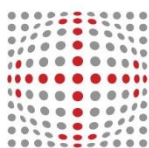




Comune di Pisa



Comune di San Giuliano Terme



PISAMO
AZIENDA PER LA MOBILITÀ SPA

SISTEMA TRANVIARIO DI PISA – LINEA 1

PIAZZA DEI MIRACOLI – OSPEDALE CISANELLO/CNR

PARTE GENERALE

Elaborati generali

Relazione Generale

	COMUNE DI PISA IL DIRIGENTE Ing. Maurizio Iannotta		PISAMO s.p.a. IL DIRETTORE TECNICO Ing. Alessandro Fiorindi		ARCHITECNA ENGINEERING s.r.l. COORDINATORE DELLA PROGETTAZIONE: Ing. Santi Caminiti
---	--	---	---	---	---

PROGETTISTI			
			

COMMESSA	FASE	CATEGORIA	DISCIPLINA	TIPO	NUMERO	REV.	NOME FILE
T R P I	I M	G E N	G E N	R L	0 0 3	B	TRPI-IM-GEN-GEN-RL-003-B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	DIC. 24	PRIMA EMISSIONE	A. AMBROSIO	P. CAMINITI	S. CAMINITI
B	GEN. 25	SECONDA EMISSIONE	A. AMBROSIO	P. CAMINITI	S. CAMINITI
C					
D					

Relazione Generale

Sommario

Titolo elaborato.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
Premessa	4
Stato del Procedimento	5
Descrizione dell'intervento	5
Inquadramento territoriale	5
Descrizione generale del tracciato	6
Studi Conoscitivi	9
Ambiente.....	9
Archeologia	23
Geofisica, geognostica, geotecnica e geomorfologica	24
Idrica, idrologica	29
Sismica	36
Urbanistica.....	37
Progetto infrastruttura	41
Basi cartografiche di progetto.....	41
Espropri, occupazioni temporanee, servitù	41
Inserimento urbano	41
Tracciati Plano-altimetrici e sezioni.....	60
Pacchetti tipologici	62
Vie di corsa.....	65
Censimento delle interferenze.....	65
Impianti	65
Sottostazioni elettriche	65
Armamento	67
Opere d'arte	67
Nuovo ponte della Vittoria	67
Centro di rimessaggio e manutenzione	69
Fermate	70
Banchina di fermata	70
Pensilina	70
Opere funzionali alla diversione modale	71
Parcheggio scambiatore.....	72
Cantierizzazione	72

Divisione in macro-cantieri	72
Progetto di cantierizzazione.....	72
Organizzazione del cantiere.....	73
Recinzioni di cantiere.....	73
Quantificazione economica dell'intervento	74

Premessa

Nella presente relazione sono descritte le soluzioni tecnico-architettoniche adottate per il progetto di una nuova linea tramviaria da realizzare a Pisa per collegare piazza dei Miracoli (capolinea Manin - Duomo) con l'Ospedale di Cisanello. Nel progetto è anche presente una diramazione di linea, verso il comune di San Giuliano Terme, che giunge fino al poso scientifico CNR.

La città di Pisa è già stata servita da una rete tramviaria, attiva fra il 1912 e il 1952, che rappresentò ai tempi uno strumento di forte modernizzazione della città toscana. Realizzata per iniziativa del Comune ad opera di un'azienda elettrica, la rete vide un significativo ampliamento nel 1929 per poi essere pesantemente danneggiata dagli eventi bellici, al termine dei quali fu decisa la graduale trasformazione in filovia.

Dopo l'alluvione del 1966, che ne ridusse le linee attive da tre ad una, nel 1968 anche la filovia fu dismessa per dare spazio alle più flessibili autolinee; nel 1969 fu quindi definitivamente dismessa la linea di contatto.



Figura 1 - Piazza Garibaldi anni '60

Il progetto prevede che la nuova linea tramviaria si collochi 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 in maniera efficace tre punti di elevato interesse della città, quali piazza dei Miracoli, la stazione centrale (punto di arrivo del Pisa Mover che la collega con il terminal aeroportuale) e l'Ospedale Cisanello (oggetto di un importante ampliamento in corso di esecuzione che lo renderà uno dei più grandi poli ospedalieri del paese).

Lungo il percorso la linea tramviaria permetterà di raggiungere altri importanti punti di interesse e fonte di traffico privato, citando solo quelli direttamente lambiti dalla linea: il blocco scolastico che comprende tre scuole superiori in via Benedetto Croce, il Palazzo dei Congressi, il polo universitario delle facoltà di economia, agraria, ingegneria e farmacia, tutta la zona commerciale del quartiere di Cisanello, il parco della Cittadella ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche CNR.

La stazione di capolinea subito dopo l'Ospedale di Cisanello, sarà collocata a ridosso dei grandi parcheggi, al momento a servizio dell'Ospedale, ma che, opportunamente ampliati, potranno funzionare da parcheggi scambiatori per il traffico in arrivo dalla S.G.C. Firenze - Pisa - Livorno, la cui uscita si trova a poche centinaia di metri, evitando l'ingresso in città a numerosi veicoli privati.

Le moderne tramvie in sede riservata, come quella prevista a Pisa, sono infatti sempre pensate in un'ottica di integrazione intermodale, svolgendo la duplice funzione di garantire una grande capacità di trasporto di passeggeri, e di distribuire gli utenti sulle varie altre modalità di trasporto.

Il sistema di mobilità tramviaria, pensata separata dall'intralcio del traffico, comporta inoltre, con un effetto migliorativo aggiuntivo, 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, senza ostacolarlo, il traffico privato.

Stato del Procedimento

Gli elaborati che compongono il corpus progettuale sono divisi nelle seguenti discipline:

- Parte generale
- Studi conoscitivi
- Infrastruttura
- Impianti
- Armamento
- Opere d'arte
- Centro di rimessaggio e manutenzione
- Fermate
- Opere funzionali alla diversione modale
- Opere complementari
- Materiale rotabile oggetto di fornitura
- Esercizio
- Cantierizzazione
- Parte economica

Tale pacchetto non è da considerarsi esaustivo per la composizione di un PFTE da codice appalti (D.Lgs. 36/2023), pertanto nei successivi sviluppi progettuali, come visibile in cronoprogramma, sarà necessario predisporre una Progettazione di Fattibilità Tecnico ed Economica ed una Progettazione Esecutiva.

Pur non essendo richiesto in questa forma progettuale vi è stato un confronto con gli enti competenti attraverso degli incontri convocati dalla committenza, mentre si rinvia ad una fase progettuale successiva l'acquisizione dei pareri e delle autorizzazioni.

Descrizione dell'intervento

Inquadramento territoriale

L'area dei comuni di Pisa e San Giuliano Terme si trova nella regione Toscana, nella parte nord-occidentale della regione. Pisa è situata a circa 10 km dal Mar Tirreno, mentre San Giuliano Terme si trova a nord-est di Pisa, ai piedi dei Monti Pisani.

Pisa è nota per il suo centro storico ricco di edifici medievali e rinascimentali, mentre San Giuliano Terme è famosa per le sue terme e le aree residenziali immerse nel verde. Entrambi i comuni hanno piani strutturali e operativi che guidano lo sviluppo urbano e la gestione del territorio, assicurando la coerenza con le normative regionali e nazionali.



Figura 2 - Inquadramento territoriale provincia di Pisa

L'area è ben collegata grazie alla presenza dell'aeroporto internazionale Galileo Galilei a Pisa, uno dei principali scali della Toscana. Pisa è anche un importante nodo ferroviario e stradale, con collegamenti diretti verso Firenze, Livorno e altre città toscane.

Secondo i dati ISTAT, la popolazione residente a Pisa nel 2022 equivale a 89.059 abitanti mentre quella di San Giuliano Terme equivale a 30.701 abitanti. L'andamento demografico della popolazione nell'area oggetto del presente progetto, mostra una leggera fluttuazione negli ultimi anni, con una tendenza generale alla stabilità.

Descrizione generale del tracciato

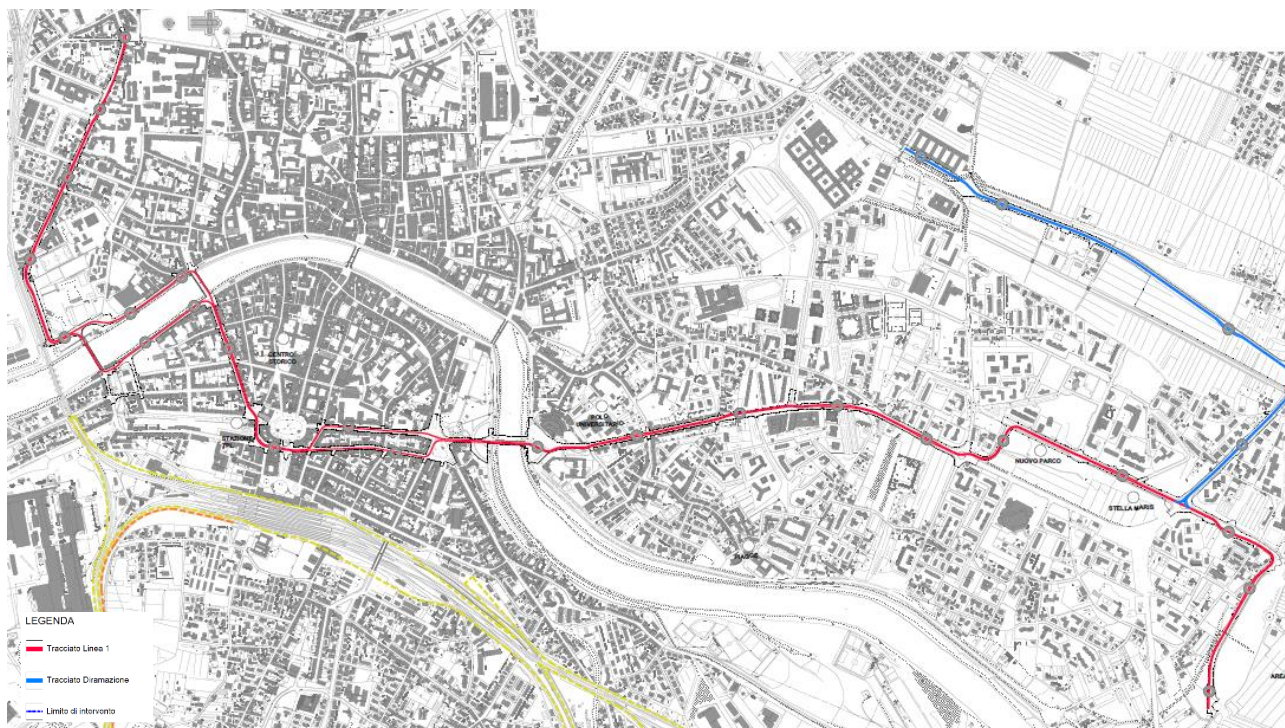


Figura 3 - Corografia di progetto

Il tracciato proposto per la realizzazione della nuova linea tramviaria si sviluppa con l'obiettivo di creare un sistema di trasporto pubblico forte che possa fare da catalizzatore per gli spostamenti dei

cittadini interessati dal suo passaggio; per questo è fondamentale creare un sistema che annulli, o quantomeno minimizzi, le interferenze con le altre componenti della mobilità urbana, anche attraverso una rimodulazione delle linee che si sovrappongono, per tracciato e funzioni, alla nuova infrastruttura.

Per garantire il maggior numero possibile di passeggeri, aumentare le prestazioni del servizio, garantire un adeguato valore di velocità commerciale e limitare i possibili fattori di perdita di tempo lungo il tragitto da un capolinea ad un altro, si è optato per far correre il tram lungo una sede che per la maggior parte del suo sviluppo sarà “riservata”, dove cioè i veicoli si muoveranno liberamente senza rischio di casuali rallentamenti legati alla presenza di altro mezzo di trasporto pubblico o privato.

È altresì chiaro che l’inserimento della nuova infrastruttura lungo le viabilità attuali comporterà una ridistribuzione funzionale complessiva del settore attraversato: ciò potrà avere come conseguenza la riduzione o l’eliminazione delle corsie di marcia destinate al traffico privato, l’eliminazione di stalli di parcheggio, l’impedimento di alcune manovre interferenti con il tram, la chiusura di alcune viabilità o l’inversione di alcuni sensi di marcia.

In tale direzione i progettisti hanno fatto scelte preliminari, rappresentate negli elaborati di progetto, che andranno ulteriormente approfondite e discusse con i rappresentanti del Comune, nell’ottica di arrivare ad una soluzione condivisa, che non stravolga lo status quo, ma al tempo stesso non penalizzi il livello di servizio della nuova infrastruttura tramviaria.

Particolare cura verrà riservata, in tutte le successive fasi di progettazione, anche all’adattamento delle tecnologie tramviarie e delle finiture al contesto ambientale, all’integrazione della tramvia con i sistemi di mobilità attiva (pedonale e ciclabile) e all’abbattimento delle barriere architettoniche.

Come sopra accennato, per quasi tutto il suo sviluppo il tram procederà lungo una sede riservata, con l’obiettivo di ridurre tutte le interferenze con le altre componenti della mobilità urbana, sia pubbliche che private (ad eccezione dei mezzi di emergenza); la sede è pertanto concepita per il transito esclusivo dei veicoli a guida vincolata; la piattaforma, qualora non sia in condizioni difficilmente raggiungibili per altri veicoli o pedoni, deve essere delimitata lateralmente da elementi atti a minimizzare i rischi di invasione della sede da parte di altri veicoli o pedoni (per esempio gradini, cordoli, ecc.). In corrispondenza degli attraversamenti, gli accessi longitudinali alla sede devono essere protetti con adeguata segnaletica monitoria.

Come meglio descritto nei paragrafi successivi, per le caratteristiche geometriche di alcuni brevi tratti e per garantire alcuni transiti del traffico privato, sono previsti due brevi tratti in promiscuo, così come in sede promiscua sono gestiti gli incroci con il flusso viario e gli attraversamenti delle rotonde esistenti.

La sede tramviaria, con pali di trazione esterni alla sede, avrà una larghezza media di 6,30 m (misurata all’esterno dei cordoli di bordo), mentre l’intervista fra i binari (intesa come distanza da asse binario ad asse binario) assumerà il valore medio di 3,20 m. La sede tramviaria, con pali di trazione centrali, avrà una larghezza media di 6,60 m (misurata all’esterno dei cordoli di bordo), mentre l’intervista fra i binari (intesa come distanza da asse binario ad asse binario) assumerà il valore medio di 3,50 m. Ovviamente tali larghezze possono assumere valori maggiori nei tratti di linea in curva per tenere in considerazione le fasce di ingombro dei veicoli tramviari che le percorrono.

La sede tramviaria sarà pavimentata con materiali differenziati, sia che si trovi in seno alla sede stradale, che a seconda del contesto cittadino, e sarà sempre delimitata lateralmente da due fasce in rilievo che ne permetteranno l’immediata individuazione nella pavimentazione stradale.

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

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

Il progetto prevede il collegamento tra Piazza dei Miracoli (capolinea posizionato in piazza Manin, capolinea Manin - Duomo) e il Polo Ospedaliero di Cisanello (fermata Ospedale Cisanello) ed a seguire la fermata di capolinea (fermata Kinzica) collocata in corrispondenza dei parcheggi dell’ospedale. Dall’incrocio tra via Bargagna e via Manghi, il tracciato si dirama verso il Comune di San Giuliano sino al capolinea.

Il percorso tranviario, partendo dal capolinea di Piazza Manin, percorre via B. Pisano. La prima parte di tracciato presenta sede banalizzata per circa 200 m (binario singolo), attestandosi sul lato destro della sezione stradale (lato ospedale Santa Chiara), per poi continuare il percorso a centro strada, con sede riservata a doppio binario, fino ad arrivare in Piazza di Terzanaia.

Dalla rotatoria di piazza Terzanaia, il tracciato si dirama sui due lungarni. Un binario attraversa l’Arno passando per il ponte della Cittadella per poi svoltare a sinistra sul Lungarno S. Sonnino, mentre l’altro binario percorre Lungarno R. Simonelli per superare l’Arno sul Ponte Solferino. In piazza A. Saffi, i due binari si riuniscono e percorrono via F. Crispi attestandosi sul lato est della carreggiata stradale.

Giunti in Piazza Sant’Antonio, il tracciato prosegue in via S. Pellico per poi svoltare su via C. Battisti, in cui viene collocata una fermata che sarà utilizzata come punto di interscambio con la stazione centrale di Pisa ed il People Mover.

Il tracciato prosegue su via Francesco Bonaini e raggiunge piazza Guerrazzi, dove imbocca via Giuliano da Sangallo per superare l’Arno sul nuovo ponte, parte del presente progetto, realizzato sostituendo l’attuale ponte della Vittoria. Scesa dal nuovo ponte la linea attraversa piazza Caduti di Cefalonia e percorre via Giacomo Matteotti e via Carlo Matteucci per poi imboccare via Cisanello fino alla rotonda che regola l’incrocio con via di Padule e via Maccatella. Dopo la rotonda il progetto svolta verso via Italo Bargagna, costeggiando il costruendo parco urbano, per poi percorrere la stessa fino ad attraversare la rotonda Giulio Battistini ed arrivare in via Martin Lutero.

Dopo la fermata Martin Lutero il progetto di percorrere la stessa fino ad imboccare via Mario Luzi, dove sarà posizionato l’accesso principale del nuovo grande Polo Ospedaliero in corrispondenza del quale è prevista la fermata Ospedale Cisanello. Il progetto poi prevede che la tramvia prosegua fino all’attuale rotonda che gestisce l’incrocio tra via Mario Luzi e via Piero Trivella dove sarà posizionato il capolinea (fermata Kinzica).

Con il presente studio di fattibilità, si introduce una diramazione del tracciato verso il Comune di San Giuliano. Il percorso tranviario, da via Italo Bargagna, si inserisce nel tessuto urbano direzione Nord fino ad immettersi via Ferruccio Giovannini, nella quale il tram percorre la viabilità a centro strada fino ad immettersi nell’area verde posta a sud dello studentato “I Praticelli”, nel quale viene collocato il capolinea del ramo di diramazione del tracciato. Tale fermata servirà principalmente per raccogliere tutta l’utenza proveniente dall’area del CNR, nella quale oltre a diversi istituti di ricerca, ospita anche lo stabilimento ospedaliero della Fondazione Gabriele Monasterio.

Lungo via F. Giovannini è previsto il collocamento del deposito tranviario che ospiterà uffici, un'officina ed altri edifici a servizio della linea. Nel medesimo lotto verrà collocato anche un grande parcheggio scambiatore che servirà da interscambio modale con il Trasporto Pubblico Locale, limitando di fatto l'ingresso in città di numerosi veicoli. Vicino al parcheggio sarà collocata una fermata in modo da rendere attrattiva la sosta per tutta l'utenza proveniente dai comuni limitrofi ed il successivo scambio con la nuova infrastruttura per entrare nel centro storico di Pisa.

Studi Conoscitivi

Ambiente

Vincoli e tutele

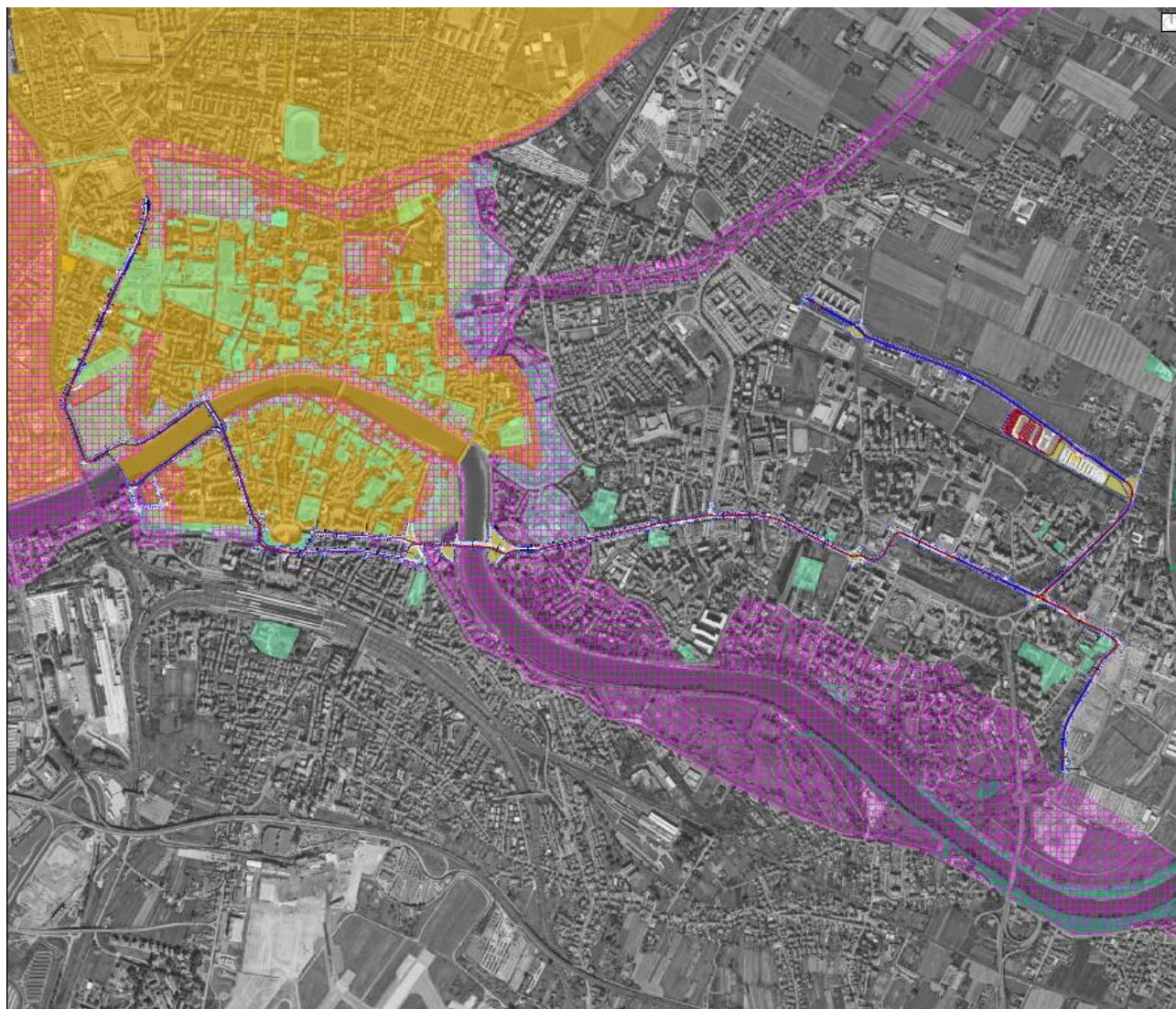
L'analisi documentata nel presente paragrafo ha lo scopo di verificare l'esistenza di eventuali interferenze fisiche tra le opere in progetto e il sistema dei vincoli e delle tutele individuati dal Piano di Indirizzo Territoriale (PIT) con valenza di piano paesaggistico vigente sul territorio in oggetto. In particolare, l'analisi riguarda:

- **Vincoli paesaggistici**, ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e successivi aggiornamenti, con particolare riferimento agli articoli 136 ("Immobili ed aree di notevole interesse pubblico") e 142 ("Aree tutelate per legge");
- **Vincoli storici-archeologici**, con riferimento ai "Beni archeologici ed architettonici" tutelati ai sensi della parte II del D.Lgs. 42/2004;
- **Vincolo idrogeologico**, ai sensi del RD 3267/1923 (conosciuto come "Legge Forestale"), della L.R. 21 marzo 2000 n. 39 ("Legge forestale della Toscana") e successive modifiche, e del D.P.G.R. 8 agosto 2003 n. 48/R ("Regolamento Forestale");
- **Vincoli naturalistici**, con particolare riferimento alla Rete Natura 2000, alle Aree Naturali Protette (EUAP), alle Aree Naturali Protette di Interesse Locale (ANPIL) e alle *Important Birds Areas* (IBA).


In particolare, come evidenziato nello stralcio cartografico riportato di seguito, relativo all'elaborato "Tracciato su carta dei vincoli paesaggistici e culturali" (TRPO-IM-STU-AMB-PL001-A) allegato al presente studio, la linea tranviaria di progetto interferisce con:

- Beni paesaggistici di cui all'art. 136 del DLgs 42/2004, in particolare
 - "Zone adiacenti alle mura urbane", come definito dal D.M. 19/05/1964 (Cod. Vincolo 147-1964 – Codice Regionale 9050309);
 - "Lungarno della città di Pisa", come definito dal D.M. 12/11/1962 (cod. Vincolo 309-1962 – Codice Regionale 9050217);
 - "Zona delle Piagge, sita nell'ambito del comune di Pisa", come definito dal D.M. 03/03/1960 (Cod. Vincolo 60-1960 – Codice Regionale 9050260).
- Beni architettonici tutelati ai sensi della parte II del D.lgs. 42/2004, in particolare
 - "La cittadella, le sue difese e i suoi spazi", id. Bene: 90500260064 (tipologia: complesso immobiliare), istituita con provvedimento di tutela diretta ai sensi del D.Lgs. 42/2004 in data 24/03/2010;
 - "Facoltà di Farmacia", id. Bene: 90500260454 (tipologia: immobile), istituita con provvedimento di tutela diretta ai sensi del D.Lgs. 42/2004 in data 16/02/2006.
- Beni archeologici tutelati ai sensi della parte II del D.lgs. 42/2004, in particolare
 - "Area a Est – Nord – Est dell'area urbana di Pisa", id. Bene: 90500265144, istituita Provvedimento 29/06/1993, ai sensi L. 1/06/1939, n. 1089 (G.U. 8/8/1939 n. 184), art. 822 c.c.;


- “Centro Storico della Città di Pisa (interno alla Cinta muraria del 1150)”, id. Bene: 90500265145, istituita Provvedimento 10/04/1986, ai sensi L. 1/06/1939, n. 1089 (G.U. 8/8/1939 n. 184), art. 822 c.c.



LEGENDA Vincoli per Decreto (D.Lgs. 42 /2004 art. 136):

 Immobili ed aree di notevole interesse pubblico (l. 309, DCR 46 /2019)

LEGENDA Aree tutelate per legge (D.Lgs. 42 /2004 art. 142) :

 Istit. g. - territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di imboscamento

LEGENDA Beni tutelati ai sensi della Parte II del D.Lgs. 42 /2004 :

 Archeologici

 Archeologici

Figura 4 – Stralcio “Tracciato su carta dei vincoli paesaggistici e culturali - TRPO-IM-STU-AMB-PL001-A)” e relativa legenda

Come invece emerge dallo stralcio cartografico riportato di seguito, relativo alla tavola “*Tracciato su carta delle aree protette e Rete Natura 2000*” (TRPO-IM-STU-AMB-PL002-A) allegata al presente studio, le opere di progetto non interferiscono con nessuna delle aree di interesse naturalistico presenti sul territorio.



LEGENDA Rete Natura 2000:

 RN2000 - ZSC Monte Pisano (IT5120019)

LEGENDA Aree Protette :

 Area Naturale Protetta di Interesse Locale - ANPIL Valle delle Fonti

 Elenco Ufficiale Aree naturali Protette - Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli (EUAP0231)

 Important Bird Area - Migliarino-San Rossore (IBA082)

Figura 5 – Stralcio “Tracciato su carta delle aree protette e Rete Natura 2000 - TRPO-IM-STU-AMB-PL002-A” e relativa legenda

Nella tabella seguente si riassumono le aree naturali più vicine all’intervento.

