase B



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

ALTERNATIVA POLO

NOME	2.2 "POLO"				
COLORE	LINEA ROSSA				
L. DOPPIO BINARIO	6484				
L. SINGOLO BINARIO	241				
L. TOTALE LINEA	6725				
L.DOPPIO BINARIO (DEPOSITO)	141				
L.SINGOLO BINARIO (ACCUMULO)	186				
L. TOTALE BINARI	7052				
N. FERMATE	12				
	FERMATA	BANCHINA/E	NOME	PROGRESSIVA MEZZERIA	
	1	LATERALI	CAPOLINEA PERETOLA AEROPORTO	26,04	
	2	LATERALI	PUE CASTELLO	615,21	
	3	LATERALI	SCUOLA MARESCIALLI E BRIGADIERI	1405,47	
	4	LATERALI	MERCAFIR 1	2098,57	
	5	LATERALI	MERCAFIR 2	2396,17	
	6	LATERALI	CASTELLO STAZIONE	3050,53	
	7	LATERALI	FRILLI	3732,06	
	8	CENTRALE	LAMMA	4698,95	
	9	LATERALI	CUS	5319,25	
	10	LATERALI	PACE	5698,41	
		CENTRALE	BALESTRI	5968,92	
		CENTRALE	CAPOLINEA VILLA LIMONAIA	6588,67	
OPERE D'ARTE	4				
	COLLOCAZIONE	SCAVALCO	TIPO	ADEGUAMENTO/NUOVO	LUNGHEZZA
	AREA PUE NEI PRESSI DI VIA DELLE DUE CASE VIA M. LUZI NEI PRESSI DI STAZIONE FS CASTELLO	CANALE DI CINTA	SCATOLARE	NUOVO	11,2
	VIA DEI FRILLI	GORA DI QUINTO	TOMBAMENTO	NUOVO	24
	POLO SCIENTIFICO IN PROSSIMITA' DEL CUS	CANALE DI CINTA	SOVRAPPASSO	ADEGUAMENTO	20,4
		CANALE DI CINTA	PONTE	NUOVO	71

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.

E' importante evidenziare che nella Fase C in corso, soltanto l'alternativa progettuale prescelta è stata oggetto di ulteriori approfondimenti ed aggiornamenti in coerenza anche dello sviluppo della governance del territorio. Di seguito si riportano le analisi comparative eseguite sui diversi livelli, con le ipotesi ed i dati al tempo della Fase A validi.

ANALISI DI COMPATIBILITÀ AMBIENTALE

Di seguito si riporta il riepilogo dell'analisi degli impatti e della verifica della compatibilità con gli strumenti urbanistici.

Impatti territoriali ed ambientali

IMPATTO AMBIENTALE	Linea 2.2 Alternativa "Pasolini"	Linea 2.2 Alternativa "Polo"
Aree Naturali Protette e Siti Natura 2000	<i>Nessuna interferenza</i>	<i>Nessuna interferenza</i>
Vincolo Idrogeologico	<i>Nessuna interferenza</i>	<i>Nessuna interferenza</i>
Pericolosità da alluvione fluviale	<i>P1 Pericolosità da alluvione bassa - 4030 m circa</i>	<i>P1 Pericolosità da alluvione bassa - 3440 m circa</i>
	<i>P2 Pericolosità da alluvione media - 2080 m circa</i>	<i>P2 Pericolosità da alluvione media - 3390 m circa</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>Breve tratto iniziale (70 metri circa): Immobili ed aree di notevole interesse pubblico" art.136 del D.Lgs. 42/2004</i>	<i>Breve tratto iniziale (70 metri circa): Immobili ed aree di notevole interesse pubblico" art.136 del D.Lgs. 42/2004</i>

Vincoli storici-archeologici	<i>“Beni archeologici tutelati ai sensi della parte II del D.Lgs. 42/2004”.</i> Interferenza totale	<i>“Beni archeologici tutelati ai sensi della parte II del D.Lgs. 42/2004”.</i> Interferenza parziale
Siti contaminati e potenzialmente contaminati	Interferenza sito potenzialmente contaminato “Grandi Lavori Fincosit”	Interferenza sito potenzialmente contaminato “Grandi Lavori Fincosit”
Ricettori sensibili	Presenza di ricettori sensibili lungo l'alternativa; minor vicinanza con il ricettore sensibile “Polo Scientifico Università degli Studi di Firenze” (fascia 500 m)	Presenza di ricettori sensibili lungo l'alternativa; maggior vicinanza con il ricettore sensibile “Polo Scientifico Università degli Studi di Firenze” (fascia 300 m)

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

Verifiche di compatibilità urbanistica

COMPATIBILITÀ URBANISTICA	Linea 2.2 Alternativa “Pasolini”	Linea 2.2 Alternativa “Polo”
Destinazioni urbanistiche - Disciplina del suolo e degli insediamenti RU Firenze	- Ambito dell'insediamento recente (Zona B); - Piani Attuativi in itinere (PUE Castello)	- Ambito dell'insediamento recente (Zona B); - Piani Attuativi in itinere (PUE Castello)
Previsioni P.U.E. Castello	Linea tramviaria prevista dal PUE	Linea tramviaria prevista dal PUE
Piano di Rischio Aeroportuale - Vincolo aeroportuale	Interferenza parziale Zona A, C, D	Interferenza parziale Zona A, C, D
Vincolo cimiteriale	Nessuna interferenza	Nessuna interferenza
Destinazioni urbanistiche - Articolazione del territorio - RU Sesto Fiorentino	-Rete viaria da realizzare/esistente; -Poli funzionali; -Corsi d'acqua.	-Rete viaria da realizzare/esistente; -Poli funzionali; -Corsi d'acqua.
Piano particolareggiato Polo Scientifico	Interferenza del Deposito della Linea con il lotto 11 del P.P. (destinazione prevista: Polo Ingegneria)	Interferenza del Deposito della Linea con il lotto 11 del P.P. (destinazione prevista: Polo Ingegneria)

Per quanto riguarda la compatibilità con gli strumenti urbanistici previsti dai Comuni di Firenze e Sesto Fiorentino, nei quali le alternative di progetto previste ricadono interamente, la tabella riepilogativa sopra riportata mostra la sostanziale equiparabilità delle due alternative in esame.

ANALISI TRASPORTISTICA

Lo studio è stato eseguito per ognuna delle due alternative di tracciato “PASOLINI” e “POLO”. Per quanto riguarda il TPL su gomma, a seguito di opportune valutazioni di principio condivise con le Amministrazioni Comunali di Sesto e Firenze, sono state ipotizzate nel modello trasportistico le seguenti modifiche:

- interscambio delle linee 2 e 28 con la linea T2.2 alla Stazione di Castello;
- attestazione della linea 57 alla Stazione di Castello (lato Firenze), inserimento di una nuova linea di collegamento tra Calenzano e Sesto Fiorentino con interscambio con la linea T2.2, in sostituzione della linea 57;
- soppressione della linea 59 (solo nell'ipotesi di tracciato passante dal Polo Scientifico);
- attestazione della linea extraurbana Barberino-Firenze (via Calenzano) al capolinea della linea T2.2.

STIMA PRELIMINARE DEI CARICHI DI LINEA E DI RETE

	Ora di punta	Giorno feriale	Anno
T2.2 “Polo” Peretola - Sesto Fiorentino	841	8,066	
T2.2 “Polo” Sesto Fiorentino - Peretola	670	6,423	
T2.2 “Polo”	1,511	14,489	4,288,701
T2.2 “Pasolini” Peretola - Sesto Fiorentino	608	5,835	
T2.2 “Pasolini” Sesto Fiorentino - Peretola	526	5,040	
T2.2 “Pasolini”	1,134	10,875	3,219,057

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
2.2 Polo	7362	19	8	21	57	9
2.2 Pasolini	5656	19	8	18	50	8

Tabella 2 - Stima preliminare del numero di mezzi necessari all'esercizio (T2.2)

La stima dei flussi presentati in fase B è stata effettuata utilizzando un modello a 4 stadi calibrato per la città di Firenze. I passeggeri previsti sulle linee di progetto sono di poco più di 4 milioni per la linea 2.2 "Polo" e circa 3 milioni per la 2.2 "Pasolini".

2.2 RISCONTRI ALLE ALTERNATIVE PROGETTUALI DI FASE B

Nel seguente paragrafo si riscontrano puntualmente le indicazioni di natura tecnica nei vari pareri pervenuti delle Fase B dello Studio di fattibilità tecnico ed economica per le estensioni del sistema tranviario fiorentino per quanto concerne la linea 2.2 estensione per Sesto Fiorentino.

2.2.1 Comune Di Sesto Fiorentino: Deliberazione Di Giunta Comunale N. 215 Del 16/07/2019

Le indicazioni emerse dalla delibera del Comune sono:

- Punto 1: " individuare, per le motivazioni esplicitate in narrativa, il tracciato denominato "Polo" per l'estensione della 2.2 Aeroporto - Sesto Fiorentino, così come individuato

nell'elaborato “Linea 2.2 Estensione per Sesto Fiorentino proposta tracciato “Polo”” allegato “A” al presente atto per farne parte integrante e sostanziale, insieme alla “Relazione tecnico-illustrativa delle Deliberazione di Giunta Comunale - Pag. 5 alternative progettuali”, Allegato “B”, ed alla “Analisi di fattibilità finanziaria, Analisi costi benefici e Analisi dei rischi”, Allegato “C””;

- Punto 2: “richiedere che, nello sviluppo della ipotesi progettuale “Polo”, siano effettuate ulteriori verifiche, coinvolgendo l’Università degli studi di Firenze, al fine di valutare le esigenze tecniche proprie dei Dipartimenti ospitati nel Campus Universitario”;

In ottemperanza a quanto deliberato nel punto 1, durante lo sviluppo del progetto effettuato a seguito della Fase B, gli approfondimenti della linea sono stati basati sul tracciato “Polo”.

Secondo quanto prescritto nel punto 2 della delibera, sono stati effettuati ulteriori incontri tecnici coinvolgendo l’Università degli Studi di Firenze, che ha richiesto un’ulteriore fermata, nell’area del Polo scientifico e tecnologico di Sesto Fiorentino, rispetto a quelle di progetto della fase B, che si avvicinasse maggiormente alla zona del blocco aule.

È stato perciò allungato il tracciato “polo” della fase B di circa 730 m per permettere l’avvicinamento richiesto, come rappresentato nell’elaborato B382-2.2-SF-URB-PP006-B.

2.2.2 Regione Toscana

Le indicazioni emerse sono:

- Compatibilizzazione del tracciato tramviario con i lotti 6 (Comune di Sesto Fiorentino) e 7 (Comune di Firenze) della strada Mezzana-Perfetti-Ricasoli sulla base della documentazione tecnico-progettuale ad oggi disponibile e di eventuali indicazioni aggiuntive degli enti territorialmente competenti.
- La verifica potrebbe essere limitata all’individuazione di un corridoio stradale che possa consentire la realizzazione della strada (tracciato, curvature e pendenze a norma),

esaminando nel dettaglio solo le eventuali interferenze fra strada e tranvia e verificando le opportune soluzioni.”

- compatibilizzazione del tracciato tramviario con la ciclosuperstrada PRATO-FIRENZE in corso di progettazione da parte della Città Metropolitana di Firenze”
- verifica delle soluzioni progettuali atte a garantire, in corrispondenza della fermata Castello, la creazione di un nodo di scambio intermodale sia con il servizio di TPL che con il traffico privato di tipo motorizzato e ciclabile”

In base alla documentazione ricevuta ad oggi riguardante la Mezzana Perfetti-Ricasoli è stato leggermente modificato sia il tracciato tramviario che il tracciato stradale eliminando una rotonda e modificando la geometria dell'asse stradale in maniera da rendere le due infrastrutture compatibili. Nel successivo step progettuale della Mezzana Perfetti Ricasoli andrà adeguata la rotonda di progetto su via dei Frilli per renderla compatibile al tracciato tramviario. Per quanto attiene la ciclosuperstrada Prato-Firenze che interseca il tracciato tramviario in due punti, è stata studiata una soluzione che ne garantisca la continuità.

La fermata di Castello, infine, è stata progettata come un nodo di interscambio modale, in grado di intercettare i flussi di pendolari e viaggiatori provenienti dalla Piana e diretti nell'area Ovest della città o all'Aeroporto. Per questo motivo è stato previsto un parcheggio scambiatore di 116 posti auto ed una struttura in fermata che possa ospitare oltre ad i locali ad uso del gestore del servizio anche un servizio bar e wc. Per quanto riguarda il servizio di trasporto pubblico su gomma, si garantisce l'interscambio delle linee 2 e 28 con la linea T2.2 alla stazione di Castello.

È stato ancora richiesto:

- la valutazione delle modalità di interscambio con la rete ciclabile urbana presente e di previsione

- Il rispetto all'attuale assetto aeroportuale non sussistono interferenze in quanto la nuova linea tranviaria per Sesto viene collocata a nord della linea 2 esistente. Per quanto concerne l'eventuale interferenza dell'estensione tranviaria con l'assetto aeroportuale ex "Masterplan 2014-29", dalla documentazione esaminata (tavola "Linea 2.2 Estensione per Sesto Fiorentino Tavola dei vincoli ambientali") emerge la necessità che siano gestite, di concerto con il gestore aeroportuale Toscana Aeroporti e con ENAC, le interferenze tra la viabilità in accesso / uscita dal terminal aeroportuale, e l'esercizio delle linee tranviarie. Quanto esposto trova il proprio rilievo in considerazione della elevata frequenza del servizio tranviario e del "funzionamento di una infrastruttura aeroportuale, che può includere picchi di arrivi / partenze connessi ad orari di concentrazione dei voli

L'inserimento urbanistico progettato ricadente nell'area di intervento tranviario vede percorsi ed attraversamenti ciclopedonali compatibili a quelli già esistenti e quelli futuri dei progetti in corso sul territorio di Castello e Sesto Fiorentino.

L'eventuale interferenza dell'estensione tranviaria con l'assetto aeroportuale ex "Masterplan 2014-29", verrà gestita, di concerto con il gestore aeroportuale Toscana Aeroporti e con ENAC.

2.2.3 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 espiantare.

Dagli studi di carattere prettamente numerico effettuati in questa fase, si rileva sull’intera area coinvolta dall’ intervento un bilancio complessivo di +310 alberi (532 messi a dimora a fronte di 222 rimossi).

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

Sesto Fiorentino: +49 (249 a dimora - 200 rimossi);

Firenze: +261 (283 a dimora - 22 rimossi).

Nella raccolta di elaborati tecnici, le tavole B382-SF-URB-PP-009 / 014 sono dedicate al confronto tra alberature messe a dimora e rimosse.

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:

- “Per il tratto della linea 2.2 estensione per Sesto Fiorentino, ricadente nel territorio comunale ed in particolare nell’area del PUE di Castello, si evidenzia che nelle successive fasi progettuali occorrerà considerare i contenuti della relazione di fattibilità geologica, sismica ed idraulica e dello studio idraulico, comprese le relative integrazioni (successive alla Relazione di Fattibilità), come allegati alla Delibera di Giunta Comunale n. 2018/G/00513, con la quale è stata approvata la variante al PUE di Castello che contiene

anche l'estensione della linea 2 verso Sesto. Si evidenzia che la suddetta documentazione non ha tenuto conto della successiva LR 41/2018 e che pertanto le condizioni di fattibilità idraulica dovranno considerare anche le sopravvenute disposizioni normative, ferme restando comunque le risultanze dello studio idraulico che dovrà fungere da quadro conoscitivo per le problematiche idrauliche della zona insieme allo studio di base del PGRA”;

- “Tenere conto nelle successive fasi progettuali le possibili interferenze della linea tranviaria con il reticolo idraulico di cui alla LR 79/2012 (Canale di Cinta Occidentale, fosso di Castello e fosso Alberaccio) per le quali sarà necessario acquisire le autorizzazioni idrauliche/nulla osta dai competenti uffici regionali, ai sensi della vigente normativa”;
- “approfondire nelle successive fasi aspetto relativo ai siti contaminati. In prossimità dell'area di intervento è presente il sito FI-506 (Sun-Chemical) risultato contaminato per la matrice acque sotterranee e suolo superficiale e profondo. In uscita dal sito contaminato è altresì rilevato un plume di contaminazione che interessa la falda superficiale. Di tali aspetti deve essere tenuto conto ai fini dell'elaborazione del progetto, le cui opere non dovranno interferire con le necessarie attività di bonifica del sito e delle aree interessate dal plume di contaminazione”;
- “per le problematiche di carattere ambientale attinenti questo tratto di linea 2 si può far riferimento ai documenti allegati alla Delibera 201/G/00513 che ha approvato la variante PUE di Castello che è stata sottoposta a procedura di VAS”.
- “dovrà essere attivata la procedura di verifica di assoggettabilità a VIA secondo quanto disposto dal DLgs. 152/2006 e dalla LR 10/2010, in quanto l'intervento rientra tra i progetti individuati dall'allegato IV (lettera “l” del paragrafo 7) alla parte seconda del DLgs 152/2006 e, come estensione, nella lettera “t” sempre dell'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.

2.2.4 Comune Di Firenze – Direzione Nuove Infrastrutture E Mobilità – “Servizio programmazione mobilità e piste ciclabili”: PARERI (Prot. Gen. N.185385 - 01/06/19)

- “In questo caso si segnala l’interferenza con il progetto, in corso di redazione da parte della Città Metropolitana di Firenze, della superstrada ciclabile Firenze-Prato, che attraversa l’area del PUE di Castello in prossimità dell’attuale via delle due Case. Si ritiene altresì opportuno evidenziare la possibilità di prevedere un collegamento ciclabile tra la stessa superstrada e la stazione di Castello.”

Il progetto tranviario interseca il tracciato della superstrada ciclabile Firenze-Prato, in corrispondenza di via delle Due Case. Questa intersezione è stata studiata con l’obiettivo di

rispettare le previsioni del PUE di Castello e la superstrada ciclabile Firenze-Prato. In particolare è stata anticipata la sistemazione dell'area con la conformazione della nuova viabilità descritta dal PUE ad ovest della Scuola Allievi Marescialli.

La possibilità di un collegamento ciclabile tra stazione di Castello e superciclabile si propone possa essere valutata a sé rispetto alla linea tranviaria in oggetto o eventualmente rimandata ad una successiva fase progettuale.

Il corridoio, piuttosto ristretto, individuato per la tranvia non consente l'affiancamento di percorsi ciclabili, in particolare nel sottoattraversamento di via Mario Luzi dove si inserisce nel sottopasso inutilizzato di via della Cappella.

Un nuovo percorso ciclabile con l'eventuale scostamento dall'asse della tranvia coinvolgerebbe temi al momento non oggetto del progetto in questa fase, come la realizzazione di un nuovo sottoattraversamento, e la compatibilità con i progetti gravanti su aree limitrofe.

2.2.5 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

- “si ritiene di adottare la soluzione che prevede il passaggio all'interno del Polo Scientifico Universitario in quanto capace di differenziare le tipologie di utenza e conseguentemente di massimizzare il ritorno in termini di numero di saliti”;

Secondo l'indicazione data, nella Fase C del Progetto di Fattibilità tecnico ed economica per l'estensione del sistema tramviario fiorentino nei Comuni di Firenze, Campi Bisenzio e Sesto Fiorentino per la linea 2.2 è stata sviluppata la soluzione “Polo” che prevede il passaggio all'interno del Polo Scientifico Universitario.

Il tracciato e oggetto della revisione progettuale dell'estate 2022, sebbene sia modificate sostanzialmente rispetto alle precedenti versioni, mantiene il passaggio sull'area didattica del Polo Scientifico e del nuovo Liceo Agnoletti.

- “si ritiene necessario studiare e approfondire la soluzione relativa al sottopasso della ferrovia in viale dei Mille che prevede la realizzazione di un tratto con binario banalizzato. In particolare, si ritiene debba essere valutata una soluzione con il doppio binario di cui uno in promiscuo con il traffico”;

In viale dei Mille, come da espressa richiesta dell'amministrazione Comunale, è stata sviluppata la soluzione in promiscuo per entrambi i sensi di marcia, per mantenere invariato il percorso dell'attuale pista ciclabile passante su viale dei Mille in corrispondenza del sottoattraversamento. Nell'elaborato tecnico B382-2.2-SF-URB-PP005 / 6 è rappresentato quanto descritto.

