

Regione Lombardia  
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE  
COMMESSA

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D.P.R.  
207/10

PROGRESSIVO  
ELABORATO

CATEGORIA  
OPERA

NUMERO  
OPERA

REVISIONE

SCALA

R 3 2

P

b

0 0 1

I T

- -

R 1

===

ELIMINAZIONE DI DUE P.L. NEL COMUNE DI MARIANO COMENSE

Progetto di fattibilità tecnica ed economica

SOTTOPASSI DI VIA SAN FRANCESCO E VIA XXIV MAGGIO  
RELAZIONI TECNICHE

Relazione tecnica opere civili stradali e strutturali

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1	11/2025	AGG. TARIFFE e INSERIMENTO CAPITOLO ALTERNATIVE PROGETTUALI		
	0	11/2023	PRIMA EMISSIONE		

NORD\_ING

**NORD\_ING Srl**  
**IL DIRETTORE TECNICO**  
Ing. Laura Stiriti

FERROVIENORD

**FERROVIENORD S.p.A.**  
**DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA**  
**IL DIRETTORE**  
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



Collaborazione

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

## Sommario

<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI .....</b>	<b>3</b>
1.1. Eliminazione P.L. di via San Francesco .....	3
1.2. Eliminazione P.L. di via XXIV Maggio .....	6
<b>PROGETTO STRADALE – COMUNE DI MARIANO COMENSE .....</b>	<b>10</b>
1.3. Normativa di riferimento .....	10
1.4. Tracciato stradale – sottopasso Via San Francesco .....	12
1.4.1. <i>Composizione della piattaforma stradale.....</i>	<i>12</i>
1.4.2. <i>Andamento plano-altimetrico sottopasso di Via San Francesco .....</i>	<i>12</i>
1.4.3. <i>Coordinamento plano-altimetrico .....</i>	<i>13</i>
1.5. Tracciato stradale – sottopasso Via XXIV Maggio .....	13
1.5.1. <i>Composizione della piattaforma stradale.....</i>	<i>14</i>
1.5.2. <i>Andamento plano-altimetrico .....</i>	<i>14</i>
1.5.3. <i>Coordinamento plano-altimetrico .....</i>	<i>15</i>
1.6. Risistemazione viabilità esistente e nuova viabilità .....	16
1.6.1. <i>Adeguamento Viale delle Rimembranze.....</i>	<i>16</i>
1.6.2. <i>Nuova viabilità accesso alle particelle 11818 e 3665 da via XXVI Aprile .....</i>	<i>18</i>
1.7. Elementi di completamento della sede stradale.....	20
1.7.1. <i>Segnaletica, sicurvia e recinzioni .....</i>	<i>20</i>
<b>OPERE D'ARTE E STRUTTURE .....</b>	<b>21</b>
1.8. Sottopasso stradale di Via San Francesco: opera di attraversamento .....	21
1.9. Sottopasso stradale di Via San Francesco: rampe e muri .....	23
1.10. Sottopasso stradale e ciclopedonale di Via XXIV Maggio: opera di attraversamento .....	26
1.11. Sottopasso stradale e ciclopedonale di Via XXIV Maggio: rampe e muri.....	28
1.12. Materiali .....	32

## **PREMESSA**

Il comune di Mariano Comense è attraversato, in direzione Nord - Sud, dalla linea ferroviaria a singolo binario Milano-Asso gestita da FERROVIENORD. Sul territorio comunale sono attualmente presenti tre passaggi a livello (PL), ubicati rispettivamente alla prog. Km 27+472 (via Isonzo), alla prog. Km 27+600 (via San Francesco) ed alla prog. Km 27+792 (via XXIV Maggio).

La presenza degli attraversamenti ferroviari, in considerazione anche della limitata distanza tra gli stessi e delle caratteristiche del contesto urbano in cui sono collocati, comporta delle criticità tipiche che si possono riassumere in:

- interruzione della continuità del tessuto urbano causata dall'infrastruttura ferroviaria;
- condizioni di congestionamento del traffico concentrate in corrispondenza dei PL;
- peggioramento progressivo della situazione a causa del continuo aumento dei volumi di traffico.

Pertanto, alla luce di quanto sopra esposto, di concerto con l'amministrazione comunale di Mariano Comense si è prevista la realizzazione di due nuovi sottopassi veicolari a seguito della chiusura del PL di Via San Francesco e del PL di Via XXIV Maggio.

Lo scopo della presente relazione tecnica è quello di riportare lo sviluppo degli studi preliminari specialistici relativamente alle opere civili stradali e strutturali relative all'intervento di soppressione dei passaggi a livello di Via San Francesco e di Via XXIV Maggio.

## **DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI**

### **1.1. Eliminazione P.L. di via San Francesco**

La soluzione di progetto per la soppressione del P.L. di via San Francesco alla prog. Km 27+600 della linea ferroviaria Milano-Asso prevede la realizzazione di un'opera sostitutiva costituita da un sottopasso stradale della sede ferroviaria.

Tale sottopasso, dato il contesto fortemente urbanizzato e le vincolanti condizioni al contorno, sarà realizzato in asse alla viabilità esistente di Via San Francesco e Via Vittorio Veneto.

Gli elementi che vincolano l'andamento piano altimetrico del sottopasso di progetto sono:

- La chiesa di San Francesco posta sulla medesima via;
- L'accesso carraio al civico num. 4 in Via Vittorio Veneto.