AREA	TIPO	DENOMINAZIONE	DISTANZA (km)
Rete Natura 2000	ZPS- ZSC	IT5170002 – Selva Pisana	>3,2
	ZCS	IT5120019 – Monte Pisano	>3,8
Aree protette	EUAP	EUAP0231 – Parco Regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli	>1,2
	ANPIL	APPI03- Monte Castellare	>4,0
	ANPIL	APPI08 – Valle del Lato	>4,0
	ANPIL	APPI04 – Valle delle Fonti	>3,0

AREA	TIPO	DENOMINAZIONE	DISTANZA (km)
	IBA	IBA082 – Migliarino-San Rossore	~ 1,5

Per un approfondimento e una descrizione dettagliata delle tematiche trattate, si rimanda alla “*Relazione di prefattibilità ambientale*” (TRPO-IM-GEN-GEN-RL004-A), dove sono riportati tutti i contenuti pertinenti e le analisi di riferimento.

Aria e clima

L’area oggetto dell’intervento in esame appartiene alla “**Zona Valdarno Pisano e Piana Lucchese**” per quanto riguarda la zonizzazione dell’allegato V del D.Lgs 155/2010 e alla “**Zona Pianure Costiere**” per la zonizzazione dell’ozono dell’allegato IX del D.Lgs. 155/2010.

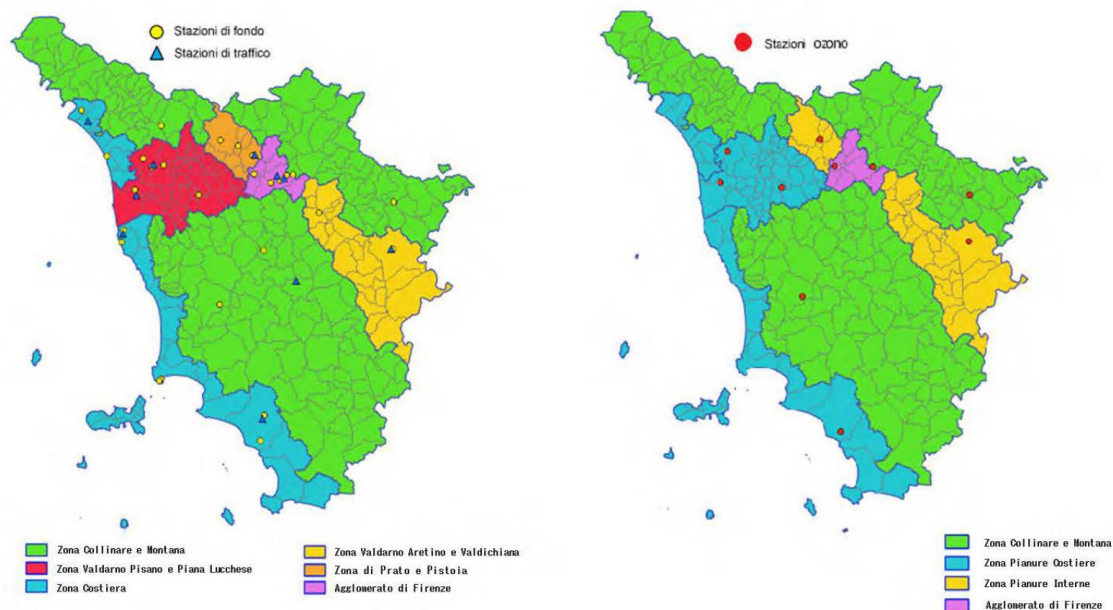


Figura 6 - Zonizzazione e stazioni di RR per inquinanti all. V del D.Lgs 155/2010 (a sinistra); Zonizzazione e stazioni di RR per Ozono (a destra)

Di seguito sono riportate le stazioni di misura degli inquinanti della Rete Regionale per l’area di interesse.

Zonizzazione inquinanti All V	Provincia e Comune	Nome e Tipo stazione		PM10	PM2,5	NO ₂	SO ₂	H ₂ S	CO	Benzene ¹	B(a)P ¹	As	Ni	Cd	Pb ²	O ₃	Zonizzazione per l' O ₃
Agglomerato Firenze	FI Firenze	U	F	FI-Boboli	x												Agglomerato Firenze
	FI Firenze	U	F	FI-Bassi	x	x	x	x		x	x						
	FI Firenze	U	T	FI-Gramsci	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x		
	FI Firenze	U	T	FI-Mosse	x		x										
	FI Scandicci	U	F	FI-Scandicci	x		x										
	FI Signa	U	F	FI-Signa	x											x	
Zona Prato Pistoia	PO Prato	U	F	PO-Roma	x	x	x			x	x	x	x	x	x		Zona Pianure Interne
	PO Prato	U	T	PO-Ferrucci	x	x	x		x								
	PT Pistoia	U	F	PT-Signorelli	x		x										
Zona Valdarno Aretino e Valdichiana	PT Montale	S	F	PT-Montale	x	x	x									x	
	AR Arezzo	U	F	AR-Acropolis	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	
	FI Figline ed Incisa Valdarno	U	F	FI-Figline	x		x										
Zona Costiera	AR Arezzo	U	T	AR-Repubblica	x		x		x								Zona Pianure Costiere
	GR Grosseto	U	F	GR-URSS	x	x	x										
	GR Grosseto	U	T	GR-Sonnino	x		x										
	GR Grosseto	R	F	GR-Maremma			x									x	
	LI Livorno	U	F	LI-Cappiello	x	x	x										
	LI Livorno	U	T	LI-Carducci	x	x	x		x								
	LI Livorno	U	F	LI-Via La Pira	x			x		x	x	x	x	x	x		
	LI Piombino	S	I	LI-Cotone	x		x		x								
	LI Piombino	U	F	LI-Parco 8 Marzo	x		x										
	MS Carrara	U	F	MS-Colombarotto	x		x										
Zona Valdarno Pisano e Piana Lucchese	MS Massa	U	T	MS-Marina vecchia	x	x	x										Zona Pianure Costiere
	LU Viareggio	U	F	LU-Viareggio	x	x	x										
	LU Capannori	U	F	LU-Capannori	x	x	x	x			x						
	LU Lucca	U	F	LU-San Concordio	x		x			x	x	x	x	x	x		
	LU Lucca	U	T	LU-Micheletto	x		x										
	LU Lucca	R	F	LU-Carignano			x									x	
	PI Pisa	U	F	PI-Passi	x	x	x									x	
	PI Pisa	U	T	PI-Borghetto	x	x	x		x								
Zona Collinare e Montana	PI Santa Croce sull'Arno	S	F	PI-Santa Croce	x		x		x							x	Zona Collinare e Montana
	PI Pomarance	S	F	PI-Montecerboli	x		x		x			x	x	x	x	x	
	AR Chitignano	R reg	F	AR-Casa Stabbi	x		x									x	
	SI Poggibonsi	U	F	SI-Poggibonsi	x	x	x			x	x						
	SI Siena	U	T	SI-Bracci	x		x		x								
	LU Bagni di Lucca	U	F	LU-Fornoli	x		x										

Legenda: F - Fondo, T - Traffico, I - Industriale, U - Urbana, S - Suburbana, R - Rurale, R reg - Rurale fondo regionale;
 nota 1 : nella delibera si prevede soltanto il Benzene ed il Benzo(a)pirene ma il monitoraggio comprende i derivati del Benzene e 7 congeneri IPA
 nota 2 : il Piombo nella delibera è previsto soltanto a FI-Gramsci ma viene campionato e analizzato insieme agli altri metalli

Figura 7 - Rete Regionale delle stazioni di interesse di misura degli inquinanti

Secondo quanto riportato all'interno della "Relazione annuale sullo stato della qualità dell'aria in Toscana – Monitoraggio 2023" i dati misurati per i principali inquinanti atmosferici sono sintetizzati nelle seguenti tabelle sottostanti, offrendo un quadro rappresentativo dello stato attuale della qualità dell'aria nell'area di studio. Per ulteriori approfondimenti riguardo l'analisi dei dati e le strategie di mitigazione, si rimanda alla "Relazione di prefattibilità ambientale", che integra informazioni dettagliate e valutazioni specifiche legate al progetto in esame.

Biossido di azoto (NO₂)

Zona	Classificazione	Provincia e Comune	Nome stazione	Sup. media oraria di 200 µg/m ³	V.L.	Media annuale (µg/m ³)	V.L.
Zona Valdarno Pisano e Piana Lucchese	UF	Capannori (LU)	LU-Capannori	0	18	15	40
	UF	Lucca (LU)	LU-San Concordio	0		17	
	UT	Lucca (LU)	LU-Micheletto	0		39	
	RF	Lucca (LU)	LU-Carignano	0		7	
	UF	Pisa (PI)	PI-Passi	0		13	
	UT	Pisa (PI)	PI-Borghetto			24	
	SF	Santa Corce sull'Arno (PI)	PI- Santa Croce	0		16	

Figura 8 - Indicatori relativi alle stazioni della Zona del Valdarno Pisano e Piana Lucchese (anno 2023)

Ozono (O₃)

Indicatori Ozono Anno 2023				Valori obiettivo protezione salute umana: 25 superamenti della media giornaliera di 8 ore di 120 µg/m ³	
Zona	Classificazione	Provincia e Comune	Stazione	Superi 2023	Media 2021-2022-2023
Zona Pianure Costiere	R	Grosseto (GR)	GR-Maremma	28	17
	S	Lucca (LU)	LU-Carignano	28	27
	S	Pisa (PI)	PI-Passi	1	7
	S	Santa Croce sull'Arno (PI)	PI-Santacroce	7	7

Figura 9 – Indicatori relativi alle stazioni della Zona Pianure Costiere: valore obiettivo per la protezione della popolazione

Indicatori Ozono Anno 2023				Valori obiettivo protezione vegetazione AOT40 Maggio/Luglio 18000 µg/m ³	
Zona	Classificazione	Provincia e Comune	Stazione	AOT40 2023	Media 2019-2023
Zona Pianure Costiere	R	Grosseto (GR)	GR-Maremma	17238	19251
	S	Lucca (LU)	LU-Carignano	17590	18277
	S	Pisa (PI)	PI-Passi	9658	12427
	S	Santa Croce sull'Arno (PI)	FI-Signa	11574	10363

Figura 10 – Indicatori relativi alle stazioni della Zona Pianure Costiere: valore obiettivo per la protezione della vegetazione

Particolato PM₁₀

Zona	Classificazione	Provincia e Comune	Nome stazione	Media annuale (µg/m ³)	V.L.	N° medie giornaliere > 50 µg/m ³	V.L.
Zona Valdarno Pisano e Piana Lucchese	UF	Capannori (LU)	LU-Capannori	27	40	37	35
	UF	Lucca (LU)	LU-San Concordio	22		13	
	UT	Lucca (LU)	LU-Micheletto	25		18	
	UF	Pisa (PI)	PI-Passi	21		6	
	UT	Pisa (PI)	PI-Borghetto	22		7	
	SF	Santa Corce sull'Arno (PI)	PI- Santa Croce	25		19	

Figura 11 – Indicatori relativi alle stazioni di interesse della Zona del Valdarno Pisano e Piana Lucchese (Anno 2023)

Particolato PM_{2,5}

Zona	Classificazione	Provincia e Comune	Nome stazione	Media annuale (µg/m³)	V.L.
Zona Valdarno Pisano e Piana Lucchese	UF	Capannori (LU)	LU-Capannori	18	25
	UF	Pisa (PI)	PI-Passi	12	
	UT	Pisa (PI)	PI-Borghetto	13	

Figura 12 – Indicatori relativi alle stazioni di interesse della Zona del Valdarno Pisano e Piana Lucchese (Anno 2023)

Benzene

Zona	Classificazione	Provincia e Comune	Nome stazione	Media annuale (µg/m³)	Limite media annuale	Max orario
Zona Valdarno Pisano e Piana Lucchese	UF	Lucca (LU)	LU-San Concordio	1,2	5	9

Figura 13 – Indicatori relativi alla stazione della Zona del Valdarno Pisano e Piana Lucchese (Anno 2023)

Monossido di carbonio (CO)

Zona	Classificazione	Provincia e Comune	Nome stazione	Media massima su 8 ore (µg/m³)		V.L. (µg/m³)
				Anno 2023	N° superamenti	
Zona Valdarno Pisano e Piana Lucchese	UT	Pisa (PI)	PI-Borghetto	1,7	0	10

Figura 14 – Indicatori relativi alla stazione della Zona del Valdarno Pisano e Piana Lucchese (Anno 2023)

Suolo

Uso del suolo

L'analisi dell'assetto del suolo dell'area di intervento è stata condotta avvalendosi delle informazioni derivanti dalla cartografia dell'Uso e Consumo del Suolo (UCS 2019), disponibile sul Geoportale della Regione Toscana.

Come visibile nello stralcio sottostante, il tracciato e le relative opere di progetto interessano le seguenti superfici:

- Superfici artificiali classificate principalmente come “Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche (122)” e in misura minore come “Zone residenziali a tessuto continuo (111)” nel tratto situato sulla sinistra idrografica dell'Arno. Sono inoltre interessate aree classificate come “Aree industriali, commerciali e servizi pubblici e privati (121)” e “Aree verdi urbane (141)”;
- Superfici agricole utilizzate classificate come “Seminativi irrigui e non irrigui (210)” e “Prati stabili (231)”;
- Territori boscati e ambienti semi-naturali, con riferimento a “Vegetazione in evoluzione (324)”;
- Corpi idrici, con riferimento a “Corsi d'acqua canali e idrovie (511)”.

Si precisa, tuttavia, che la sezione del tracciato interferente con i “Territori boscati e ambienti semi-naturali” e i “Corpi idrici” sfrutterà l'infrastruttura viari esistente, attraversando il fiume Arno in corrispondenza del Ponte della Vittoria.



Figura 15 – Stralcio dell'UCS 2019 del Geoportale della Regione Toscana con sovrapposto il tracciato di progetto (in blu) e l'areale di intervento (in nero)



Figura 16 – Legenda relativa UCS 2019 – Geoportale Regione Toscana

Id. SISBON	Denominazione	Stato Iter	Fase	Sottofase	Distanza (m)
			intervento di bonifica/MISP/MISO		
PO-022	Distributore Petrolifera Adriatica EX ESSO PV n. 8366 Viale della Repubblica 188	CHIUSO	SITI CON ITER CHIUSO con non necessità di intervento di bonifica/MISP/MISO	Non contaminato con non necessità di intervento (a seguito di AdR C < CSR)	~ 7

Stabilimenti a rischio di incidente rilevante

La direttiva 2012/18/UE (Seveso III), emanata il 4 luglio 2012 dal Parlamento e dal Consiglio dell'UE, regola il controllo dei rischi di incidenti rilevanti connessi a sostanze pericolose, sostituendo dal 1° giugno 2015 la direttiva 96/82/CE (Seveso II). In Italia è stata recepita con il Dlgs n. 105/2015, che definisce gli incidenti rilevanti e distingue gli stabilimenti in “soglia inferiore” e “soglia superiore” in base alla quantità e tipologia di sostanze pericolose presenti.

Il Ministero dell'Interno gestisce gli stabilimenti di soglia superiore, mentre le Regioni controllano quelli di soglia inferiore. Il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) coordina l'inventario degli stabilimenti, curato da ISPRA, accessibile online.

In Toscana vi sono 54 stabilimenti a rischio di incidente rilevante (RIR), di cui 8 nella provincia di Pisa. Lungo il tracciato considerato (comuni di San Giuliano Terme e Pisa) è stato individuato un solo stabilimento RIR, che, come si evince dallo stralcio seguente, non interferisce con il progetto in esame.

Soglia	Provincia	Comune	Codice Ministero	Ragione Sociale	Attività	Distanza
Superiore	Pisa	Pisa	NI089	HERAMBIENTE SERVIZI INDUSTRIALI S.R.L.	Stoccaggio, trattamento e smaltimento dei rifiuti	~ 3,2 km



Figura 18 – Ubicazione degli stabilimenti a Rischio di Incidente Rilevante (RIR) rispetto al tracciato di progetto

Biodiversità

L'area vasta oggetto di studio nel presente documento ricade, secondo la tavola delle “Ecoregioni di Italia – sezioni e sottosezioni” (C. Blasi et al., 2018), nella Sezione 2B1 “Sezione Tirrenica Settentrionale e Centrale” e, più precisamente, nella Sottosezione 2B1b “Sottosezione Maremma”.

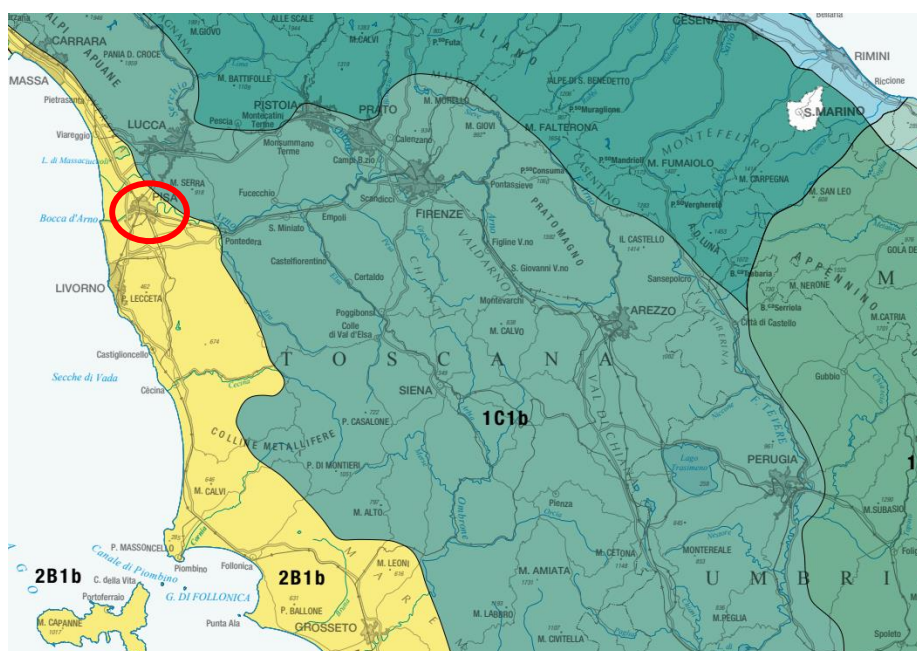


Figura 19 - Stralcio della Tavola “Terrestrial Ecoregions of Italy – sections and subsections” (Blasi et Al. 2018); in rosso l'area di intervento

Sulla base della suddivisione del territorio nazionale in “Zone Fitoclimatiche”, per le quali s'intende la distribuzione geografica, associata a parametri climatici, di un'associazione vegetale rappresentativa composta da specie omogenee per quanto riguarda le esigenze climatiche, l'area dell'intervento in progetto ricade nella zona “*Lauretum freddo*”.

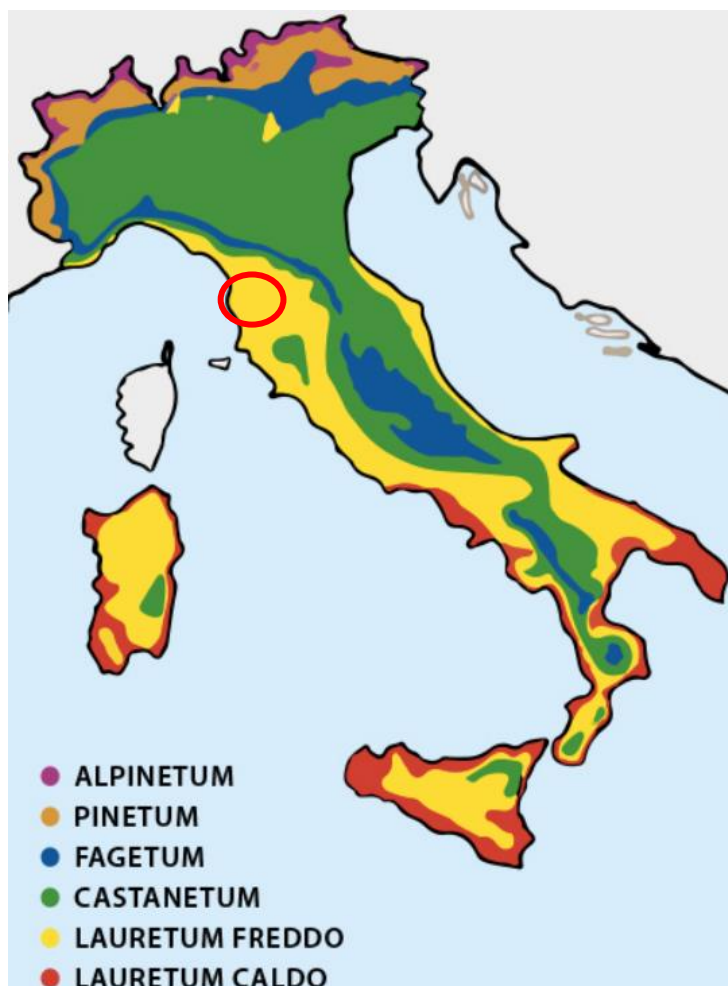


Figura 20 - Zone fitoclimatiche d'Italia; cerchiata in rosso l'area di progetto

Per gli opportuni approfondimenti, si rimanda ai contenuti dell'elaborato tecnico di supporto al presente studio (“*Relazione di prefattibilità ambientale*” – TRPO-IM-GEN-GEN-RL004-A).

Rumore

Il Comune di Pisa dispone di un Piano di Classificazione Acustica Comunale approvato con Delibera del Consiglio Comunale n. 24 del 29/04/2004. Analogamente, il Comune di San Giuliano Terme ha approvato il proprio PCCA con Delibera del Consiglio Comunale n. 65 del 01/08/2005.

Dall'analisi dei suddetti PCCA, riportati nello stralcio seguente, si evince che la quasi totalità delle aree interessate dall'intervento progettuale ricade in classe IV, “Aree di intensa attività umana”. Porzioni più ridotte rientrano in classe III, “Aree di tipo misto”, mentre, in prossimità della zona dell'Ospedale di Cisanello, si rileva la presenza di aree in classe II, corrispondenti a “Aree prevalentemente residenziali”.

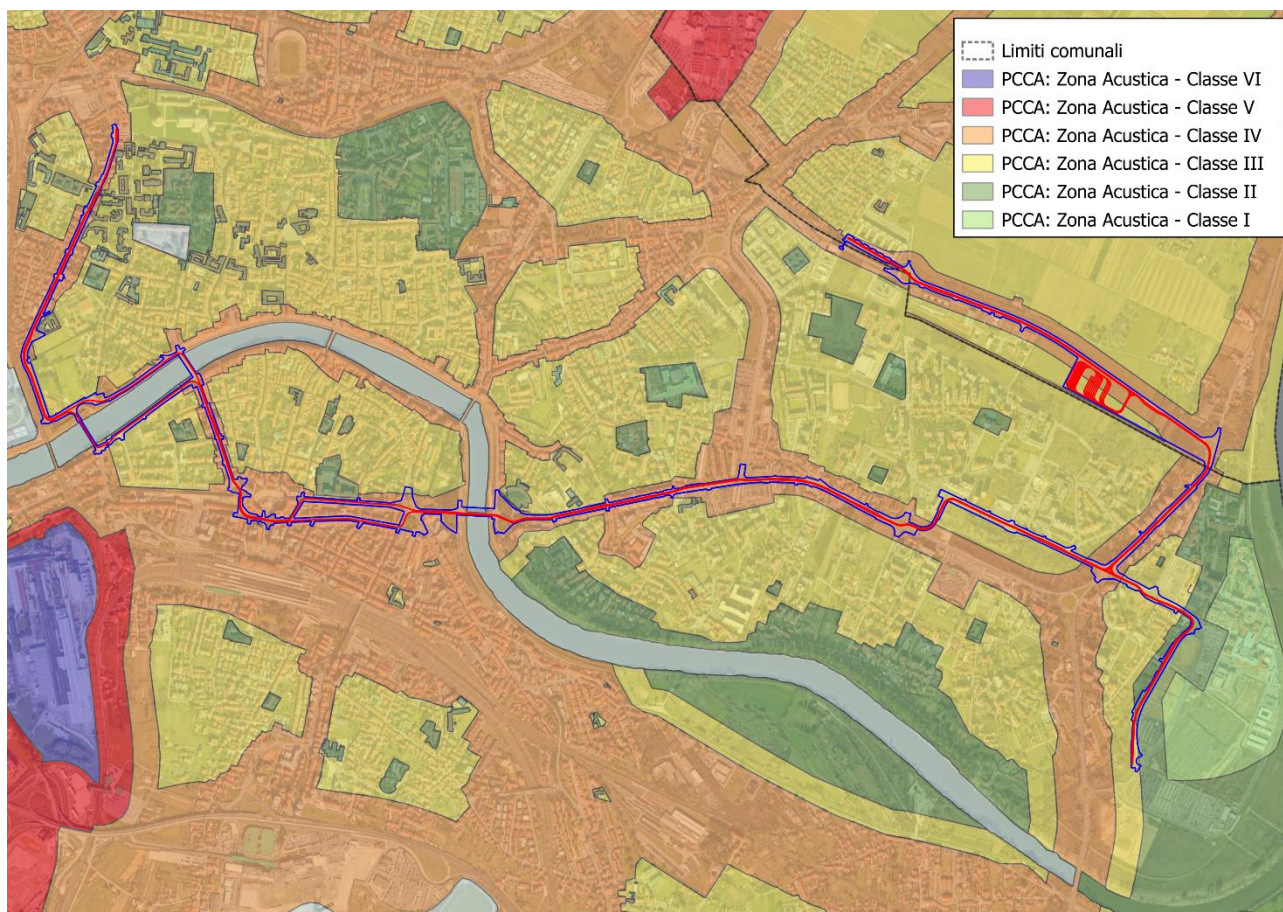


Figura 21 - Inquadramento acustico dell'area di progetto

Popolazione e salute umana

I comuni interessati dal progetto tranviario in oggetto sono quello di Pisa e quello di San Giuliano Terme.

La popolazione censita 01/01/2024, secondo i dati Istat, ammonta a 89.371 unità nel comune di Pisa e a 30.762 nel comune di San Giuliano Terme. Le classi di età più rappresentative per entrambi i comuni risultano essere la classe 50-54 e la classe 55-59.

Dai dati Istat emerge, inoltre, che dal 2002 al 2023 il comune di San Giuliano Terme ha avuto un incremento degli indici di vecchiaia, ricambio e struttura e una riduzione degli indici di dipendenza e di carico dei figli; mentre il comune di Pisa ha avuto un incremento dell'indice di vecchiaia e una riduzione degli indici di dipendenza strutturale, di ricambio, di struttura e di carico dei figli.

Dallo studio epidemiologico effettuato sui dati forniti da ISTAT, è stato possibile mettere a confronto lo stato di salute della provincia di Firenze con i valori regionali e nazionali. Ne è emerso che, al 2021, le cause principali di decesso risultano essere le malattie del sistema circolatorio, seguite dai tumori. Si osserva, inoltre, che la terza causa di decessi a livello regionale e nazionale è rappresentata dal Covid-19; tuttavia, per quanto riguarda la provincia di Pisa, questa non ha avuto un'incidenza altrettanto rilevante. In linea generale, confrontando i dati provinciali con quelli regionali e nazionali, è emerso che per l'ambito in esame non sono presenti situazioni critiche sul piano della salute pubblica.

Per maggiori dettagli si rimanda ai contenuti dell'elaborato tecnico di supporto al presente studio "Relazione di prefattibilità ambientale" (TRPO-IM-GEN-GEN-RL004-A).

Paesaggio e patrimonio culturale

Il territorio esaminato, definito dall’**Ambito di Paesaggio 08 “Piana Livorno – Pisa – Pontedera”**, presenta una struttura paesaggistica complessa, dove elementi naturali e antropici si intrecciano. A nord, i rilievi del Monte Pisano separano le pianure di Pisa e Lucca, mentre a sud si estendono sistemi collinari che segnano la transizione verso la pianura pisana, storicamente modellata da interventi di bonifica come quello dell’ex Lago di Bientina.

Le aree collinari si distinguono per un mosaico agrario caratterizzato da oliveti, vigneti e boschi alternati a borghi storici e insediamenti rurali. La pianura pisana, più urbanizzata e intensamente agricola, conserva ecosistemi fluviali di grande valore ecologico lungo i principali corsi d’acqua (Arno, Serchio, Era, Fine) e aree lacustri residue. La fascia costiera, tra dune sabbiose e scogliere rocciose, ospita ecosistemi unici e insediamenti storici come la marina di Pisa e Castiglioncello.