- “si ritiene debbano essere proposte alternative relativamente ai sovrappassi sui corsi d'acqua, che consentano le operazioni di manutenzione degli stessi limitando l'impatto visivo ed economico delle opere ponendo la quota del piano del ferro e quindi dell'infrastruttura al limite consentito dalla normativa idraulica”.

Le altezze dei sovrappassi sui corsi d'acqua consentono le operazioni di manutenzione degli stessi. Nel caso dello scatolare sul Canale di Cinta Occidentale nell'area di Castello invece sono state previste strade alternative per l'accesso dei mezzi di manutenzione che permettono di raggiungere entrambi gli argini avendo anche la possibilità di passare sopra la sede tranviaria come è possibile notare dall'elaborato B382-2.2-SF-URB-PP002

2.2.6 Comune Di Firenze – Sviluppo Economico: Indicazioni

- “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.).

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

2.3 TRACCIATO LINEA 2.2 OGGETTO DELLA PRIMA VERSIONE DEL PFTE – FASE C

Facendo proprie le indicazioni emerse dal dibattito su quanto previsto in fase B, si è proceduto alla redazione del PFTE della linea (Fase C) che si è concluso nel Dicembre 2020, in tempo per dare la possibilità alla Stazione Appaltante di partecipare alla gara indetta dal MIMS per il reperimento dei fondi necessari alla realizzazione dell'opera.

Il risultato è rappresentato nell'immagine sotto riportata: il progetto, partendo dalla alternativa "POLO", si sviluppa maggiormente all'interno del territorio universitario, per poi procedere verso nord fino al capolinea all'interno del centro abitato di Sesto.



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO



Figura 5- Corografia di tracciato

Successivamente alla consegna al MIMS avvenuta a gennaio 2021, si è nuovamente aperto un dibattito tra le istituzioni interessate dalla realizzazione dell'opera per cercare una soluzione che potesse servire i punti attrattori principali già individuati, ma che limitasse la lunghezza e di conseguenza il tempo di percorrenza lungo la linea per rendere maggiormente appetibile la nuova infrastruttura.

Alla conclusione di tale dibattito, la SA ha chiesto alla RTP responsabile della progettazione preliminare di redigere un nuovo progetto che tenesse in conto le conclusioni a cui il dibattito è arrivato.

Tale progetto è descritto nei paragrafi seguenti e rappresentato nell'aggiornamento degli elaborati grafici del PFTE.

3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE PRESCELTA

3.1 TRACCIATO E INSERIMENTO URBANISTICO

3.1.1 Descrizione generale del tracciato

La linea 2.2 del Sistema Tramviario Fiorentino nasce come prolungamento dell'attuale linea 2 Stazione SMN – Aeroporto già attiva dal Febbraio 2019 e collegherà l'area di Firenze Nord con Sesto Fiorentino.

Nello sviluppo del tracciato, della lunghezza di circa 6,2 km, la linea si interfacerà attraverso le 11 fermate previste con importanti punti focali del territorio, tra i quali: l'aeroporto A.Vespucci, la scuola Marescialli e Brigadieri, il Polo Scientifico e Tecnologico di Sesto, Piazza Spartaco Lavagnini nel centro di Sesto Fiorentino. Nella fermata "Castello Stazione" il tracciato della linea 2.2 offrirà la possibilità di interscambio modale con la ferrovia Firenze-Prato, in corrispondenza dell'omonima stazione ferroviaria.

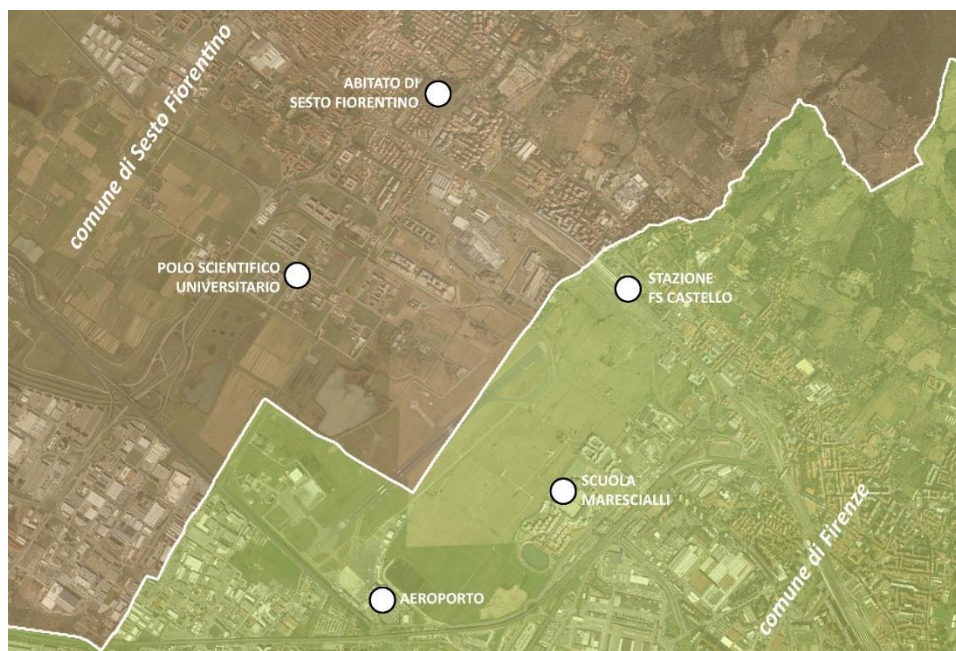


Figura 6 - Punti d'interesse

Il tracciato scelto è il risultato di un processo di approfondimento di quanto contenuto all'interno dello Studio di Fattibilità del Maggio 2015. Il continuo contatto e interfaccia con tutti gli attori che entreranno ad esprimersi nel processo approvativo ha permesso di approfondire e migliorare lo sviluppo progettuale, che si è così via via evoluto dal concept iniziale dello studio di fattibilità, allo stato di progetto che viene di seguito descritto. Il disegno del tracciato, sia per le zone meno densamente popolate che nel passaggio all'interno del centro abitato, è avvenuto nel rispetto di corridoi infrastrutturali individuati grazie al confronto con le amministrazioni.

Il quadro di indirizzo alla base della progettazione si completa con i vincoli del reticolo idrografico e dell'assetto futuro del territorio, che determinano quote e scelte di tracciato da rispettare.

Nei primi 3 km dell'estensione il progetto interesserà il territorio del Comune di Firenze che sarà servito con 5 delle 11 fermate previste, nel tratto successivo km la tramvia passerà all'interno del Comune di Sesto Fiorentino dove saranno predisposte le rimanenti 6 fermate.

Delle 11 fermate previste 9 sono state pensate con banchine laterali e 2 con banchina centrale.

Il tracciato attraversa contesti territoriali profondamente diversi tra loro, quali l'area verde della piana di Castello, l'area di via Mario Luzi e via del Termine in prossimità della ferrovia e delle aree commerciali del Centro Sesto, l'area adiacente all'impianto sportivo Val di Rose (CUS), ed il centro abitato di Sesto a sud e nord della ferrovia.

Castello

Più di un terzo della lunghezza totale del tracciato attraversa l'area della Piana di Castello.

Questa area, strategica nello sviluppo della città metropolitana di Firenze, è interessata dalle previsioni del masterplan di sviluppo aeroportuale 2014-2029, e da quelle del P.U.E. di Castello.

L'inserimento della tramvia in un contesto profondamente suscettibile di cambiamenti è guidato dalle previsioni del P.U.E di Castello che individua un corridoio infrastrutturale nel quale il tracciato dovrà inserirsi.

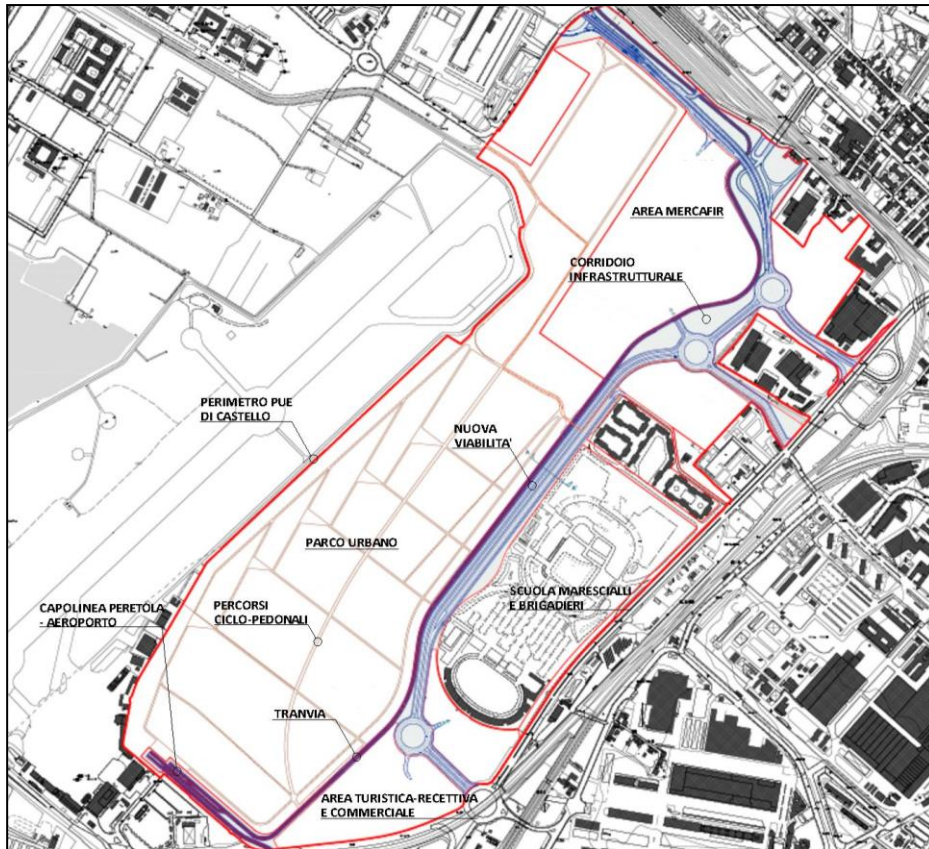


Figura 7 - P.U.E. di Castello

Rispetto alla precedente versione di tracciato la nuova proposta di variante prevede una estensione della linea 2 senza interruzione di carico. Dopo l'attuale sottopasso di viale Guidoni, il nuovo tracciato si dividerà dalla linea esistente ed alla progressiva 0+129,82 km verrà posto il nuovo capolinea (Peretola-Aeroporto). Il progetto tranviario è stato reso compatibile con gli ultimi sviluppi progettuali dell'area aeroportuale a disposizione dei progettisti



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO



Figura 8 – Corografia di tracciato



Comune
di Firenze



Figura 9 - Capolinea Peretola Aeroporto

Il nuovo progetto prevede delle modifiche al tracciato dell'attuale linea 2 con l'inserimento di scambi di interconnessione tali da rispettare le distanze minime per permettere ai tram di spostarsi da una linea all'altra in sicurezza. In affiancamento al capolinea della linea 2.1 è previsto un nuovo tronchino di rimessaggio per le vetture.

L'area fino alla chilometrica 0+755 dove è posizionata la fermata "Parco della Piana", è disegnata sulla base degli input progettuali pervenuti, per quanto riguarda i futuri sviluppi dell'aeroporto A. Vespucci.

Superata l'area interferente con il futuro sviluppo dell'aeroporto (area azzurra nell'immagine precedente), il tracciato proposto si manterrà all'interno del corridoio infrastrutturale delineato dal PUE di Castello, costeggiando ad ovest la futura viabilità stradale prevista in adiacenza alla Scuola Marescialli e Brigadieri dei Carabinieri. La nuova viabilità sarà in rilevato di circa 2 m e la

parte di tracciato tranviario la costeggerà alla stessa quota, ad ovest del tracciato tranviario sarà quindi presente una scarpata per il raccordo con l'attuale piano di campagna. La sezione sarà costante ad eccezione delle strutture di fermata che saranno sorrette da muri a retta e non da rilevati, per consentire un contenimento degli ingombri.

La sede tranviaria in questo tratto avrà una sezione di 7 m con palo di trazione elettrica centrale, sarà una sede riservata con finitura inerbita per meglio integrarsi nel contesto rurale.

Ad ovest tra sede e rilevato sarà realizzato un marciapiede di emergenza di larghezza pari a 0,9m. Sul lato est, tra le due corsie veicolari e la tranvia sarà realizzato un marciapiede di larghezza 2,5 m affiancato da una fascia verde di larghezza variabile in cui verrà collocato un filare di nuove alberature.

Tra fermata "Parco della Piana" e "Scuola Marescialli" è collocata anche la prima sottostazione elettrica "SSE Piana" ad ovest del tracciato ai piedi del rilevato.

Nei pressi del Canale di Cinta il tracciato si distaccherà dalla nuova viabilità mantenendosi all'interno del corridoio infrastrutturale; anche il marciapiede seguirà la strada per ricongiungersi alla sede tranviaria solo dopo la fermata Due Case.



Figura 10 – Tracciato in corrispondenza di via delle Due Case

Per attraversare il suddetto canale è stato previsto uno scatolare da progressiva 1+985 km a progressiva 2+000 km circa. Per mantenere la possibilità di accesso dei mezzi di manutenzione al canale sono stati previsti tre percorsi: uno che si dirama da via delle Due Case e raggiunge l'argine destro a quota strada, gli altri due invece si raggiungono dalla rotonda del progetto della nuova viabilità prevista dal PUE di Castello. Un percorso segue l'argine del canale fino al rilevato della tranvia e l'altro percorso segue l'argine sinistro alzandosi in quota della sede tranviaria per attraversarla e riabbassarsi una volta superata accostandosi sempre all'argine sinistro del canale di Cinta.

Dopo l'attraversamento del canale di cinta, il tracciato interseca via delle Due Case che verrà rialzata per raggiungere la quota della sede tranviaria e immettersi nella rotonda di cui prima. A

fianco della strada sarà prevista una pista ciclabile a doppio senso, adeguata compatibilmente al progetto della *ciclosuperstrada* Prato-Firenze.

Come per la fermata “Scuola Marescialli” anche in questo caso la banchina di fermata sarà sorretta da muri di sostegno, sul quale sono previsti rampe e pianerottoli per consentirne il raccordo al piano di campagna.

Il progetto tranviario di linea 2.2 è stato contestualizzato sul futuro assetto del territorio di Castello e Sesto Fiorentino; in questo tratto secondo il PUE le strade carrabili di via di Montione e via della Cappella verranno eliminate per lasciare spazio a percorsi ciclo pedonali che si dirameranno all'interno della piana. Qualora la linea 2.2 fosse realizzata prima del PUE di Castello sarà comunque possibile garantire l'adeguamento e la continuità delle strade sopracitate sulla sede tranviaria. È stato infatti previsto un passaggio alla quota attuale di via della Cappella, e una pavimentazione asfaltata, al fine di consentire una intersezione a raso.

Superata l'intersezione il tracciato continuerà ad abbassarsi per raggiungere la quota del sottopasso inutilizzato presente a lato di quello su cui insiste via della Cappella.

Le dimensioni del sottopasso, largo circa 8 m, permette l'inserimento di una sede riservata a doppio binario di 6,3 m con marciapiedi di emergenza di almeno 0,9 m; i cavi per l'alimentazione elettrica saranno posizionati direttamente all'intradosso della soletta del sottopasso.

A nord la sede sarà in trincea per una lunghezza di circa 135 m, fino a riportarsi alla quota di via Petro Fanfani, in corrispondenza della quale intersecherà lo svincolo che raccorda quest'ultima con via M. Luzi.

A partire dal tratto in trincea ed il successivo la sezione della sede si riallargherà a 7 m con palo di trazione centrale e la pavimentazione di sede sarà in masselli autobloccanti.



Figura 11 –Fermata Castello Stazione

A nord della trincea a quota di via Pietro Fanfani è posizionata la seconda sottostazione del tracciato chiamata “SSE Castello”.

In quest’area è presente il sedime ferroviario della linea Firenze – Prato, che oltre a marcare il limite tra l’area urbanizzata di Castello e Quinto a nord da quella non edificata a sud, offre la possibilità di interscambio modale tra tram e treno, grazie alla presenza della Stazione FS Castello, dove a pochi metri è stata collocata l’omonima fermata del tram.

La stazione ferroviaria può essere raggiunta facilmente attraverso un sottopasso pedonale già esistente, in prossimità delle strisce pedonali che lo collegano con la fermata.

Nella stessa area è stato previsto un parcheggio scambiatore di 98 posti auto. L’accesso al parcheggio avverrà da via Fanfani, da entrambi i sensi di marcia.

Data la geometria allungata dell'area in cui sorgerà il nuovo parcheggio, sarà garantita la circuitazione delle vetture solo nelle vicinanze della fermata Castello-Stazione, dove saranno previsti stalli a lisca di pesce. Mentre nell'area di parcheggio sottostante alla fermata sarà presente una viabilità con stalli a pettine che terminerà con l'uscita in immissione su via Fanfani. Procedendo nel tracciato in direzione Sesto dopo la fermata è presente il canale del Termine che verrà adeguatamente tombato in corrispondenza della sede tranviaria proposta e del nuovo parcheggio scambiatore.

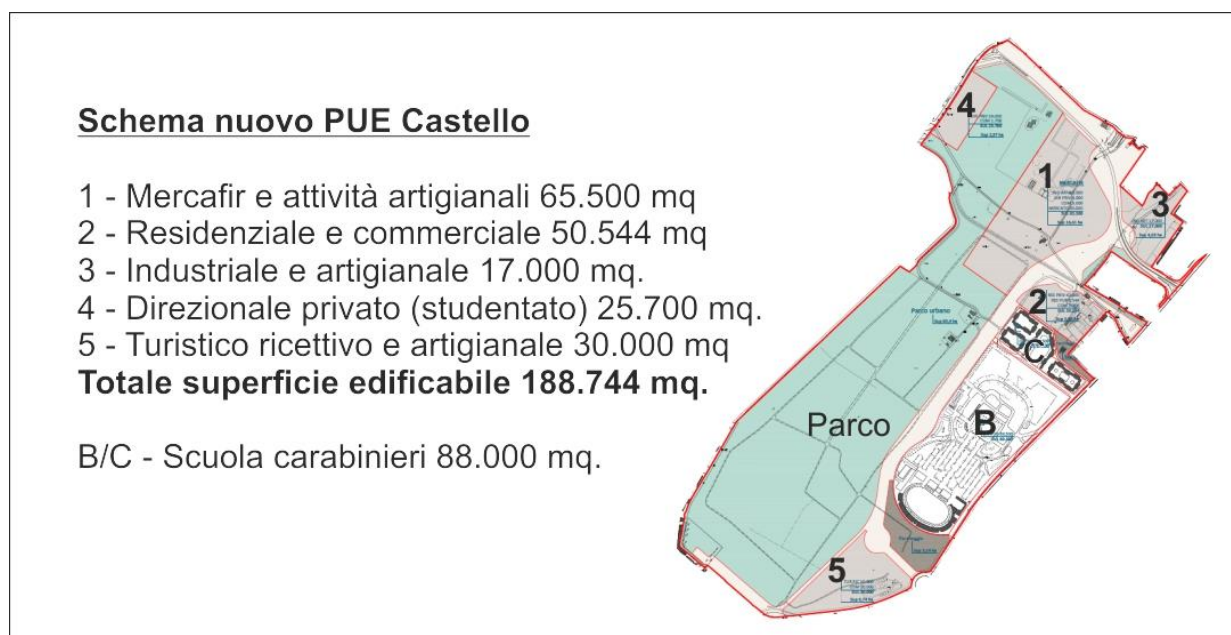


Figura 12 - Aree PUE di Castello

Via dei Frilli

Dalla stazione FS Castello il tracciato prosegue verso nord-ovest aggirando, lato monte, il Centro di Meccanizzazione Postale e continua verso sud affiancando via dei Frilli fino alla rotatoria con via Pasolini. In questo tratto il tracciato tranviario si affianca alla strada per rientrare nel corridoio



Comune
di Firenze

infrastrutturale individuato dal PRG del comune di Sesto Fiorentino e prevede la fermata “Frilli” che è la prima stazione che si avvicina all’abitato di Sesto Fiorentino

Nell’area compresa tra via del Termine e il Centro di Meccanizzazione Postale sorgerà in nuovo deposito tranviario. All’interno del deposito saranno ospitate delle aree riservate alle attività di manutenzione e rimessaggio, la sottostazione elettrica “Deposito” in funzione al servizio delle attività del deposito e di porzione della linea, e una zona ibrida per amministrazione e ricevimento del pubblico. Lo schema funzionale e la caratterizzazione architettonica dei locali, sarà maggiormente approfondita nei paragrafi specifici.