A seguito dei vincoli sopracitati, tale sottopasso sarà composto da una rampa posta in asse a via San Francesco (RAMPA SUD) con una pendenza del 10% circa; l'inizio della rampa avviene nelle immediate vicinanze della chiesa di San Francesco garantendone l'accesso e la piena fruibilità.

Dal manufatto di sottopasso, a mezzo di una rampa con pendenza del 9% circa posta in asse a via Vittorio Veneto (RAMPA NORD), ci si riporterà alla quota del piano di campagna (+251,79 m s.l.m.). La rampa terminerà alcuni metri prima dell'accesso carraio num. 4 in Via Vittorio Veneto in modo da garantirne l'usabilità.

La sezione stradale prevista è del tipo F urbana locale ad unico senso di marcia, con corsia di 3,25 m e banchine di 0,50 m.



Figura 0-1: Immagine viabilità di progetto STP Via San Francesco e nuova viabilità Via San Francesco e prolungamento Via Damino Chiesa

L'altezza libera assunta per il sottopasso è di 4,00 m (sufficiente a garantire il transito dei mezzi di soccorso)

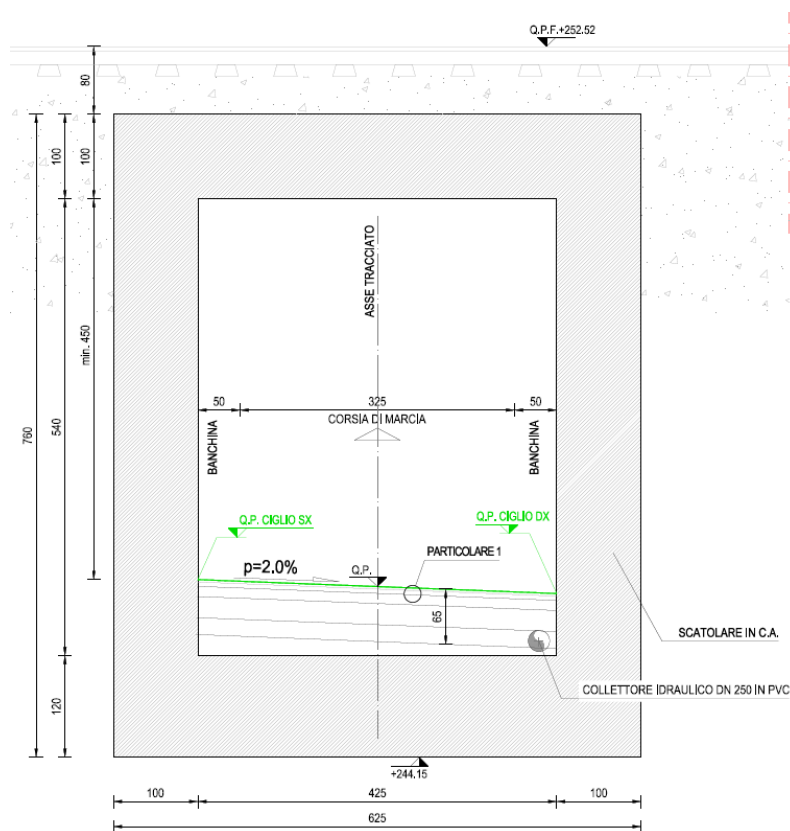


Figura 0-2: Sezione tipo scatolare

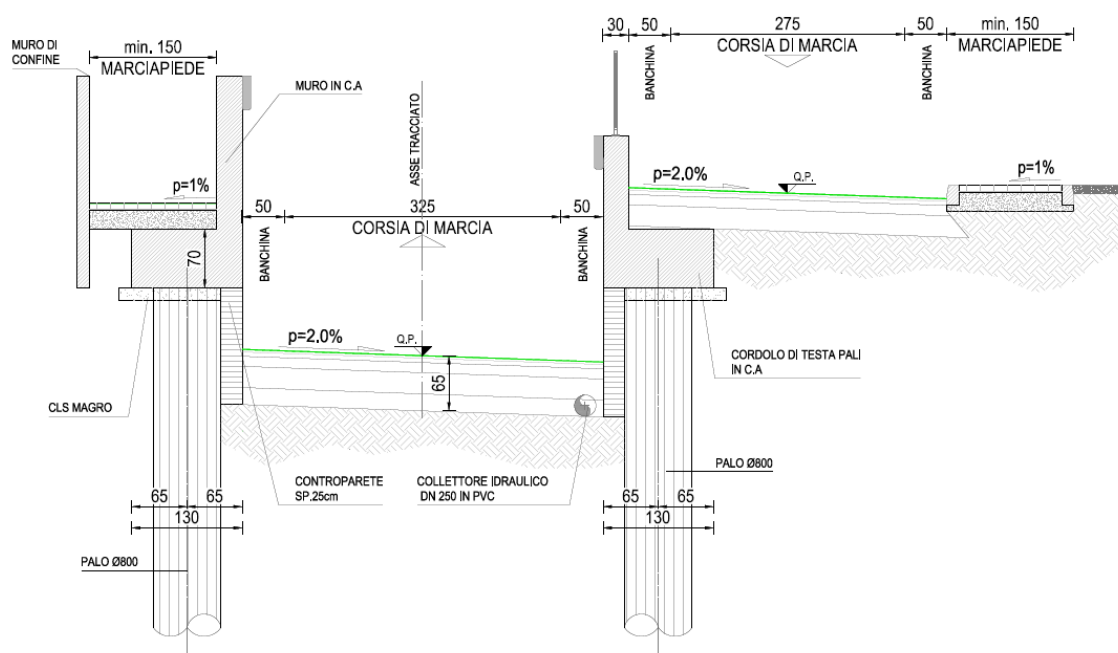


Figura 0-3: Sezione tipo stradale



I lavori connessi all'eliminazione del P.L. di Via San Francesco si completano con la risistemazione ed il potenziamento della viabilità di contorno come sottoindicato:

- Risistemazione ed allargamento dell'accesso al parcheggio di Via San Francesco;
- Realizzazione di un nuovo tronco di collegamento di categoria F Urbana Locale (corsia di 2,75m e banchine di 0,50m) per mantenere la connessione di Via San Francesco e Via Damiano Chiesa;
- Risagomatura e allargamento della sede viabile di Viale delle Rimembranze ad una sezione di categoria F Urbana Locale (corsia di 2,75 m e banchine di 0,50m). La nuova pavimentazione stradale sarà in masselli autobloccanti;
- Realizzazione di un marciapiede sul lato sinistro di Viale delle Rimembranze per garantire la continuità dei percorsi pedonali esistenti;
- Realizzazione di un marciapiede sul lato sinistro del sottopasso alla quota del piano campagna per mantenere il collegamento pedonale tra Via San Francesco e Via Damiano Chiesa;
- La realizzazione della rampa di sottopasso in Via San Francesco determina la divisione di Via Trento in due tronchi di strada a fondo cieco;
  - per permettere il doppio senso di circolazione nel tratto di Via Trento compreso tra Viale delle Rimembranze e Via San Francesco verranno eliminati 10 stalli di sosta;
  - il tratto di Via Trento compreso tra Via Piave e Via San Francesco diventerà una via a doppio senso di marcia. Il cambio del senso di circolazione non comporta nessun intervento di riqualifica della via;



Figura 0-4: Viale delle Rimembranze

### **1.2. Eliminazione P.L. di via XXIV Maggio**

La soluzione sviluppata per l'eliminazione del P.L. di via XXIV Maggio alla prog. Km 27+792 della linea ferroviaria Milano-Asso è quella che prevede la realizzazione del sottopasso in asse a Via XXIV Maggio e Via Carlo Mauri.

La soluzione progettuale parte dal presupposto che l'attraversamento in sottovia della linea ferroviaria venga realizzato garantendo una sezione tipo veicolare e ciclo-pedonale.

Gli elementi che vincolano l'andamento plano-altimetrico del sottopasso sono:

- Garantire l'accesso al parcheggio da Via San Francesco;
- Preservare l'intersezione tra Via Trento e Via XXIV Maggio;
- La presenza del piano interrato del condominio di Via Trento che si estende fino a circa 1 m dal confine della proprietà lato Via XXIV Maggio.

Dal punto di vista altimetrico l'intervento non è agevolato dal fatto che la quota attuale di via Carlo Mauri, posta a +257.80 m s.l.m. nel tratto in corrispondenza dell'innesto in rotatoria è maggiore rispetto alla quota dell'intersezione tra via XXIV Maggio e Via Trento (posta a +255.20 m s.l.m.).

A seguito dei vincoli sopracitati, tale sottopasso sarà composto da una rampa posta in asse a via XXIV Maggio (RAMPA NORD) con una pendenza del 10% circa che permette di raggiungere il manufatto di sottopasso posto al disotto del sedime ferroviario. L'inizio di tale rampa avviene dopo l'intersezione tra via Trento e Via XXIV Maggio. Dal manufatto di sottopasso, a mezzo di una rampa con pendenza di circa il 9% posta in asse a via Carlo Mauri (RAMPA SUD) ci si riporterà alla quota del piano campagna. La rampa sud terminerà circa 30 metri prima della rotatoria di Via Carlo Mauri.

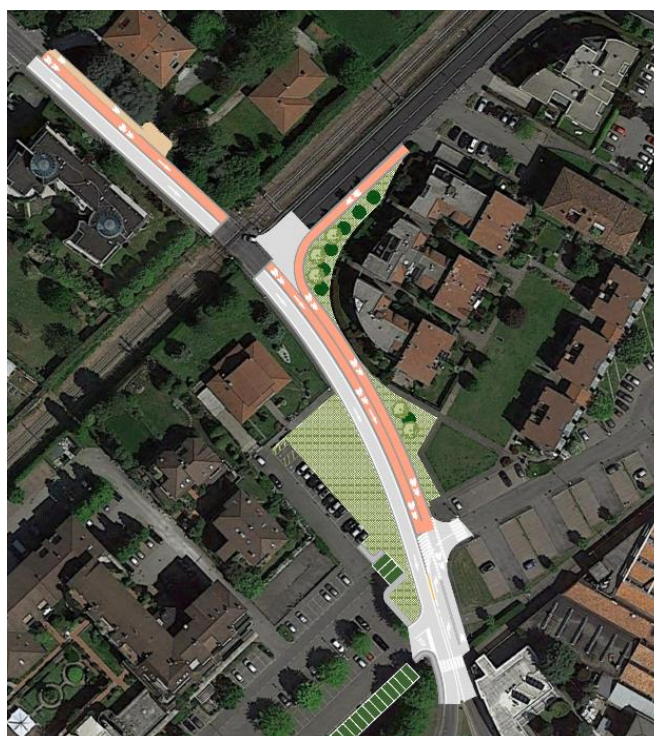


Figura 0-5: Nuovo Sottopasso Via XXIV Maggio

La sezione stradale prevista è del tipo F urbana locale ad unico senso di marcia con corsie larghe 3,25 m e banchine da 0,50 m. In affiancamento alla viabilità stradale è previsto un percorso ciclopeditonale sopraelevato rispetto alla viabilità stradale, in sede protetta, di larghezza pari a 2,50 m.