Il progetto tranviario, come mostrato nel seguente stralcio, si collocano nell’ambito del paesaggio della pianura urbanizzata e dell’insediamento policentrico delle grandi piane alluvionali (Piana Pisa-Livorno), in particolare del sistema lineare di pianura dell’Arno inferiore (Pontedera-Pisa).

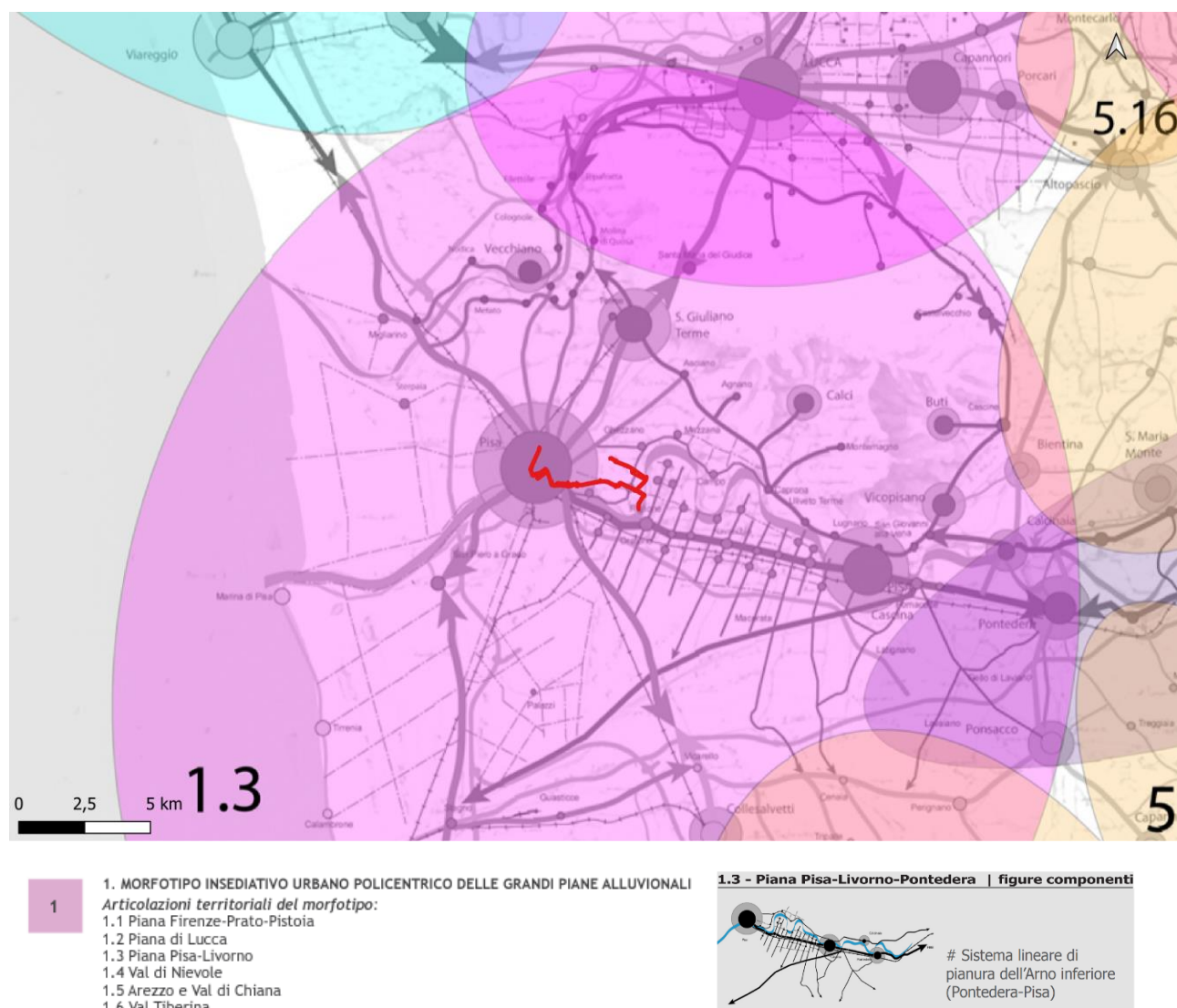


Figura 22 – Morfotipi insediativi con sovrapposto in rosso il tracciato di progetto (Fonte: Carta dei Morfotipi insediativi – Abachi delle invarianti strutturali – PIT/PPR Toscana)

Il modello territoriale della valle del fiume Arno, tra Pontedera e Pisa, si distingue per la configurazione policentrica, con centri urbani interconnessi come Pontedera, Cascina e Pisa. Quest’ultima riveste un ruolo strategico grazie alla sua importanza storica, economica e infrastrutturale.

Il progetto tranviario si inserisce in un paesaggio plasmato dal fiume Arno, che ha influenzato lo sviluppo urbano e agricolo di Pisa sin dall’epoca romana. La città, dotata di una rete infrastrutturale avanzata, incluse strade, ferrovie e l’aeroporto internazionale “Galileo Galilei”, rappresenta un riferimento regionale.

L’area di progetto è caratterizzata da numerosi beni culturali tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/2004, concentrati principalmente nel centro storico di Pisa, delimitato dalle mura medievali e attraversato dal fiume Arno. Lo sviluppo urbano di Pisa, avviato in epoca medievale, è stato influenzato da eventi storici come il secondo conflitto mondiale e presenta un tessuto edilizio di pregio, con architetture religiose, civili e militari, tra cui la celebre Piazza dei Miracoli e le case-torri storiche.

Le analisi evidenziano l’interferenza del progetto con i seguenti beni:

Aree di notevole interesse pubblico:

- **Zone adiacenti alle mura urbane** (D.M. 19/05/1964).
- **Lungarno della città di Pisa** (D.M. 12/11/1962).
- **Zona delle Piagge** (D.M. 03/03/1960).

Beni architettonici rilevanti:

- **La Cittadella:** complesso fortificato medievale e rinascimentale di grande valore storico.
- **Facoltà di Farmacia:** esempio di architettura accademica con funzioni educative e scientifiche.

Beni archeologici rilevanti:

- **Area a Est-Nord-Est di Pisa:** importante sito archeologico con resti di epoche etrusca, romana e medievale.
- **Centro storico di Pisa:** racchiuso nella cinta muraria del 1150, include monumenti iconici come la Torre Pendente e il Duomo.

La tutela e la valorizzazione di questi beni sono fondamentali per preservare il patrimonio storico-culturale della città.

Per una descrizione dettagliata e ulteriori approfondimenti, si rimanda alla “Relazione di prefattibilità ambientale” (TRPO-IM-GEN-GEN-RL004-A), che fornisce una panoramica completa e analitica degli elementi rilevanti per lo studio, incluse le valutazioni tecniche, ambientali e territoriali.

Archeologia

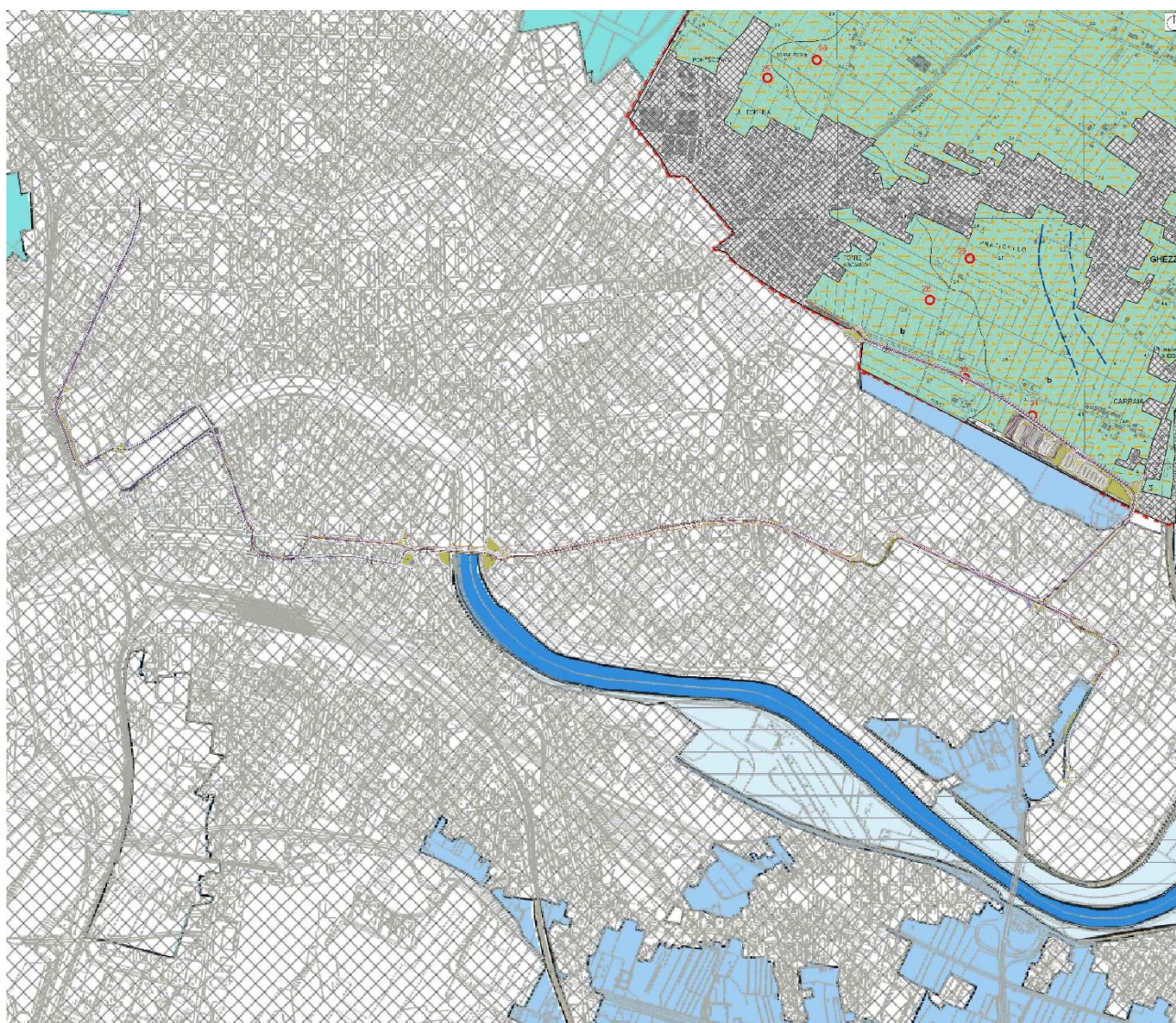
Per il progetto in oggetto è stata predisposta una carta di sovrapposizione del presente progetto sulla carta di rischio archeologica reperibile tra gli strumenti comunali del comune in oggetto. Per ulteriori approfondimenti si rimanda all’elaborato Tracciato su carta tematica (TRPI-IM-STU-ARK-PL001).

Geofisica, geognostica, geotecnica e geomorfologica

Inquadramento geologico locale

La caratterizzazione litologica superficiale dell'area di intervento è stata effettuata mediante l'analisi della cartografia tematica di dettaglio, integrando le informazioni del Piano Strutturale Intercomunale di Pisa con la cartografia CARG della Regione Toscana. Quest'ultima è stata utilizzata per colmare la mancanza di una carta geologica ufficiale nel POC vigente del Comune di San Giuliano Terme. I risultati dell'analisi sono sintetizzati nella tavola geologica allegata al presente studio (*Tracciato su carta tematica geologica – TRPO-IM-STU-GEO-PL001-A*), riportata nello stralcio successivo.

L'analisi cartografica ha permesso di individuare per l'area di intervento le seguenti unità geologiche interessate dal tracciato di progetto.



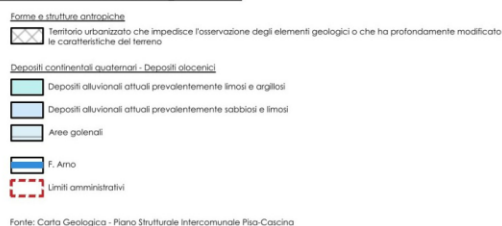
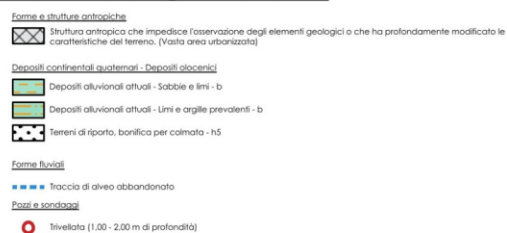
LEGENDA Carta Geologica Pisa

LEGENDA Carta Geologica della Toscana


Figura 23 – Stralcio “Tracciato su carta tematica geologica - TRPO-IM-STU-GEO-PL001-A” e relativa legenda

Depositi Olocenici – Depositi alluvionali attuali (b)

I depositi olocenici alluvionali attuali dell'area di Pisa sono il risultato dell'attività sedimentaria legata ai corsi d'acqua principali, con il Fiume Arno che gioca un ruolo predominante. La formazione di questi sedimenti è avvenuta attraverso processi di trasporto, deposizione e sedimentazione fluviale, che hanno interessato sia le aree prossime agli alvei che le zone più distanti, creando un paesaggio caratterizzato da una stratigrafia eterogenea tipica delle pianure alluvionali. L'alternanza di episodi di colmata, esondazione e impaludamento ha determinato la formazione di differenti litologie riconoscibili nell'area di intervento.

- Depositi alluvionali attuali prevalentemente sabbiosi e limosi:** questi sedimenti, costituiti principalmente da sabbie a granulometria medio-fine e limi, si trovano lungo i margini fluviali e nelle aree immediatamente adiacenti agli alvei principali. La loro formazione è attribuibile a processi di trasporto e sedimentazione legati alle piene fluviali. Durante le esondazioni, il rallentamento della corrente provoca la deposizione delle frazioni più pesanti, come sabbie e limi.
- Depositi alluvionali attuali prevalentemente limosi e argillosi:** questi depositi caratterizzano le aree più lontane dagli alvei attivi e si formano attraverso processi di sovralluvionamento durante le esondazioni. Sono costituiti principalmente da limi argillosi, che conferiscono al terreno una consistenza più plastica e meno drenante. Tali sedimenti si accumulano nelle zone storicamente paludose e nei bacini naturali di ristagno idrico. La deposizione di materiale fine è stata favorita dall'assenza di correnti significative e dal progressivo interrimento delle aree più depresse della piana.

PAI dissesti

Il Piano di bacino, stralcio “Assetto Idrogeologico del distretto idrografico dell'Appennino settentrionale per la gestione del rischio da dissesti di natura geomorfologica” (PAI dissesti) è lo strumento operativo dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale per mappare le aree a pericolosità e gestire il rischio da dissesti geomorfologici, con l'obiettivo prioritario di tutelare la vita umana e il patrimonio ambientale, culturale, infrastrutturale e insediativo, attraverso misure di prevenzione, protezione, preparazione, risposta e ripristino. Adottato definitivamente con la Delibera n. 39 del 28 marzo 2024 e con le relative misure di salvaguardia (Delibera n. 40), pubblicate in Gazzetta Ufficiale n. 82 dell'8 aprile 2024, il PAI Dissesti sostituisce i precedenti PAI elaborati ai sensi della L. 183/89, applicandosi immediatamente al territorio del distretto dell'Appennino Settentrionale.

Per *Pericolosità da dissesti di natura geomorfologica* (P) si intende la probabilità che si verifichi un dissesto di natura geomorfologica, capace di causare danni, con una determinata intensità, in un dato periodo e in una specifica area. Ai fini del PAI Dissesti, la pericolosità è riferita ad aree in cui la

probabilità di occorrenza è correlata allo stato di attività, mentre l'intensità è legata al dissesto geomorfologico o al livello di Suscettibilità da dissesti di natura geomorfologica.

Sono pertanto definite quattro classi di pericolosità:

- Pericolosità molto elevata (P4), aree instabili interessate da dissesti di natura geomorfologica attivi;
- Pericolosità elevata (P3), suddivise in due sottoclassi:
 - o P3a, aree potenzialmente instabili interessate da dissesti di natura geomorfologica;
 - o P3b, aree potenzialmente instabili interessate da suscettibilità da dissesti di natura geomorfologica elevata;
- Pericolosità media (P2), suddivise in due sottoclassi:
 - o P2a, aree stabili interessate da dissesti di natura geomorfologica che risultano stabilizzate naturalmente o artificialmente;
 - o P2b, aree potenzialmente instabili interessate da suscettibilità da dissesti di natura geomorfologica elevata;
- Pericolosità moderata (P1) aree stabili con suscettibilità da dissesti di natura geomorfologica moderata.

Come evidenziato nello stralcio sottostante, il tracciato oggetto del progetto non interessa alcuna area classificata con pericolosità da dissesti di natura geomorfologica.



LEGENDA:

- P2a - Pericolosità Media - Tipo a
- P3a - Pericolosità Elevata - Tipo a
- P4 - Pericolosità Molto Elevata

Fonte: Mappa della Pericolosità da Dissesti di Natura Geomorfologica - PAI - Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale

Figura 24 – Stralcio “Tracciato Carta della Pericolosità da dissesti di natura geomorfologica (PAI - Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale) - TRPO-IM-STU-GEO-PL002-A”

Per *Rischio da dissesti di natura geomorfologica* (R) si intende valore atteso delle perdite umane, dei feriti, dei danni alla proprietà, ai beni ambientali e culturali e delle perturbazioni alle attività economiche dovuto al dissesto considerato di assegnata intensità.

Il PAI suddivide le aree a rischio da dissesti di natura geomorfologica in quattro classi con severità decrescente:

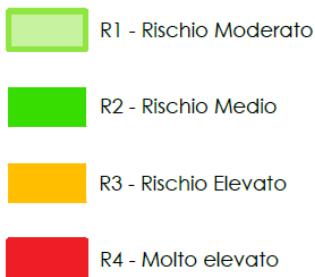
- Rischio molto elevato (R4), aree in cui il verificarsi di dissesti di natura geomorfologica può condurre gli elementi presenti ad un danno molto elevato;

- Rischio elevato (R3), aree in cui il verificarsi di dissesti di natura geomorfologica può condurre gli elementi presenti ad un danno elevato;
- Rischio medio (R2), aree in cui il verificarsi di dissesti di natura geomorfologica può condurre gli elementi presenti ad un danno medio;
- Rischio moderato (R1) aree in cui il verificarsi di dissesti di natura geomorfologica può condurre gli elementi presenti ad un danno moderato.

Come si evince dallo stralcio sottostante, il tracciato in esame non attraversa alcuna area caratterizzata da rischio di dissesti di natura geomorfologica.



LEGENDA:



Fonte: Mappa del Rischio da dissesti - PAI - Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale

Figura 25 – Stralcio “Tracciato Carta del Rischio da dissesti di natura geomorfologica (PAI - Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale) - TRPO-IM-STU-GEO-PL003-A” e relativa legenda

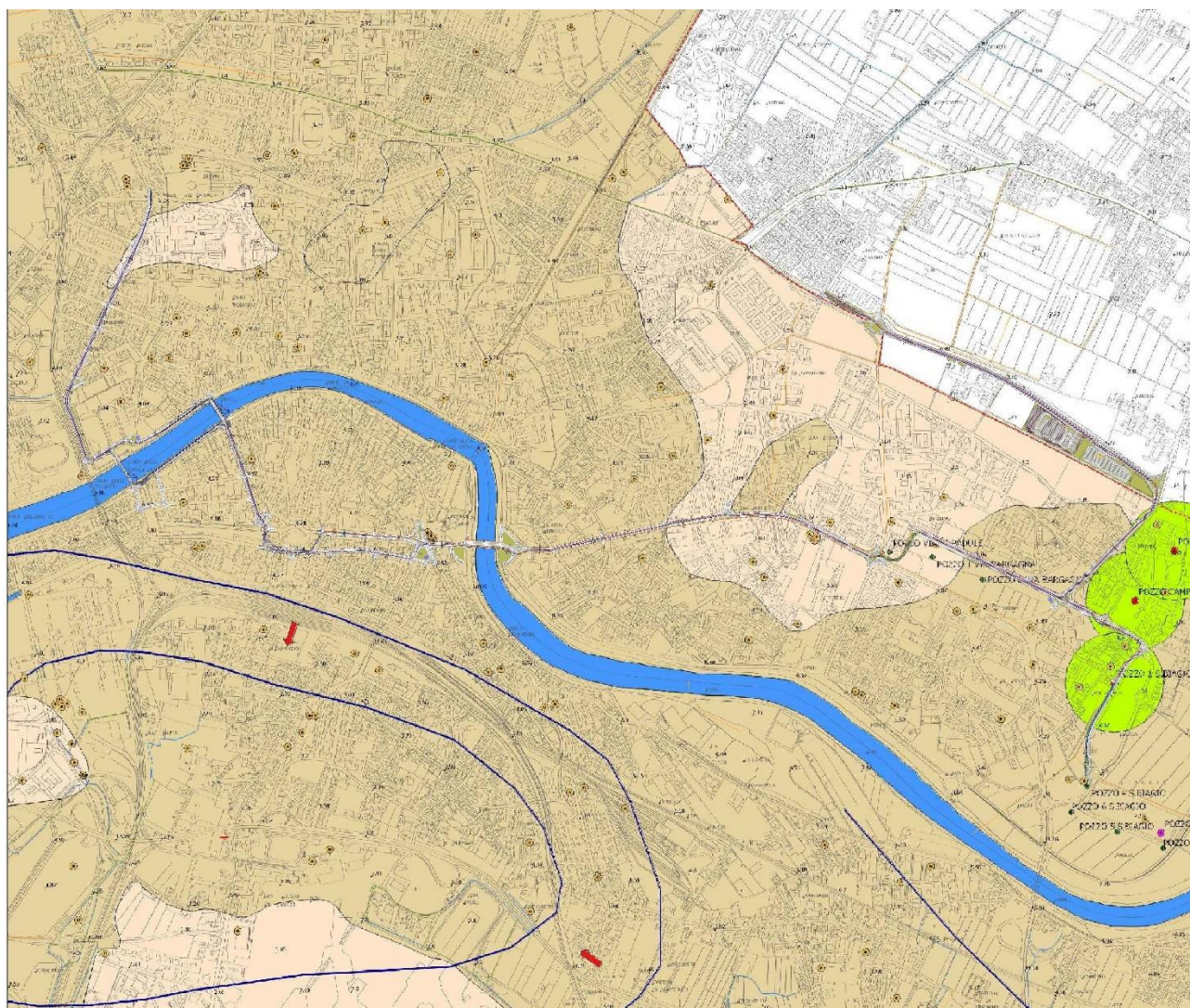
Idrica, idrologica

Inquadramento idrogeologico locale

Come evidenziato nello specifico elaborato cartografico allegato al presente studio (*Tracciato su Carta Idrogeologica - TRPI-IM-STU-IDR-PL002-A*), di cui si riporta uno stralcio a seguire, il territorio interessato dall'intervento è caratterizzato da sedimenti con permeabilità variabile da bassa a medio-bassa. Tale caratteristica è attribuibile alle specifiche proprietà litologiche dei depositi fluviali locali, costituiti prevalentemente da terreni limoso-sabbiosi nelle aree più prossime al corso del fiume Arno, che gradualmente evolvono in terreni limoso-argillosi nelle zone più distanti dal fiume.

In funzione di ciò è possibile classificare i terreni presenti nell'area di progetto nei seguenti complessi idrogeologici:

- **Complesso sabbioso-limoso.** Presenta una permeabilità medio-bassa ($k = 10^{-7} \div 10^{-4}$ m/s) dovuta alla presenza di alternanze di sabbie fini e lenti limose. Tali sedimenti costituiscono degli acquiferi discontinui, con una notevole eterogeneità e anisotropia, data la distribuzione irregolare dei livelli più permeabili. Le falde idriche risultano generalmente di modesta rilevanza, spesso a circolazione locale; tuttavia, in alcuni casi possono essere interconnesse, generando un deflusso unitario su scala più ampia. Questo fenomeno è particolarmente rilevante nelle aree prossime ai corsi d'acqua maggiori, dove la permeabilità risulta più elevata.
- **Complesso argilloso limoso.** Costituito prevalentemente da sedimenti fini (argille e limi), tipici delle aree più distali del sistema fluviale e delle zone di esondazione, questo complesso presenta una permeabilità bassa ($k = 10^{-8} \div 10^{-5}$ m/s), attribuibile alla scarsa porosità e alla bassa conducibilità idraulica. Tali depositi fungono da acquitardi naturali, rappresentando limiti di permeabilità sia verticali che laterali per gli acquiferi circostanti. La loro importanza idrogeologica varia a seconda dello spessore e della continuità stratigrafica, che può essere interrotta da lenti sabbiose di origine fluviale. In questo complesso non si riscontrano falde significative, se non in condizioni eccezionali, come in presenza di falde sospese o infiltrazioni concentrate lungo canali e depressioni naturali.



LEGENDA Carta Idrogeologica Pisa

CLASSI DI PERMEABILITÀ		PUNTI DI ACCUMULO	
	MOLTO-BASSA		Flusso convergente
	BASSA		Flusso divergente
	MEDIO-BASSA		Direzione di flusso
	MEDIA		Lago artificiale
	MEDIO-ALTA		Discariche per inerti
	ALTA	RETICOLO IDROGRAFICO DCR 81/2021	
	Pozzo potabile		SI
	Zona di rispetto 200 m (art.94,c.6 D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.)		TOMBATO
	Pozzo potabile con fascia di rispetto ridotta ai sensi delib.G.R. n. 5920/2017		TRATTO DA APPROFONDIRE
	Zona di rispetto (delibera giunta regionale n.590/2017)		NO (ALTRO RETICOLO)
	Pozzo dismesso		F. Arno e reticolo idrico
	Pozzo (altri usi)		Limiti amministrativi
	Idrovora		
	Linee isopiezometriche (m s.l.m.) - 1° falda significativa in ghiaie (Agosto 1994)		

Figura 26 - Stralcio "Tracciato su Carta idrogeologica - TRPO-IM-STU-IDR-PL002-A" e relativa legenda

Piano Gestione Acque – PGA

Il Piano di Gestione delle Acque è lo strumento operativo di riferimento dell'Autorità di bacino distrettuale previsto dalla Direttiva sulle acque 2000/60/CE con la finalità di raggiungere “BUONO” stato ambientale dei corpi idrici e garantire una gestione sostenibile delle risorse idriche.

Di seguito si riporta lo stralcio dell'elaborato cartografico relativo al “*Tracciato su Corografia dei corpi idrici sotterranei e planimetria interferenze con il reticolo idrografico superficiale*” (TRPO-IM-STU-IDR-PL001-A), allegato al presente studio.



LEGENDA:

 Corpi Idrici Superficiali

Corpi Idrici Sotterranei:

 CORPO IDRICO DELLA VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA PISA (CODICE: IT0911AR020)

 CORPO IDRICO DELLA VALDARNO INFERIORE E PIANA COSTIERA PISANA - ZONA PISA PROFONDA (CODICE: IT0911AR020-1)

Fonte: Mappe Corpi Idrici - PGA - Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale

Figura 27 - Stralcio “Tracciato su Corografia dei corpi idrici sotterranei e planimetria interferenze con il reticolo idrografico superficiale- TRPO-IM-STU-IDR-PL001-A”

Come è possibile evincere dall'immagine soprastante, l'unico corso idrico superficiale attraversato dal tracciato di progetto è il “*Fiume Arno Pisano*” (codice: IT09CI_N002AR081FI7), mentre i corpi idrici sotterranei presenti nell'area in cui ricade il tracciato di progetto sono “*Corpo Idrico della Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana – Zona Pisa*” (codice: IT0911AR020) e “*Corpo Idrico della Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana – Zona Pisa Profonda*” (codice: IT0911AR020-1).