Figura 13 - Tracciato in prossimità di Via dei Frilli

Nei pressi della stazione FFSS di Firenze Castello è presente la Gora di Quinto, canale già parzialmente tombato. L'intervento proposto per risolvere l'interferenza è l'adeguamento con un manufatto tubolare DN 300 di 3m di lunghezza.

In questa prima parte del territorio di Sesto Fiorentino è prevista la realizzazione del lotto 6 della strada Mezzana Perfetti Ricasoli.



Figura 14 - Corridoio infrastrutturale lotto 6 della strada mezzana Perfetti - Ricasoli

Sulla base della documentazione tecnico-progettuale fornita dagli enti competenti è stato possibile rendere compatibile questo tratto del tracciato al progetto della strada, previa eliminazione di una delle tre rotatorie dal progetto stradale e modifica della geometria dell'asse stradale.

La tranvia si inserirà dunque nel corridoio infrastrutturale tra la ferrovia e la futura strada nel primo tratto, e tra via dei Frilli e la strada futura nel secondo, senza generare interferenze. La rotonda attuale che interseca via Pasolini e via dei Frilli, non verrà geometricamente modificata, ma verrà semaforizzata per permettere il passaggio a raso della tranvia. Dal profilo del lotto 6 della Perfetti-Ricasoli si evince che non sarà interferente con suddetta rotonda in quanto la quota di progetto è circa 7m al di sopra della quota della rotonda.

In tutto il tratto compreso tra l'intersezione con via Fanfani e la rotonda di via Pasolini, il tracciato tranviario avrà una sezione trasversale di 7 m con palo di trazione centrale e la pavimentazione sarà in masselli autobloccanti.

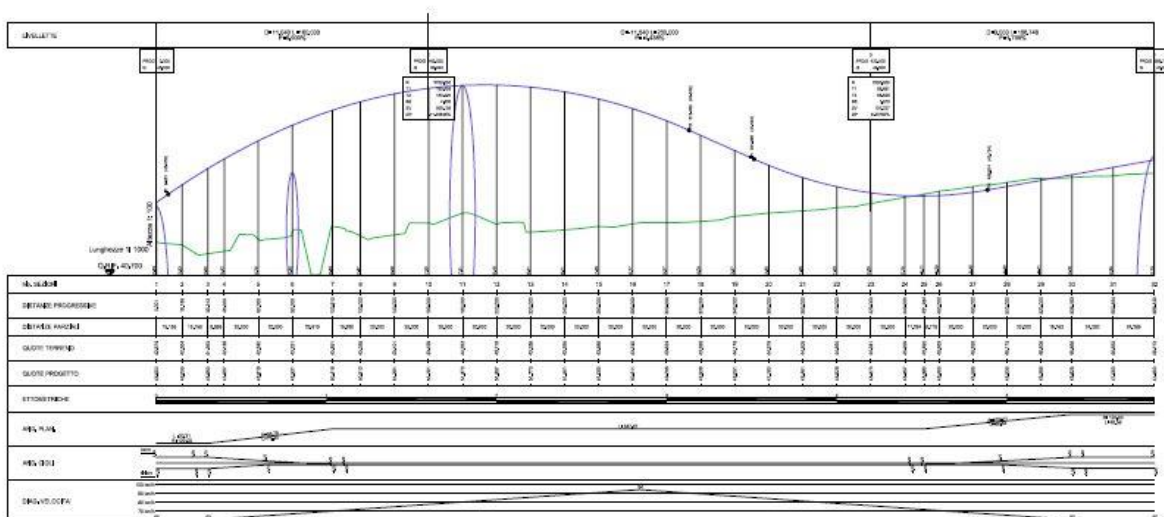


Figura 15 - Profilo di progetto Perfetti-Ricasoli

Via della Pace

Dopo l'attraversamento a raso della rotonda, il tracciato proseguirà il proprio percorso in affiancamento a via Pasolini, nell'area compresa tra quest'ultima e la cassa di espansione, per circa 150 metri, per poi attestarsi parallelamente a via della Pace fino all'intersezione con viale



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

Terzani. Nella prima parte di via della Pace la sede sarà divisa dalla viabilità da una fascia verde nella quale saranno messe a dimora nuove alberature e la pavimentazione della sede sarà inerbita per integrarsi con le aree verdi presenti. Il tracciato intersecherà a raso via Petrosa, dopo la quale sarà presente la fermata “via della Pace”, posta in asse rispetto all’abitato a sud della viabilità carrabile. Nell’area a nord della fermata sorgerà un nuovo parcheggio scambiatore avente 119 stalli di cui 4 per disabili. Il parcheggio è stato pensato per essere compatibile con la previsione di tracciato della Perfetti-Ricasoli, non intersecando l’ipotesi di tracciato della futura viabilità.

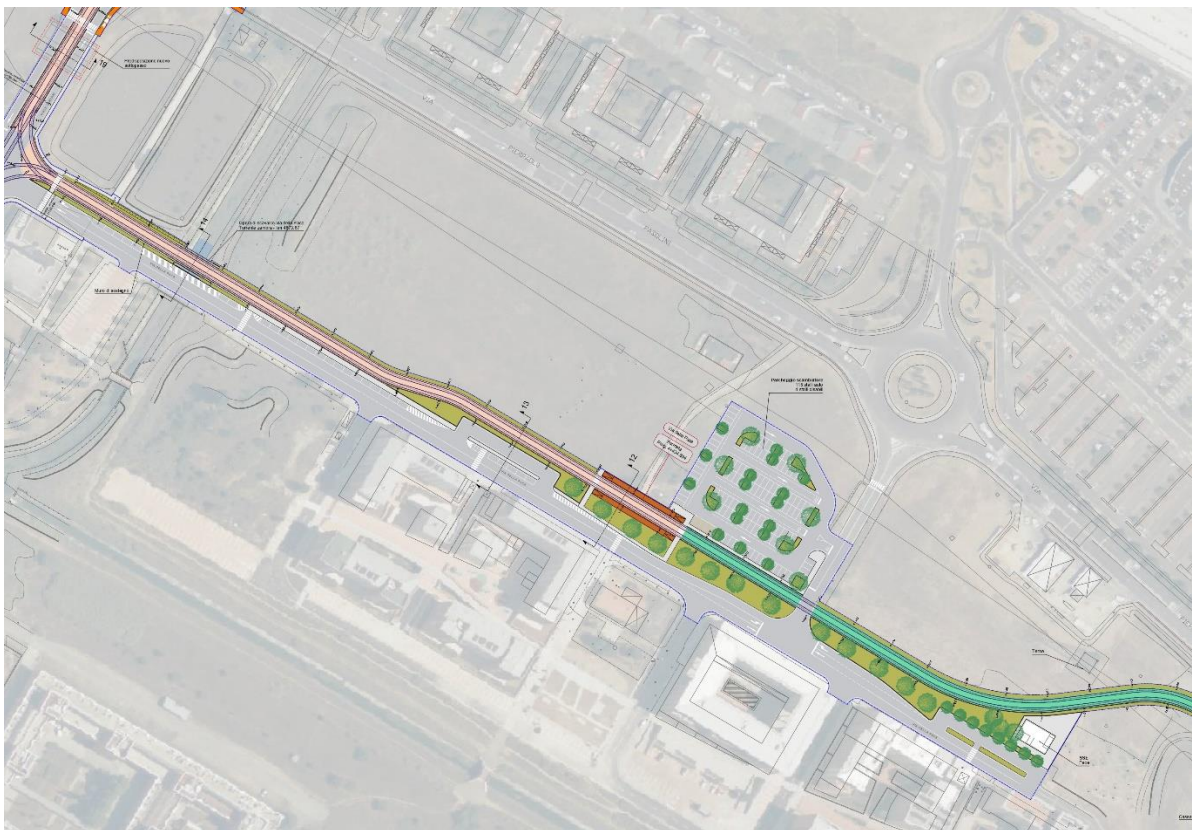


Figura 16 – tracciato su via della Pace

Dopo la fermata, il tracciato si avvicinerà a via della Pace per non intercettare le due casse di espansione presenti dopo il torrente Zambra. Lo scavalco del torrente avverrà mediante la realizzazione di un manufatto. L'intradosso della nuova struttura dovrà avere la stessa quota nel ponte stradale esistente ma, dato il maggior spessore dell'impalcato tranviario, la quota del piano del ferro sarà maggiore di quella della strada. Per sorreggere la sede prima e dopo il ponte, verrà realizzato un muro di sostegno a sud del tracciato, mentre a nord ci raccorderemo con il piano di campagna con delle scarpate.

Il tracciato, scendendo da via Pasolini, forma un triangolo con via della Pace ed in questa porzione di terreno verrà posizionata la sottostazione elettrica "Pace". L'accessibilità alla sottostazione sarà da via della Pace e sarà previsto un piazzale di sosta per i mezzi nelle immediate vicinanze di quest'ultima.

Cus-Agnoletti

La linea si sposterà poi a sud del torrente Zambra con la realizzazione di un nuovo viadotto, avvicinandosi al Polo Scientifico dell'Università di Firenze, dove sarà posizionata una fermata (Agnoletti-Cus) tra l'impianto sportivo Val di Rose, e il nuovo Istituto superiore Agnoletti.

Il progetto prevede in quest'area un tracciato di tipo "loop", che sarà percorso nella stessa direzione per entrambe le percorrenze sia verso Sesto, che verso Firenze.



Figura 17 – Tracciato “loop”

Il viadotto sarà realizzato anche per ospitare una nuova viabilità carrabile, parallela alla linea tranviaria, che collegherà via Terzani con il polo Scientifico.

La sezione del ponte è organizzata come segue: la sede tranviaria occuperà la parte centrale e sarà affiancata da ciascun lato da una corsia per senso di marcia di larghezza 3,5 m con banchine da un metro, a fianco delle banchine più esterne sarà presente un marciapiede da 1,5 m.



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

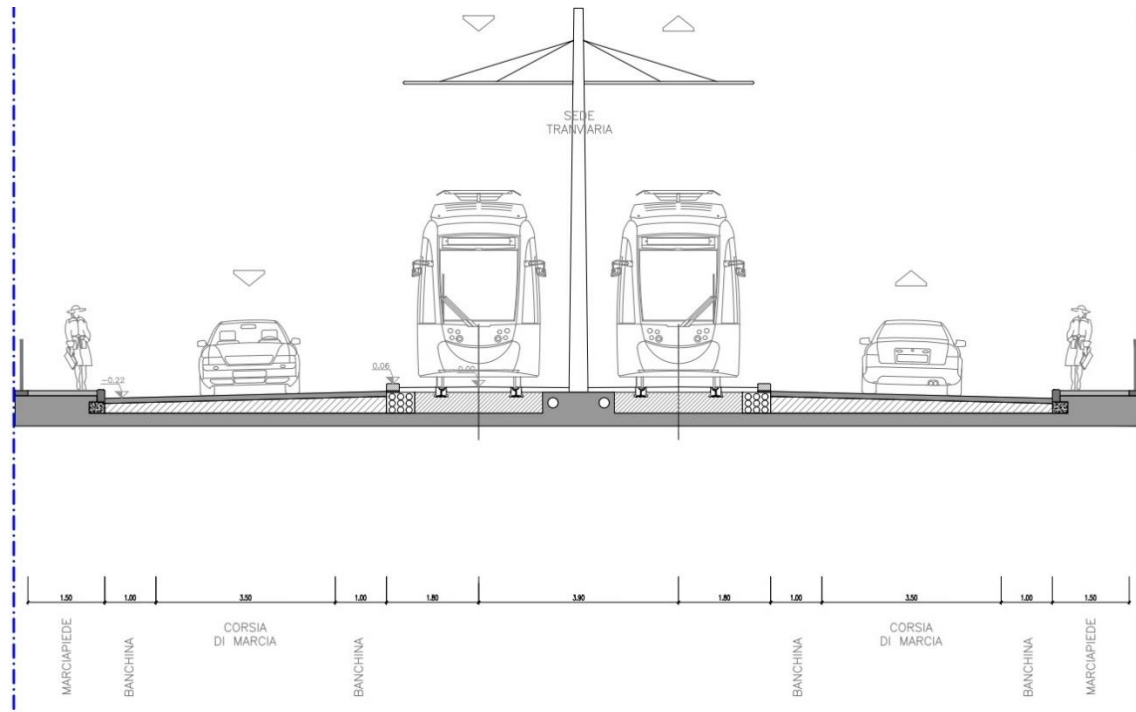


Figura 18 – Sezione sul ponte

Nell'area centrale al "loop" verrà smantellato il parcheggio a servizio del liceo Agnoletti il quale verrà recuperato nell'area adiacente alla futura stazione di pompaggio e sarà accessibile da via dei Giunchi. Al posto del parcheggio esistente verrà realizzato un parco nel quale verranno piantumate 27 nuove alberature e saranno presenti una rete di percorsi pedonali che permetteranno la percorrenza in tutta l'area.

La fermata "Cus-Agnoletti" raccoglierà il bacino di utenza della parte nord del polo e quello dell'istituto Agnoletti; sarà realizzata a banchine laterali, la banchina lato parco sarà a servizio del tram che percorrerà la linea in direzione Aeroporto, mentre quella lato Agnoletti, sarà direzione Sesto Fiorentino.

La pavimentazione tranviaria sarà per tutto il tratto del loop in masselli autobloccanti tranne in corrispondenza del nuovo parco in cui presenterà pavimentazione inerbita per uniformarsi con il contesto del parco.

Sarà anche realizzata una nuova viabilità parallela al viadotto lato ovest, a quota del piano di campagna. Tale viabilità servirà per garantire l'accessibilità all'impianto sportivo ed alla stazione di pompaggio mediante una circuitazione che passerà sotto al nuovo viadotto.

Per oltrepassare il canale di Cinta è stato previsto un ponte di lunghezza pari a circa 140 m, la cui progettazione ha tenuto conto di vari fattori quali la presenza dei sottoservizi esistenti e quelli futuri che hanno delineato la struttura di tale manufatto e tutto l'assetto urbanistico dell'area circostante.

L'attuale presenza di un metanodotto SNAM adiacente alla sponda ha determinato l'arretramento della spalla oltre i 10 m previsti dal R.D. 523/1904; inoltre il progetto di ampliamento dell'acquedotto di Sesto Fiorentino con la costruzione della nuova stazione di pompaggio in prossimità del CUS e delle camerette su ambo le sponde ha fatto sì che venisse tenuta un'altezza di circa 5 m per un piazzale antistante alla stazione per permettere il passaggio e la svolta dei mezzi e ha dettato la posizione delle pile del manufatto. L'altezza libera di circa 5 metri è necessaria anche per il passaggio dei mezzi di manutenzione su entrambe le sponde del canale. Il raggiungimento della quota del ponte viene realizzato tramite muri di sottoscarpa per salvaguardare a sud l'accesso al complesso sportivo Val di Rose e la prevista stazione di pompaggio dell'acquedotto, e a nord l'accesso al parcheggio e per non interferire con le strutture esistenti.

Via Terzani

Il tracciato commerciale, una volta percorso il loop, prosegue in direzione Sesto Fiorentino immettendosi in via Terzani in sede riservata fino ad intersecare la rotatoria di via Pasolini, che verrà semaforizzata per permettere il passaggio a raso della tranvia.

Nell'intersezione con via della Pace, il piano del ferro si troverà ad una quota superiore rispetto al piano di campagna di circa 80 cm. In considerazione di ciò verrà innalzata la quota del piano stradale nell'intersezione tra via della Pace e via Terzani, salvaguardando al tempo stesso gli accessi delle proprietà private nelle vicinanze.

In quest'area, attualmente non edificata, affiancata al muro di contenimento lato ovest del futuro viadotto del polo, è stato previsto il posizionamento di una sottostazione elettrica (SSE Pace 2).

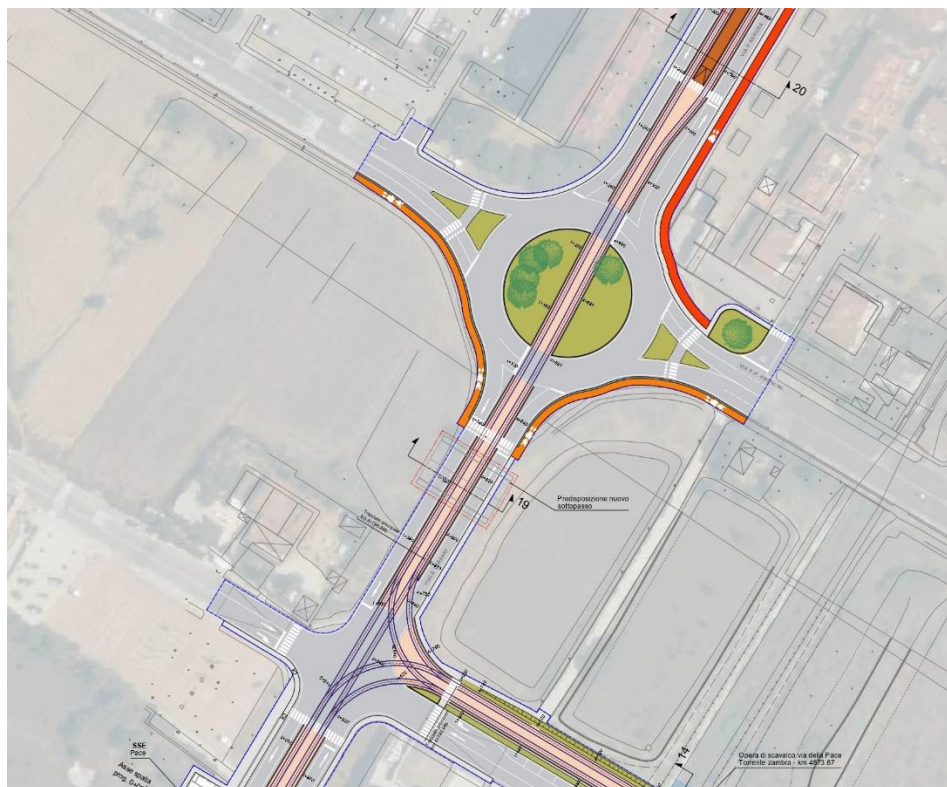


Figura 19 – Tracciato via Terzani

La sezione stradale in via Terzani, in continuità con quella del ponte, sarà organizzata come segue: la sede tranviaria occuperà la parte centrale e sarà affiancata su entrambi i lati da una viabilità

avente corsia da 3,5 m. Per la realizzazione delle due viabilità parallele si dovrà allargare il sedime stradale su entrambi i lati occupando un'area attualmente verde.

Circa a metà del tratto di via Terzani interessato dal passaggio della tranvia, si prevede la predisposizione di un sottopasso stradale. L'inserimento del manufatto consentirà di ospitare il tracciato della strada Perfetti-Ricasoli evitando ulteriori intersezioni al raso.

Via P. Neruda

L'ultimo tratto del tracciato sarà completamente inserito nel contesto urbano di Sesto Fiorentino e passerà da via Pablo Neruda e viale dei Mille.

Superata la rotatoria di via Pasolini il tracciato si immette in via Pablo Neruda. Questa via verrà allargata per permettere l'inserimento urbano della tranvia così progettato: il marciapiede a sinistra verrà mantenuto di 1.5 m, tra le due carreggiate verrà inserita la sede tranviaria perciò la sede stradale attuale si allargherà verso destra per permettere l'inserimento di un marciapiede, una pista ciclabile riservata ambo i sensi ed un filare di alberi.