Altimetricamente il percorso ciclopeditonale presenta rampe di collegamento con pendenza all'8% interrotte ogni 10 metri da pianerottoli orizzontali di lunghezza pari a 1,5 m compatibile anche con le esigenze di accessibilità da parte dell'utenza debole.

L'intervento garantirà il mantenimento degli esistenti collegamenti ciclopeditonali presenti sul lato sud della linea ferroviaria.

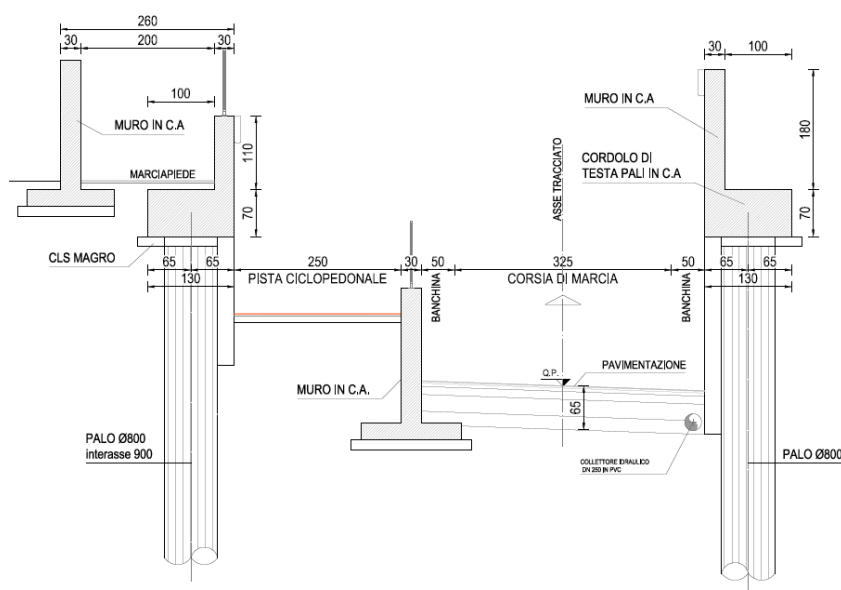


Figura 0-6: Sezione tipo Stradale STP Via XXIV Maggio

L'altezza libera assunta per il sottopasso è di 4.00 m (sufficiente a garantire il transito dei mezzi di soccorso)

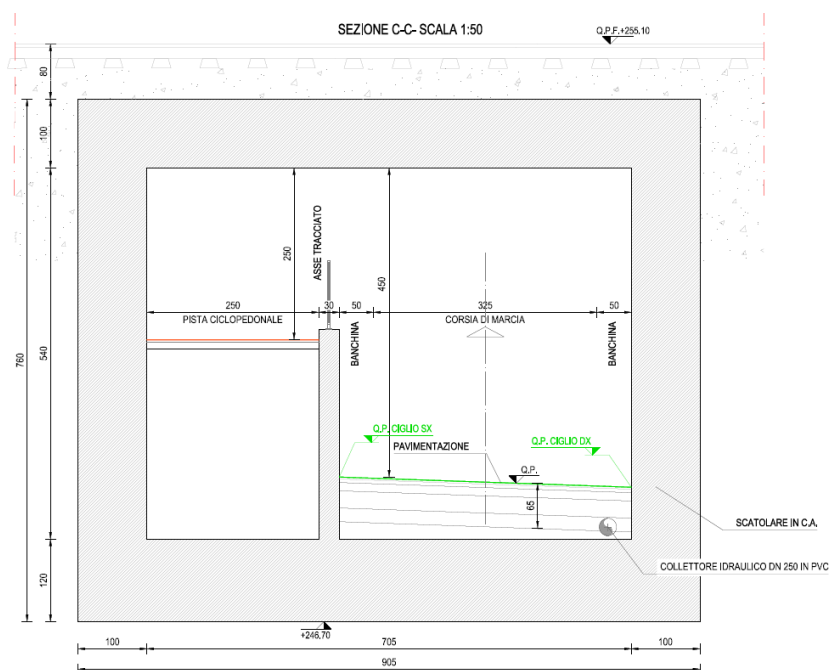


Figura 0-7: Sezione tipo scatolare



I lavori connessi all'eliminazione del P.L. di Via San Francesco si completano con la risistemazione ed il potenziamento della viabilità di contorno come sottoindicato:

- Traslazione dell'accesso al parcheggio di Via San Francesco;
- Realizzazione di un nuovo tratto di viabilità della lunghezza di 50m perpendicolare a Via XXVI Aprile per garantire gli accessi carrai e pedonali alle abitazioni censite con le particelle 11818 e 3665.