Sulla base dei dati contenuti nell'Allegato 7 “Obiettivi Ambientali dei Corpi Idrici Superficiali” del PGA (2021 – 2027), il *Fiume Arno Pisano* presenta uno stato ecologico SCARSO e uno stato chimico NON BUONO; mentre secondo quanto riportato all'interno del “Cruscotto di Piano” del PGA (2021 – 2027), il *Corpo Idrico della Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana – Zona Pisa* presenta uno stato quantitativo BUONO e uno stato chimico BUONO, e il *Corpo Idrico della Valdarno Inferiore e Piana Costiera Pisana – Zona Pisa Profonda* presenta uno stato quantitativo BUONO e uno stato chimico NON BUONO.

Per maggiori dettagli, si rimanda ai contenuti della relazione generale intitolata “*Relazione di prefattibilità ambientale*” (TRPO-IM-GEN-GEN-RL004-A).

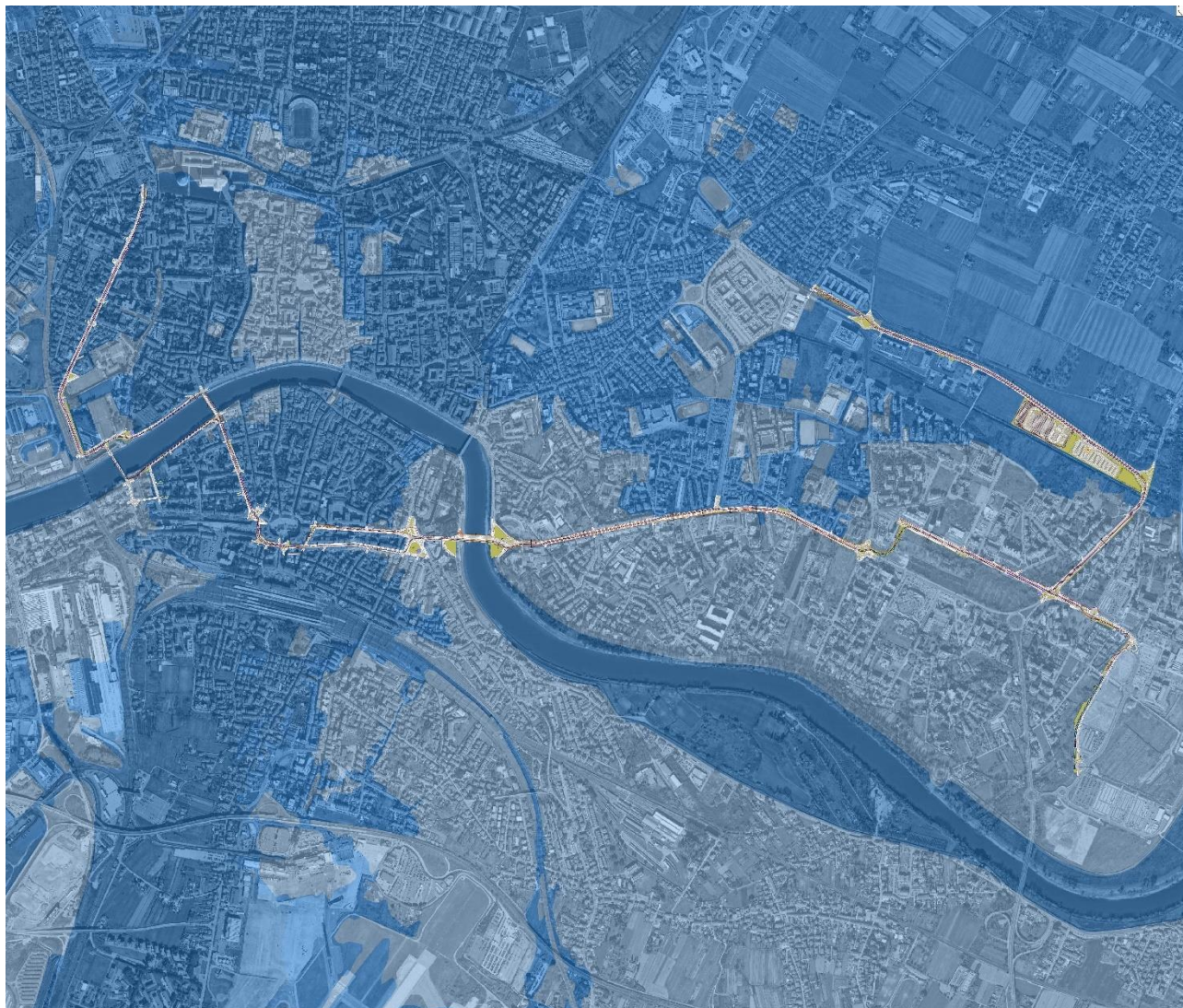
Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni – PGRA

Il *Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni* (PGRA) è lo strumento operativo di riferimento dell'Autorità di bacino distrettuale per la mappatura delle aree a pericolosità e a rischio di alluvione e per individuare le misure da attuare per ridurre le conseguenze negative delle alluvioni nei confronti della salute umana, della salvaguardia del territorio, del patrimonio culturale e delle attività economiche e sociali.




La *Pericolosità da alluvione* (P) rappresenta la probabilità di accadimento di un predefinito evento alluvionale nel periodo temporale di riferimento, che nel PGRA viene espressa in tre classi:

- pericolosità da alluvione elevata (P3), comprendenti le aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni e, limitatamente alla UoM Regionale Liguria, con tempo di ritorno minore/uguale a 50 anni;
- pericolosità da alluvione media (P2), comprendenti le aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni e, limitatamente alla UoM Regionale Liguria con tempo di ritorno maggiore di 50 anni e minore/uguale a 200 anni;
- pericolosità da alluvione bassa (P1), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle alluvionale.

Dalla sovrapposizione del tracciato tranviario di progetto con la *Mappa della pericolosità da alluvione fluviale* del PGRA, riportata nello stralcio seguente, emerge che il tracciato ricade parzialmente su aree classificate **P3 – Pericolosità da alluvione elevata** e su aree classificate **P1 - Pericolosità da alluvione basse**, mentre una parte minore interessa aree classificate **P2 – Pericolosità da alluvione media**.



LEGENDA:

-  P1 - Pericolosità da Alluvione Bassa
-  P2 - Pericolosità da Alluvione Media
-  P3 - Pericolosità da Alluvione Elevata

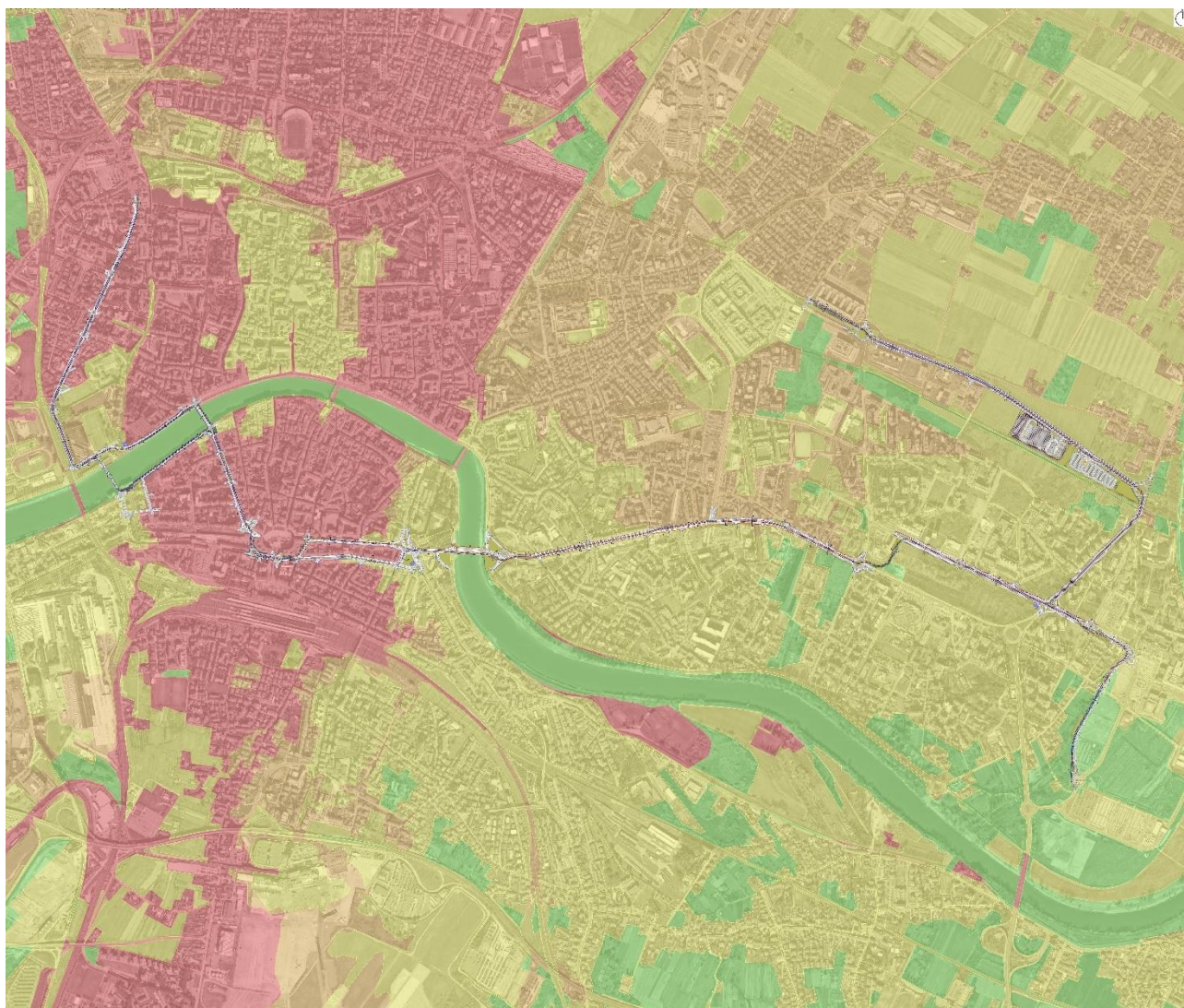
Fonte: Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera - PGRA - Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale

Figura 28 – Stralcio “Tracciato su Carta della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera (PGRA - Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale) - TRPO-IM-STU-IDR-PL003-A” e relativa legenda

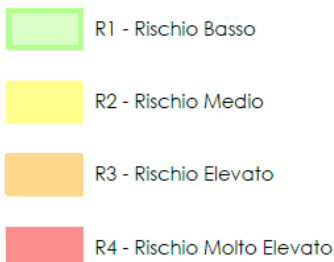
Il Rischio di alluvione (R) rappresenta la combinazione della probabilità di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche derivanti da tale evento; esso viene suddiviso in quattro classi:

- R4, rischio molto elevato;
- R3, rischio elevato;
- R2, rischio medio;
- R1, rischio basso.

Nello stralcio seguente si riporta la *Mappa del rischio da alluvione* (ai sensi del Decreto Legislativo 49/2010) con la sovrapposizione del tracciato oggetto di studio, dal quale si evince che il progetto in esame ricade in parte su aree classificate R4 – Rischio molto elevato e in parte su aree classificate R2 – Rischio medio. In parte minore la tratta ricade anche su aree classificate R3 – Rischio elevato e R1 – Rischio basso.



LEGENDA:

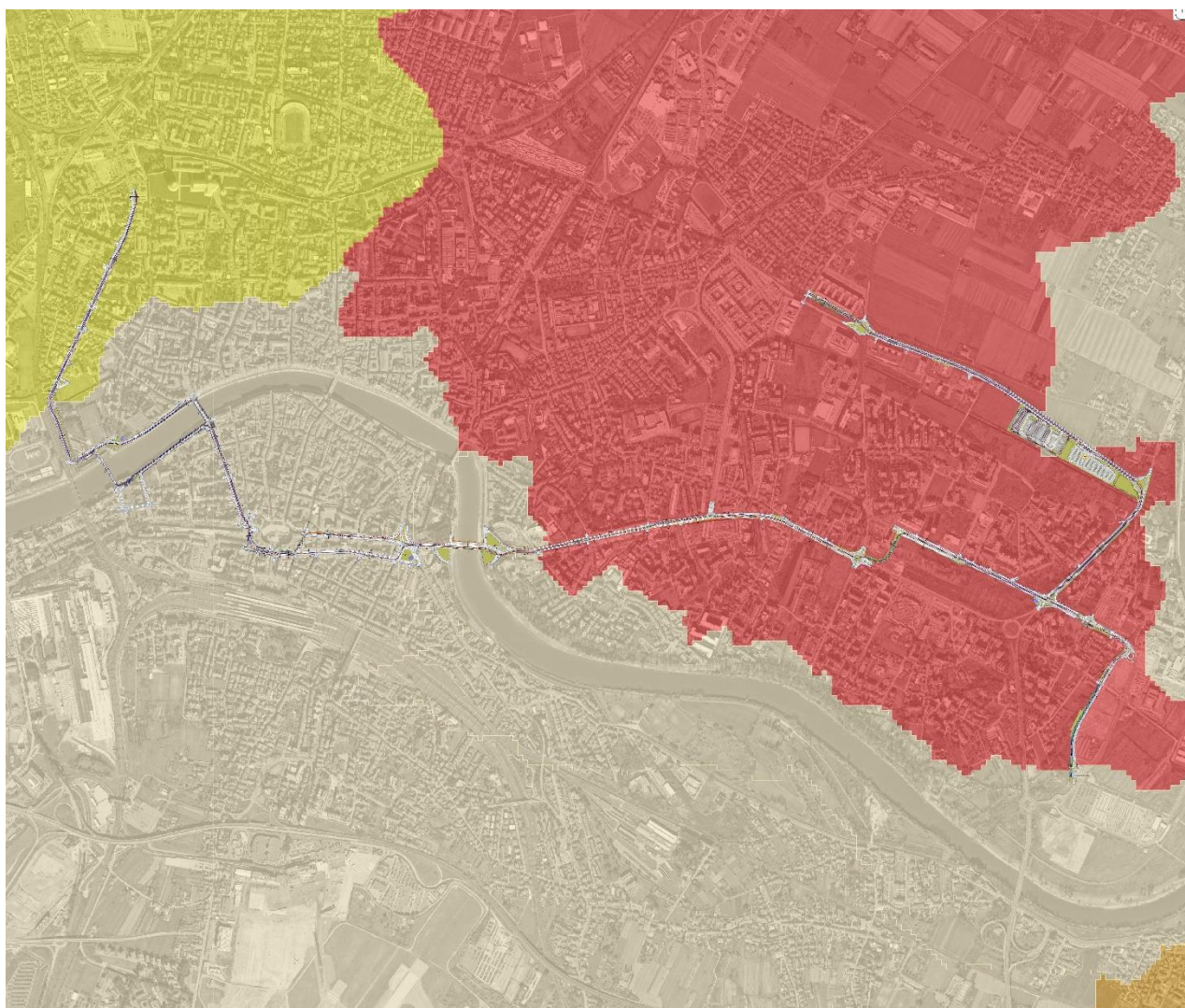


Fonte: Mappa del Rischio da alluvione - PGRA - Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale

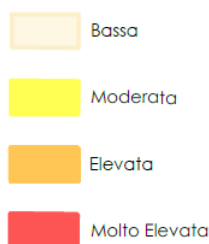
Figura 29 – Stralcio “Tracciato su Carta del Rischio da alluvione fluviale e costiere (PGRA - Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale) - TRPI-IM-STU-IDR-PL004-A” e relativa legenda

Nella *Mappa della pericolosità derivata da fenomeni di flash flood* viene rappresentata la distribuzione nel distretto della propensione al verificarsi di eventi intensi e concentrati. La rappresentazione è in quattro classi (*Bassa, Moderata, Elevata e Molto elevata*) a propensione crescente.

Dalla sovrapposizione del tracciato tranviario e delle opere ad esso funzionali con la cartografia sopracitata, emerge che le aree interessate dal progetto sono caratterizzate prevalentemente da una pericolosità molto elevata derivante da fenomeni di flash floods, con porzioni minori a pericolosità elevata e bassa.



LEGENDA:



Fonte: Mappa della Pericolosità derivata da fenomeni di Flash Flood - PGRA - Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale

Figura 30 – Stralcio “Tracciato su Carta della Pericolosità derivata da fenomeni di Flash Flood (PGRA - Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale) - TRPI-IM-STU-IDR-PL005-A” e relativa legenda

Per un approfondimento sulle disposizioni previste dalla Disciplina di Piano relative alle aree di pericolosità e rischio interferite dal progetto, si rimanda alla “*Relazione di prefattibilità ambientale*” (TRPO-IM-GEN-GEN-RL004-A), dove sono riportate in dettaglio le analisi condotte, le valutazioni effettuate e le prescrizioni eventualmente previste.

Sismica

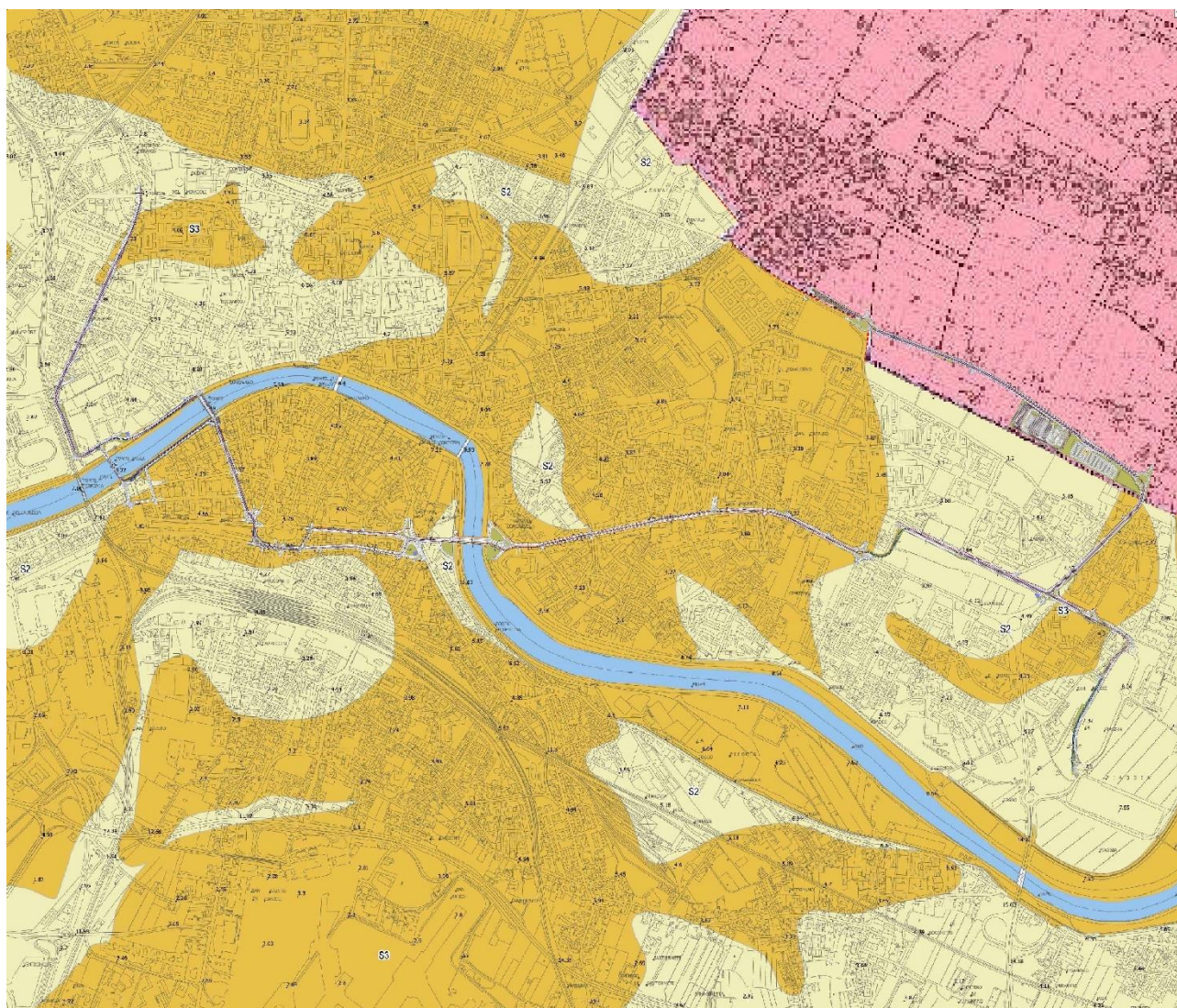
Pericolosità sismica dell'area

A seguire si presenta la classificazione della pericolosità sismica dei territori comunali di interesse.

In particolare, per il Comune di Pisa si fa riferimento all'elaborato cartografico “QG11.2 - Carta Pericolosità Sismica” di supporto al vigente Piano Strutturale Intercomunale, in attuazione dell'Art.104 della L.R. n.65/2014, nel rispetto delle direttive del Regolamento DPGR n.53/R/2011.

Per il Comune di San Giuliano Terme si fa riferimento all'elaborato cartografico “Carta pericolosità sismica locale – Quadrante sud” del vigente Piano Comunale Operativo (POC), approvato con D.C.C. n.54 del 30/10/2021 ed aggiornato ai sensi dell'art. 21 della L.R. 65/2014 s.m.i. alla data del 30/11/2021.

Dallo stralcio sottostante, relativo alla tavola “Tracciato su Carta della Pericolosità Sismica Locale – PSI Pisa e Cascina e POC San Giuliano Terme” (TRPO-IM-STU-SIS-PL001-A), emerge che il tracciato di progetto ricade in parte su aree classificate S.3 - Pericolosità sismica locale elevata e in parte su aree classificate S.2 - Pericolosità sismica locale media.



LEGENDA Carta della Pericolosità Sismica Locale PSI Pisa:

- S2 Pericolosità sismica locale media
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
- S3 Pericolosità sismica locale elevata
Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi;
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra
copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri;
Terreni suscettibili di liquefazione dinamica
- Limite aree MOPS
- Limiti amministrativi

Fonte: Carta della Pericolosità sismica (ai sensi del D.P.G.R. 53/2011) - Piano Strutturale Intercomunale Pisa-Cascina

LEGENDA Carta della Pericolosità Sismica Locale POC San Giuliano Terme vigente:

- S3 Pericolosità sismica locale elevata
- Limite UTOE
- Limiti amministrativi

Fonte: Carta della Pericolosità sismica locale (Quadrante sud) - Piano Operativo Comunale di San Giuliano Terme

Figura 31 – Stralcio “Tracciato su Carta della Pericolosità Sismica Locale – PSI Pisa e Cascina e POC San Giuliano Terme - TRPO-IM-STU-SIS-PL001-A”

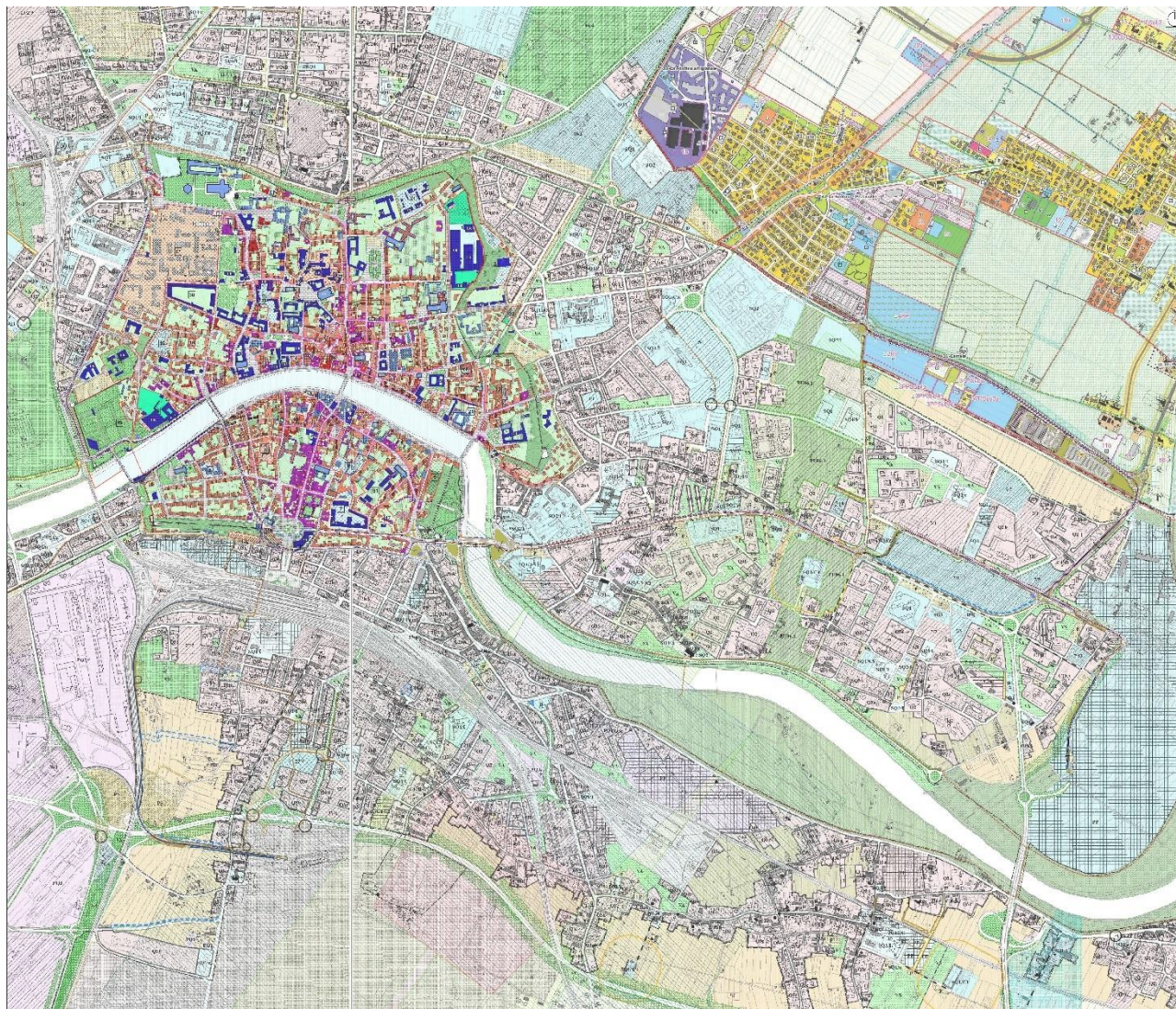
Urbanistica

Di seguito è presentata una tabella riassuntiva delle destinazioni d'uso urbanistiche, previste dagli strumenti urbanistici vigenti e adottati nei comuni interessati, coinvolte dal tracciato tranviario e dalle relative opere di progetto. Le informazioni sono state ricavate dalla sovrapposizione dell'intervento con la cartografia tematica pertinente, riportata nello stralcio seguente.

Per ulteriori dettagli e approfondimenti relativi alle disposizioni dei rispettivi piani urbanistici, si rimanda allo specifico elaborato tecnico “Relazione di prefattibilità ambientale” (TRPO-IM-GEN-GEN-

RL004-A) che fornisce un'analisi completa e di supporto al presente studio. Questo documento esamina in dettaglio le interazioni tra l'intervento progettato e gli strumenti urbanistici vigenti, offrendo un quadro approfondito delle normative e delle prescrizioni applicabili.