Figura 20 - Stato di fatto via P. Neruda



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

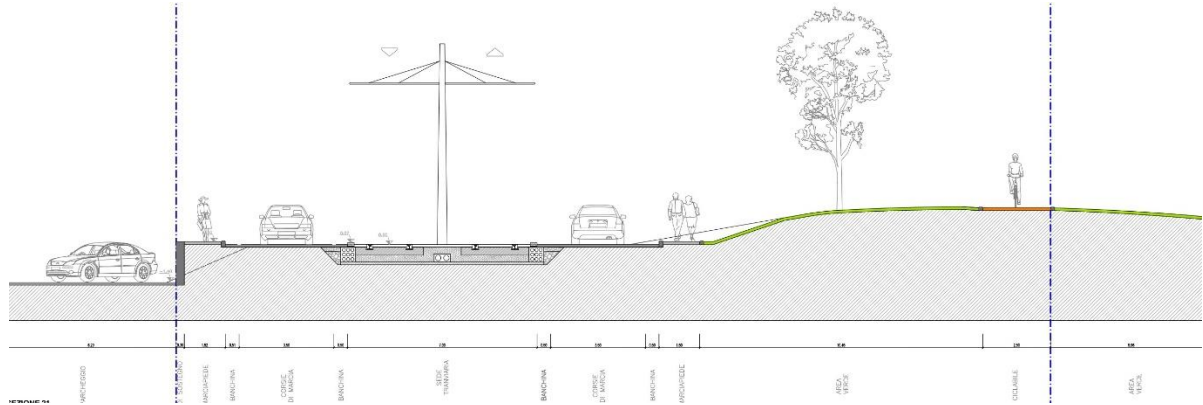


Figura 21 - Sezione di progetto via P. Neruda

Nella stessa via è stata prevista una fermata a banchina centrale per servire il quartiere Balestri. Su una porzione della carreggiata, lato ovest, verrà realizzato un muro di sostegno per sorreggere il sedime stradale che, allargandosi interessa una scarpata presente al di sopra del parcheggio a servizio delle abitazioni.



Figura 22 – Tracciato via Neruda

La rotonda attuale di viale Ariosto con viale dei Mille verrà modificata in un incrocio semaforizzato per diminuire le fasi semaforiche. La modifica dell'incrocio ha comportato la modifica dell'assetto urbano circostante come marciapiedi e piste ciclabili.

Nell'incrocio saranno previsti attraversamenti ciclopedonale per garantire continuità tra le piste ciclabile di via Neruda e viale Ariosto.



Comune
di Firenze



Figura 23 - Stato di fatto incrocio viale dei Mille – via Neruda

Viale dei Mille

Da questo incrocio la tranvia sarà in promiscuo in entrambe le carreggiate per mantenere le due corsie di marcia e la pista ciclabile esistente. Il tratto in promiscuo si rende necessario a causa della sezione stradale limitata dai muri di contenimento del sottopasso della ferrovia in prossimità della stazione Zambra. Questo tratto in promiscuo sarà lungo circa 480 m e andrà dall'incrocio di viale dei Mille con viale Ariosto all'incrocio con via Giusti dopo il sottopasso Zambra.



Figura 24 - Planimetria stato di progetto viale dei Mille

Nel triangolo di terreno compreso tra via dei Mille e via Giusti, sorgerà un nuovo parcheggio scambiatore di 117 stalli. Per permettere la realizzazione di quest'ultimo dovrà essere adeguato ed esteso il muro di contenimento ad ovest di viale dei mille. Il muro servirà per contenere il terrapieno su cui sorgerà il parcheggio.

A nord dell'intersezione via dei Mille via Giusti, sarà posizionata la quinta e ultima sottostazione elettrica del tracciato. L'area individuata è posta a circa 90m dal tracciato all'intersezione tra via Calatafimi e via dei Mille all'interno del resede di un fabbricato attualmente dismesso.



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

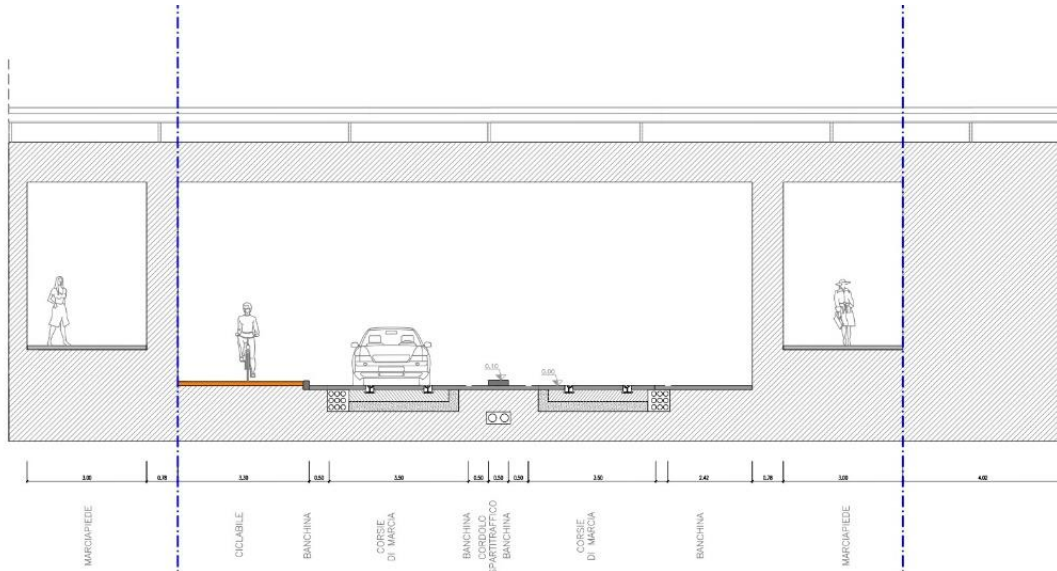


Figura 25 - Sezione di progetto sottopasso Zambra



Figura 26 - Area di parcheggio scambiatore capolinea Villa Corsi-Salviati



Comune
di Firenze



Figura 27 - Planimetria di progetto parcheggio scambiatore Mille-Giusti

Via Giuseppe Giusti

Il tracciato prosegue il suo percorso svoltando in via Giusti. Per l'intera percorrenza del tratto la sede sarà di tipologia riservata sul lato nord, in direzione centro di Sesto Fiorentino; mentre sarà promiscua con il traffico veicolare privato in direzione Firenze. La percorribilità di via Giusti

in direzione Firenze sarà comunque regolata da una zona a traffico limitato, a soli frontisti e mezzi di soccorso.

Circa 80 metri dopo l'intersezione con viale dei Mille sarà collocata una fermata avente banchina centrale. Questa fermata sarà a servizio di tutto l'abitato posto a Sud di via Giusti.

A causa dell'allargamento della sezione della sede tranviaria in corrispondenza della banchina di fermata, si renderà necessario una rifilatura del giardino di pertinenza della villa Corsi Salviati, limitato ai circa 50 metri della banchina di fermata.

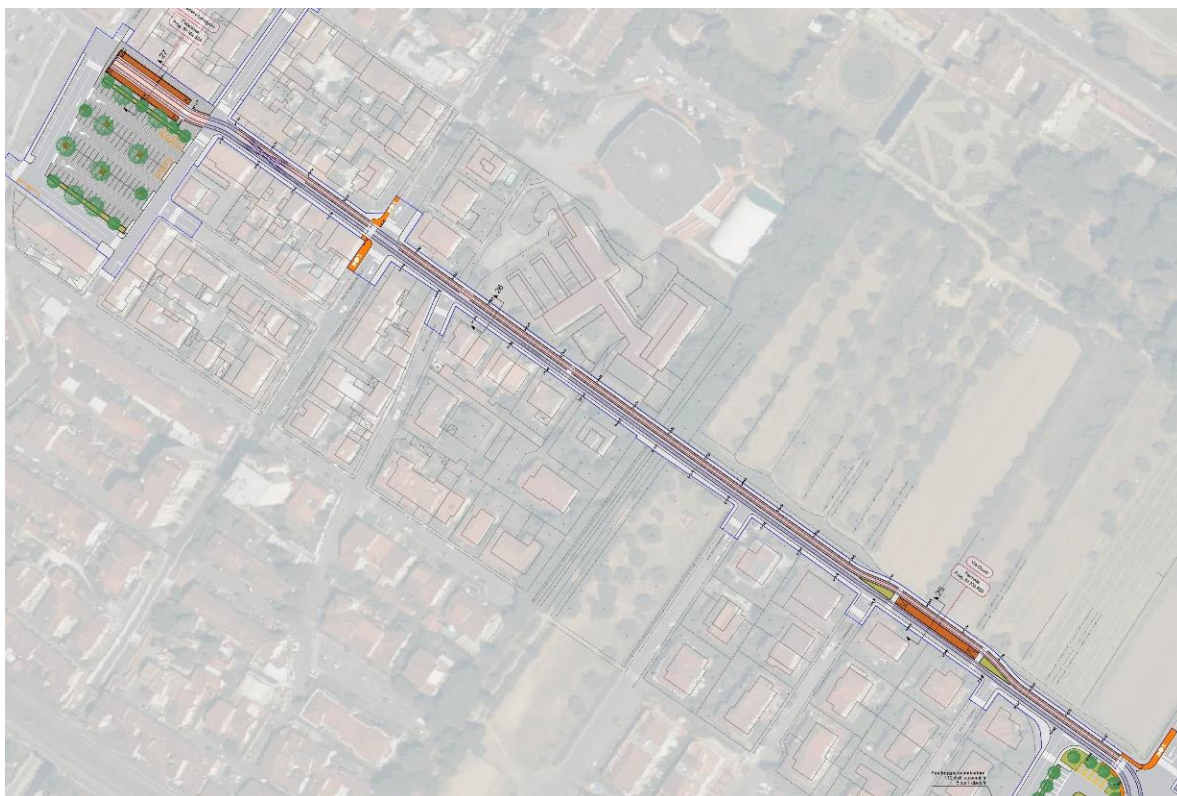


Figura 28 – Tracciato in via Giusti

Al termine del tratto in corrispondenza della piazza Spartaco Lavagnini, sarà collocato il termine del percorso con un capolinea posto in asse con via Giusti.

L'inserimento del capolinea determinerà il riassetto del sistema viario che insiste attualmente intorno alla piazza.

L'attuale tratto di strada compreso tra via Potente e via Armando Diaz a Nord di Piazza Lavagnini sarà fisicamente occupato dalla doppia banchina di fermata del capolinea.

Con la chiusura di questo tratto di viabilità, e con l'istituzione della Ztl su via Giusti, il nuovo assetto della viabilità prevede una semi circuitazione di Piazza Spartaco Lavagnini, e l'obbligo di proseguire a dritto su via Armando Diaz, fino all'intersezione con via Corsi Salviati. Quest'ultima sarà invertita nel senso di percorrenza in direzione Niccolò Macchiavelli per consentire un deflusso in direzione Est/Firenze, alterato dalle modifiche su via Giusti.

L'inserimento della tranvia su via Giusti, limiterà l'accesso alla via solo dal lato di Piazza Lavagnini, perciò al fine di semplificare l'accesso anche da Nord, il tratto compreso tra via Cadorna e via Giusti di Via Armando Diaz passerà da senso unico a doppio senso di marcia, con l'eliminazione degli attuali stalli di sosta e rimodulazione dei marciapiedi esistenti.

Le modifiche alla viabilità precedentemente descritti renderanno necessario l'inserimento di due nuovi impianti di semaforizzazione per regolare gli incroci di via Corsi Salviati con via Machiavelli, e di via Giusti con via Diaz.



Figura 29 – Capolinea piazza S. Lavagnini

L'intera piazza Lavagnini sarà oggetto di riqualificazione. Con l'inserimento del capolinea si procederà a un riassetto del sistema pedonale, e ad una nuova pavimentazione in pietra sull'intera superficie della piazza. Saranno inoltre inserite nuove alberature per consentire un migliore ombreggiamento in particolare nell'area in prossimità della fermata. Alcune di queste saranno messe a dimora su aiuole verdi, altre in vasche interrato protette da dispositivi salva radici, che consentiranno il mantenimento di un piano costante, con la pavimentazione del parcheggio. Il nuovo assetto del parcheggio consentirà comunque il mantenimento del mercato settimanale, con il solo restringimento dell'area di fermata.

Deposito

Ubicazione del deposito



Comune
di Firenze

Il deposito a servizio della linea 2.2 è stato ubicato nell'area delimitata dalla linea Ferroviaria (Fermata Firenze Castello), a Nord, e l'Aeroporto Amerigo Vespucci, a Sud.



Figura 30 – Area di ubicazione del deposito

Secondo quanto previsto nello Studio di Fattibilità della linea, posto a base di gara, il deposito avrebbe dovuto essere ubicato in zona Osmannoro, in prossimità del capolinea previsto nel suddetto Studio.

A seguito dell'avvenuta modifica del tracciato e del suo conseguente nuovo sviluppo, è stata individuata dalla Committenza un'area da destinare al deposito-officina, situata nella zona a Sud-

Est del Centro di Meccanizzazione Postale di via P.P. Pasolini, nel Comune di Sesto Fiorentino, e
Via del Temine

L'esame della suddetta area ha portato ad individuare una soluzione di layout del Deposito, che
si conformasse al suo particolare sviluppo longitudinale.

Caratteristiche funzionali dell'area

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

Superficie utile

La superficie complessiva è di circa 31000 mq, sufficiente per accogliere il deposito. In
considerazione della sua conformazione, che si sviluppa principalmente lungo un asse Nord-Sud,
le zone funzionali previste e la movimentazione interna dei veicoli sono state organizzate lungo
tutta la lunghezza dell'area.

Collegamento con la linea

Il deposito è in collegamento diretto con la linea. Questo comporta significativi vantaggi sia dal
punto di vista della funzionalità dell'esercizio, sia dal punto di vista dei costi, soprattutto di
carattere gestionale, nel tempo.

Dimensionamento del deposito

Il deposito, seguendo le indicazioni dei documenti a base di gara, è stato dimensionato per
permettere il rimessaggio e la manutenzione di 9 veicoli, poiché i veicoli della linea 2.1 al
momento vengono ricoverati nel deposito della linea 1.

Nel deposito sono ubicati tutti gli edifici e gli impianti necessari per la manutenzione dei veicoli
ad eccezione del tornio in fossa.



Comune
di Firenze

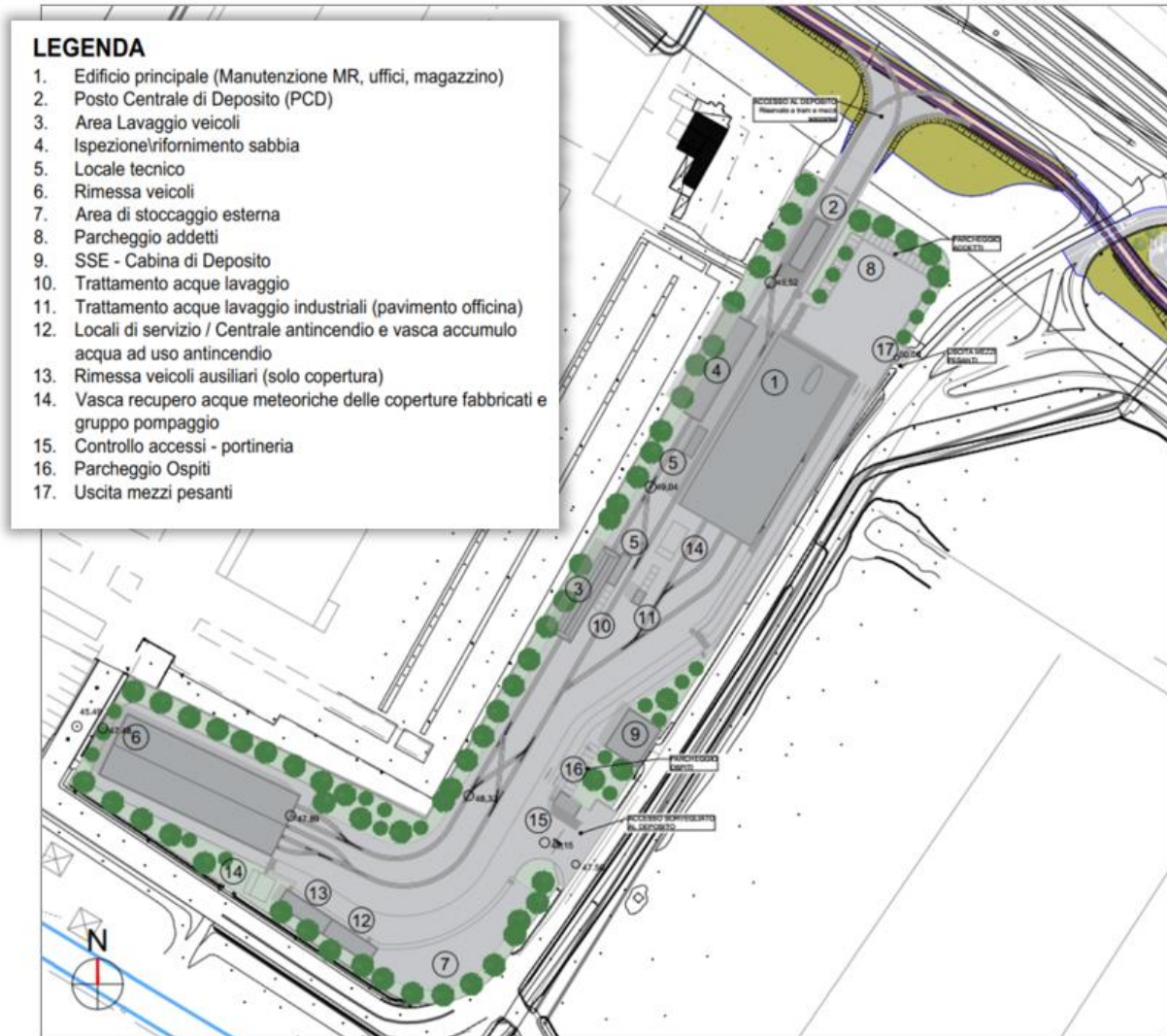


Figura 31 – Layout Deposito della linea 2.2

3.2 CARATTERISTICHE FUNZIONALI DELLA LINEA

3.2.1 Stazioni

Il tracciato della 2.2 della linea 2 per procedere in direzione di Sesto Fiorentino, lungo il suo sviluppo sono presenti un totale di 11 fermate, nove delle quali sono fermate laterali e le rimanenti due centrali.

Per la banchina di fermata si prevede una lunghezza di 34m affiancata alle estremità da uno o due lati da rampe a seconda dei lati previsti per l'accesso. La rampa avrà pendenza minore o uguale al 5%.

La larghezza della fermata è di 3metri per ciascuna delle due banchine della fermata tipologica laterale, 4m per la banchina della fermata tipologica centrale.

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.

Oltre la maggiore larghezza della banchina tipologica centrale si prevede anche il raddoppio delle dotazioni. Ci saranno quindi doppie emettitrici, doppi pannelli informativi sia statici che dinamici, dotazione doppia di sedute ecc.

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 del tracciato sia della linea 2.2 passi attraverso aree rurali della piana fiorentina.

Addentrando 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 dei fiumi, 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 tipologia di pensilina differisce leggermente tra banchina laterale, con quest'ultima con dimensioni più generose e una copertura offerta su entrambi i lati della struttura portante che risulta in posizione centrale rispetto alla piattaforma di fermata.



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO



Figura 32 Render fermata tipologica laterale



Figura 33 Render fermata tipologica centrale

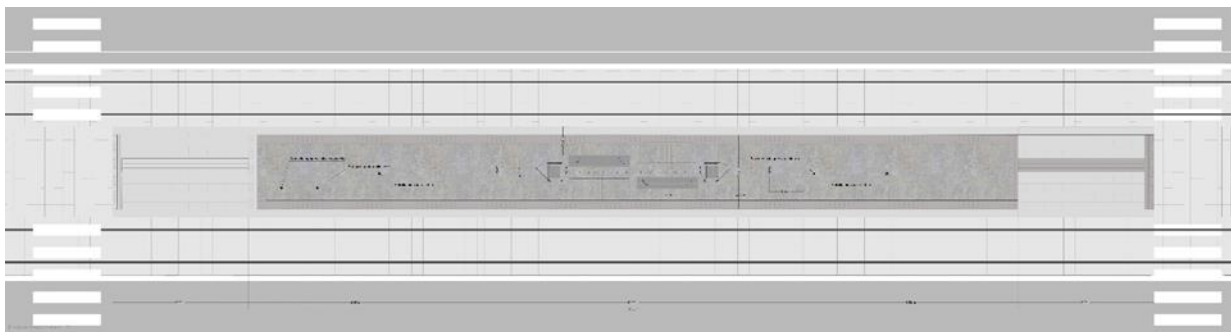


Figura 34 - Fermata tipologica centrale

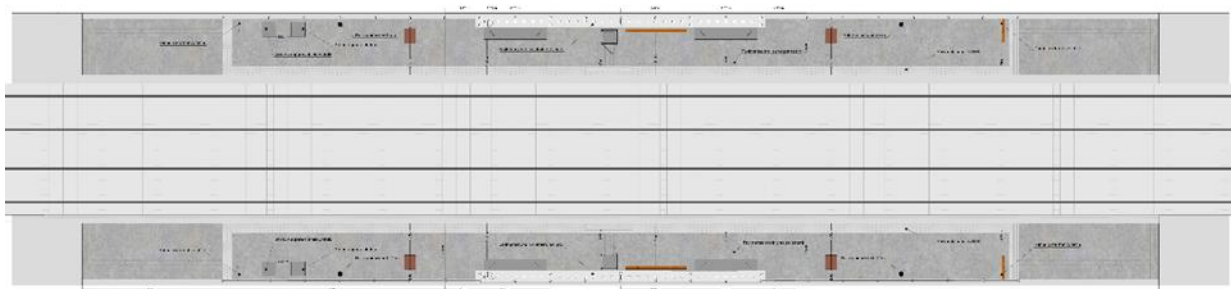


Figura 35 - Fermata tipologica laterale

Lungo il tracciato non si prevedono variazioni rispetto allo schema tipologico offerto dalla soluzione laterale e centrale. Eventuali varianti sono costituite dalle strutture a sostegno della fermata stessa o dai luoghi in cui si inseriscono.