Il tratto nuovo di viabilità avrà una corsia per senso di marcia larga 2,75 m per senso di marcia e banchine di 0,50m;

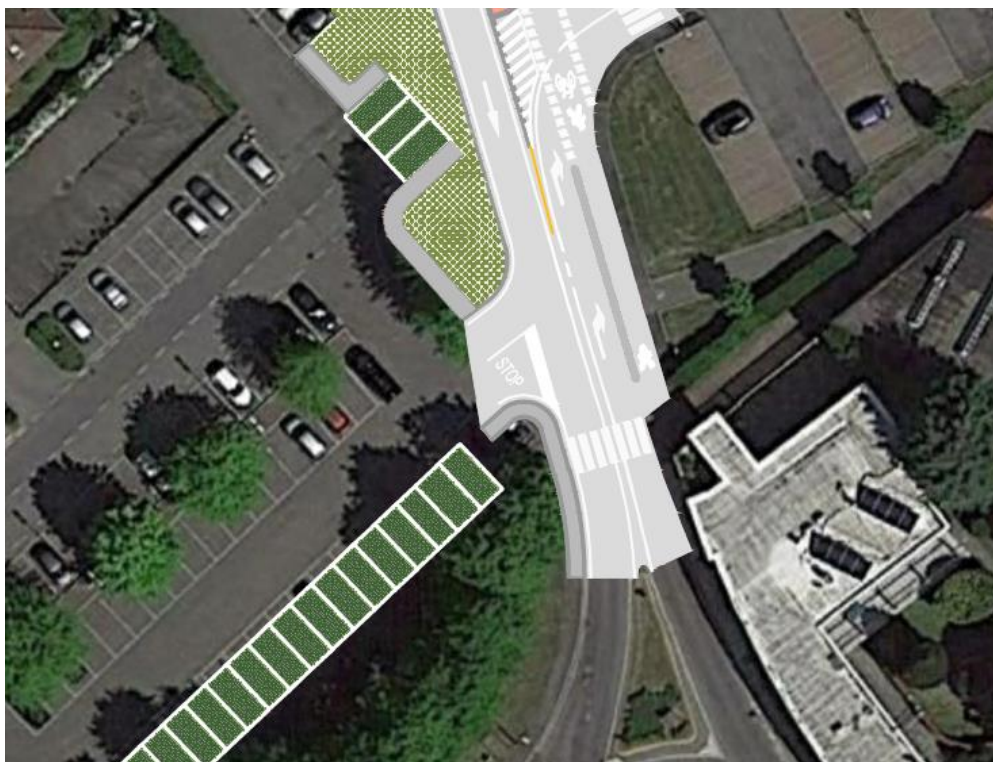


Figura 0-8: Nuovo accesso parcheggio di Via San Francesco da Via Carlo Mauri

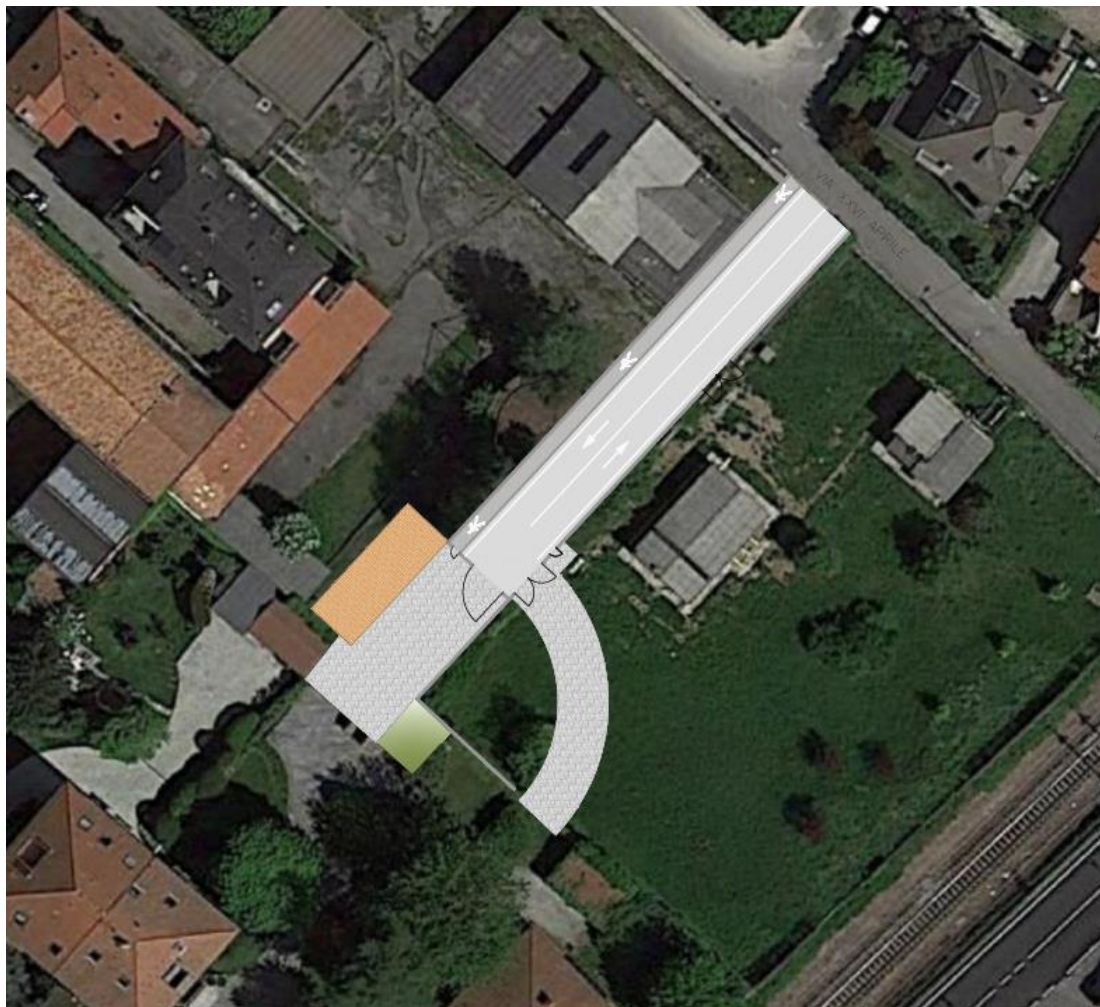


Figura 0-9: Nuova accesso privati da Via XXVI Aprile

## **PROGETTO STRADALE – COMUNE DI MARIANO COMENSE**

### **1.3. Normativa di riferimento**

La normativa di riferimento adottata per la progettazione degli elementi geometrici componenti l'andamento planimetrico e quello altimetrico è il D.M. 05/11/01 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione di strade" che attualmente regola le scelte nel campo della progettazione stradale, eccezion fatta per la progettazione funzionale e geometrica delle intersezioni, per la quale la normativa attualmente cogente è il D.M. 19/04/06 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali".