Comune	Piano	Destinazione
Pisa	Regolamento Urbanistico approvato con Delibera di Consiglio Comunale n.20 del 04.05.2017 e successive varianti.	<p>Spazi di qualificazione</p> <p>Verde attrezzato</p> <p>Piazze, strade e aree pubbliche alberate</p> <p>Spazi di conservazione e restauro</p> <p>Strade esistenti</p> <p>Percorso Tranvia</p> <p>Strade di progetto</p> <p>Verde di risulta, incolto</p> <p>Verde di corredo stradale</p> <p>Servizi Urbani</p> <p>Parcheggi</p> <p>Incroci con rotatoria</p> <p>Ambito di rispetto cimiteriale</p> <p>Segni di centurazione</p> <p>Altre aree di trasformazione</p> <p>Fasce boscate</p> <p>Schede norma da attuare</p>
San Giuliano Terme	Piano Operativo Comunale (POC) approvato con Delibera di Consiglio Comunale n.54 del 30.10.2019	<p>Infrastrutture viarie (art. 25) – Rotatorie</p> <p>Servizi ed attrezzature di interesse generale (Zone F) – (art. 24): Struttura ricreativa</p> <p>Comparti convenzionati</p> <p>Servizi ed attrezzature di interesse generale (Zone F) – (art. 24): F1-Aree destinate a verde pubblico attrezzato</p> <p>Comparti a destinazione mista (art. 22)</p> <p>Infrastrutture viaria (art. 25) - Percorsi pedonali e ciclabili</p> <p>Servizi ed attrezzature di interesse generale (Zone F) – (art. 24): F5 – Infrastrutture ed impianti tecnici di interesse generale</p>



LEGENDA RU PISA:

Pisa est-ovest

B - DESTINAZIONI D'USO

SERVIZI PUBBLICI D'INTERESSE GENERALE

1 - Attrezzature territoriali	
1.1 - Università, Ricerca	UR
1.2 - Istruzione Superiore	IS
1.3 - Amministrazione periferica dello Stato	AS
1.4 - Uffici ed Enti territoriali	ET
1.5 - Servizi Sanitari	SS
2 - Attrezzature urbane	
2.1 - Amministrazioni Locali	AL
2.2 - Distretti Socio-sanitari	DS
2.3 - Attrezzature culturali:	
Teatri	T
Musei	M
Centri congressi, esposizioni	C
biblioteche	B
2.4 - Attrezzature per il culto:	
chiese Arcivescovate	Ar
Chiese ed istituzioni parrocchiali	Ch
Sinagoga	
Altri culti	
3 - Attrezzature di quartiere	
3.1 - Istruzione dell'obbligo	SE
Scuola Elementare	SM
Scuola Media	SE
3.2 - Asilo Nido	Qn
Scuola Materna	Qm

SERVIZI PRIVATI D'INTERESSE PUBBLICO

4 - Sedi di Enti, Società, Consorzi	
5 - Attività artigianali, commerciali	
6 - Uffici e servizi privati	
7 - Attività turistico - ricettive	
8 - attività artigianale e commerciale (al piano terra)	
9 - attività artigianale e commerciale (al piano terra sotto loggiato)	

RESIDENZA

8 - Residenza ordinaria (compreso piano terra)	
9 - Residenza ordinaria (piano terra non residenziale)	
10 - Residenza parziale (residenza in almeno 1 piano)	
11 - Residenza collettiva (pensionati, conviviti, ecc)	

A - EDIFICATO ESISTENTE

CLASSIFICAZIONE

1.1 - I° ELENCO - Edifici e manufatti monumentali	A, B, C
1.2 - I° ELENCO - Edifici notabili	A, B, C
1.3 - I° ELENCO - Ricostruzioni post belliche su aree vincolate/area vincolabile	A, B, C
1.4 - I° ELENCO - Edifici di proprietà pubblica sup. a 70 anni	A, B, C, D
2 - I° ELENCO - Edifici di interesse storico assimilati punto 1.2	A, B, C, D
3 - I° ELENCO - Edifici di interesse storico	A, B, C, D, E
4 - Fuori elenco - Edifici di interesse ambientale	A, B, C, D, E
5 - Fuori elenco - Edifici di interesse morfologico	A, B, D, E, F
6 - Fuori elenco - Insediamenti militari	A, B, D, E
7 - Fuori elenco - Edifici non compresi nelle categ. precedenti	A, B, B, E
8 - Fuori elenco - Manufatti soggetti a demolizione obbligatoria	
9 - Fuori elenco - Costruzioni o manufatti accessori	A, B

10 - Aree scoperte

10.1 - Giardini di pregio storico/architettonico o ambientale	
10.2 - Aree verdi di pertinenza dell'edificato	
10.3 - Spazi privati da sottoporre a riqualificazione	
10.4 - Aree di pertinenza passibili di trasformazione a parcheggi	

11 - Spazi pubblici di circolazione e sosta classificati in rapporto ai diversi gradi di interesse

11.1 - Spazi di conservazione e restauro	
11.2 - Spazi di qualificazione	
11.3 - Spazi di ristrutturazione	
Piazze, strade e aree pubbliche alberate	
Monumenti e/o fontane	
Verde Pubblico Attrezzato	
Cabine elettriche	

3 - Aree prevalentemente produttive

3.1 - Insediamenti produttivi singoli	PQ1
3.2 - aree specialistiche per la produzione dei beni	PQ2
3.3 - aree specialistiche per la produzione dei beni da qualificare in base a progetti unitari	PQ3

4 - Aree prevalentemente a servizi

4.1 - aree specialistiche recenti saturi	SQ1
4.2 - aree specialistiche recenti di riconversione funzionale	SQ1/f
4.3 - aree specialistiche recenti suscettibili di sviluppo	SQ2
4.4 - aree specialistiche recenti da qualificare in base a progetti unitari	SQ3

Previsioni puntuali dei Servizi associate alle sigle

(in minuscolo i servizi pubblici, in maiuscolo i servizi privati)

culto	C
istruzione, ricerca	I/i
sanità	S/s
uffici amministrativi	U/u
associazionismo, tempo libero, spettacoli	A/a
strutture ricettive	R/r
case dello studente	CS/cs
campeggi	cm
aziende	AZ
mercato	M
attrezzature speciali	AS
impianti tecnologici	T
cimiteri	CT
distributori	D
stabilimenti balneari	b

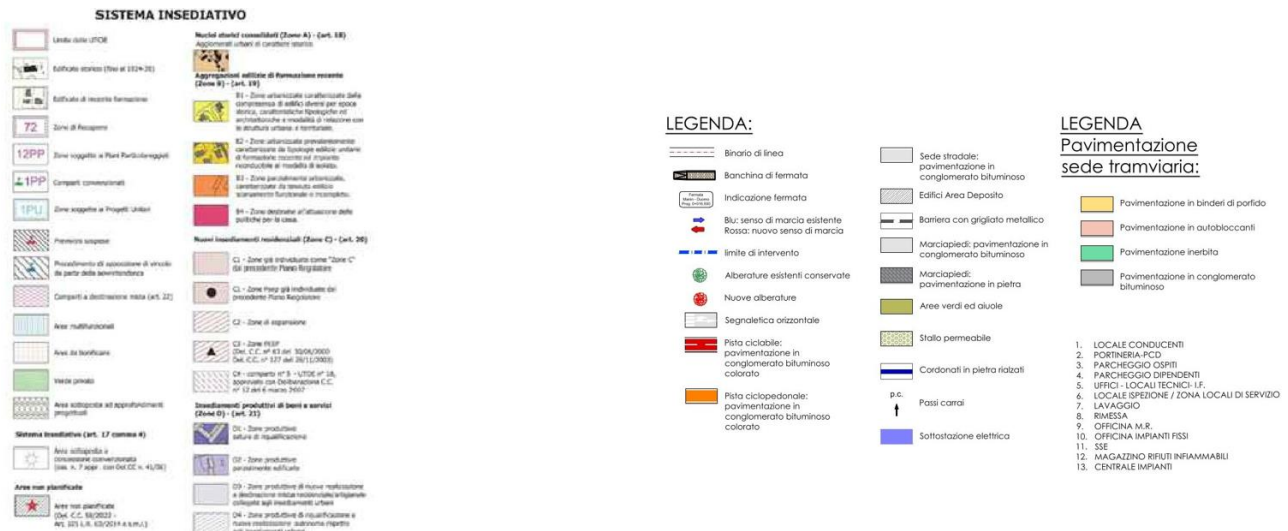


Figura 32 – Stralcio “Tracciato su carta tematica urbanistica - TRPO-IM-STU-URB-PL001-A” e relativa legenda

Progetto infrastruttura

Basi cartografiche di progetto

Il progetto è stato sviluppato sulla base di una CTR in coordinate georeferenziate nel sistema MonteMario1, condivisa dalle amministrazioni locali. La CTR è stata sviluppata nel 2013.

Espropri, occupazioni temporanee, servitù

Allegato al presente pacchetto progettuale è stato predisposto un elaborato di sovrapposizione del limite di intervento su planimetria catastale aggiornata secondo quanto disponibile sulla piattaforma aperta (allegata agli elaborati editabili del presente progetto) e adattata secondo quanto riscontrato negli strumenti disponibili sul sito

<https://www502.regione.toscana.it/geoscopio/catastourbanizzazione.html>

Inserimento urbano

Bonanno Pisano

Il tracciato della linea 1 del tram di Pisa si origina in piazza Manin dove è collocato il capolinea nord (fermata Manin – Duomo) che si attesta nella parte ovest della piazza. Dalla fermata suddetta il tracciato scende a sud lungo via B. Pisano, lato ospedale Santa Chiara, con un unico binario percorso in entrambe le direzioni (sede banalizzata) sino alla successiva fermata di nome “B. Pisano – Università” dopo la quale la linea tranviaria si sposta a centro strada e percorre via B. Pisano sino a piazza Terzanaia.

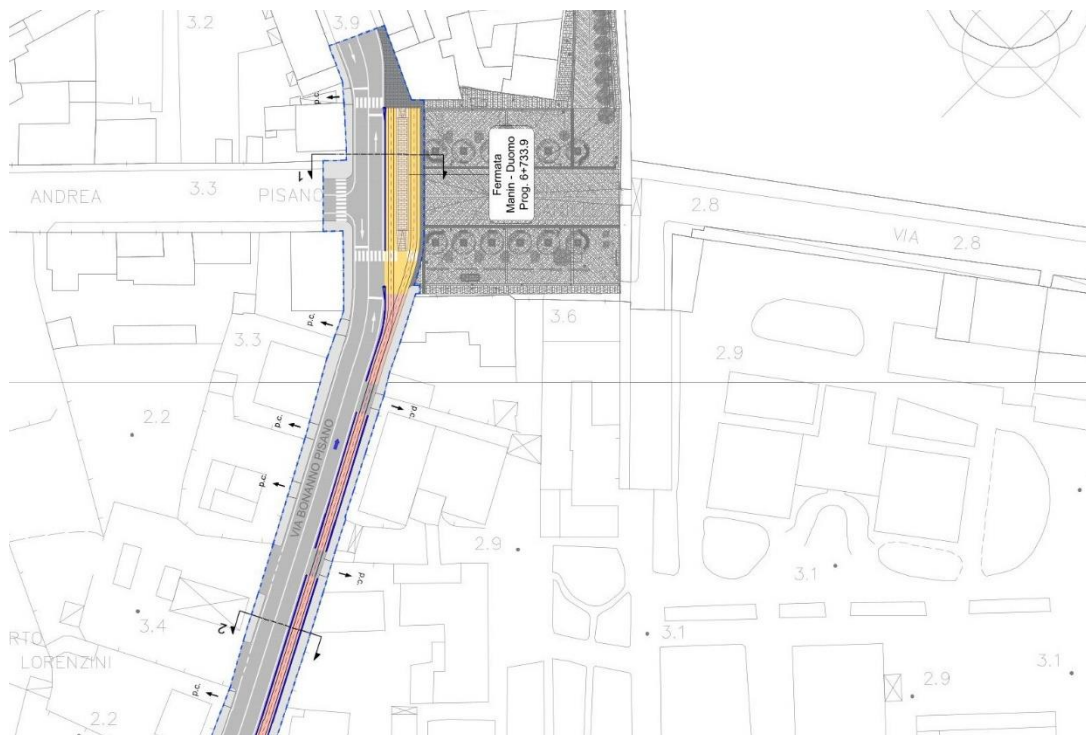


Figura 33 - Planimetria di progetto Piazza Manin

In quest'ultimo tratto sono state collocate due fermate, la prima (B. Pisano – Risorgimento) con due separate e sfalsate banchine da 2 m, la seconda (B. Pisano – Macelli) posta davanti alla facoltà di farmacia. La viabilità carrabile è sempre garantita con una corsia per senso di marcia.

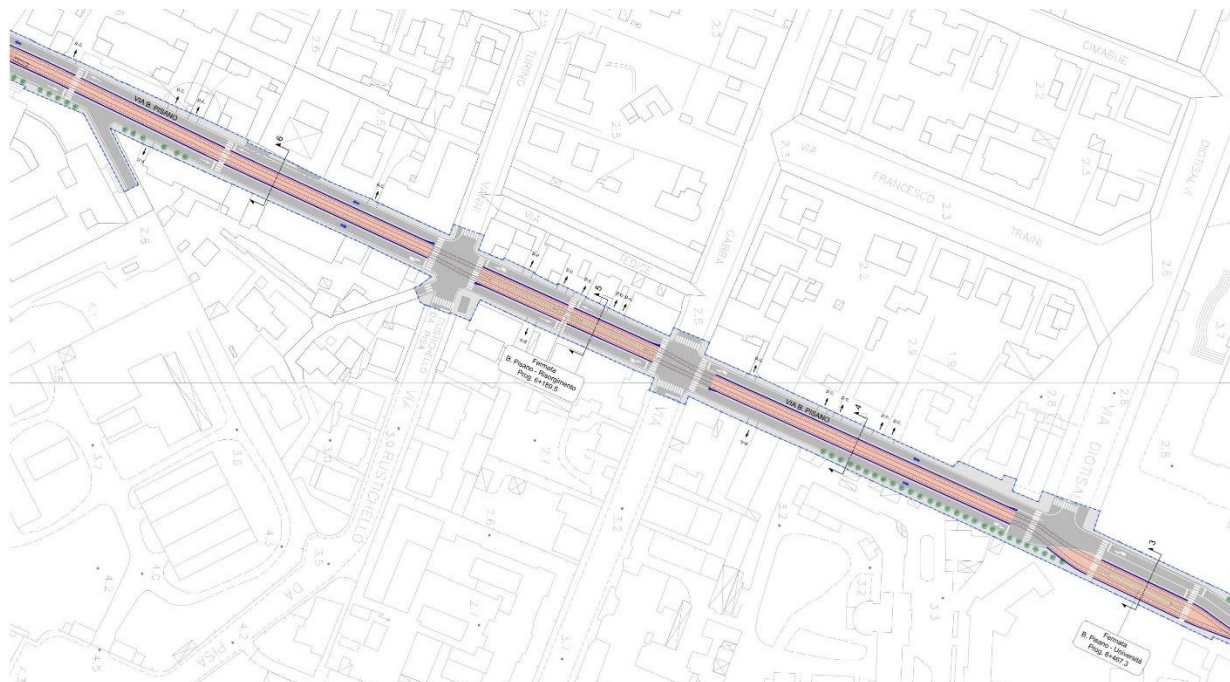


Figura 34 - Planimetria di progetto via B. Pisano

Lungarni

Giunti in piazza Terzanaia, nella quale è stata collocata una fermata (Terzanaia – Cittadella) con banchina centrale, il tracciato si divide tra i due lungarni. Il binario con percorrenza in direzione sud percorre il ponte della Cittadella a centro strada in promiscuo con la circolazione veicolare, per poi

svoltare sul lungarno Sonnino attestandosi lato fiume. In questo tratto sono state collocate due fermate con banchina posta in corrispondenza del marciapiede lato Arno.

Per mantenere la sede ad uso esclusivo della tranvia, dopo la svolta sul lungarno Sonnino, si è reso necessario sopprimere la possibilità di svolta dei veicoli su ruota. Per recuperare tale manovra è stata riconfigurata la circolazione veicolare su via Stampace, inserendo il doppio senso di marcia, in modo da recuperare la percorrenza del lungarno da via Romiti.

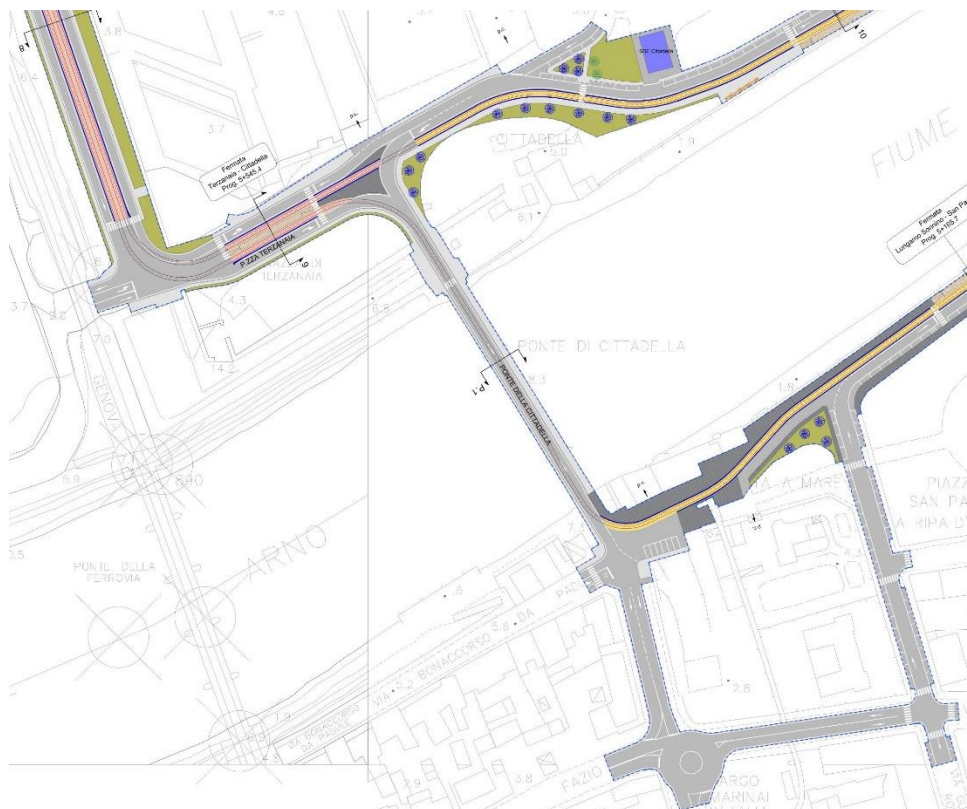


Figura 35 - Planimetria di progetto Ponte della Cittadella

Il binario con percorrenza direzione nord, passata piazza Terzanaia, percorre lungarno Simonelli, attestandosi lato fiume, sino a piazza Solferino, dopo la quale attraversa il fiume passando sul ponte Solferino per congiungersi nuovamente con l'altro binario. In questo tratto sono state collocate due fermate, sempre con banchina lato Arno.

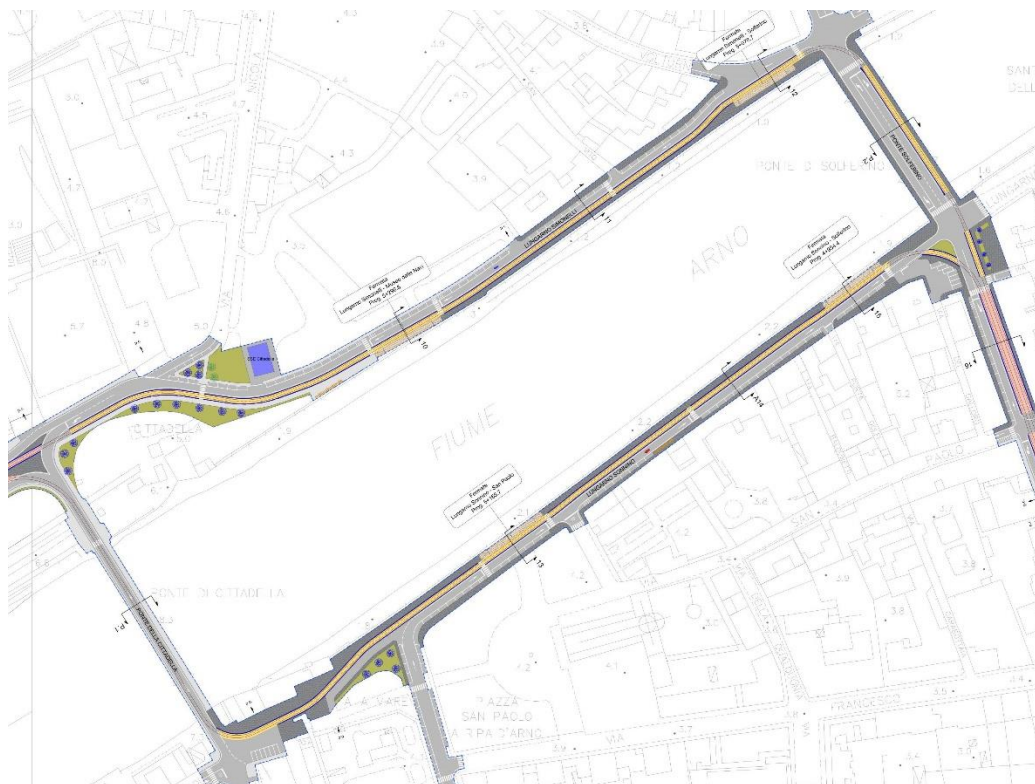


Figura 36 - Planimetria di progetto Lungarno Simonelli e Sonnino

Per garantire gli stalli di sosta sui due lungarni si è reso necessario eliminare un senso di marcia su entrambe le viabilità. La circolazione veicolare in questo quadrante è stata riconfigurata creando una circuitazione, in senso antiorario tra i due ponti della Cittadella e Solferino, con lungarno Simonelli a senso unico in direzione est e lungarno Simonelli a senso unico direzione ovest.

Via Crispi – Stazione Centrale

Passati i due lungarni, la linea torna ad essere a doppio binario e percorre viale Crispi attestandosi sul lato est della viabilità sino ad attraversare baricentricamente piazza Sant'Antonio. In quest'ultimo tratto è prevista una fermata (Crispi) a banchina centrale. La circolazione veicolare in Piazza Sant'Antonio è stata riconfigurata creando una circuitazione, che garantisce tutte le svolte presenti allo stato di fatto. A centro piazza sono stati collocati degli stalli di sosta e sono state inserite delle alberature.

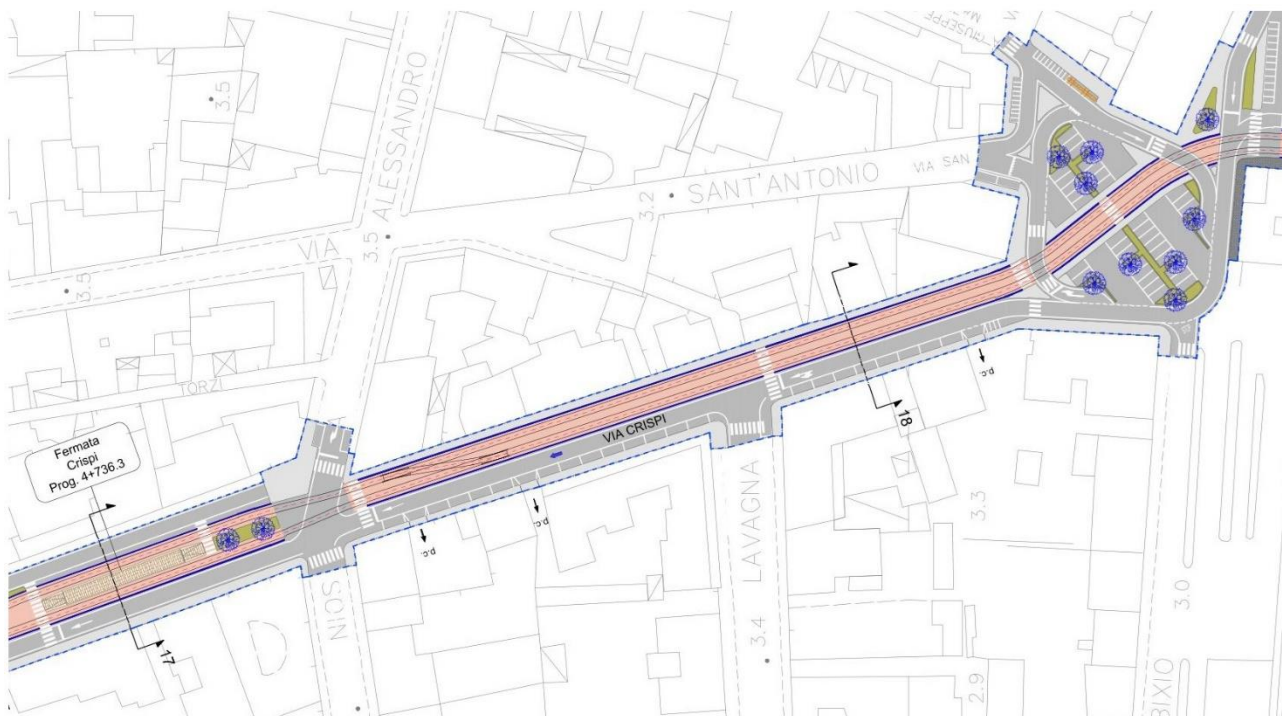


Figura 37 - Planimetria di progetto via Crispi

Dopo la piazza sopracitata, il tracciato percorre via S. Pellico e si immette in via C. Battisti a centro strada, attraversando la rotatoria del Santo Sepolcro. In via Battisti è preista una fermata a banchina centrale (Vittorio Emanuele – Stazione Centrale). Tale fermata ha un ruolo chiave di interscambio per l'utenza proveniente dalla stazione centrale di Pisa e dall'Aeroporto (collegato alla stazione con il People Mover). La circolazione veicolare è garantita mediante l'utilizzo delle due rotatorie a cavallo della fermata, con una circuitazione che permette un facile accesso ed uscita da viale Gramsci.

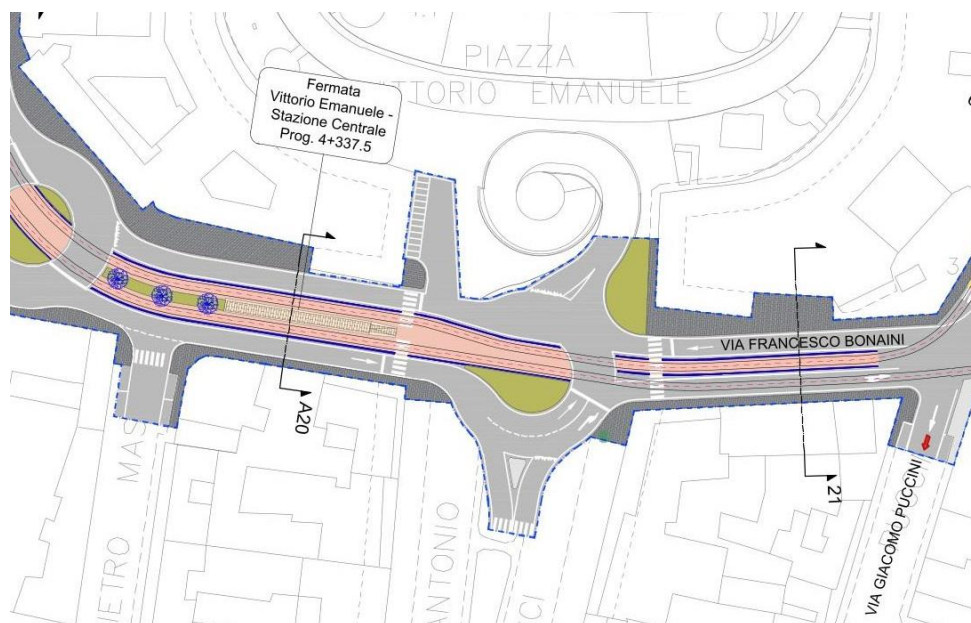


Figura 38 - Planimetria di progetto via Bonaini

Via Bonaini

Da viale Battisti la tramvia continua il suo percorso in direzione ospedale, imboccando via Francesco Bonaini e si dirama in due binari singoli. Nel primo tratto di via Bonaini, pochi metri fino all'incrocio

con via Giacomo Puccini, la linea è in sede promiscua con il traffico carrabile, mentre dopo via Puccini torna in sede riservata.