Per esempio, la fermata “Scuola Marescialli” e “Due Case” sono poste ad una quota di campagna più elevata, e necessitano di strutture per rispettare la quota del profilo altimetrico del tracciato. La fermata scuola Marescialli dispone di accessibilità solo ad est, dove il tracciato è alla quota della futura strada del PUE, ad ovest non sono previsti collegamenti alla quota di campagna posta circa due metri più in basso. La fermata due Case è invece collegata su entrambi i lati con un sistema di scale e rampe, per garantire l’accessibilità alla fermata.

Infine il capolinea di Piazza Lavagnini è posto al centro di una piccola area pedonale con una quota maggiore rispetto al piano stradale, avrà pertanto necessita di rampe ridotte in considerazione della minore differenza di quota rispetto alla tipologica sul resto del tracciato.

3.2.2 *Armamento*

Nei Comuni interessati 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 (1 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 mazzatura 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; tutte 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.

3.2.3 *Parcheggi scambiatori*

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

Tali aree nel percorso sono poste in corrispondenza della fermata “Castello stazione”, di “via della Pace” e nell’incrocio tra via Giusti e via dei Mille.

Parcheggio scambiatore di Castello

L’area individuata destinata al parcheggio sorge nei pressi della fermata “Castello” e si estende in un’area di circa 3500 mq.

Il parcheggio presenterà 98 posti auto, di cui 3 stalli disabili, posizionati nei pressi della fermata.

L’accesso al parcheggio avverrà da via Fanfani, per entrambi i sensi di marcia della viabilità.

Data la geometria lunga e stretta dell’area in cui sorgerà il nuovo parcheggio, sarà garantita la circolazione delle vetture solo nelle vicinanze della fermata Castello-Stazione, dove saranno previsti stalli a lisca di pesce. Mentre nell’area di parcheggio sottostante alla fermata sarà presente una viabilità con stalli a pettine che terminerà con l’uscita con immissione su via Fanfani. Come da normativa vigente, le viabilità comunicanti con gli stalli inclinati avranno larghezza di almeno 4,5 metri, mentre quella comunicante con gli stalli in linea avrà sezione di almeno 6 metri. All’interno del parcheggio sono state inserite alberature ed aree a verde per ridurre l’impatto ambientale di quest’ultimo.

A poca distanza è disponibile un sottopasso pedonale per connettersi alla stazione FS Castello.

Parcheggio scambiatore via della Pace

Il parcheggio scambiatore presenta 119 posti auto di cui 4 stalli riservati a disabili. Si estende su un’area di circa 4100 mq nell’area compresa tra via della Pace e via Petrosa.

Il parcheggio è stato pensato per essere compatibile con la previsione di tracciato della Perfetti-Ricasoli, non intersecando l’ipotesi di tracciato della futura viabilità.

La circolazione all'interno si basa su una circuitazione percorribile in senso orario monodirezionale, lungo la corona sono disposti parcheggi in linea di dimensione minima 2,4 x 5m. All'interno della corona, invece, saranno presenti delle viabilità a senso unico di larghezza minima 6m lungo le quali sono presenti parcheggi in linea. L'ingresso e l'uscita dal parcheggio saranno da via Petrosa. All'interno del parcheggio sono state inserite alberature ed aree a verde, disposte in modo non simmetrico, per ridurre l'impatto ambientale di quest'ultimo.

Parceggio scambiatore via Giusti

Il parcheggio scambiatore presenta 112 posti auto di cui 5 stalli riservati a disabili. Si estende su un'area di circa 5000 mq. Il parcheggio è posizionato su via Giusti ed è posto parallelamente a viale dei Mille.

Gli ingressi e le uscite al parcheggio sono da via Giusti e da via Gaetano Donizzetti.

La circolazione all'interno si basa su una corona a senso unico affiancata da parcheggi ortogonali ed un'isola centrale di parcheggi nella prima metà a nord; i parcheggi hanno tutti una dimensione minima di 2,3 x 5 m.

A sud invece l'area si restringe e perciò è stato possibile inserire solo parcheggi in linea sul lato est della viabilità che si congiunge a via Donizzetti. All'interno del parcheggio sono state inserite alberature ed aree a verde per ridurre l'impatto ambientale di quest'ultimo.

4. STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE E ANALISI DEI VINCOLI

4.1 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 36.

Nello specifico l'area, essendo ubicata all'interno del bacino Plio-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).

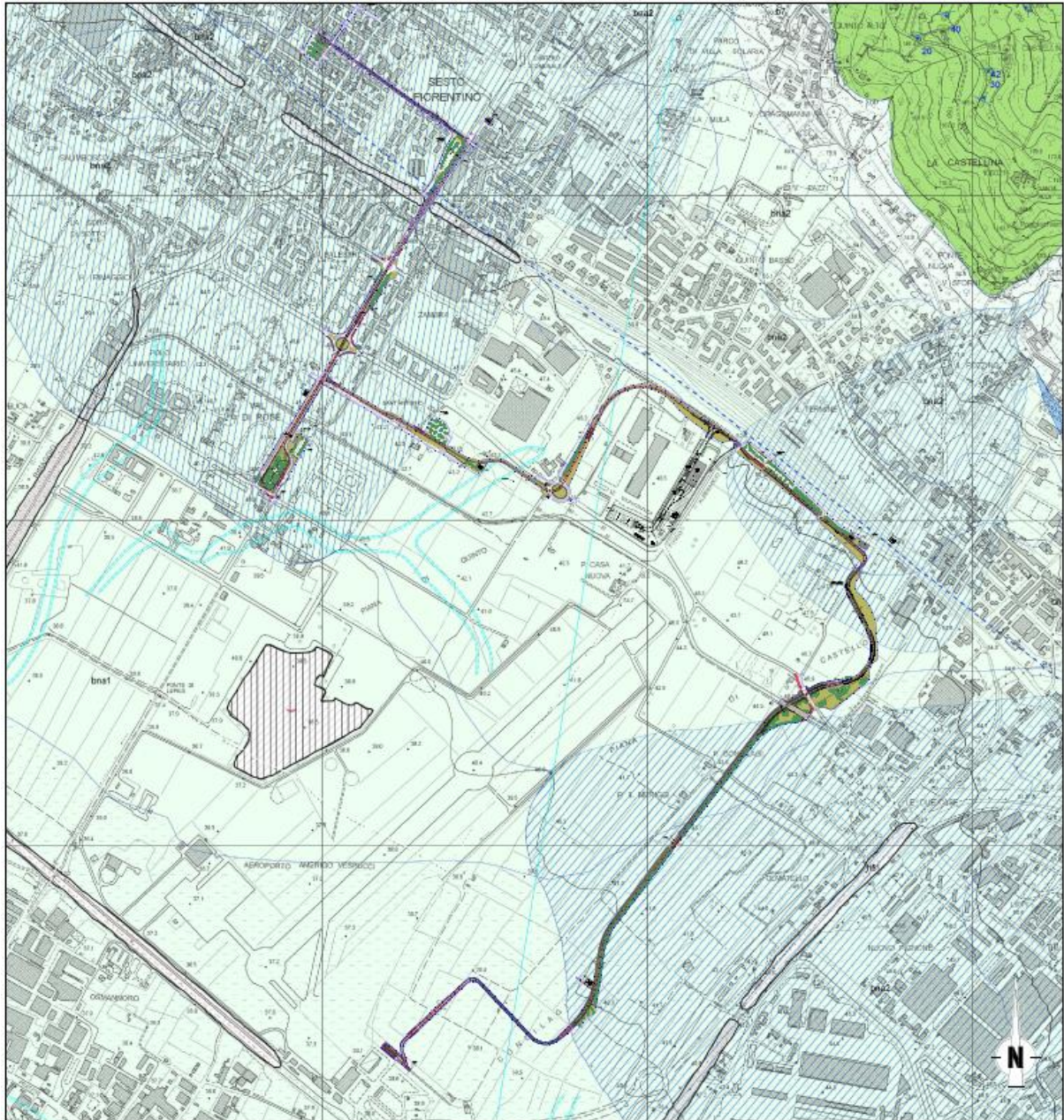


Comune
di Firenze

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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO



LEGENDA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA
Carta Geologica Regionale della Regione Toscana

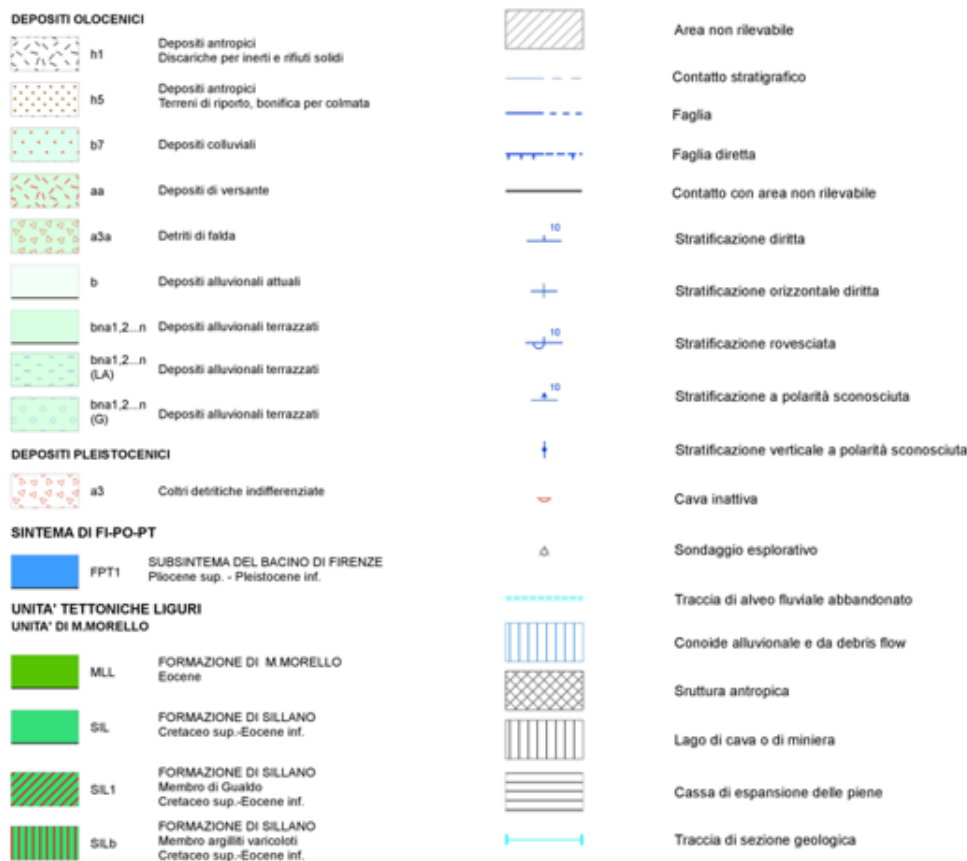


Figura 36 - Carta geologica Regione Toscana SEZ. 263150 – Non in scala e relativa legenda

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

Il tracciato si snoda in aree aventi morfologia pianeggiante e sub-pianeggiante, interrotte solamente dalle modeste scarpate di alvei e arginature dei corsi d'acqua. Le quote sono comprese tra i 38 m s.l.m. dell'estremità meridionale ed i 64 m s.l.m. dell'estremità settentrionale.



Comune
di Firenze

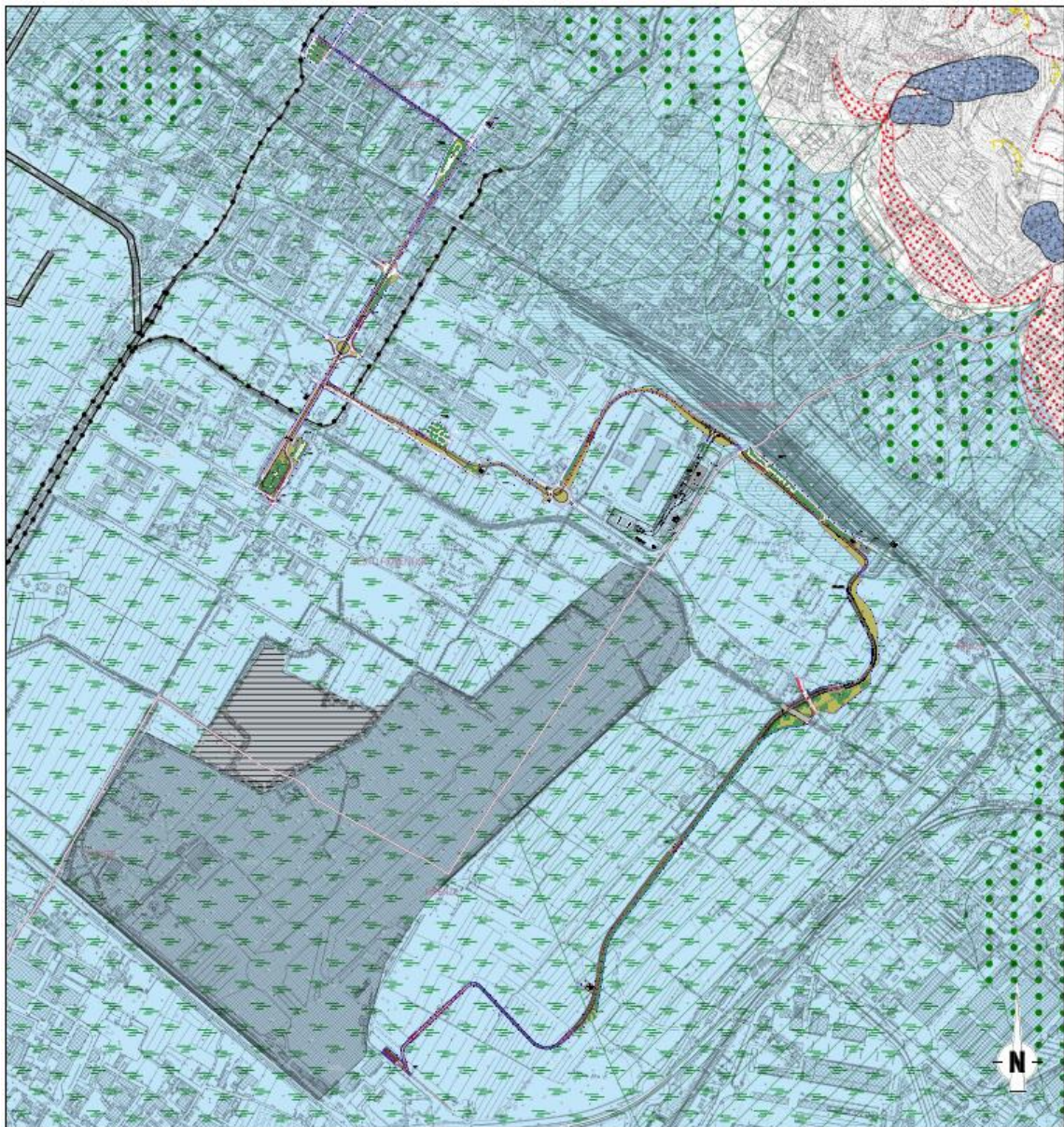
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA PER L'ESTENSIONE DEL SISTEMA
TRAMVIARIO FIORENTINO NEI COMUNI DI FIRENZE, CAMPI BISENZIO E SESTO
FIORENTINO – FASE C

CIG 70209921E3 - CUP H11E16001130001 + H11I12000010002

LINEA 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

L'aumento delle quote verso nord è determinato dalla vicinanza dei rilievi collinari presenti al margine orientale del bacino di Firenze, e dalla presenza del sistema di conoidi depositate dai corsi d'acqua che si immettono nella pianura.

Il tracciato attraversa inoltre alcuni paleovalvei, nei quali è ragionevole aspettarsi la presenza di sedimenti a granulometria maggiore.





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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

<p>FN - Frane Non Rappresentabili Forme, processi e depositi di versante dovuti alla gravita'</p> <p>? Indeterminata</p> <p>OS - Orli di Scarpata Forme, processi e depositi di versante dovuti alla gravita'</p> <p>Orlo di scarpata di frana con movimento complesso o composito-Attiva</p> <p>FL - Forme Lineari Forme, depositi e attivita' antropiche</p> <p>Argine artificiale - materiale indeterminato</p> <p>Canale artificiale o tratto di corso d'acqua artificializzato - indeterminata</p> <p>FR - Frane Forme, processi e depositi di versante dovuti alla gravita'</p> <p>Quiescente - Scorrimento (velocita' indeterminata)</p> <p>FD - aree a Franosita' Diffusa Forme, processi e depositi di versante dovuti alla gravita'</p> <p>Area a franosita' diffusa</p> <p>Area con fenomeni di creep, soliflusso, geliflusso</p>	<p>FA - Forme Areali Forme e depositi dovuti alle acque correnti superficiali</p> <p>Conoide alluvionale Forme, depositi e attivita' antropiche</p> <p>Area urbanizzata superficie di sbancamento (area di cava)</p> <p>DS - Depositi Superficiali Forme, processi e depositi di versante dovuti alla gravita'</p> <p>Deposito di versante Forme e depositi dovuti alle acque correnti superficiali</p> <p>Deposito alluvionale Inattivo Ghiaie</p> <p>Deposito alluvionale Inattivo Limi inorganici</p> <p>Deposito alluvionale Inattivo Argille inorganiche</p>
--	---

Figura 37 - Estratto della carta geomorfologica del DB geomorfologico della Regione Toscana - Non in scala e relativa legenda



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

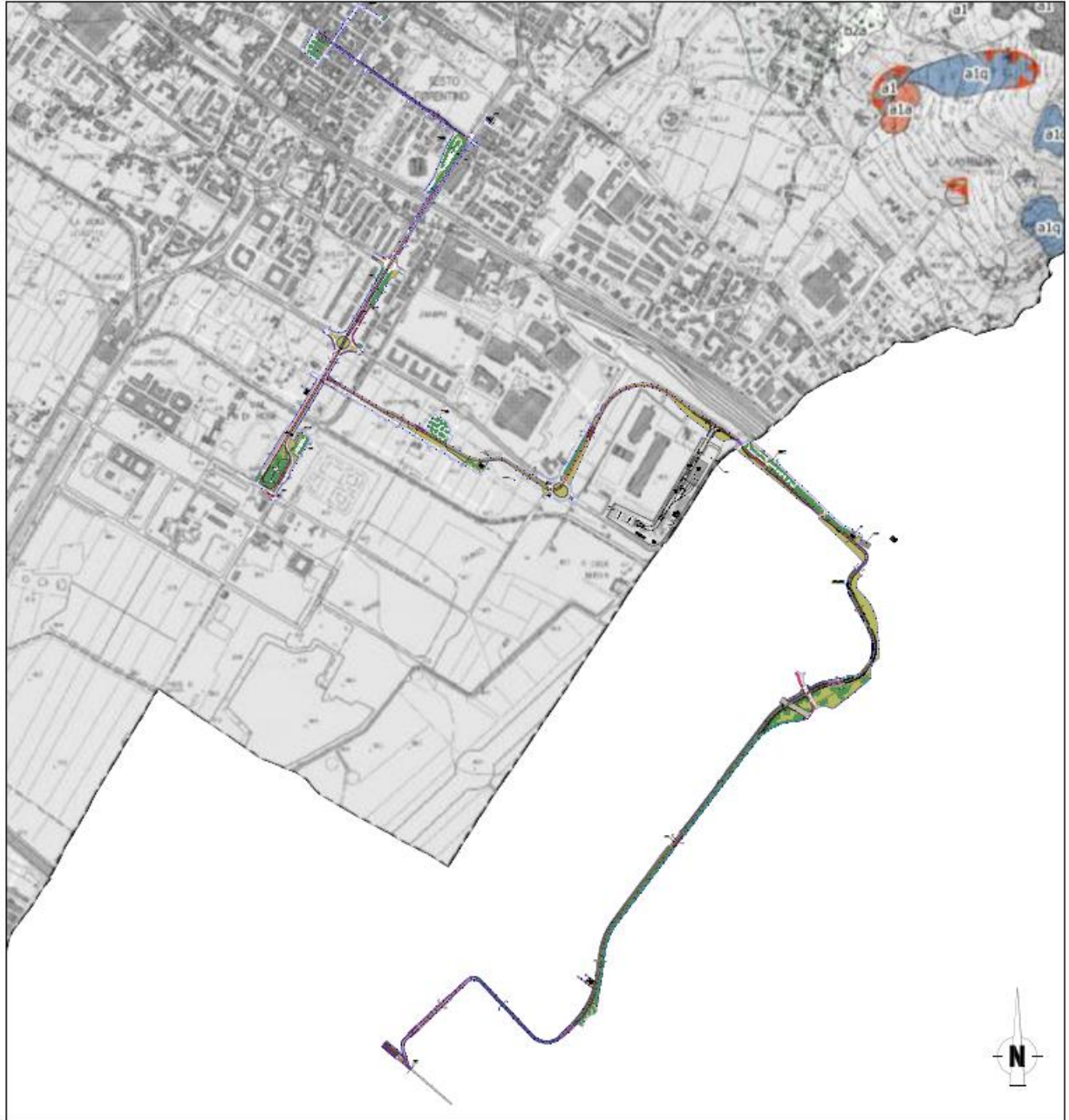


Figura 38 - Estratto delle carte della pericolosità geologica del PS intercomunale dei comuni di Calenzano e Sesto Fiorentino e del Piano Strutturale di Firenze - Non in scala