I tracciati in oggetto risultano infatti un adeguamento di strade esistenti che, ad oggi, ancora non ha riferimento una Normativa vigente. Restano comunque valide le indicazioni del DM 22/04/2004, dove si precisa che, le indicazioni del DM 05/11/2001, sono da trattarsi come riferimento a cui tenere nei casi di adeguamenti di viabilità esistenti.

L'impostazione progettuale adottata diviene pertanto un compromesso tra l'applicazione della normativa vigente ed il raggiungimento degli standard di sicurezza per l'opera da realizzare.

L'impostazione di base per la verifica del progetto parte dalla ricerca della massima velocità di progetto in corrispondenza della quale vengono soddisfatti tutti i requisiti di Norma, ciò, di fatto, corrisponde ad un declassamento del livello di servizio dell'opera, con conseguente diminuzione del limite di velocità imposto dal Nuovo Codice della Strada.

Nella fattispecie, la condizione predominante per la ricerca della massima velocità di progetto è individuata dalla presenza del sottopasso ferroviario e dai vincoli imposti dalle condizioni al contorno, per il quale è necessario garantire l'opportuna distanza di visuale libera.

I nuovi adeguamenti infrastrutturali sono in grado di soddisfare i requisiti di norma in relazione ad una  $V_{p,max}$  pari a 25 km/h sia per il sottopasso di via XXIV Maggio che per quello di via San Francesco.

La velocità di progetto adottate comportano l'inserimento del limite di velocità pari a 25 km/h da estendere sui relativi tratti di viabilità oggetto di intervento.

Si riportano nel seguito le normative e Linee Guida utilizzate nel presente progetto.

	RIFERIMENTO	TITOLO
STRADE		
1	Legge n° 156 del 9 novembre 2021	Disposizioni urgenti in materia di investimenti e sicurezza delle infrastrutture, dei trasporti e della circolazione stradale, per la funzionalità del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili, del Consiglio superiore dei lavori pubblici e dell'Agenzia nazionale per la sicurezza delle infrastrutture stradali e autostradali.
2	D. L.vo n. 285 del 30/04/1992	Nuovo Codice della Strada e S.M.I.
3	DPR n. 495 del 16/12/1992	Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada (G.U. 28.12.1982, N. 303 - suppl.) e S.M.I.
4	D.M. 05/11/2001	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e S.M.I.
5	D.M. 19/04/2006	Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali
6	C.N.R. n°178 15/09/95	Catalogo delle pavimentazioni stradali
PISTE CICLABILI		
7	D.M. 30/11/1999	Regolamento recante norme per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili
8	D.G.R.n.8018 del 27/12/1991 - Regione Veneto	Direttive e criteri tecnici per la programmazione, progettazione e realizzazione di infrastrutture ed attrezzature ciclabili
BARRIERE ARCHITETTONICHE		
9	D.P.R. 24/07/1996	Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici
10	D.G.R.V. n.509 02/03/2010	Prescrizioni tecniche atte a garantire la fruizione degli edifici residenziali privati, degli edifici residenziali pubblici e degli edifici e spazi privati aperti al pubblico
11	D.M. 14/06/1989	Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento delle barriere architettoniche
14	Decreto legislativo - 30/07/2012 - n. 151 - Persone invalide	Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495, concernente il regolamento di esecuzione e attuazione del Nuovo codice della strada, in materia di strutture, contrassegno e segnaletica per facilitare la mobilità delle persone invalide.
DISPOSITIVI DI SICUREZZA		
15	D.M. 18 febbraio 1992, n.223. (G.U. n.63 del 16.3.92)	Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza.
16	D.M. 21 giugno 2004, n. 2367 (G.U. n.182 del 5.8.04)	Aggiornamento del decreto 18 febbraio 1992, n. 223 e successive modificazioni
17	DIRETTIVA 25 agosto 2004, n. 3065 (G.U. n. 209 del 6.9.2004)	Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.
18	Circolare 27 luglio 2010	Uniforme applicazione delle norme in materia di progettazione, omologazione e impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali.
19	UNI EN 1317-1	Sistemi di ritenuta stradali Parte 1: Terminologia e criteri generali per i metodi di prova
20	UNI EN 1317-2	Sistemi di ritenuta stradali Parte 2: Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza inclusi i parapetti veicolari
21	UNI EN 1317-3	Sistemi di ritenuta stradali Parte 3: Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto
22	UNI EN 1317-5	Barriere di sicurezza stradali Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli

#### **1.4. Tracciato stradale – sottopasso Via San Francesco**

##### **1.4.1. Composizione della piattaforma stradale**

La piattaforma scelta per il sottopasso di progetto corrisponde alla categoria “F – Urbane” del D.M.05/11/01 e presenta le seguenti caratteristiche:

- Carreggiata a senso unico;
- Larghezza corsia di marcia pari a 3,25 m;
- banchine laterali pari a 0,50 m;
- larghezza totale pari a 4,25 m.