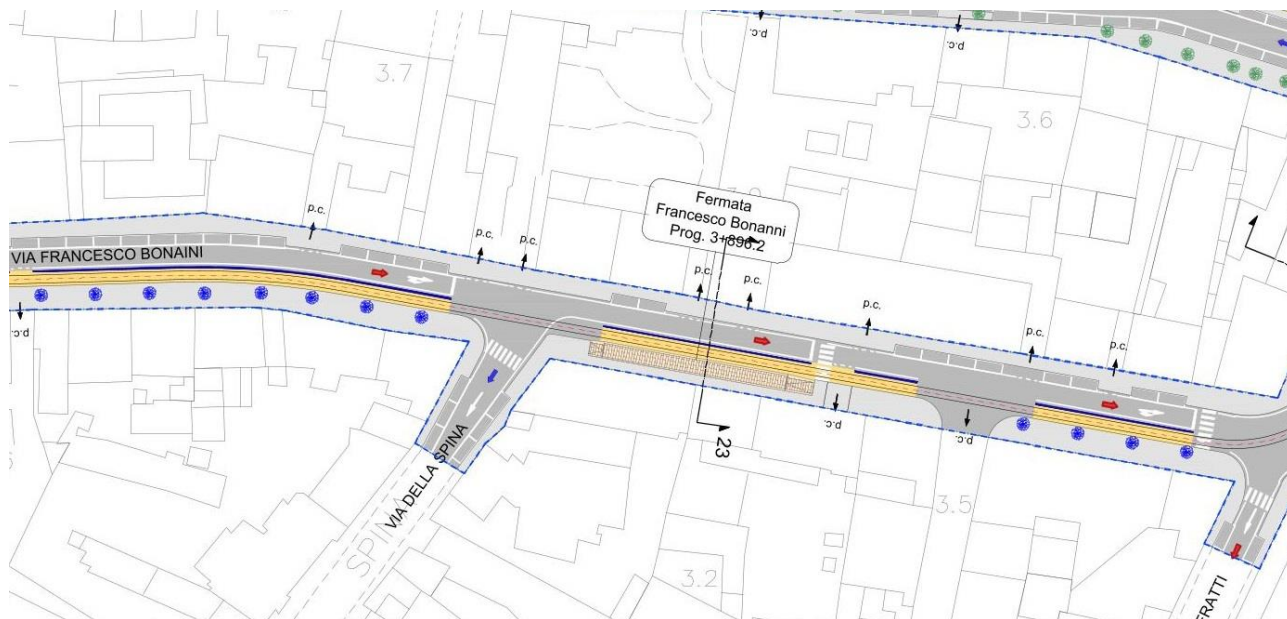


Figura 39 - Planimetria di progetto via Bonaini

La linea percorre via Bonaini mantenendosi sempre sul lato sud, questo permette un ripensamento del marciapiede limitrofo alla linea, che verrà decisamente ampliato rispetto a quello esistente permettendo anche l’inserimento di nuove alberature. L’ingombro della linea rende necessario trasformare via Bonaini in una strada ad unico senso di marcia in direzione est con stalli di sosta sul lato nord della carreggiata.

Tra via Alessandro della Spina e via Antonio Fratti è prevista la prima fermata in direzione Ospedale (fermata Francesco Bonaini) che sarà laterale ed integrata nel nuovo marciapiede allargato.

Via Benedetto Croce – Via Queirolo

Il tracciato, come detto precedentemente, dopo via Bonaini, si biforca in due binari singoli. Nella direzione opposta (direzione Stazione), dopo piazza Guerrazzi la linea prosegue lungo via Benedetto Croce per poi svoltare su via Queirolo e ricongiungersi, nell’ultimo tratto di via Bonaini, al binario della direzione opposta.

Dopo aver attraversato le strade di accesso a piazza Toniolo la linea rimane sul lato nord di via Benedetto Croce, lasciando libera una corsia carrabile nell’attuale direzione e lo spazio per gli stalli di sosta sul lato sud della strada. Sul lato nord, oltre al singolo binario della tramvia, trova posto una larga pista ciclabile in sede riservata ricavata dal marciapiede e sostanzialmente corrispondente con il marciapiede attuale.

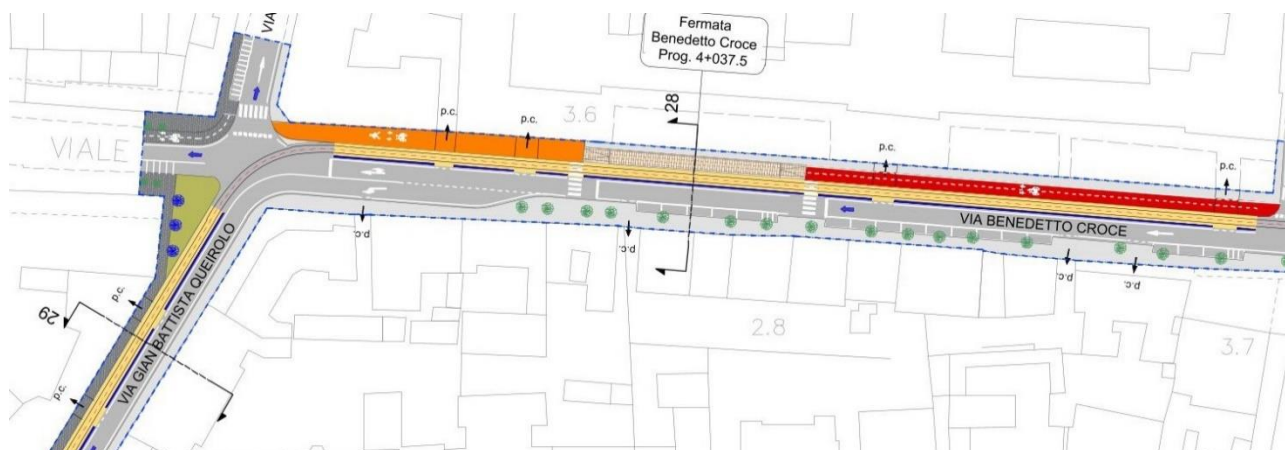


Figura 40 - Planimetria di progetto via Croce

In prossimità del grande complesso scolastico che ospita tre scuole secondarie superiori è prevista una fermata realizzata con banchina laterale integrata nella suddetta pista ciclopeditonale. Prima dell'incrocio con via Turati la linea svolta a sinistra su via Queirolo, restando sul lato destro del senso di marcia in modo da poter realizzare una corsia di accodamento per chi da via Benedetto Croce deve andare verso la Stazione.

Piazza Guerrazzi – Ponte della Vittoria

Al termine di via Bonaini la linea, sempre a binario unico in direzione Ospedale, svolta subito a sinistra impegnando la carreggiata sul lato ovest di piazza Guerrazzi. Questo permette di non interferire con l'intersezione del traffico veicolare proveniente dalla via Emilia. Anche in questo caso la viabilità attorno alla piazza viene completamente ripensata in modo da permettere il mantenimento pressoché di tutti i percorsi attuali e l'utilizzo del minor numero possibili di fasi semaforiche. In piazza Guerrazzi sarà collocata anche la prima delle tre sottostazioni elettriche di servizio alla linea.



Superata piazza Don Minzoni la linea sale sul nuovo ponte della Vittoria, mantenendosi sul lato sud dello stesso. Il nuovo ponte, realizzato demolendo l'esistente, è largo 30 metri ed ospiterà i due binari della linea, quattro corsie carrabili (due per senso di marcia), un marciapiede sul lato sud ed una pista ciclopedonale sul lato nord.

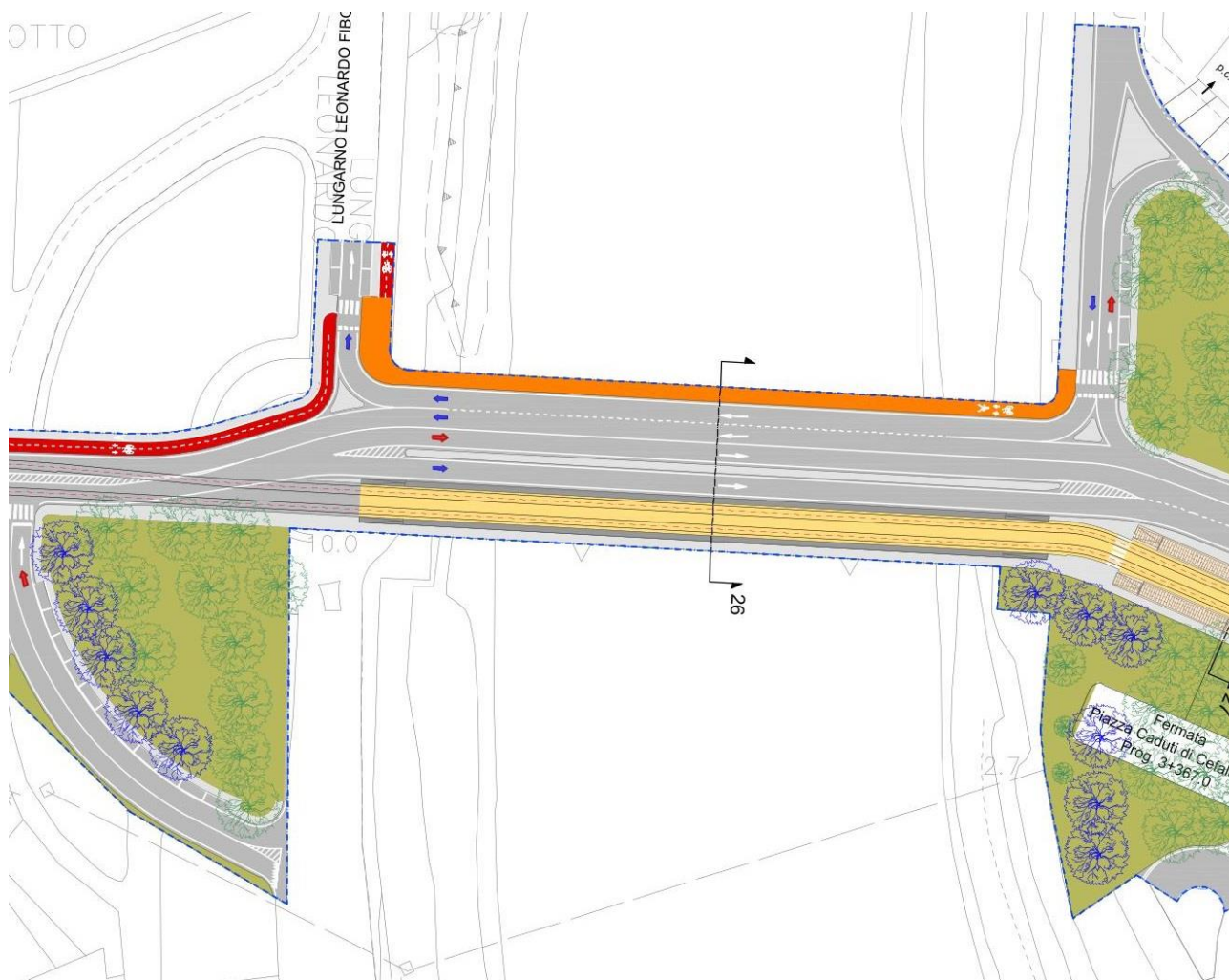


Figura 42 - Planimetria di progetto Ponte della Vittoria

Piazza Caduti di Cefalonia – Via Matteotti

Una volta terminato il ponte la linea arriva alla seconda fermata in direzione Ospedale (fermata Caduti di Cefalonia). La fermata, con banchina laterale, è posizionata in corrispondenza del palazzo dei congressi e dell'ingresso della facoltà di economia dell'università di Pisa, a nord della linea, ed alla fine del viale delle Piagge, a sud della linea.

Poco dopo la fermata, all'imbocco di via Matteotti, è presente l'uscita carrabile del comando provinciale dei vigili del fuoco, già adesso regolata da un semaforo di emergenza. In caso di uscita dei mezzi dei vigili il tram potrà quindi attendere in fermata o, nel caso fosse già ripartito, nello spazio riservato subito successivo; il tutto permette di lasciare totalmente libero il passaggio, sia ai mezzi di emergenza, che ai veicoli privati che dovessero liberare rapidamente la carreggiata, annullando in sostanza ogni interferenza.

Nel primo tratto di via Matteotti, fino all'incrocio con via Agnelli, la sede tramviaria è spostata sul lato sud della carreggiata lasciando una corsia carrabile per senso di marcia e le due piste ciclopedonali laterali già esistenti.

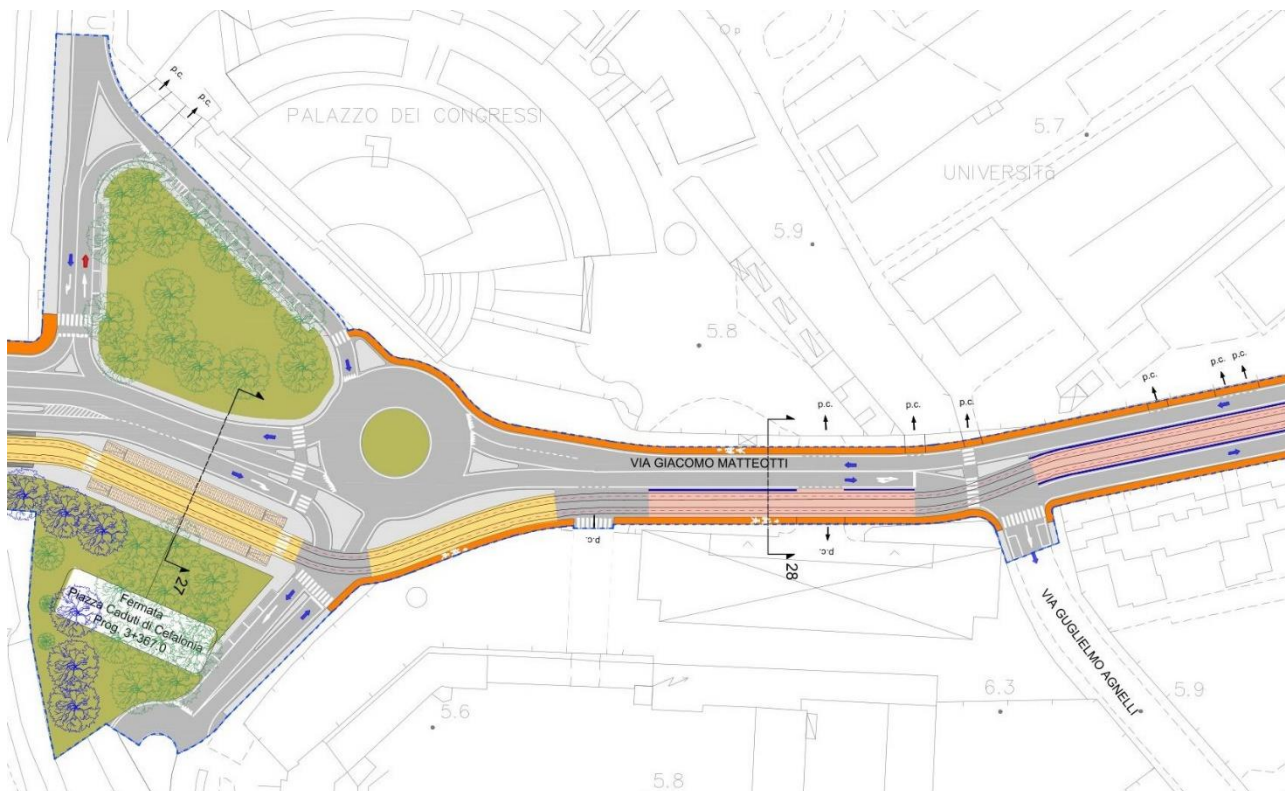


Figura 43 - Planimetria di progetto via Matteotti

Via Matteotti – Via Matteucci

In corrispondenza dell'intersezione con via Agnelli la sede tramviaria si sposta al centro della carreggiata, sempre mantenendo una corsia carrabile per senso di marcia e le due piste ciclopedonali laterali. Nel tratto finale di via Matteotti, poco prima dell'incrocio con via San Michele degli Scalzi, è posizionata la terza fermata in direzione Ospedale (fermata Giacomo Matteotti). La fermata, con banchina centrale, è in prossimità dell'ingresso del polo universitario (uffici, aule e sala studio) delle facoltà di Economia ed Agraria dell'Università di Pisa.



Figura 44 - Planimetria di progetto via Matteucci

Superata la fermata la linea imbocca via Matteucci sempre in posizione centrale rispetto alla carreggiata. Anche in questo tratto, in cui lo spazio a disposizione è minimo, si è deciso di mantenere, oltre alla sede tramviaria, due corsie carrabili (una per senso di marcia) e due piste ciclopedonali

lateralì. Per fare questo vengono sacrificati gli stalli di sosta, al momento presenti solo sul lato nord. Per questo sono state già individuate delle aree limitrofe in cui poter prevedere la realizzazione di parcheggi ad uso dei soli residenti.

Superato l'incrocio con via Rossellini la linea, in corrispondenza del centro servizi e per favorire la svolta dei mezzi di trasporto merci su via Malagoli, la sede si sposta sul lato nord della carreggiata dove è prevista una fermata (fermata Giuseppe Malagoli) con banchina laterale. In questo tratto rimangono le due corsie carrabili (una per senso di marcia) ed una sola pista ciclopedonale (in corrispondenza di quella già esistente) sul lato sud. La posizione della fermata è pensata per intercettare anche gli studenti del vicino complesso scolastico che comprende due scuole secondarie superiori, un liceo scientifico ed un istituto tecnico.

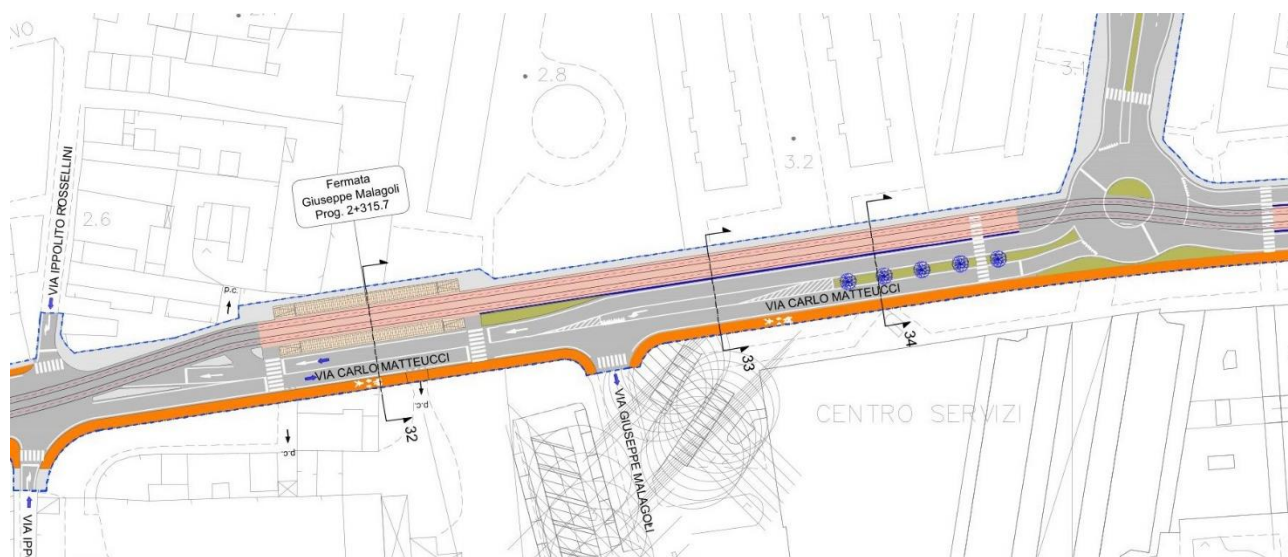


Figura 45 - Planimetria di progetto via Matteucci

Subito dopo la fermata, in corrispondenza con la rotonda che regola l'intersezione tra via Matteucci e via Nenni, la linea torna al centro della carreggiata. Superata la rotonda, che verrà integrata con un sistema semaforico per consentire il passaggio dei tram, prosegue fino ad arrivare alla fermata (fermata Carlo Matteucci) realizzata con banchina centrale in prossimità dell'esistente parcheggio di via Donatori di Sangue.

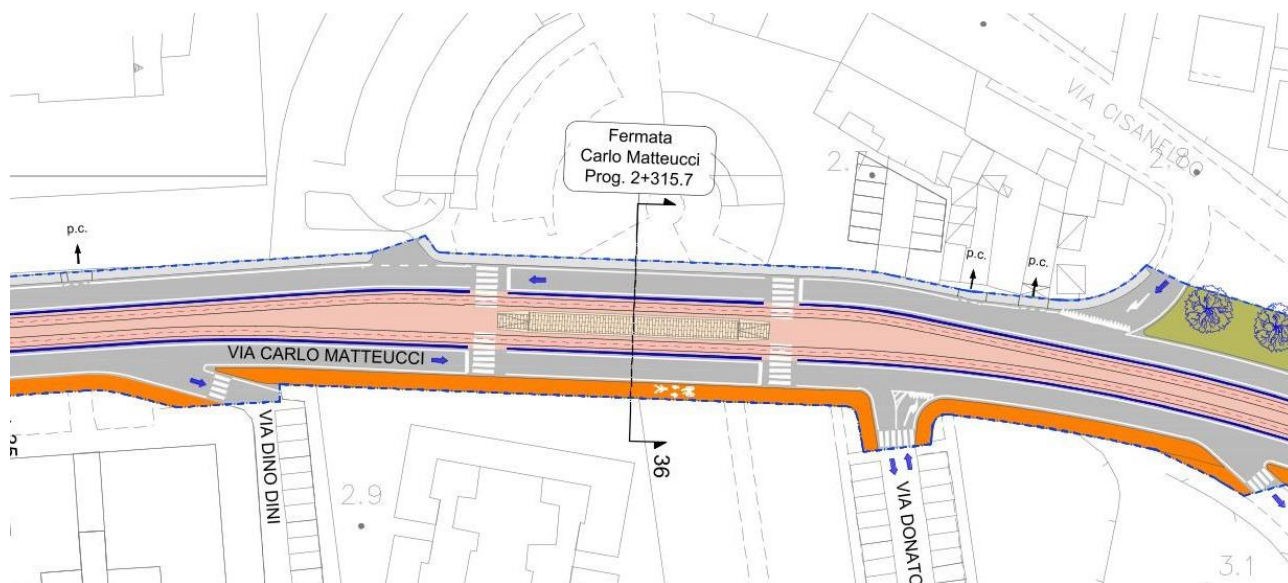


Figura 46 - Planimetria di progetto Fermata Matteucci

Via Matteucci – Via Cisanello

Superata la fermata, la linea prosegue al centro della carreggiata passando da via Matteucci a via Cisanello e proseguendo fino alla fermata (fermata Porta a Piagge) realizzata con banchina centrale e collocata prima della rotonda di intersezione tra via Cisanello, via di Padule e via Maccatella.



Figura 47 - Planimetria di progetto via Cisanello

La fermata è prevista in corrispondenza degli spazi verdi attorno al Cimitero di San Michele, dove gli strumenti urbanistici prevedono la possibilità di realizzare un parcheggio.

Fino all'attraversamento pedonale in corrispondenza della fermata sono previste le solite due corsie carrabili (una per senso di marcia) e la pista ciclopedonale sul lato sud. Superata la fermata la pista ciclopedonale si sposta sul lato nord ed attraversa via di Padule per poi seguire il tracciato della linea tramviaria.

Via Cisanello – Via Bargagna

La linea tramviaria, appena superata la rotonda di intersezione tra via Cisanello, via di Padule e via Maccatella, svolta a sinistra costeggiando gli edifici della Pubblica Assistenza e raggiungendo via Bargagna lungo il lato ovest del previsto parco urbano.



Figura 48 - Planimetria di progetto Fermata Parco Urbano

Subito dopo l'esistente area a parcheggio è prevista una fermata (fermata Parco Urbano), realizzata con banchine laterali raggiungibile grazie alle sistemazioni urbane che prevedono anche la realizzazione di una pista ciclopedonale lungo la linea.

In questo tratto, unico della linea non realizzato lungo strade esistenti, la sede tramviaria sarà inerbita per migliorarne l'inserimento all'interno della grande area a verde (cinquantamila metri quadrati) compresa tra via Novelli, via Bargagna e via.

Dopo la fermata la linea svolta a destra su via Bargagna collocandosi in posizione centrale in modo da preservare la presenza degli stalli di sosta sul lato sud della strada e da non diventare una barriera rispetto agli ingressi al parco urbano.

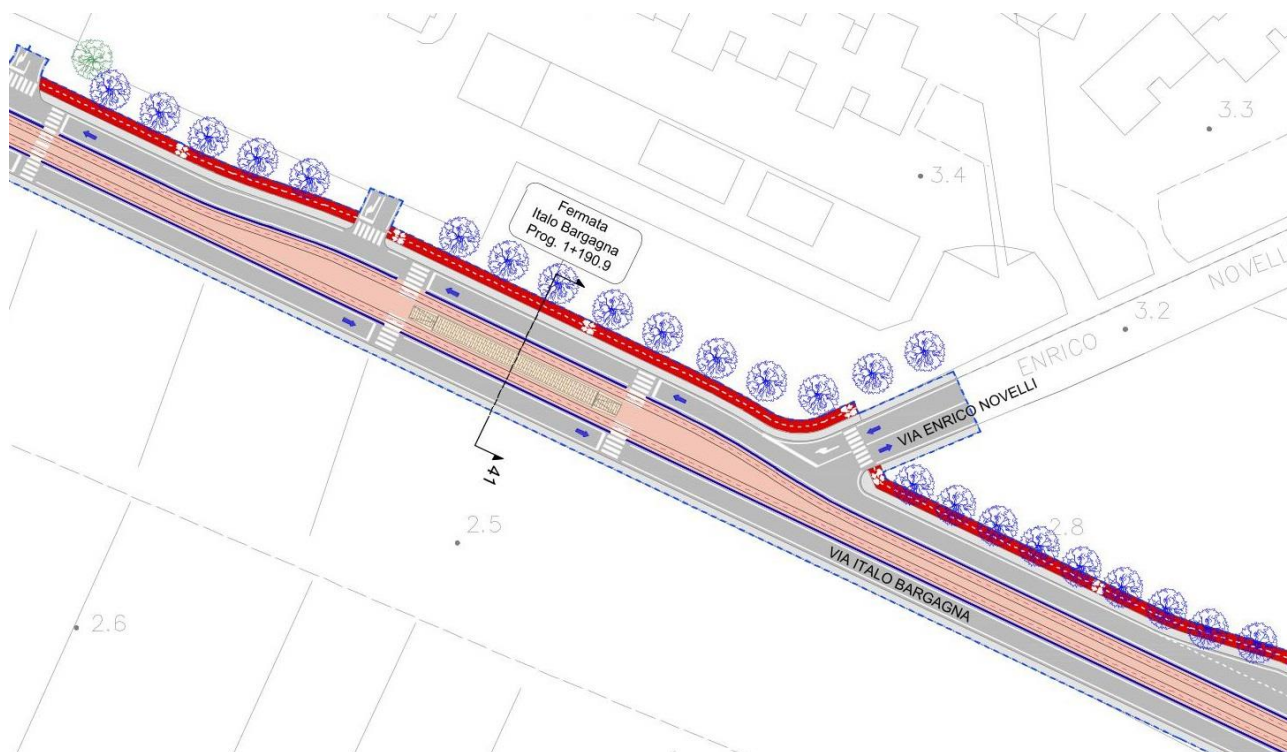


Figura 49 - Planimetria di progetto via Bargagna

La sistemazione urbana, superata la rotonda con via Frascani, prevede due corsie (una per senso di marcia) ed una pista ciclopedonale sul lato nord della strada fino ad arrivare alla fermata (fermata Italo Bargagna). La fermata con banchina centrale è prevista in corrispondenza del futuro ingresso del grande complesso Stella Maris, ospedale di neuropsichiatria dell'infanzia e dell'adolescenza di più di 9.000 metri quadri che sorgerà nell'area limitrofa al parco urbano.