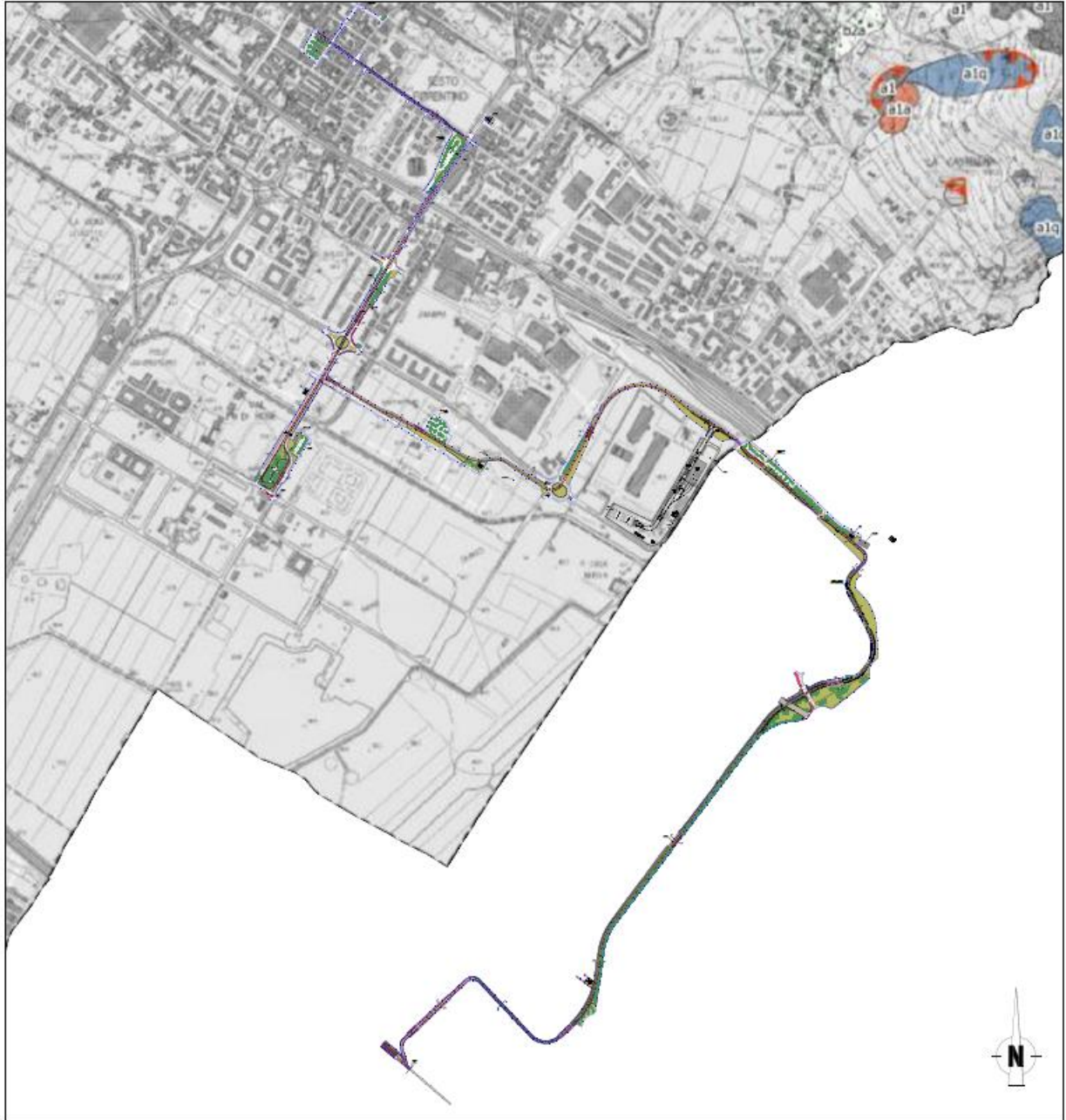
Comune
di Firenze

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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

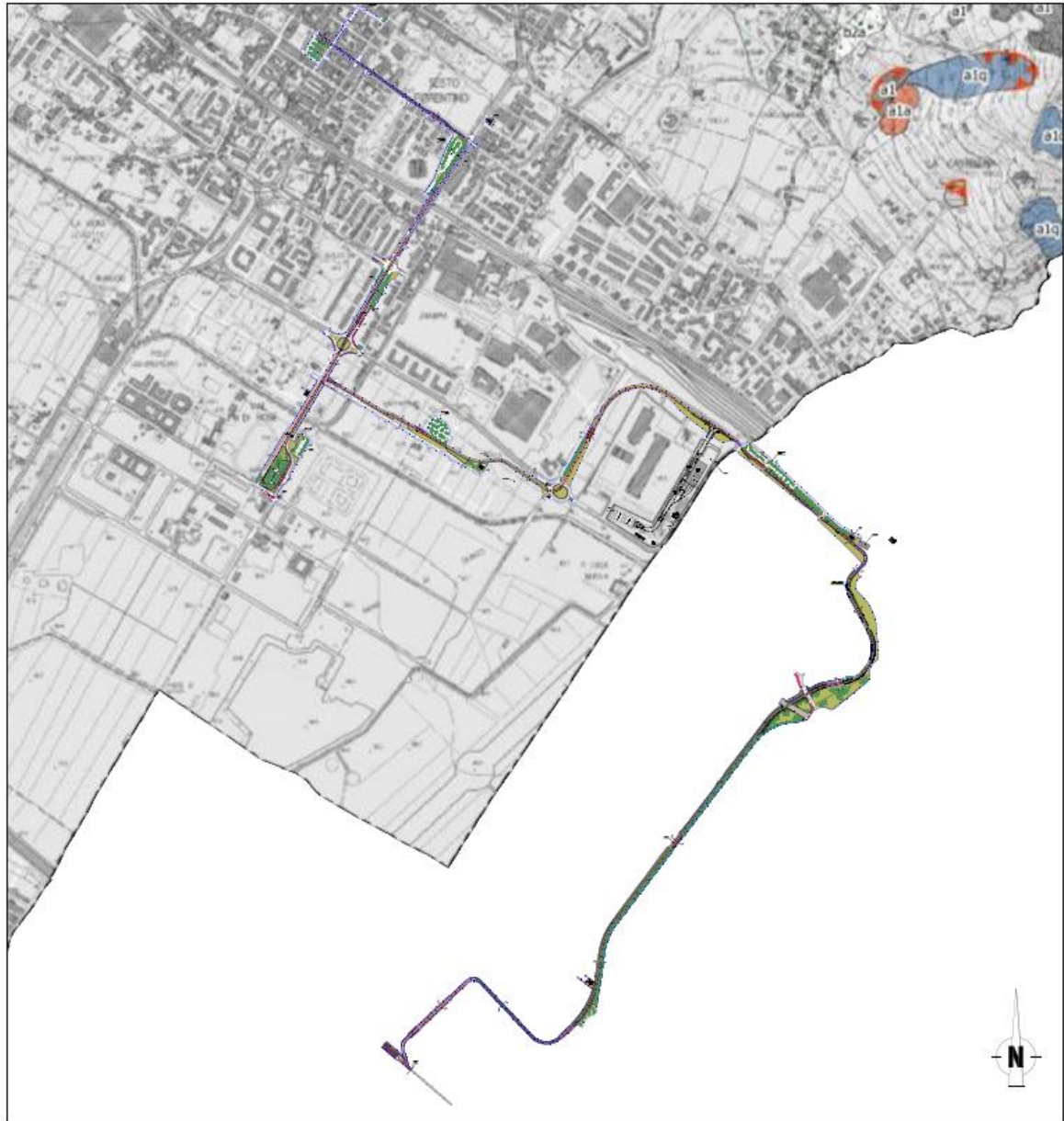
Come si evince dall'immagine tratta dal DB geomorfologico della Regione Toscana di Figura 37 e dall'estratto delle carte della pericolosità geologica dei PS comunali di





Comune
di Firenze

Figura 38, 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 allegata.



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.

Al fine di valutare le profondità del livello piezometrico, si riportano i risultati delle indagini effettuate in occasione della campagna geognostica e piezometrica effettuate per le opere di urbanizzazione del Piano Urbanistico Esecutivo di Castello, ubicata nel settore meridionale del tracciato in studio, dalle quali risulta una soggiacenza della falda compresa tra 1.70 e 4.50 m da p.c., coerentemente con quella che è la condizione di circolazione sotterranea della piana di Firenze nel settore d'intervento (Figura 39).



Comune
di Firenze

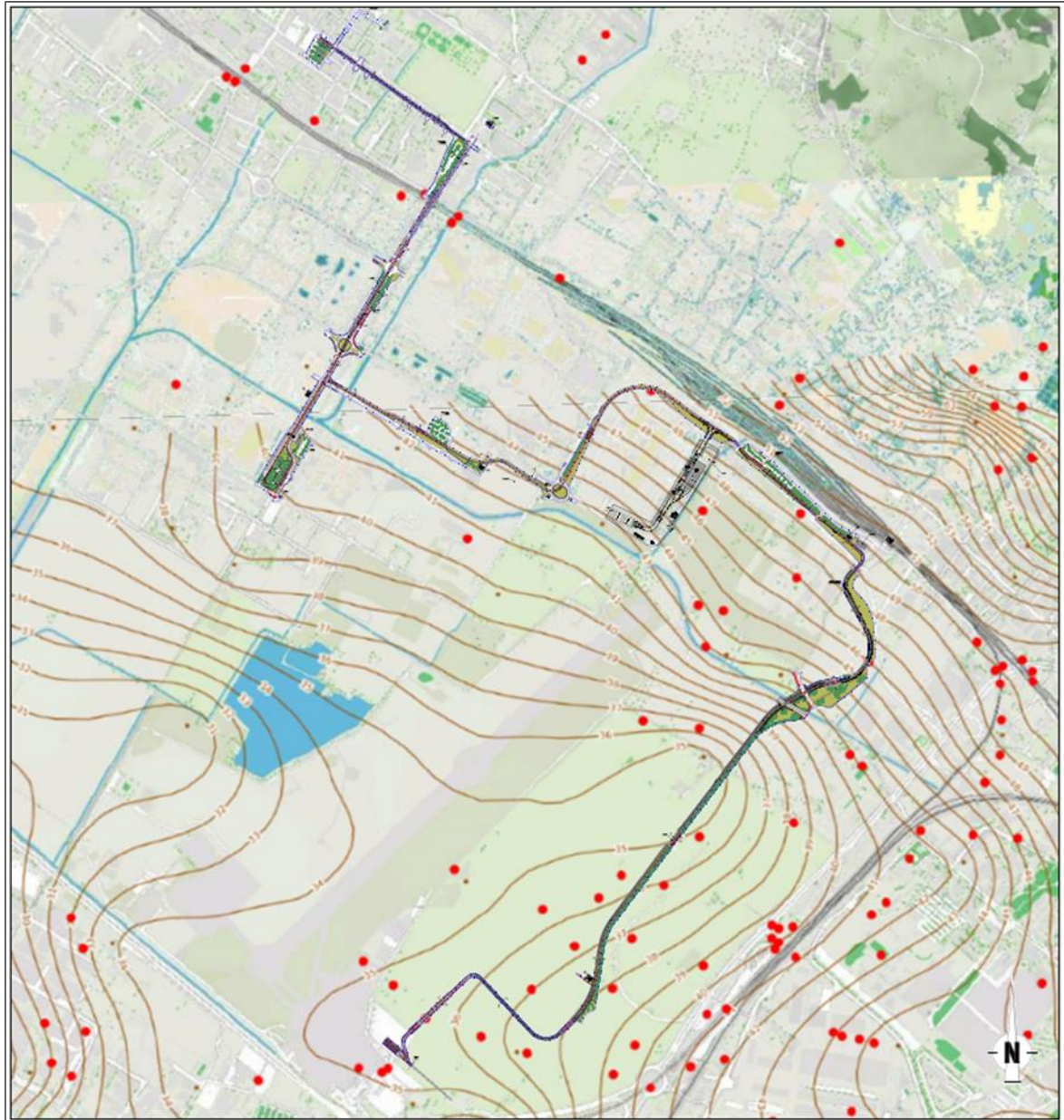


Figura 39 - Estratto carta delle curve isopiezometriche Anno 2007 (SIT comune di Firenze) - Cartografia non
in scala

Si riportano infine i livelli piezometrici misurati 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 (B382-2.2-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
S4	1.62	2.18
S5	1.50	2.38

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 Sesto Fiorentino, la nuova linea tramviaria e l'area destinata a deposito risultano in parte interessate dalle esondazioni del Canale di Cinta Orientale 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 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.

In questa fase di fattibilità sono state individuate alcune condizioni per la fattibilità della nuova infrastruttura e le prevedibili opere di compensazione idraulica, rimandando alle successive fasi di progettazione la verifica dell'efficacia delle misure previste e la loro eventuale integrazione.

Al fine di non incrementare il rischio idraulico sono state individuate alcune aree ad esondazione controllata ove possibile senza la formazione di arginatura per limitare gli effetti sulla regimazione delle acque.

In particolare, all'interno del Comune di Firenze è prevista la realizzazione di un canale di gronda a sezione trapezia con larghezza del fondo 1.00 m, altezza 1.00 m e pendenza delle sponde 3:2, per una lunghezza totale di circa 650m al termine del quale si prevede di realizzare un'area di compenso con superficie 18000 mq.

Nel territorio di Sesto F.no, oltre alla cassa di laminazione sul Canale di Cinta Orientale in fase di costruzione, si ipotizza la realizzazione di un canale di guardia adiacente alla linea tramviaria, con sezione rettangolare di dimensioni 1.00 x 1.00 e lunghezza 1000 m, con recapito in un'area di compenso idraulico con superficie 2600 mq e altezza 2.00m, in prossimità di un canale affluente del Canale di Cinta Orientale ove è ipotizzata la sua restituzione. Tale intervento garantisce un compenso volumetrico di circa 6200 mc.

Le caratteristiche dei terreni costituenti il sottosuolo del tratto di tramvia L2.2 in progetto compreso fra la progressiva 0+000 (Capolinea Peretola Aeroporto) e la progressiva 2+450 sono state ricostruite in questa fase preliminare per mezzo dei dati derivanti da precedenti indagini geognostiche e in particolare dalle indagini eseguite nell'ambito dello studio per la progettazione del "Piano Urbanistico Esecutivo di Castello" (Comune di Firenze) che constano di:

- Anno 1985: n.3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo della lunghezza di 50 m con prove SPT in foro (SS8 - SS9 - SS10);
- Anno 1993: n.2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo della lunghezza di 15 m con prelievo di n.7 campioni di cui n.3 successivamente sottoposti ad analisi di laboratorio (S1bis - S2bis)
- Anno 1993: n.3 analisi di laboratorio per determinazione parametri geotecnici e fisici (C1-S2bis // C3-S2bis // C3-S2bis)
- Anno 2003: n.6 sondaggi a carotaggio continuo per realizzazione di piezometro della lunghezza di 5 m (S1pz - S2pz - S3pz - S6pz - S7pz - S9pz)
- Anno 2017: n.5 sondaggi a carotaggio continuo per realizzazione di piezometro della lunghezza di 20 m (S2pz_2017 - S4pz_2017 - S6pz_2017 - S8pz_2017 - S9pz_2017)

- Anno 2017: n.1 sondaggio a carotaggio continuo della lunghezza di 20 m con n.2 prove SPT e n.2 campioni di cui n.1 successivamente sottoposti ad analisi di laboratorio (S10_2017)
- Anno 2017: n.1 analisi di laboratorio per determinazione parametri geotecnici e fisici (C1-S10_2017)
- Anno 1985: n.1 prova penetrometrica statica CPT (CPT50)
- Anno 2007: n.3 prove penetrometriche statiche CPT (CPT1 - CPT2 -CPT3)
- Anno 1985: n.5 prove dilatometriche DMT (DMT3 - DMT5 - DMT8 - DMT9 - DMT28)
- Anno 2007: n.1 prova dilatometrica DMT (DMT1)
- Anno 2017: n.3 prove penetrometriche statiche CPTU con piezocono (CPTU1 - CPTU 2 - CPTU 3)
- Anno 2017: n.9 prove di carico con piastra circolare (PCP1-2-3-4-5-6-7-8-9_2017)
- Anno 2017: n.3 indagini geofisiche MASW (MASW1-2-3_2017)

Le caratteristiche dei terreni costituenti il sottosuolo del tratto di tramvia L2.2 dalla progressiva 2+450 a 7+460 fine tracciato sono state ricostruite in questa fase preliminare per mezzo dei dati derivanti dalle indagini geognostiche **appositamente eseguite nell'ambito di questo studio** che nel dettaglio constano di:

- Anno 2019: n.2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo della lunghezza variabile fra di 15 m e 25 m con prove SPT in foro e prelievo di campioni successivamente sottoposti ad analisi di laboratorio (S04_2019 - S05_2019);
- Anno 2019: n.3 prova penetrometriche dinamiche DPSH (DPSH-P01_2019 - DPSH-P02_2019 - DPSH-P03_2019);
- Anno 2019: n.1 indagini geofisiche MASW (MASW_2019);
- Anno 2019: n.1 indagini geofisiche in onde P ed Sh (Sismica P+Sh_2019).

Sono inoltre stata analizzate le seguenti indagini reperite nei database degli strumenti urbanistici vigenti:



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

-
- n.2 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 riportate nella planimetria dell'elaborato B382-2.2-SF-GEO-PP001-C di cui si riportano alcuni stralci nelle figure seguenti.