Per questo tipo di categoria stradale è previsto l'intervallo di velocità di progetto 25–60 km/h.

La nuova sovrastruttura stradale di progetto sarà costituita dai seguenti livelli:

- Sottofondazione con terreno di riporto del tipo A1-A, a2 o a4 – Spessore= 0,2 m
- Fondazione in misto granulare stabilizzato granulometricamente – Spessore= 0,25 m
- Stato di Base in Tout-Venant Bituminoso – Spessore= 0,12 m
- Strato di Binder – Spessore= 0,05 m
- Strato di Usura – Spessore= 0,03 m

##### **1.4.2. Andamento plano-altimetrico sottopasso di Via San Francesco**

Il tracciato di progetto ha inizio al termine del ramo di uscita della rotatoria di via San Francesco con un rettilo lungo circa 30 metri con una pendenza negativa del 1%. Il tracciato curva poi verso sinistra con un raggio di 30 metri continuando con un rettilo che prosegue la discesa di quota con una pendenza del 1%.

Il tracciato curva poi verso destra con una curva di raggio 85 metri per raccordarsi con una clotoide al rettilo posto in asse a Via San Francesco e Via Vittorio Veneto che permette di raggiungere il manufatto di sottopasso con una pendenza del 10,95% e superato il manufatto di sottopasso si raggiunge il punto di sbarco in Via Vittorio Veneto con una rampa con pendenza del 9,23%.

Per quanto concerne la viabilità secondaria di collegamento tra via San Francesco e Via Damiano Chiesa il tracciato si sviluppa in parallelo al sottopasso per i primi 150 m fino ad arrivare al parcheggio a servizio delle attività commerciali in Via San Francesco. Superato il parcheggio, il tracciato, passando al disopra del manufatto di sottopasso si ricollega a via Carlo Mauri tramite una sezione stradale a doppio senso di marcia (corsie 2,75m e banchine da 0,5 m).

Il tracciato della viabilità secondaria si sviluppa interamente alla quota del piano campagna esistente.



Dati i numerosi vincoli imposti:

- Dalla necessità di mantenersi all'interno del tessuto urbano esistente;
- Dalla necessità di dover realizzare il sottopasso in asse alla viabilità esistente;
- dalla necessità costruttiva di attraversare i binari con un monolite ad una inclinazione di 66°;

i raggi di curvatura, le clotoidi necessarie a raccordare i tratti curvilinei con i tratti rettilinei, la lunghezza di alcuni tratti in rettilineo ed alcuni elementi del profilo longitudinale non risultano verificati ai sensi del D.M. 05/11/2001.

Data la limitata velocità di percorrenza della strada, si ritiene comunque non vi siano problemi circa la sicurezza.

Dati i numerosi vincoli al contorno non è stato possibile l'inserimento degli allargamenti in curva per tutte le curve circolari del tracciato in oggetto.

Si devono aggiungere due considerazioni di tipo idraulico: per ottenere un corretto smaltimento delle acque di piattaforma ed evitare il ristagno delle acque, nel tratto del sottopasso compreso tra le rampe è stata fissata una pendenza dell'0,5% in modo che il punto a minor quota si trovi al di fuori del manufatto sul lato nord.

Per il sistema di smaltimento delle acque meteoriche si rimanda all'elaborato specifico "R32Pd001ID--R0\_Relazione idrologica – idraulica".

La successione delle livellette altimetriche ed i raggi di raccordo impiegati nel tracciamento del profilo longitudinale di progetto garantiscono la percorrenza in sicurezza del tracciato ad una velocità di 25 km/h in quanto è sempre garantita la visibilità per l'arresto del veicolo di fronte a eventuali ostacoli presenti sulla carreggiata stradale con riferimento al paragrafo 5.1.2. del D.M. 2001.

#### **1.4.3. Coordinamento piano-altimetrico**

In base a quanto previsto dal D.M. 05/11/2001, la corretta progettazione stradale necessita del coordinamento fra il tracciato planimetrico e quello altimetrico, al fine di garantire la corretta percezione del nastro stradale nello spazio, evitando improvvise variazioni delle linee prospettiche.

Nel caso in oggetto, i vincoli planimetrici non consentono il pieno rispetto di tali accorgimenti, ma si ritiene comunque che non sussistano difetti ottici rilevanti, in considerazione della limitata velocità di percorrenza.

#### **1.5. Tracciato stradale – sottopasso Via XXIV Maggio**

### **1.5.1. Composizione della piattaforma stradale**

La piattaforma scelta per il sottopasso di progetto corrisponde alla categoria “F – Urbane” del D.M.05/11/01, e presenta le seguenti caratteristiche:

- Carreggiata a senso unico;
- Larghezza corsia di marcia pari a 3,25 m;
- banchine laterali pari a 0,50 m;
- larghezza totale sede viabile pari a 4.25 m.

Per questo tipo di categoria stradale è previsto l’intervallo di velocità di progetto 25–60 km/h.

Lungo tutto lo sviluppo del sottopasso, la sede stradale sarà affiancata da un percorso ciclopedonale, sopraelevato rispetto alla sede stradale, di sezione pari a 2,50 m. La larghezza complessiva sarà quindi di 7,05 m al netto degli allargamenti necessari per la realizzazione delle strutture di sostegno.