La linea prosegue per tutta via Bargagna sempre in posizione centrale, posizione in cui attraversa anche la rotonda Giulio Battistini per entrare in via Martin Lutero. La rotatoria è stata riconfigurata ad incrocio semaforizzato per consentire il passaggio in sicurezza del tram e dei veicoli. In questo punto della linea parte la diramazione del tracciato verso San Giuliano Terme sino al capolinea Praticelli posto a servizio del CNR.



Figura 50 - Planimetria di progetto via Lutero

Nel lato Sud-Ovest dell'incrocio è collocata la seconda sottostazione elettrica (SSE Italo Bargagna).

La linea, subito prima della rotonda di intersezione tra via Martin Lutero e via Paper, si sposta sul lato sud della strada in modo da lasciare libere le due corsie, una per senso di marcia, che portano verso l'ingresso del polo ospedaliero.

Esattamente in corrispondenza della rotonda è collocata una fermata (fermata Martin Lutero), realizzata con banchine laterali.

Diramazione CNR – Via Manghi

Come detto precedentemente dalla rotatoria Battisti, la linea tranviaria di dirama in direzione comune di San Giuliano su via Manghi. Il tracciato si colloca a centro strada sino alla rotatoria Caduti di Kindu. In questo tratto è prevista una fermata (fermata Manghi) a banchine laterali posta a servizio dei limitrofi abitati. La circolazione veicolare è garantita mantenendo una corsia per senso di marcia.



Figura 51 - Planimetria di progetto Fermata Manghi

Diramazione CNR – Giovannini

Dopo la rotatoria Caduti di Kindu, il tracciato svolta a sinistra e percorre via Giovannini a centro strada.

Nel lotto di terreno compreso tra via Giovannini ed il fosso dei sei comuni, è prevista la realizzazione del deposito tranviario, di un grande parcheggio scambiatore ed un'area di compensazione idraulica.

Il deposito ospiterà molte strutture a servizio della linea tra cui l'area di rimessaggio, una officina per la manutenzione straordinaria, una zona di lavaggio e gli uffici necessari all'ente gestore ed al personale che opererà sui tram.



Figura 52 - Planimetria di progetto Deposito

Il parcheggio, collocato ad est del deposito, presenta 379 stalli permeabili di cui 12 riservati ai disabili. Questo parcheggio fungerà da interscambio modale gomma- ruota per tutta l'utenza proveniente da San Giuliano Terme e Lucca, limitando di fatto l'ingresso in città di numerosi veicoli. Vicino al parcheggio sarà collocata una fermata (fermata Giovannini – Parcheggio Scambiatore) in modo da rendere attrattiva la sosta per tutta l'utenza proveniente dai comuni limitrofi ed il successivo scambio con la nuova infrastruttura per entrare nel centro storico di Pisa.



Figura 53 - Planimetria di progetto Parcheggio scambiatore

Sempre su via Giovannini a centro strada, è stata collocata la penultima fermata della diramazione, con banchina centrale (fermata Giovannini – Centro Polifunzionale) posta servizio del centro polifunzionale le Vele e del futuro Parco Scientifico e Tecnologico Sant’Anna.

Passata la rotatoria a fine via Giovannini, il tracciato si sposta fuori dal sedime stradale e si attesta nell’area verde al di sotto del complesso “Praticelli” nel quale è previsto il capolinea di linea (fermata Praticelli), a banchine di fermata laterali. Per l’immissione in quest’ultima area è previsto il tombamento di una parte del fossato presente tra la struttura e via Moruzzi.

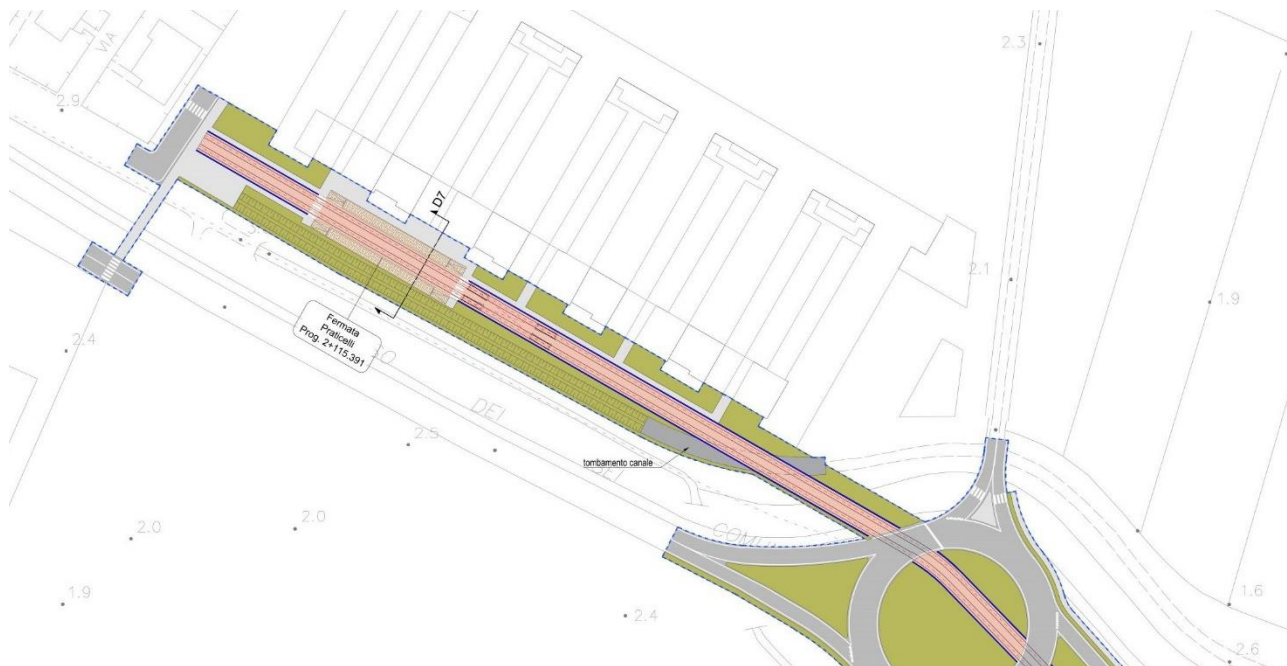


Figura 54 - Planimetria di progetto Fermata Praticelli

Via Lutero – Via Pinchera

Superata la fermata, la linea prosegue sul lato della strada seguendo la curva che da via Martin Lutero porta a via Aldo Pinchera, che resterà a due corsie in direzione uscita dalla città.

Il grande intervento di ampliamento e rifunionalizzazione del polo ospedaliero di Cisanello, prevede la realizzazione di un grande ed unico portale di accesso a tutti i diversi padiglioni servito da un ampio parcheggio a livello. Proprio di fronte al parcheggio è stata quindi posizionata la penultima fermata (fermata Ospedale Cisanello), realizzata con banchina centrale.



Figura 55 - Planimetria di progetto Fermata Giovannini - Centro Polifunzionale

Superata la fermata il tram prosegue sul lato della strada, su sede riservata ed inerbita, in direzione del capolinea. Per la realizzazione della tramvia in quell'area è previsto il tombamento del fosso presente a bordo strada.

Sul lato ovest della sezione stradale, prima della rotatoria Fischmann, è collocato il capolinea (fermata Kinzica) progettato con banchina centrale. La fermata è collocata in maniera da servire

entrambi i grandi parcheggi a servizio dell’Ospedale, che possono ospitare anche i mezzi privati in arrivo dalla S.G.C. Firenze - Pisa - Livorno fungendo da veri e propri parcheggi scambiatori in grado di intercettare e spingere all’utilizzo del mezzo pubblico un gran numero di utenti interessati all’ingresso in città o a raggiungere la stazione e poi l’aeroporto grazie al Pisa Mover.



Figura 56 - Planimetria di progetto Fermata Kinzica

Tracciati Plano-altimetrici e sezioni

Il tracciato di linea 1 è lungo 6750m (binario dx), mentre la diramazione verso il CNR è lunga 2182m (binario dx). Le fermate sono elencate nella seguente tabella:

LINEA 1 - BINARIO DX			DIRAMAZIONE CNR - BINARIO DX		
NR.	Prog.	NOME	NR.	Prog.	NOME
1	62,0	KINZICA	1	311,9	MANGHI
2	451,4	OSPEDALE CISANELLO	2	889,8	GIOVANNINI - PARCHEGGIO SCAMBIATORE
3	771,1	MARTIN LUTERO	3	1793,0	GIOVANNINI - CENTRO POLIFUNZIONALE
4	1190,9	ITALO BARGAGNA	4	2121,3	PRATICELLI
5	1671,7	PARCO URBANO			
6	1981,6	PORTA A PIAGGE			
7	2315,7	CARLO MATTEUCCI			
8	2655,8	GIUSEPPE MALAGOLI			
9	3022,9	GIACOMO MATTEOTTI			
10	3376,0	CADUTI DI CEFALONIA			
11	4037,5	BENEDETTO CROCE			
11*	3896,2	FRANCESCO BONANNI			
12	4337,5	VITTORIO EMANUELE STAZIONE CENTRALE			
13	4736,3	CRISPI			
14	5078,7	LUNGARNO SIMONELLI - SOLFERINO			
14*	4954,4	LUNGARNO SOLFERINO - SOLFERINO			
15	5296,5	LUNGARNO SIMONELLI - MUSEO DELLE NAVI			
15*	5165,7	LUNGARNO SOLFERINO - SAN PAOLO			
16	5545,4	TERZANAIA - CITTADELLA			
17	5894,9	B. PISANO - MACELLI			
18	6189,5	B. PISANO RISORGIMENTO			
19	6467,3	B. PISANO UNIVERSITA'			
20	6733,9	MANIN - DUOMO			

La progettazione plano-altimetrica è stata effettuata seguendo i criteri stabiliti nella norma UNI 7836 (Metropolitane e tramvie - Andamento plano-altimetrico dei binari).

I limiti normali per le tranvie prescritti dalla normativa sono i seguenti:

- raggio minimo linea: 25 m
- raggio minimo raccordo verticale: 1000 m
- sviluppo minimo raccordo verticale: 10 m
- lunghezza minima livelletta: 15 m
- pendenza massima livelletta linea: 6%
- pendenza massima livelletta fermata: 1%

I limiti eccezionali per le tranvie prescritti dalla normativa sono i seguenti:

- raggio minimo linea: 18 m
- raggio minimo raccordo verticale: 350 m
- sviluppo minimo raccordo verticale: 0 m
- lunghezza minima livelletta: 0 m
- pendenza massima livelletta linea: 8%
- pendenza massima livelletta fermata: 2%

Ovunque la linea è stata progettata con uno scartamento di 1435 mm e laddove possibile sono stati adottati, sia per l'andamento planimetrico, che per quello altimetrico, valori superiori ai limiti normali e pendenze inferiori ai valori massimi normali.

Nel tracciamento della linea, ove possibile, sono state inseriti raccordi clotoidici al fine di migliorare il confort assumendo valori del contraccollo tra 0.4 m/s³ e 0.5 m/s³.

È stato necessario l'utilizzo di un raggio di 20 metri, superiore al limite normale ed inferiore a quello eccezionale, solo nella svolta su via Francesco Bonaini e via Queirolo, mentre, per adeguare l'andamento della tramvia all'andamento altimetrico delle strade esistenti, è stato necessario utilizzare in alcuni raccordi raggi inferiori a 1000 metri, ma sempre superiori al limite eccezionale di 350 metri.

Le fermate sono state progettate con livellette a pendenza nulla laddove possibile o con pendenza inferiore al limite normale di normativa. La fermata con pendenza maggiore è su lungarno Solferino che presenta pendenza del 1,99%, comunque inferiore al limite eccezionale.

Pacchetti tipologici

Data la natura preliminare del progetto si è ipotizzato dei pacchetti tipologici da applicare alle sezioni di progetto ai fini della computazione economica più precisa possibile.

Pavimentazione stradale

Per quanto attiene i pacchetti stradali adottati nelle varie aree di nuova viabilità, si è partiti dalla analisi dello stato attuale, cioè dalla valutazione se la nuova infrastruttura ricade su aree già interessate da viabilità o altro. Sono state definite due diverse tipologie di intervento:

- La prima che prevede la realizzazione di tutti e tre gli strati di conglomerati (usura, binder e base), per uno spessore complessivo pari a 20 cm;

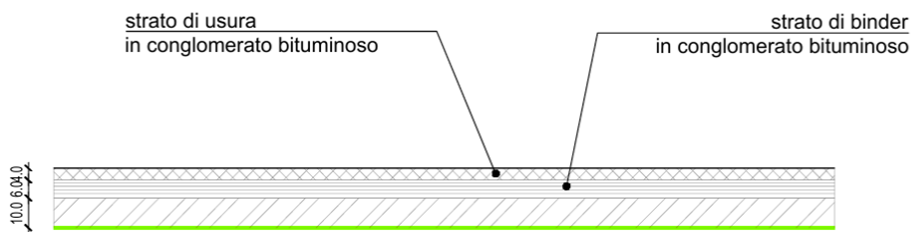


Figura 57 - Ripristino usura stradale

- La seconda che prevede la realizzazione completa del pacchetto, aggiungendo anche uno strato di fondazione, per uno spessore complessivo pari a 80 cm;

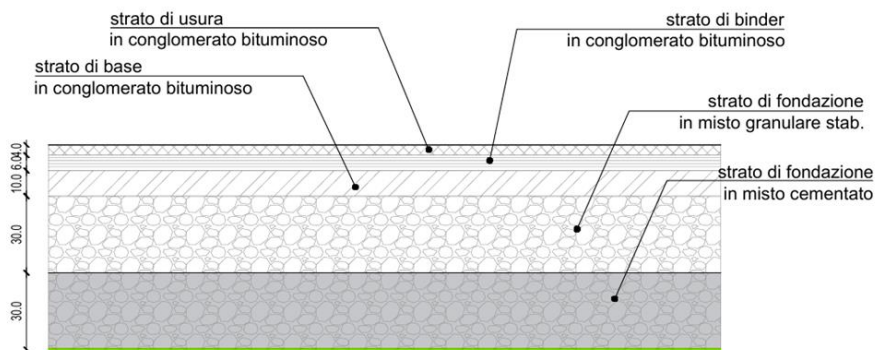


Figura 58 - Nuova viabilità

Il primo tipologico di intervento verrà esteso a tutte le aree dove si procederà solo al ripristino della sede stradale, il secondo su quelle aree che insistono su aree oggi verdi.

Marciapiedi, spartitraffico e percorsi ciclabili

Gli interventi del progetto riguarderanno la risistemazione o nuova realizzazione di:

Marciapiedi e isole spartitraffico in conglomerato bituminoso

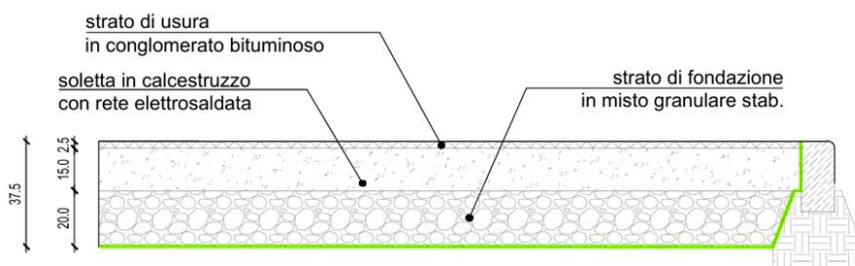


Figura 59 - Nuovo marciapiede/ampliamento

Tratti di percorsi ciclabili in conglomerato bituminoso

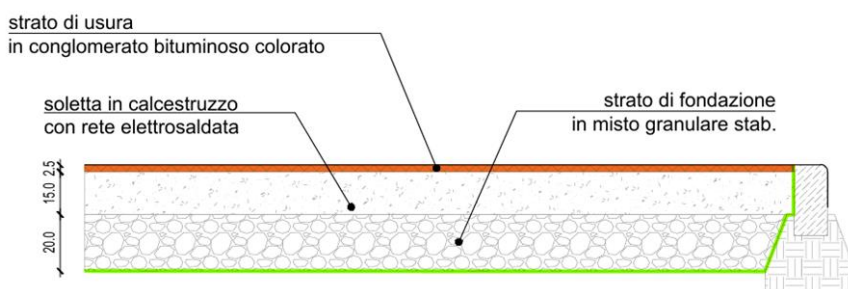


Figura 60 - Nuova ciclabile

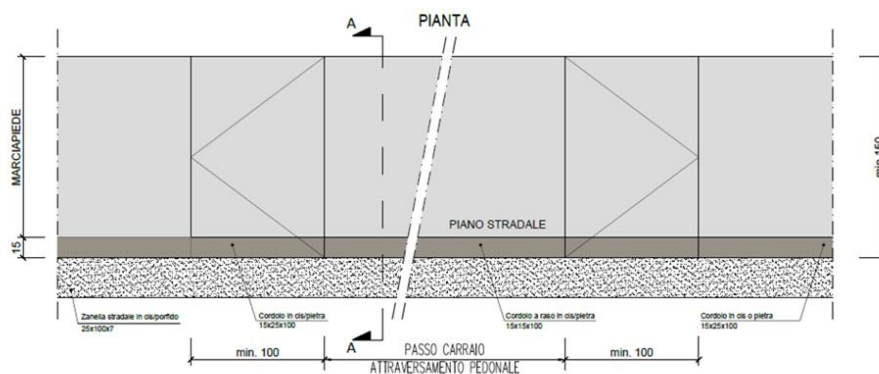
Per gli interventi di nuova realizzazione di marciapiedi si prevederà l'utilizzo di diverse tipologie di finitura a seconda dell'ubicazione dell'intervento nelle successive fasi progettuali.

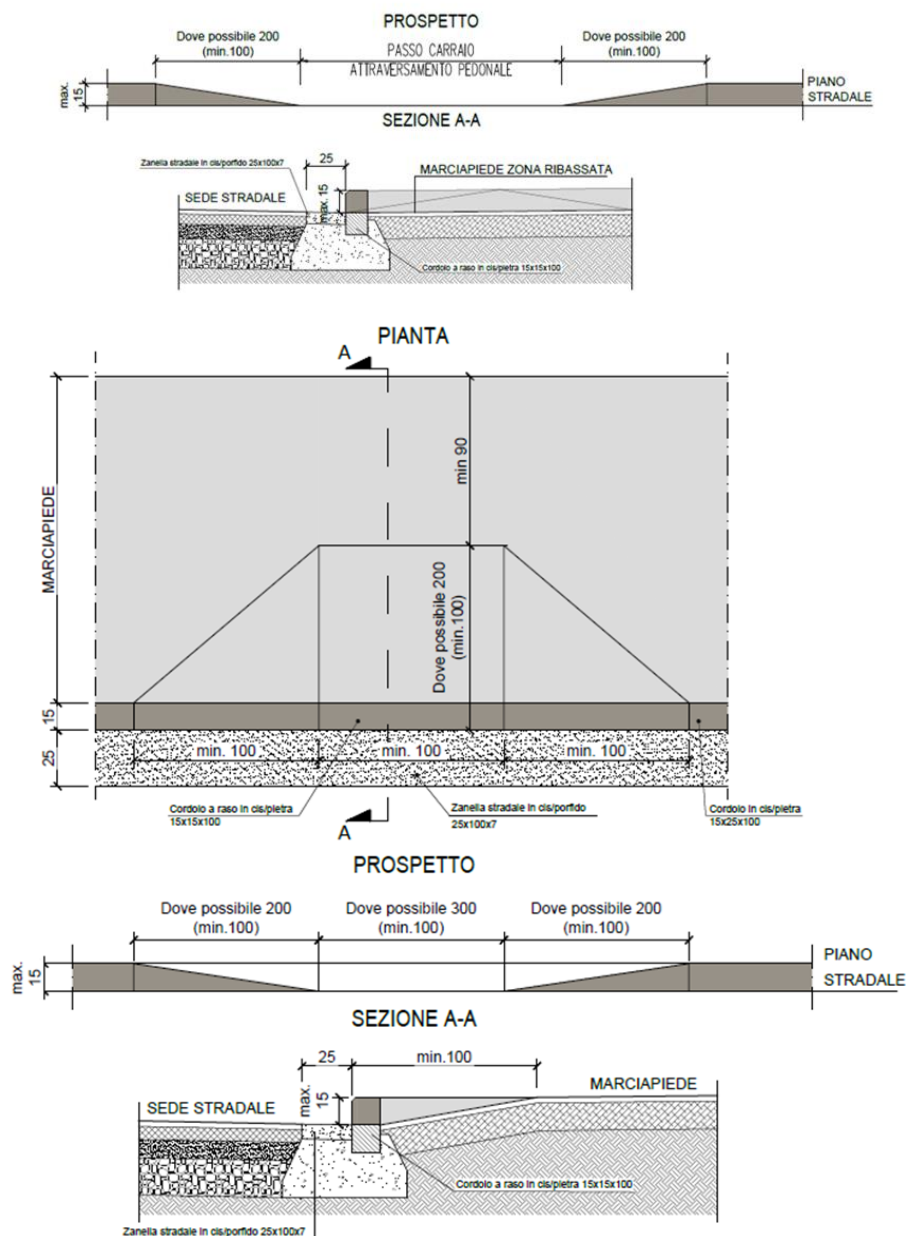
Ai fini della quantificazione economica la tipologia del marciapiede ipotizzata è di tipo bitumato, con la seguente stratigrafia (medesima stratigrafia avranno le isole spartitraffico):

- Tappeto di usura spessore 3 cm
- Massetto armato con rete elettrosaldata 10x10, 6 Ø
- Cordonato in CLS vibro-compresso larghezza 15 cm
- Eventuale zanella

Superamento delle barriere architettoniche

Gli interventi riguardanti i marciapiedi prevedono l'ottemperamento delle norme riguardanti gli abbattimenti delle barriere architettoniche negli spazi pubblici, pertanto in corrispondenza di ogni attraversamento pedonale o ciclopeditone e in corrispondenza degli accessi saranno realizzate opportune rampe secondo la normativa vigente.





Sistemazioni a verde

Per l'ampliamento o la realizzazione di nuove aree verdi gli interventi verranno effettuati tramite demolizione del sottofondo esistente per una profondità di 50 cm e la stesura di nuovo terreno vegetale; si prevede inoltre la semina di un tappeto erboso e la messa a dimora a seconda degli interventi di specie arbustive o alberature.

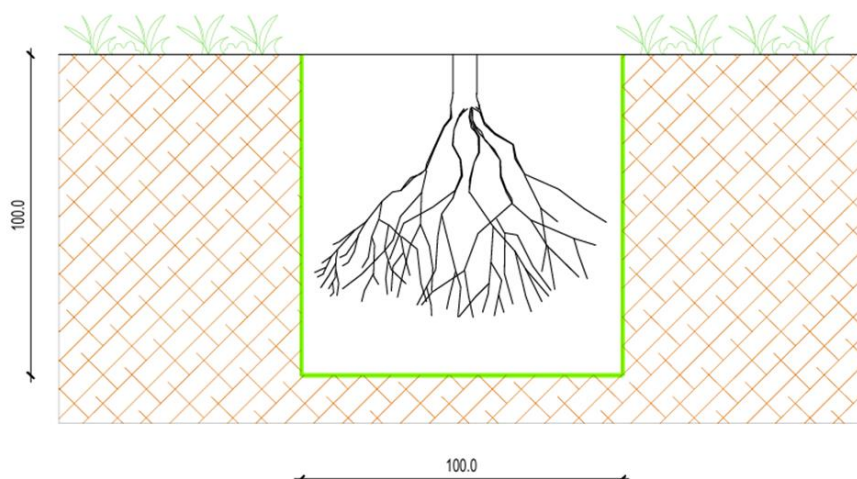


Figura 61 - Area verde e piantumazione alberature I grandezza

Per quanto riguarda i criteri di scelta delle specie utilizzate, si è cercato di proporre specie che si adattassero al contesto e al contempo non richiedessero particolari opere di manutenzione.

Vie di corsa

Il tracciato tranviario si sviluppa per la sua maggior parte in sede riservata (94,7%). I tratti in sede promiscua (3,2%) si trovano nella parte di tracciato compresa tra Piazza Don Minzoni e Piazza Guerrazzi e sul ponte della Cittadella. Nella parte nord del tracciato, nel tratto compresa tra il capolinea Manin- Duomo e la fermata B. Pisano – Università è presente un tratto in sede banalizzata (2,1%) di circa 200m di lunghezza.

Per ulteriori dettagli si rimanda allo specifico elaborato.

Censimento delle interferenze

In questa fase progettuale si è provveduto ad effettuare un censimento delle possibili interferenze con i servizi interferenti con il progetto, si può trovare riscontro del censimento effettuato nelle tavole apposite, le cartografie condivise con gli enti sono aggiornate all'anno di redazione del progetto, e sono allegate ai documenti editabili di progetto in formato dwg.

Impianti

Per la trattazione delle componenti impiantistiche di progetto si rimanda alle specifiche relazioni (TRPI-IM-IMP-TEL-RL001-A, TRPI-IM-IMP-SMG-RL001-A, TRPI-IM-IMP-ILL-RL001-A).

Sottostazioni elettriche

Architettonico

Lungo il tracciato sono state predisposte 4 sottostazioni elettriche, di cui una all'interno del deposito tram.

Sono state previste due tipologie di medesime dimensioni che si differenziano per la presenza o meno del locale tecnico Enel necessario in alcuni punti strategici.

La struttura è composta da un telaio in cemento armato con pareti di tamponamento in blocchi di laterizio con intercapedine, e un rivestimento di facciata con lamiera aggraffata dorata, alternata a parete intonacata e pitturata con un colore grigio tenue. La sottostazione elettrica è dotata inoltre di

un pavimento flottante utile all'alloggio degli impianti tranne che per l'area dedicata all'alloggio dei trasformatori che dovranno poggiare su un basamento in c.a.