Comune di Firenze

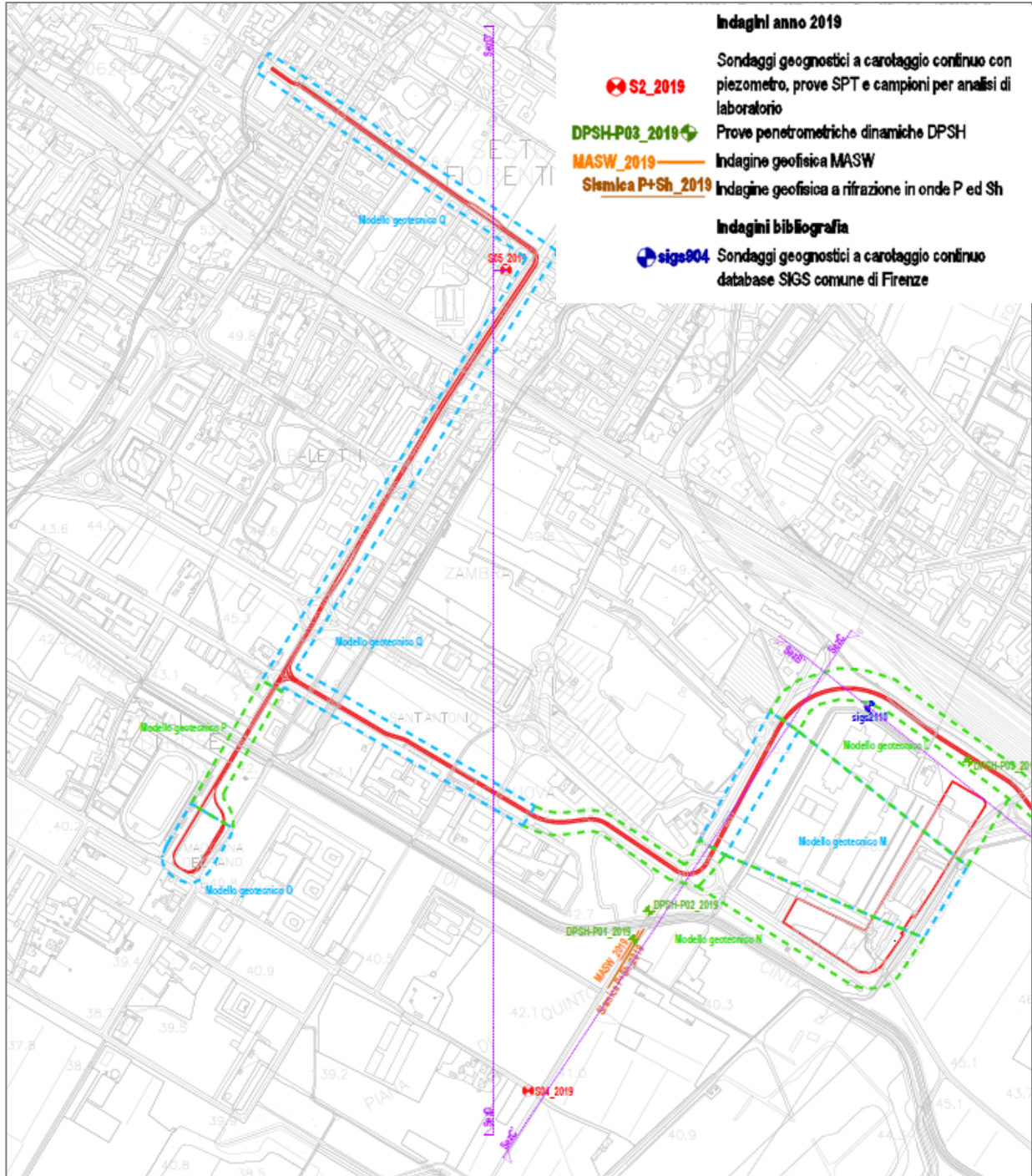


Figura 40 – Planimetria indagini geognostiche settore nord L.2.2 - Cartografia non in scala



Comune di Firenze

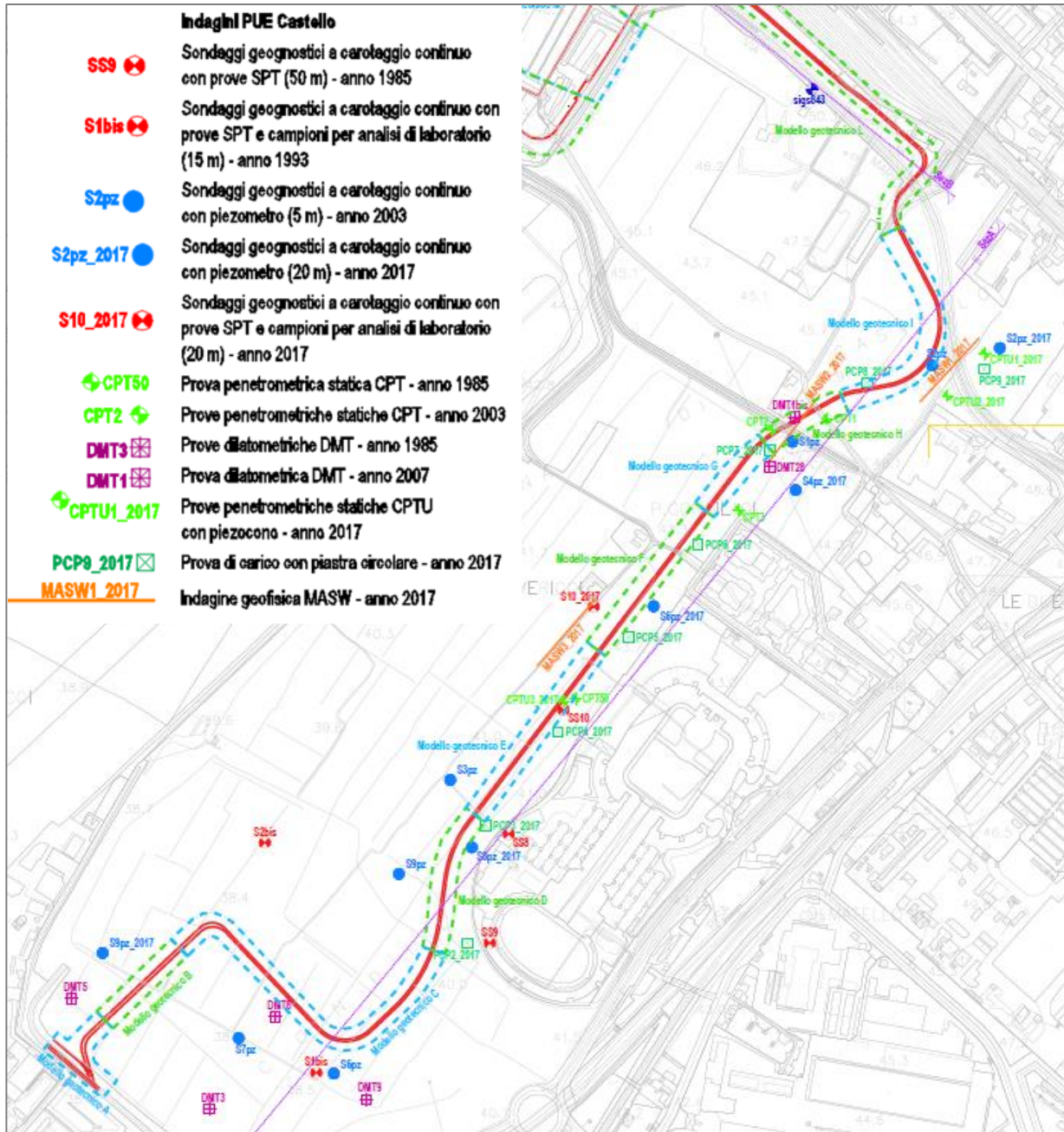


Figura 41 – Planimetria indagini geognostiche tratto centrale e finale L.2.2 - Cartografia non in scala

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	1.00-2.00	<i>Terreni pedogenetici, alterati e riporti</i>
1.00-2.00	4.00 - 15.00	<i>Limi e argille con concrezioni carbonatiche, ossidazioni ferrose, spalmature di torba e rari livelli ghiaiosi-sabbiosi da centimetrici a decimetrici.</i>
> 4.00 - 15.00		<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 m da p.c.

Considerazioni geomorfologiche:

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

Discretizzazione del sottosuolo in unità geotecniche in base alle indagini acquisite (prove CPT, CPTU e DMT, stratigrafie sondaggi geognostici a carotaggio continuo):

Unità A: Orizzonte pedogenetico, terreni di riporto, terreni superficiali alterati e suscettibili alle variazioni di umidità stagionali. L'orizzonte ha spesso elevati valori di resistenza penetrometrica che sono dipendenti dall'essiccazione superficiale.

Unità B: Limi ed argille da marroni a nocciola con concrezioni carbonatiche, ossidazioni ferrose, spalmature di torba e rari livelli centimetrici-decimetrici ghiaiosi-sabbiosi. L'orizzonte ha una resistenza penetrometrica piuttosto omogenea, con rari picchi dovuti a presenza di livelli ghiaiosi.

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. La presenza di orizzonti ghiaiosi causa dei picchi di resistenza penetrometrica che non saranno utilizzati per la caratterizzazione geotecnica. 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; le caratteristiche geotecniche andranno comunque investigate nella fase progettuale esecutiva.

La scelta dei parametri caratteristici affidati alle unità geotecniche è stata fatta in base alle istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici utilizzando i seguenti valori:

- valori ragionevolmente prossimi ai valori medi;
- valori sottoposti ad analisi statistica.

Si ricorda che la parametrizzazione ed il modello geotecnico sono da considerarsi validi esclusivamente per un dimensionamento preliminare delle opere in progetto; i modelli andranno validati da ulteriori ed idonee indagini geotecniche da eseguirsi per ogni opera d'arte in successiva fase progettuale.

Parametrizzazione delle unità geotecniche in relazione all'analisi critica dei dati rilevati (progressiva da 0+000 A 2+515). Sono state distinte n.3 unità geotecniche-litotecniche nell'intero tratto analizzato che verranno utilizzate per la redazione dei modelli geotecnici per il dimensionamento preliminare delle opere in progetto. Dai dati in nostro possesso, si evincono i seguenti parametri geotecnici:



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	2.03	2.23	1.07	-	0.15	20.90°	66
C	2.02	2.22	0.62	-	0.29	24.00°	84
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	2.03	2.23	0.99	-	0.04	20.57°	66
C	2.02	2.22	0.29	-	0.08	20.45°	84
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		

Parametrizzazione delle unità geotecniche in relazione all'analisi critica dei dati rilevati (progressiva da 2+450 A 6+182). Sono state distinte n.3 unità geotecniche-litotecniche nell'intero tratto analizzato che verranno utilizzate per la redazione dei modelli geotecnici per il dimensionamento preliminare delle opere in progetto. Dai dati in nostro possesso, si evincono i seguenti parametri geotecnici:



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	-	22°	-	-	20
B	1.97	2.17	0.70	-	0.30	21.00°	50
C	2.02	2.22	0.62	-	0.29	24.00°	84
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	-	21°	-	-	20
B	1.97	2.17	0.53	-	0.20	21.00°	50
C	2.02	2.22	0.29	-	0.08	20.45°	84
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		

Per ulteriori dettagli e approfondimenti si rimanda all'elaborato B382-2.2-SF-GEO-RT-001 "Relazione geologica, sismica, geotecnica e indagini geognostiche".

4.2 INDAGINI SISMICHE

I Comuni di Firenze e di Sesto Fiorentino, 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 SESTO FIORENTINO => 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 $i \leq 15^\circ$ ($i \leq$



Comune
di Firenze

26.7%). Pertanto, si affida al terreno in studio, il seguente coefficiente topografico S_t di amplificazione sismica:

$$S_t = 1.0$$

- **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 descritte nell'elaborato B382-2.2-SF-GEO-RT-001 "Relazione geologica, sismica, geotecnica e indagini geognostiche", 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: $S_t = 1.0$;**

4.3 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 la recentissima *Carta Archeologica* del marzo 2019 inserita nel PS intercomunale di Calenzano e Sesto Fiorentino.

Il territorio preso in esame restituisce abbondanti testimonianze archeologiche databili senza soluzione di continuità dalla preistoria all'età moderna, con elementi di carattere monumentale (tombe a tholos etrusche) o pluristratificato. Le ricerche e gli studi consentono una ricostruzione soddisfacente delle dinamiche insediative antiche di questo contesto territoriale, alle pendici della piana attraversata dalla consolare Via Cassia. I numerosi ritrovamenti hanno portato a definire un'estesa area di interesse archeologico sopra quota 39.0 m s.l.m., considerata il margine del bacino lacustre plio-pleistocenico al di sopra del quale si sviluppò l'insediamento umano. Inoltre, varie segnalazioni di aree di materiale di età etrusca, romana e medievale nella piana attestano per questi periodi un'occupazione di carattere rurale strutturata lungo la viabilità e la maglia della centuriazione di età romana.

Nell'ambito del reticolo centuriale della piana di Sesto Fiorentino, si riconoscono varie persistenze di cardini che permettevano di mantenere attivo il deflusso delle acque piovane. Gli assi est-ovest, invece, appaiono in generale meno conservati. Gli elementi del paesaggio

ricalcanti tratti della centuriazione (strade, canali, filari, fossi, ecc.) sono riportati nell'Elaborato B382-2.2-SF-ARC-CO001-B.

Per quanto riguarda la viabilità, nell'area di studio si riconosce nell'attuale rettifilo di Viale Gramsci il tracciato della consolare *via Cassia*, che congiungeva Firenze/*Florentia* a Pistoia/*Pistoriae*, correndo lungo i margini settentrionali della piana attraversando i centri di Sesto e di Quinto, dal toponimo "parlante". Per il resto, la viabilità secondaria era costituita sia dagli assi stessi della centuriazione sia da tracciati scomparsi o modificati nei secoli successivi, come mostrano le direttrici della viabilità storica di formazione medievale lungo cui si distribuiscono i nuovi poli insediativi (pievi, ospedali e chiese).

Oltre alle attestazioni archeologiche materiali, 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, ville, palazzi, ecc.) che potrebbero conservare anche elementi di interesse archeologico e per i cui dettagli si rimanda all'Elaborato B382-2.2-SF-ARC-RG0001-B.

4.4 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.

Come risulta evidente dallo stralcio di seguito riportato, la linea di tracciato ricade, per parte della porzione di linea ricompresa all'interno del Comune di Sesto Fiorentino, in aree classificate come "Beni archeologici tutelati ai sensi della parte II del D. Lgs. 42/2004", e si dispone, lungo Via Giusti,



Comune di Firenze

adiacente a due aree identificate quali “Bene architettonico tutelato ai sensi della parte II del D. Lgs. 42/2004”.

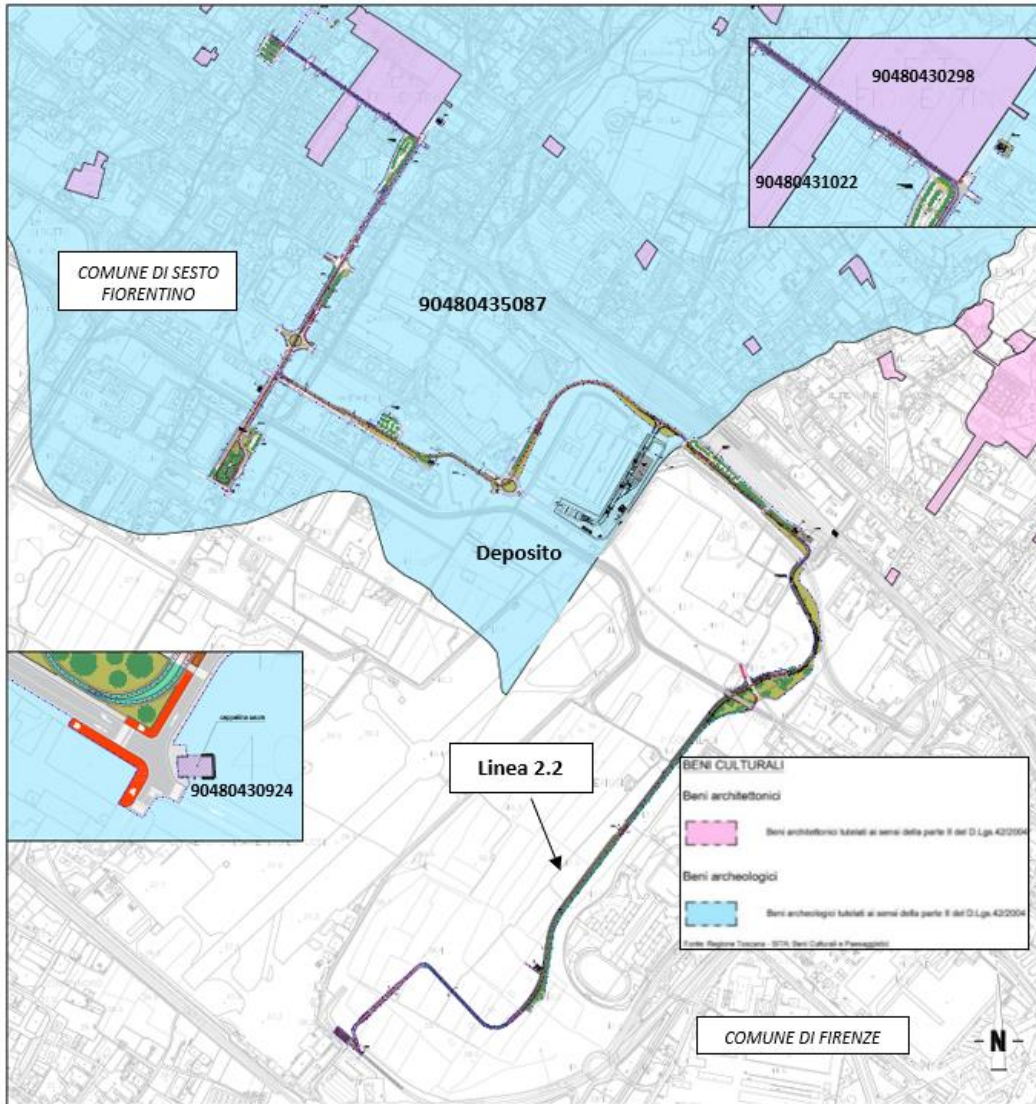


Figura 42 - Linea 2.2 – Interferenze con Beni architettonici e archeologici

In particolare, il bene archeologico interferito dalla linea di progetto risulta identificato come “Area del Comune di Sesto Fiorentino d’interesse Archeologico”, id. Bene: 90480435087.

I beni architettonici risultano essere, rispettivamente, la “Villa Corsi Salviati ...”

Nel territorio comunale di Sesto Fiorentino si colloca una vasta **area di interesse archeologico ai sensi della L. 1089/1939 con declaratoria del 27/05/1988**. La declaratoria ha sottoposto a vincolo tutte le aree di proprietà comunale *“fino alla curva altimetrica di mt. 40, che dovranno essere oggetto di ricognizioni e di ricerche sistematiche; al di sotto di tale curva altimetrica è probabile che si estendesse il bacino sommerso, in comunicazione con l’Arno, e che quindi non vi siano tracce di insediamenti, ma questa ipotesi dei geomorfologici potrà essere convalidata solo da ricerche sul campo”*.

Nell’area di studio sono presenti i seguenti **beni culturali sottoposti a vincolo archeologico** ai sensi della L. 1089/1939, o D.lgs. 490/1999, o D.lgs. 42/2004, per i cui dettagli si rimanda all’Elaborato B382-2.2-SF-ARC-RG001-B:

- tomba a tholos nella villa “La Mula”, vincolo archeologico D.M. 04/02/1953;
- resti archeologici relativi ad una villa rustica di età romana in Via Petrosa, vincolo archeologico D.M. 16/04/2007.



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

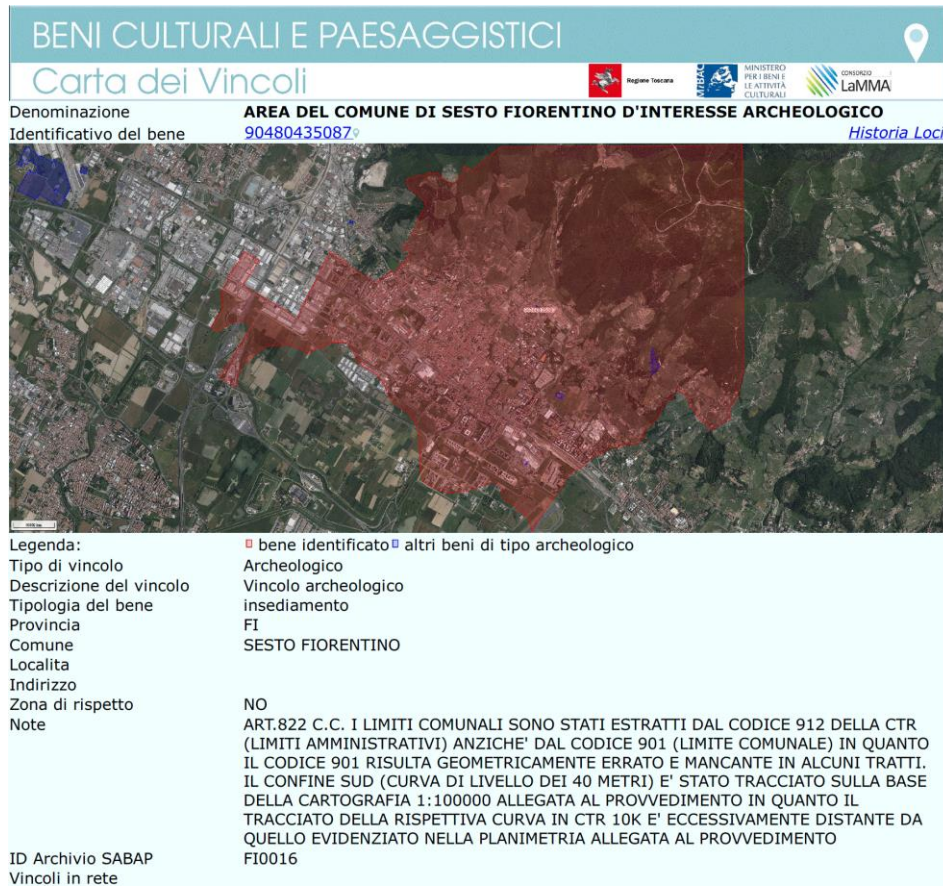


Figura 43 - Planimetria di progetto viale dei Mille Area di interesse archeologico del Comune di Sesto Fiorentino, declaratoria 27/05/1988 ai sensi della L. 1089/1939 (fonte: PIT Regione Toscana, SITA)

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 2.2, non interferisce in modo diretto con tali beni architettonici o archeologici individuati, per cui non si rilevano, per tale aspetto, criticità da segnalare.

4.5 VINCOLI PAESAGGISTICI

Il tracciato progettuale di linea 2.2 non interferisce, come evidente dallo stralcio di seguito riportato, con alcuna area sottoposta a vincoli paesaggistici e tutelata 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:

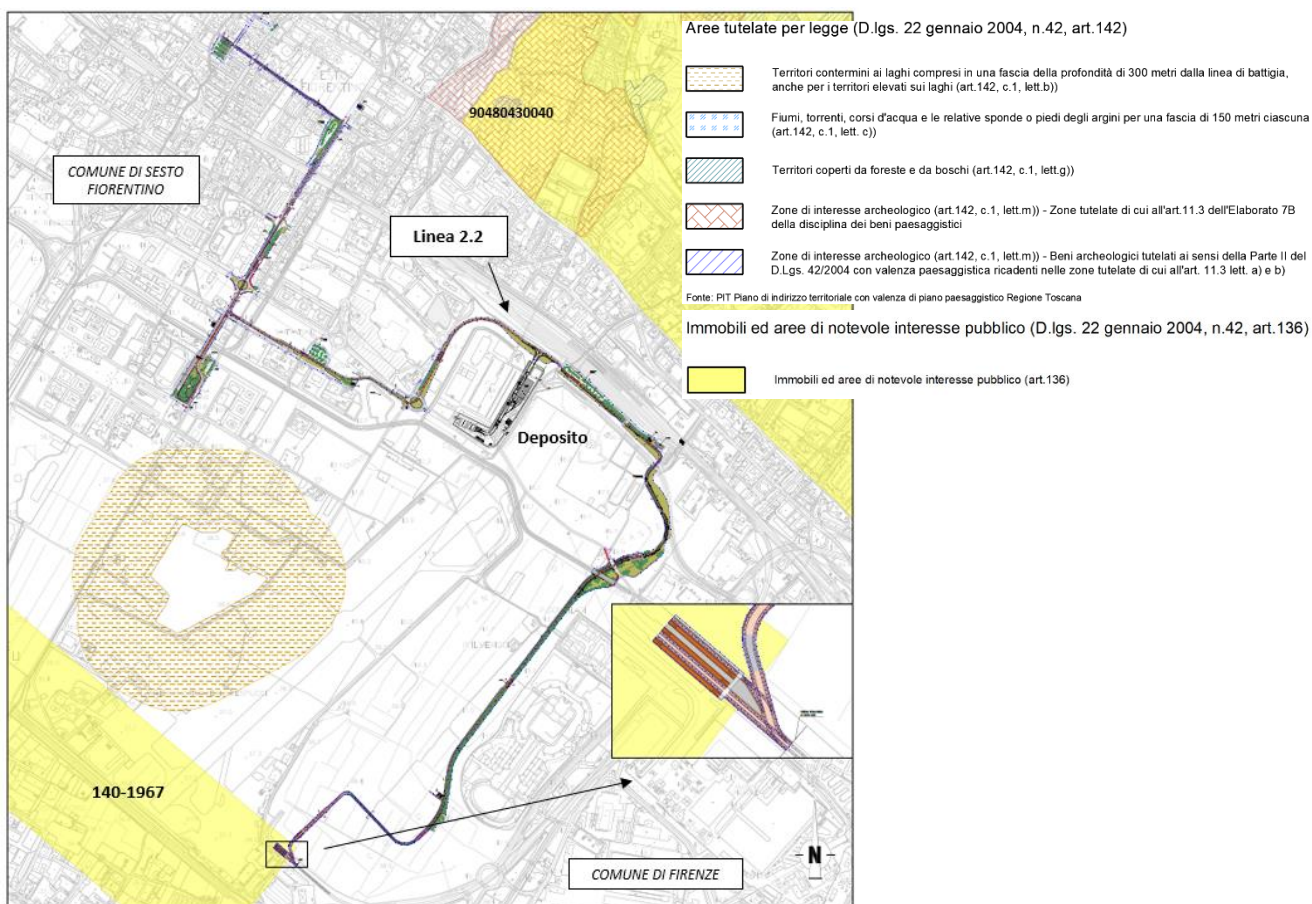


Figura 44 - Linea tranviaria 2.2 – Interferenze con Aree sottoposte a vincoli paesaggistici

In corrispondenza del tratto iniziale della linea (“Capolinea Peretola Aeroporto”), la linea tranviaria interferisce, per un breve tratto iniziale, con un’area contraddistinta come “Immobili ed aree di notevole interesse pubblico” e vincolata ai sensi dell’art.136 del D. Lgs. 42/2004.

4.6 VALUTAZIONI DI CARATTERE AMBIENTALE TRAMITE APPLICAZIONE MODELLISTICA PER LE COMPONENTI RUMORE ED ATMOSFERA

Lo studio preliminare ambientale è finalizzato ad identificare, quantificare e valutare i potenziali impatti ambientali (positivi e negativi) che la realizzazione della Linea 2.2, ovvero il prolungamento del sistema tranviario fiorentino per Sesto Fiorentino, indurranno a carico delle componenti ambientali potenzialmente impattate, con particolare riferimento alla matrice atmosfera e rumore.

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 e al PM₁₀.

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 ed il dettaglio 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 di rumore è stata eseguita una Valutazione Previsionale di Impatto Acustico relativamente al progetto di estensione della linea tranviaria per Sesto Fiorentino (linea 2.2).

È stata determinata in via previsionale, analizzato e successivamente valutato il clima acustico presente nel territorio comunale di interesse 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.

Nell'analisi dell'inquadramento sono stati presi in considerazione i ricettori sensibili, (quali in questo caso strutture scolastiche) 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 particolar 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 Attuale 2019	Periodo Notturno
Stato di Progetto 2027 con Linea	Periodo Diurno
Stato di Progetto 2027 con Linea	Periodo Notturno
Stato di Progetto 2027 senza Linea	Periodo Diurno
Stato di Progetto 2027 senza Linea	Periodo Notturno
Stato di Progetto 2027 con solo la Linea	Periodo Diurno
Stato di Progetto 2027 con solo la Linea	Periodo Notturno
Mappe dei confronti	Periodo
Stato di Progetto 2027 con e senza Linea	Periodo Diurno
Stato di Progetto 2027 con e senza Linea	Periodo Notturno

Tabella 3 - 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 500 m, 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 4 - 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 B382-2.2-SF-AMB-RG-002-D e agli elaborati grafici da B382-2.2-SF-AMB-PP002-B a B382-2.2-SF-AMB-PP085-C.

4.7 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 Sesto Fiorentino, 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 non interferisce in modo diretto con l'area protetta situata nel territorio della Piana, tuttavia, a causa della vicinanza tra le opere in progetto e l'area ZSC-ZPS IT5140011 "*Stagni della Piana Fiorentina e Pratese*", sono stati valutati nella specifica sezione dello Studio preliminare ambientale, le eventuali ripercussioni indirette che la linea tranviaria può arrecare all'area protetta, sia durante la fase di realizzazione dell'opera che in quella di esercizio.
 - la linea tranviaria interferisce, in corrispondenza del tratto iniziale della linea ("Capolinea Peretola Aeroporto"), con un'area contraddistinta come "Immobili ed aree di notevole interesse pubblico" vincolata ai sensi dell'art.136 del D. Lgs. 42/2004. Vista detta interferenza diretta con l'area vincolata.

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 B382-2.2-SF-AMB-RG-002-D 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.

5. ESPROPRI

Per la redazione del piano particellare di esproprio relativo alla linea 2.2 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.

6. 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 uno spostamento più radicale e pertanto una riprogettazione: è il caso delle fognature che per un corretto funzionamento devono seguire opportune pendenze, e delle reti telefoniche in fibra ottica, il cui spostamento può interessare grandi quantità di cavo che possono superare anche il chilometro. E' opportuno arrivare alla fase di costruzione vera e propria della tranvia già preparati, per quanto possibile, sul tema dei sottoservizi eseguendo una mappatura il più dettagliata possibile sulle varie reti insistenti nelle aree interessate dalla costruzione della tranvia.

Alla luce di quanto esposto è opportuno, nonostante il progetto in questione sia ancora alla fase preliminare, approfondire il problema delle interferenze tra sede tranviaria e sottoservizi già affrontato peraltro in fase di revisione dello studio di fattibilità.

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

- 1) reperimento di tutto il materiale cartografico possibile da parte degli Enti Gestori delle reti dei sottoservizi e incontri con i tecnici degli stessi per eventuali aggiornamenti non riportati sulle carte.
- 2) sopralluoghi lungo la futura sede tranviaria, volti a individuare problematiche legate alla

presenza fuori terra di manufatti che denunciano la presenza di sottoservizi importanti.

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

- 3) rilievo planoaltimetrico delle aree interessate;
- 4) indagini georadar a maglia fitta (strisciate longitudinali e trasversali);
- 5) rilievo dei pozzetti;
- 6) tomografia elettrica;
- 7) videoispezione;
- 8) saggi e/o sondaggi.

Il rilievo 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.

7. 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 micro cantieri, 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 stata valutata lo scenario di cantiere peggiore dal punto di vista di impatto sul traffico esistente.

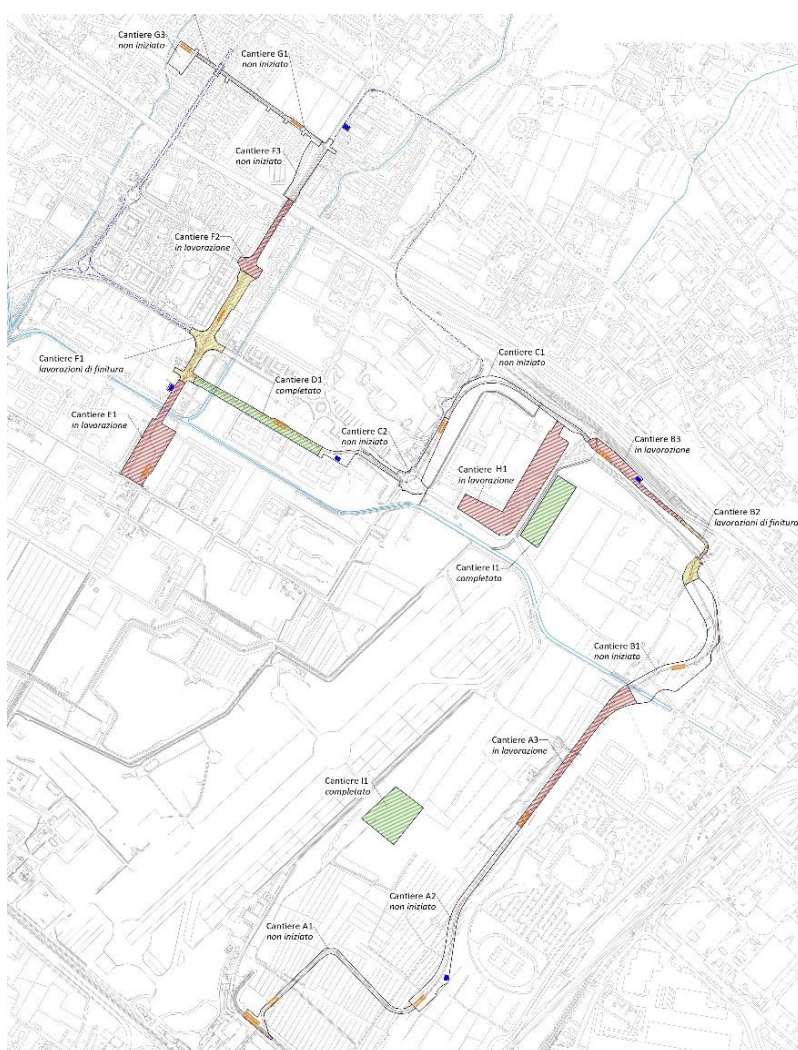


Figura 45 – Macro Microcantieri attivi sulla linea 2.2 al mese 12

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

8. 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 della Città Metropolitana di Firenze è un'area profondamente interessata da fenomeni di trasformazione urbanistica e da realizzazione di nuove strutture civili e di mobilità. Il progetto oggetto di questo studio è stato redatto sulla base di orizzonti validi al periodo 2019/2020. Si sono valutati i quadri previsionali attualmente validi elementi impattanti a livello territoriale, che lo sono ancora di più a livello locale, rientrano tra questi, la nuova pista dell'aeroporto di Peretola, il completamento della strada Mezzana-Perfetti Ricasoli, l'ampliamento del Polo Scientifico di Novoli, il potenziamento della stazione FS Castello, e l'eventuale creazione di una nuova stazione FS Guidoni.

Nelle successive fasi progettuali il quadro previsionale dovrà essere aggiornato al fine di verificare compatibilità o interferenze con lo stato di avanzamento degli altri progetti insistenti sull'area.

Rilievo

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

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.

9. 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 779 giorni naturali e consecutivi

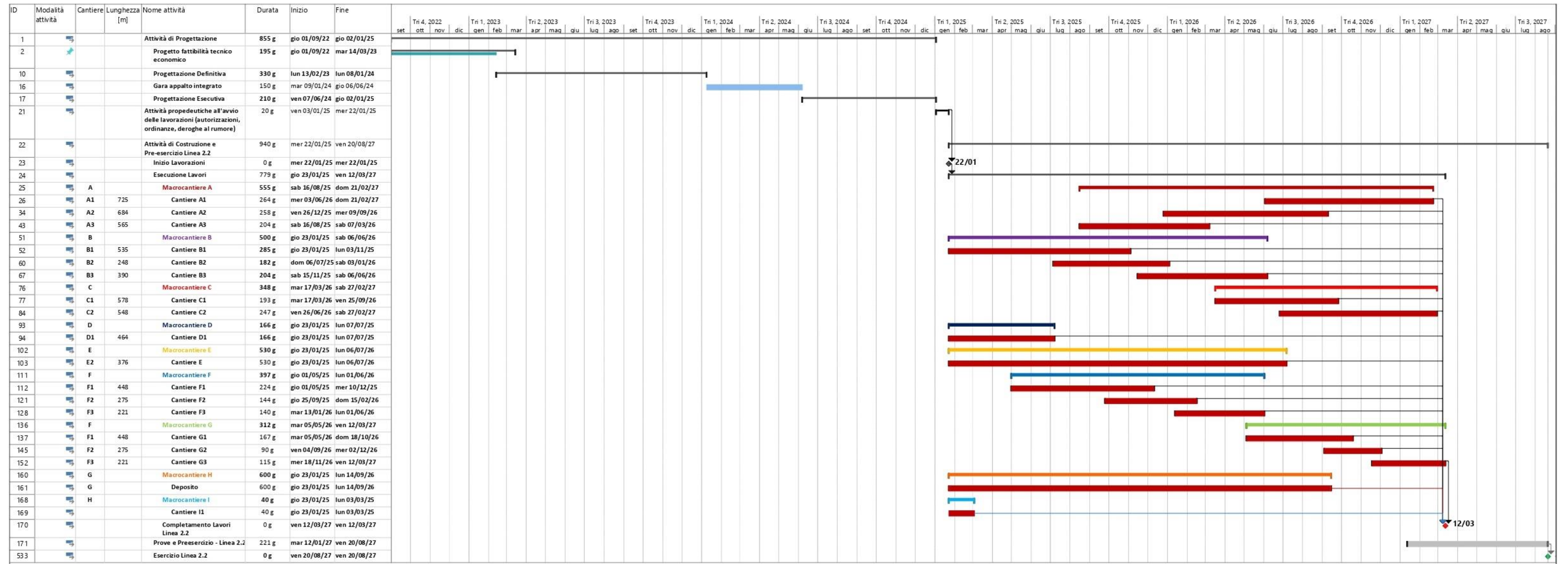


figura 46 – Cronoprogramma Lavori L2.2



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

10. QUADRO ECONOMICO

LINEA 2.2			
A	LAVORI E FORNITURE		
A	1	Fermate	3.201.509,00 €
A	2	Sede tramviaria	13.166.275,05 €
A	3	Sistemazione urbana	12.250.229,00 €
A	4	Opere d'arte	14.884.140,00 €
A	5	Armamento	23.419.980,00 €
A	6	Deposito (OO.CC)	16.511.104,13 €
A	7	Fabbricati tecnologici di linea (SSE)	1.468.800,00 €
A	8	Impianti semaforici	1.920.000,00 €
A	9	Impianti di segnalamento (linea+deposito)	13.125.000,00 €
A	10	Interventi adeguamento Posto centrale e periferici	415.000,00 €
A	11	Sistemi informativi	4.382.000,00 €
A	12	Linea di contatto (linea+deposito)	7.724.750,00 €
A	13	Alimentazione elettrica (MT, SSE)	8.944.000,00 €
A	14	Luce e forza motrice fermate e illuminazione Pubblica	2.664.039,38 €
A	15	Sistema di telecomando e controllo (SCADA)	1.500.000,00 €
A	16	Sistemi di distribuzione e validazione biglietti (emettitrici fermate)	330.000,00 €
A	17	LFM, impianti meccanici e speciali, attrezzature - Deposito	10.752.600,00 €
A	18	Conferimenti terre	1.931.386,14 €
A	Sommano parzialmente Lavori e forniture		138.590.812,70 €
B	LAVORI E FORNITURE		
B	1	Spostamento Sottoservizi	5.946.500,00 €
B	2	Parcheggi Scambiatori	2.370.000,00 €
B	3	Bonifiche terreni inquinati	1.500.000,00 €
B	Sommano parzialmente Lavori e forniture		9.816.500,00 €
A+B	SUBTOTALE LAVORI, FORNITURE		148.407.312,70 €
C	SICUREZZA		
C	1	Oneri Sicurezza	7.420.365,64 €
A+B+C	SUBTOTALE LAVORI, FORNITURE E SICUREZZA		155.827.678,34 €



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 2.2 - ESTENSIONE PER SESTO FIORENTINO

D		MATERIALE ROTABILE	
D	1	materiale rotabile	27.000.000,00 €
A+B+C+D		TOTALE LAVORI, FORNITURE, SICUREZZA E MATERIALE ROTABILE	182.827.678,34 €
E		SOMME A DISPOSIZIONE	
E	1	Espropri ed altri oneri	3.300.000,00 €
E	2	Monitoraggi ambientali	975.000,00 €
E	3	Indagini integrative (sottoservizi, geognostiche, archeologia, ACB, ambientali)	417.000,00 €
E	4	Punti Consegna Enel	1.200.000,00 €
E	5	Spese per pubblicità e per opere artistiche	918.602,02 €
E	6	Spese Tecniche (studi e Progettazione)	4.589.477,79 €
E	7	Costi generali Ente Appaltante (Assistenza al RUP e validazione)	2.295.779,31 €
E	8	Direzione Lavori, Coordinamento Sicurezza e Collaudi	7.984.509,59 €
E	9	Incentivo di cui all'articolo 113, comma 2 del D.lgs. 50/2016	1.349.801,50 €
E	10	Spese per commissioni giudicatrici	100.000,00 €
E	11	Imprevisti	9.141.383,92 €
E		TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	32.271.554,13 €
F		IVA	
F	1	IVA 10% (A+B+C+D+E1)	18.612.767,83 €
F	2	IVA 22% (E2-E11)	6.373.741,91 €
F		TOTALE SOMME IVA	24.986.509,74 €
		TOTALE AL NETTO IVA (A+B+C+D+E)	215.099.232,47 €
		TOTALE GENERALE (A+B+C+D+E+F)	240.085.742,21 €