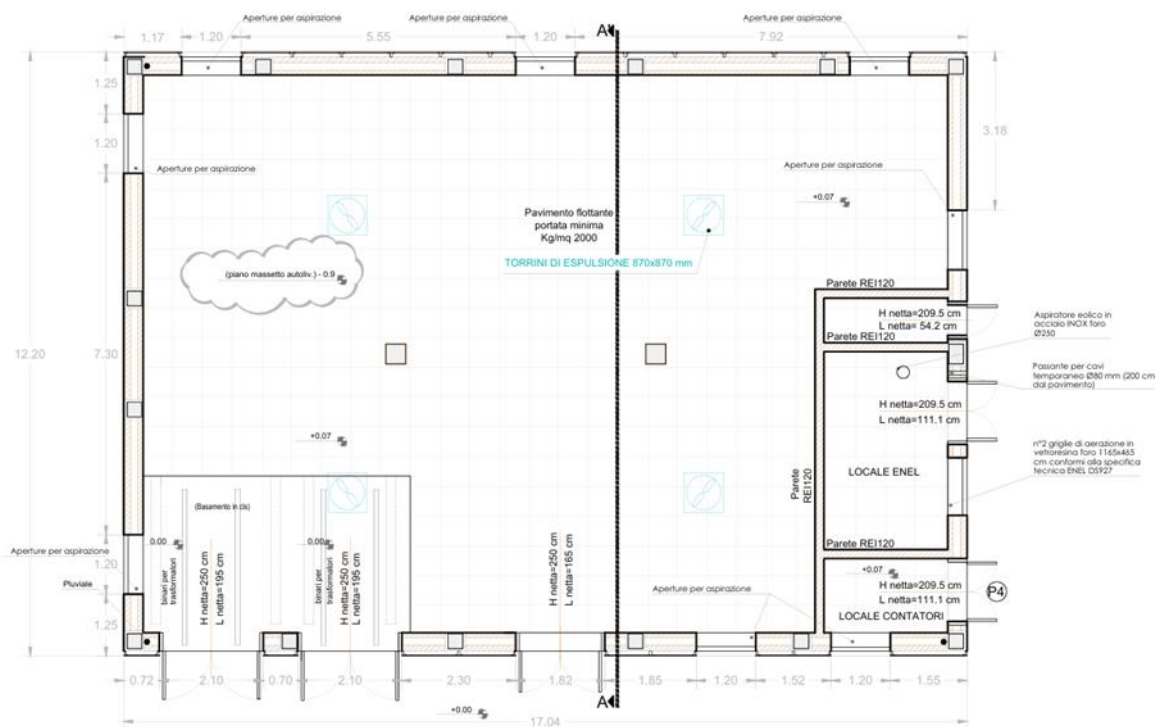


Figura 62 - Pianta SSE

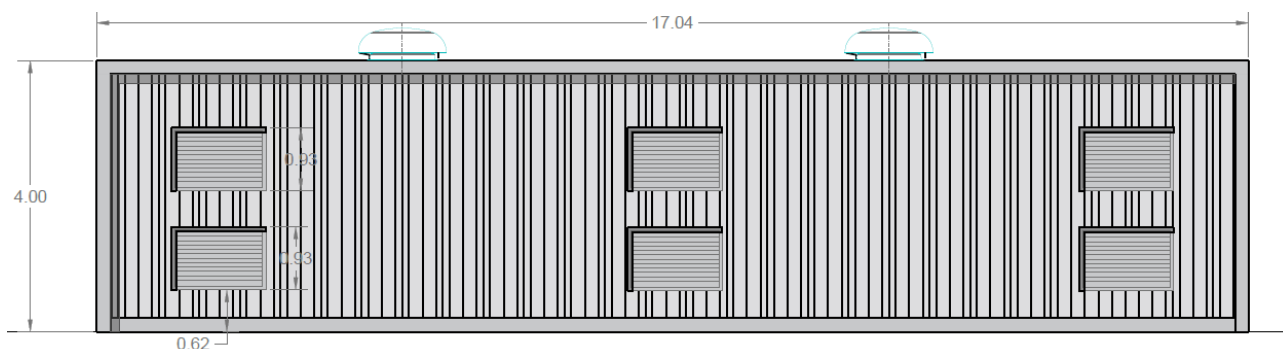


Figura 63 - Prospetto Nord SSE

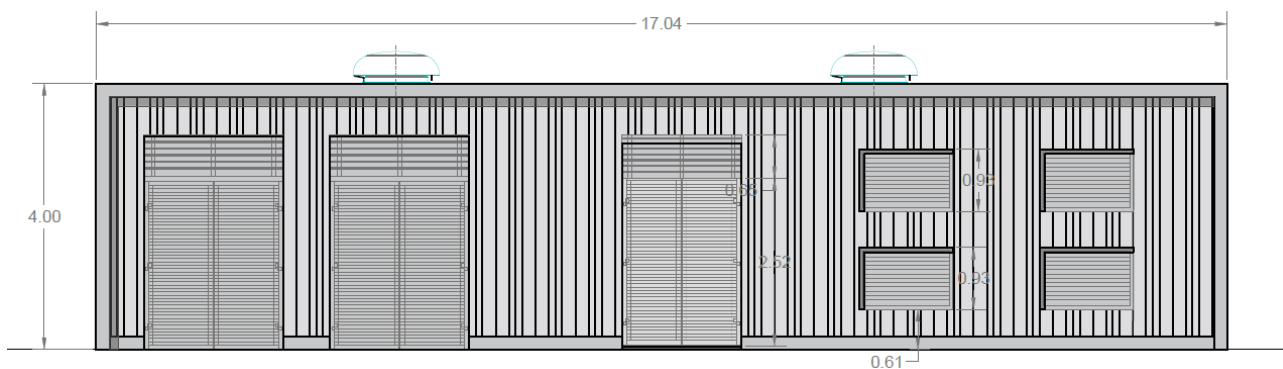


Figura 64 - Prospetto Sud SSE

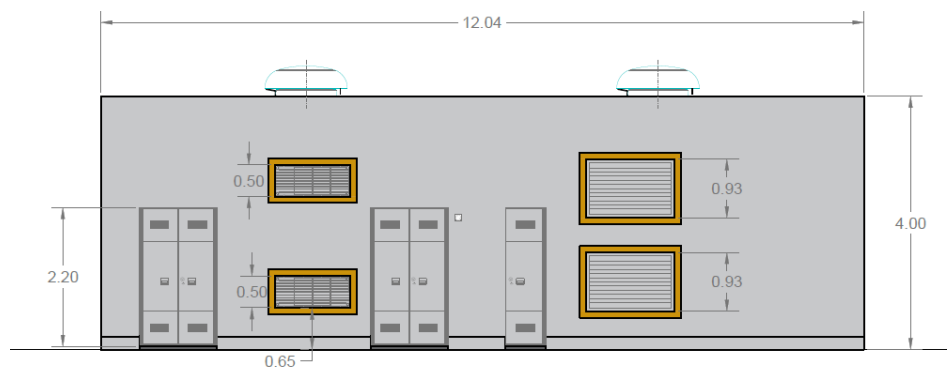


Figura 65 - Prospetto Est SSE

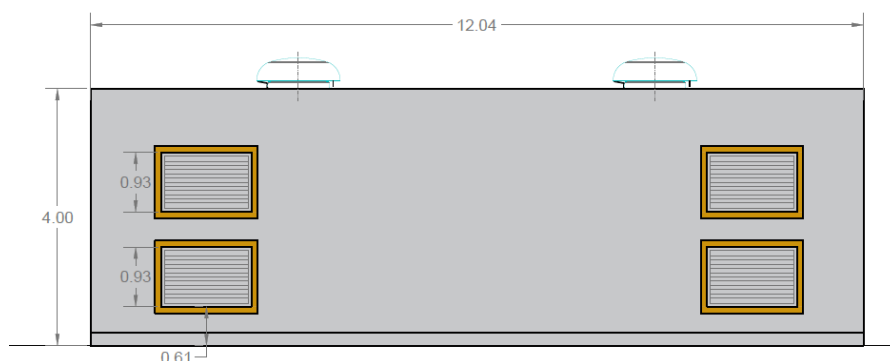


Figura 66 - Prospetto ovest SSE

Armamento

In questa fase progettuale si è provveduto a realizzare una planimetria di inquadramento delle diverse tipologie di armamento, corredata da dettagli tecnologici applicati caso per caso, per ulteriori approfondimenti si rimanda alle planimetrie di progetto, ai dettagli tecnologici e alla relazione apposita.

Opere d'arte

Nuovo ponte della Vittoria

Pisa è definita oltre che dall'urbanistica, e dall'edilizia storica e contemporanea anche e soprattutto, dai suoi dieci ponti, infrastrutture indispensabili ma al tempo stesso architetture che concorrono a determinare l'immagine e l'identità urbana.

I ponti di Pisa infatti più che in ogni altra città non sono solo luoghi di attraversamento, ma anche di sosta, punti privilegiati da cui misurare lo sguardo verso le due sponde urbane. Dal punto di vista architettonico, scandiscono come quinte i vari quartieri della città, aiutando a identificare, per chi arriva da fuori, i comparti urbani con facilità.

I ponti di Pisa inoltre raccontano le storie a volte travagliate della città, le alluvioni, le guerre, i successi e gli insuccessi, e raccontano anche di tecnologie in evoluzione negli anni che ne hanno permesso le forme più o meno ardite o integrate.

Il ponte della Vittoria, che ha una storia travagliata, più volte ricostruito e restaurato, oggi ha raggiunto il suo probabile fine vita anche alla luce della nuova linea tranviaria in progetto, per cui si pone la questione della demolizione e ricostruzione.

Il concept architettonico nasce all'interno di una collaborazione tra progettisti architettonici e strutturali che hanno lavorato a stretto contatto per definire e allineare esigenze di carattere strutturale e quelle di ordine formale ed estetico e di integrazione del paesaggio.

Il nuovo ponte infatti viene concepito dal punto di vista ideativo tecnologico e formale oggi come naturale evoluzione, in chiave contemporanea, della storia dei ponti pisani, cercando il dialogo con le importanti preesistenze monumentali e ambientali che lo lambiscono e con cui entrerà in relazione paesaggistica e prospettica.

Il nuovo ponte non sarà solamente un'infrastruttura comoda da attraversare e utile a risolvere questioni di traffico, ma sarà una delle più importanti porte di accesso alla città e al suo sistema culturale, gli stessi elementi architettonici potranno accogliere informazioni (es. standardi, led wall...) riguardanti le attività culturali di Pisa.

Il tema dominante sarà la leggerezza della struttura, realizzata attraverso la smaterializzazione degli elementi che lo compongono. Gli elementi architettonici che caratterizzeranno il nuovo ponte saranno: le pile, la sezione e il prospetto delle travi, il parapetto, il sistema di illuminazione, e il coordinamento cromatico degli elementi.



Figura 67 - Nuovo Ponte della Vittoria

Il disegno delle pile nasce, in prima battuta, da istanze di tipo strutturale, successivamente la forma è stata elaborata attraverso alcuni passaggi andando ad assumere il particolare disegno a prua affilata, mentre i fianchi saranno disegnati dai grandi conci (disegnati in cassero) che richiameranno la storia del manufatto.

Il parapetto è pensato come una lunga cornice lineare che oltre a poter portare eventuali dotazioni impiantistiche ed illuminotecniche sarà un piano di appoggio dove potere fermarsi a guardare il paesaggio verso la città.

Le lunghe travi longitudinali avranno una sezione leggera, resa ancora più inconsistente dal punto di vista visuale grazie al rivestimento in lamiera riflettente (rifletterà -senza abbagliare- il sole, il cielo, il fiume).

I colori dell'insieme saranno tendenti al chiaro avendo come riferimento per le parti verniciate i colori tipo RAL 9001, a memoria della storia del ponte.

L'illuminazione verrà giocata su più livelli: livello pedonale con segna passo integrato in parapetto, illuminazione stradale architettonica su palo disposto alternato ai lati corsia, illuminazione architettonica su pile e intradosso del ponte.

Centro di rimessaggio e manutenzione

L'area di intervento è ubicata nel Comune di San Giuliano Terme, in via Ferruccio Giovannini, non lontana con il confine comunale di Pisa.

Il lotto è delimitato a sud dal Fosso dei sei comuni, ad ovest da tessuto urbanizzato residenziale, a nord da via Giovannini e a est dal Parcheggio scambiatore previsto nel presente progetto. Il lotto su cui sorgerà il nuovo deposito presenta una forma trapezoidale irregolare, con una superficie totale di circa 26.800 m².

Il rimessaggio è dimensionato per ospitare i tram bidirezionali di nuova concezione; in particolare la rimessa è in grado di ospitare 13 tram, aventi lunghezza di 28 metri.

All'interno del sedime individuato, sono previste le seguenti aree funzionali:

- Locale conducenti
- Guardiania
- Uffici – locali tecnici
- Locale ispezione
- Officina manutenzione rotabili
- Rimessaggio
- Tunnel lavaggio
- Officina Impianti Fissi
- Sala di controllo
- Locale sosta conducenti
- SSE

Per ulteriori informazioni si rimanda all'elaborato TRPI-IM-CRM-CRM-RL001.



Figura 68 - Area di intervento CRM

Fermate

Banchina di fermata

Le banchine collocate in presenza di tutte le fermate e dei capolinea, sono caratterizzate da due lunghezze tipologiche di 28m e 34m, in linea con i mezzi previsti, e di una profondità variabile. Le banchine laterali sono infatti caratterizzate da una profondità compresa tra 2,5m e 3,0m mentre quelle centrali da una profondità compresa tra 2,5 e 3,5m (ad esclusione di casi specifici, dove per necessità legate alla sezione stradale ridotta, si è ridotto anche la profondità della banchina a 2 m).

La quota della banchina è posta a 0,3m rispetto al piano stradale, e a 0,15m rispetto a quello del marciapiede, pertanto sono state predisposte rampe, su uno o due lati della banchina di fermata, di collegamento all'area di incarrozzamento per permettere l'incarrozzamento a raso. Le pendenze, mai superiori al 5%, rispettano quanto previsto dalla normativa per PRM.

La banchina di fermata, sia quella centrale che laterale, è provvista di:

- Cestini tripartiti per la raccolta differenziata dei rifiuti
- Dotazioni impiantistiche (armadio quadro elettrico e apparecchi di telecontrollo)
- Dotazioni PRM (percorsi LOGES, rampe per accessibilità, pannello informativo tattile, speaker)
- Pali per la pubblica illuminazione
- Pavimentazione antiscivolo
- Pensiline di fermata attrezzate
- Recinzioni per eventuale separazione dalla sede stradale o dal marciapiede

Pensilina

La pensilina di fermata della nuova tramvia è costituita da un sistema arco-trave con un'altezza di circa 3,5 m e lunghezza 15 m.

Le strutture delle pensiline sono di due tipi, nella fermata centrale l'arco è posizionato centralmente alla copertura, mentre nella fermata laterale l'arco è posizionato eccentricamente.

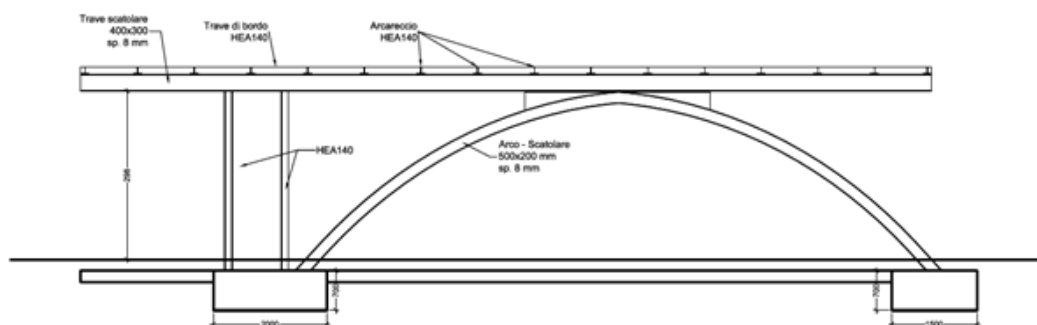


Figura 69 - Prospetto pensilina

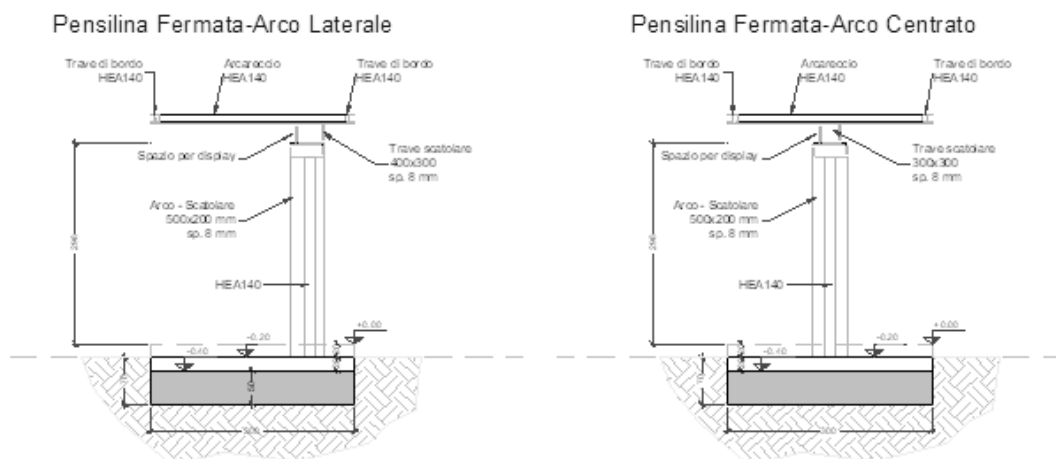


Figura 70 - Sezione pensilina

L'arco è realizzato con un profilo scatolare rettangolare CHS 500x200x8mm che risulta incastrato alla base. La struttura di copertura è costituita da costole realizzate con profili HEA140 incastrati in un profilo scatolare (CHS 300x300x8mm per la fermata simmetrica o CHS 400x300x8mm per la fermata laterale), appoggiato sulla chiave dell'arco e su due montanti HEA 140.

Le fondazioni sono realizzate con due plinti superficiali collegati da una soletta necessaria per realizzare il calpestio della fermata.

Dotazioni

La pensilina di fermata è dotata di:

- Emittitrice dei biglietti
- Display informativi
- Illuminazione con faretti LED
- Sedute con appoggi in legno
- Speaker per gli utenti PRM

Opere funzionali alla diversione modale

Per opere funzionali alla diversione modale si intendono opere che hanno lo scopo di intensificare nell'area di intervento la diversione modale nei trasporti, cioè la diversificazione di spostamenti con diversi mezzi di trasporto.

La ripartizione modale è un fattore statistico nello sviluppo della in una città o regione. In anni recenti molte città si sono poste obiettivi di ripartizione modale, (ad esempio raggiungere il 30% di spostamenti non motorizzati, cioè in bicicletta e a piedi, e del 30% su mezzi di trasporto pubblico). Questi obiettivi riflettono il desiderio di innescare un modal shift, una commutazione modale, cioè un cambiamento dei modi di spostamento, in direzione di un aumento delle quote di quelli "sostenibili". Vengono considerati virtuose ripartizione modali che sommano alte quote con i trasporti pubblici, a piedi e in bicicletta, mentre le quote di spostamenti in auto pesano in senso opposto.

In questo senso la realizzazione di parcheggi di interscambio, connessi con infrastrutture ciclabili o tranviarie, ha l'obiettivo di raccogliere in aree extraurbane i passeggeri in auto per consentire loro di usufruire del TPL o delle infrastrutture di mobilità dolce. Il presente progetto consta di un nuovo parcheggio scambiatore nel Comune di San Giuliano Teme.

Parceggio scambiatore

È un parcheggio scambiatore di medio/grandi dimensioni, posizionato in prossimità di via Ferruccio Giovannini e della nuova fermata tranviaria.

Il parcheggio ha una pavimentazione carrabile in bitume, e gli stalli per le auto in pavimentazione permeabile (autobloccanti). Le nuove alberature all'interno del parcheggio e intorno al suo perimetro hanno lo scopo di mitigare l'aumento delle temperature nei giorni particolarmente caldi e celarne la vista dalle viabilità circostanti.

Dati di progetto

- 379 nuovi posti auto (di cui 12 per PRM)
- 15140 mq di superficie
- 77 nuove alberature
- Colonne di ricarica per auto elettriche

Cantierizzazione

Divisione in macro-cantieri

Negli specifici elaborati di progetto si è ipotizzato una suddivisione in 11 macrocantieri, nelle successive fasi progettuali saranno poi sviluppati tipologici di risoluzione delle interferenze con la cantierizzazione ed un progetto di cantierizzazione vero e proprio, in coerenza col cronoprogramma.

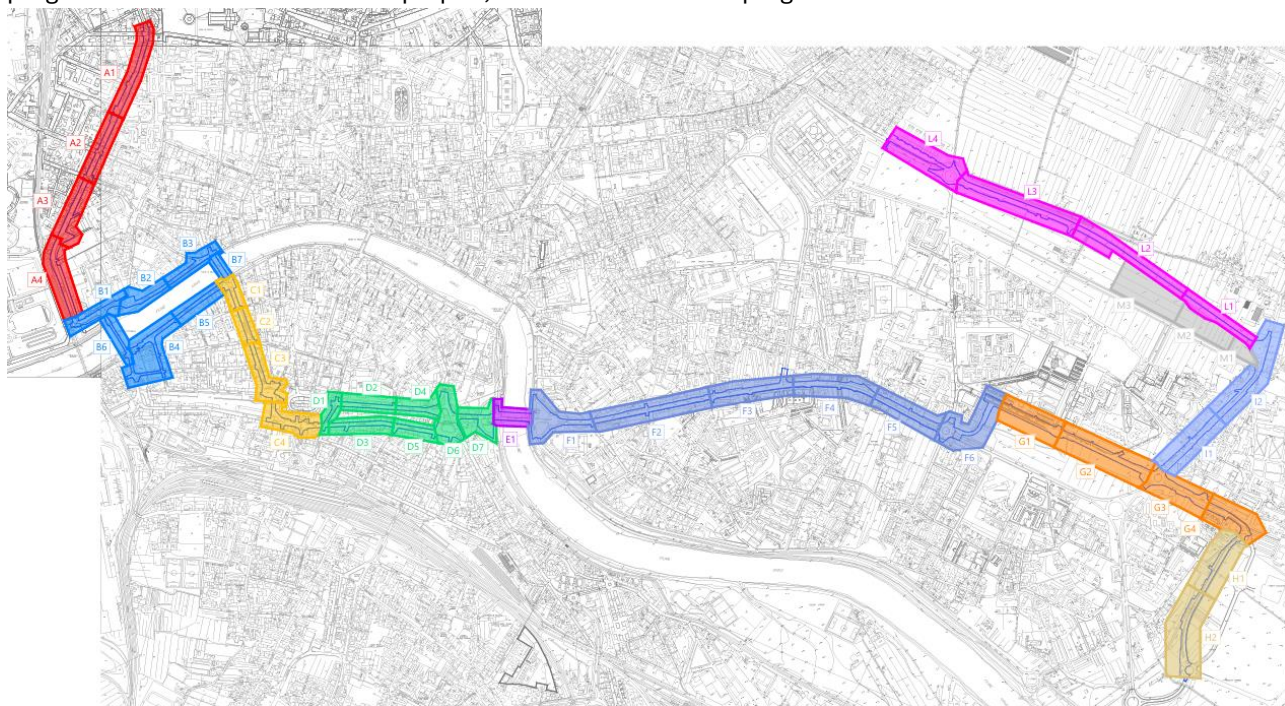


Figura 71 - Corografia di cantierizzazione

Progetto di cantierizzazione

Nel progetto della cantierizzazione per il Progetto del sistema tranviario di Pisa – Linea 1 saranno valutate la tipologia del tessuto urbano, la sua funzione territoriale e soprattutto le interferenze con la viabilità esistente e con l'ambiente attraversato, con particolare attenzione agli insediamenti ed alle attività presenti.

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

- 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;
- Individuazione delle aree logistiche e di stoccaggio provvisorio, in relazione al collegamento con la viabilità ordinaria esistente sul territorio e con le aree di lavorazione;

- Utilizzo per la realizzazione dell'opera della sola viabilità esistente, escludendo l'apertura di nuove piste, se non quelle interne al cantiere.

Organizzazione del cantiere

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

- L'individuazione degli accessi al cantiere dei mezzi pesanti in funzione della viabilità circostante e della viabilità interna al cantiere;
- La previsione di aree di cantiere da adibire a deposito materiale, installazione baracche, parcheggio mezzi, et cetera;
- La previsione di aree per il trattamento delle acque reflue del cantiere;
- Nell'organizzazione di dettaglio dei cantieri e durante la realizzazione delle opere si dovrà comunque tener presente i seguenti condizionamenti:
 - Garantire gli accessi ai mezzi di emergenza;
 - Garantire la realizzazione di itinerari alternativi, se necessari, per il traffico pubblico e privato in grado di garantire il più possibile livelli di sicurezza e livelli di prestazione analoghi a quelli originali;
 - Garantire la movimentazione dei mezzi pesanti al di fuori degli orari di punta del traffico cittadino;
 - Studiare la viabilità alternativa in funzione dell'entità del cantiere e della tipologia dello stesso;
 - Predisporre tutta la segnaletica orizzontale e verticale necessaria per la viabilità provvisoria; essa dovrà garantire condizioni di sicurezza, chiarezza e visibilità per il traffico pubblico e privato.

Recinzioni di cantiere

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

- Recinzione pesante;
- Recinzione leggera.

Recinzione pesante

Costituita da pannelli di griglia metallica tipo "orso grill" montata su New-Jersey in c.a. prefabbricati collegati fra di loro ed ancorati al suolo. Tale recinzione delimita il cantiere nei tratti in cui lo stesso si sviluppi lungo ad una strada con traffico veicolare durante le fasi di cantiere in cui sono presenti scavi e dislivelli. L'altezza totale della recinzione è di circa 310 cm.

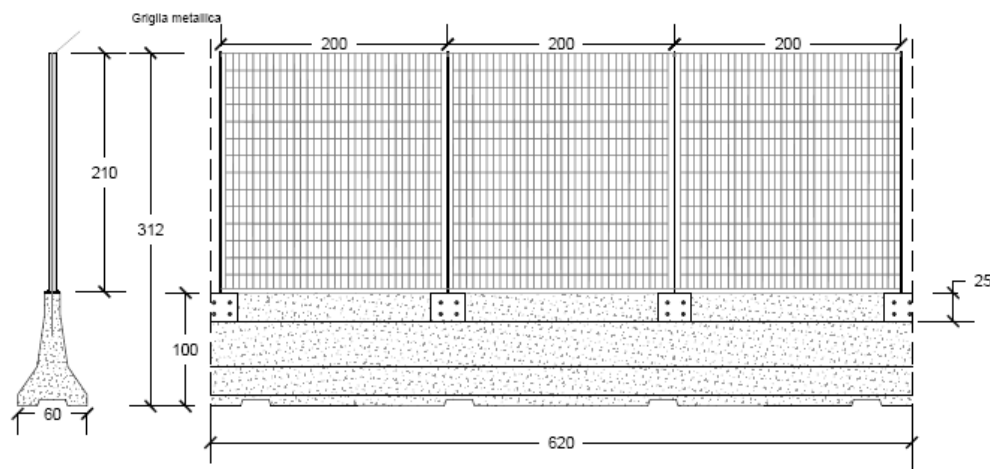


Figura 72 - Recinzione pesante

Recinzione leggera

Costituita da pannelli di griglia metallica costituita da rete elettrosaldata riquadrata da tubolari in acciaio del diametro di 4 cm tutto zincato a caldo, montata su piantane appoggiate sul terreno. Tale recinzione delimita il cantiere nei tratti in cui il cantiere deve possedere un fronte mobile senza particolari necessità di protezione dell'area di cantiere. L'altezza totale della recinzione è di circa 200 cm.

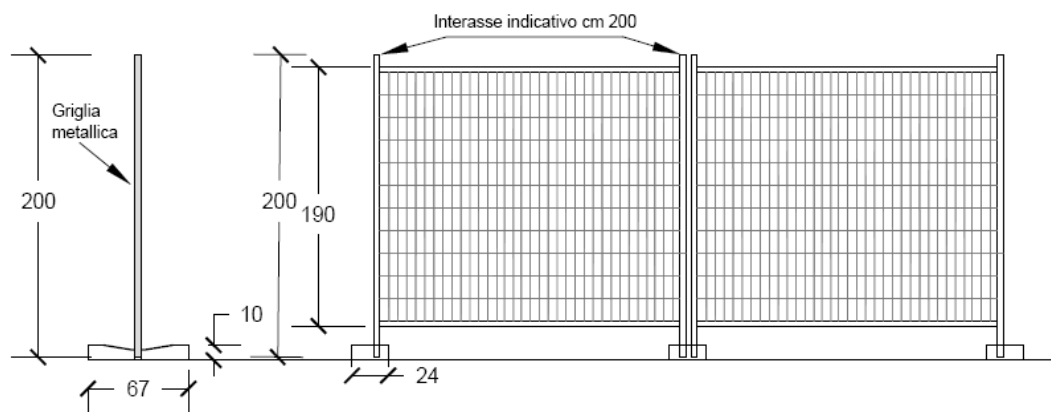


Figura 73 - Recinzione leggera

Quantificazione economica dell'intervento

Per le modalità ed i criteri di quantificazione economica, e conseguente stima dell'importo dei lavori si rimanda agli elaborati specifici: TRPI-IM-PRA-ECO-RL001, TRPI-IM-PRA-ECO-CM001, TRPI-IM-PRA-ECO-CM002.