La sovrastruttura stradale di progetto sarà costituita dai seguenti livelli:

- Sottofondazione con terreno di riporto del tipo A1-A, a2 o a4 – Spessore= 0,2 m;
- Fondazione in misto granulare stabilizzato Granulometricamente – Spessore= 0,25 m;
- Stato di Base in Tout-Venant Bituminoso – Spessore= 0,12 m;
- Strato di Binder – Spessore= 0,05 m;
- Strato di Usura – Spessore= 0,03 m.

Per le stratigrafie delle pavimentazioni di progetto del percorso ciclopedonale e del percorso pedonale si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

### **1.5.2. Andamento piano-altimetrico**

Il tracciato di progetto ha inizio a Nord della linea ferroviaria 10 m dopo l’intersezione tra Via Trento e Via XXIV Maggio.

A partire dall’incrocio sopracitato l’asse stradale incomincia con un rettilineo di circa 45 m seguendo il profilo del piano di campagna ed in seguito scende di quota con pendenza del 11% e deviando verso destra con una curva di raggio 225 m oltrepassa i binari. Superato il manufatto di sottopasso, il tracciato, si riporta alla quota di Via Carlo Mauri con una pendenza del 10% andando ad innestarsi con l’ingresso in rotatoria tramite un rettilineo di lunghezza pari a circa 17 m.

Dato il contesto fortemente urbanizzato e la presenza di numerosi vincoli al contorno non è possibile inserire allargamenti in curva, si è optato pertanto per l’inserimento di una curva di raggio 225 m con lo scopo di consentire la sicura iscrizione dei veicoli nel tratto curvilineo e allo stesso tempo di rispettare quanto prescritto dal D.M. 2001 al Cap. 5.2.7 Allargamento della carreggiata in curva.

Il percorso stradale sarà affiancato sul lato sinistro da un percorso ciclopedonale. Per tale percorso si è studiato un profilo altimetrico differente rispetto a quello stradale prevedendo, in accordo al D.M. 14/06/1989 e per permettere la fruibilità anche ai portatori di disabilità, rampe di lunghezza massima 10 m con una pendenza massima dell'8% intervallate da pianerottoli di 1,50m.

Il sottopasso stradale presenta una larghezza netta interna di 7,05 m e sarà completamente realizzato gettato in opera; la lunghezza del monolite è stata determinata in modo da garantire i franchi laterali minimi per le linee ferroviarie.

Dal punto di vista altimetrico, rispettando il franco minimo di 4 m tra l'intradosso del monolite e il piano di rotolamento, il sottopasso insiste tra due raccordi concavi del tracciato il cui punto a minor quota è stato progettato al di fuori del manufatto sul lato sud, in modo da garantire un corretto smaltimento delle acque di piattaforma ed evitare il ristagno delle acque all'interno del manufatto di sottopasso.

Le acque saranno convogliate in una apposita vasca connessa al punto più basso del tracciato ed allontanate mediante pompaggio.

La successione delle livellette altimetriche ed i raggi di raccordo impiegati nel tracciamento del profilo longitudinale di progetto garantiscono la percorrenza del tracciato a velocità di 25 km/h in condizioni di sicurezza da un punto di vista altimetrico, in quanto è sempre garantita la visibilità per l'arresto del veicolo di fronte a eventuali ostacoli presenti sulla carreggiata stradale con riferimento al paragrafo 5.1.2. del D.M. 2001 (due dei parametri da cui dipende il valore di tale distanza sono la velocità di percorrenza e la pendenza longitudinale del tracciato).

### **1.5.3. Coordinamento piano-altimetrico**

In base a quanto previsto dal D.M. 05/11/2001, la corretta progettazione stradale necessita del coordinamento fra il tracciato planimetrico e quello altimetrico, al fine di garantire la corretta percezione del nastro stradale nello spazio, evitando improvvise variazioni delle linee prospettiche.

Ciò può essere ottenuto distanziando quanto più possibile i raccordi verticali dai punti di tangenza delle curve planimetriche; in alternativa, la sovrapposizione fra il raccordo altimetrico e quello planimetrico non causa problemi di percezione se i vertici delle due curve coincidono, garantendo possibilmente che le lunghezze dei due raccordi siano dello stesso ordine di grandezza o comunque se il rapporto fra il raggio verticale e quello orizzontale è maggiore o uguale a 6.

Nel caso in oggetto, i vincoli planimetrici non consentono il pieno rispetto di tali accorgimenti, in particolare i raccordi altimetrici del sottopasso di progetto, si sovrappongono alla curva planimetrica di raggio 225m e alle sue clotoidi. Si ritiene comunque che non sussistano difetti ottici rilevanti, in considerazione della limitata velocità di percorrenza.

## 1.6. Risistemazione viabilità esistente e nuova viabilità

### 1.6.1. Adeguamento Viale delle Rimembranze

L'intervento di adeguamento di Viale delle Rimembranze si rende necessario a seguito dei nuovi sensi di marcia che vengono a crearsi con la realizzazione dei sottopassi di Via XXIV Maggio e Via San Francesco. Nel nuovo sistema di viabilità, Viale delle Rimembranze è la via che consente l'accesso alla viabilità principale per i residenti di Via Trento.

L'intervento prevede l'allargamento della sede viabile di Viale delle Rimembranze adeguandola ad una categoria "F – Urbane" del D.M.05/11/01. La piattaforma stradale di progetto avrà una corsia di marcia larga 2,75 m con banchina laterale di 0,50 m per una larghezza totale della carreggiata stradale pari a 3.75 m.

L'intervento è completato dalla:

- realizzazione di aiuole a verde delimitate da cordoli insormontabili su entrambi i lati della strada;
- realizzazione sul lato sinistro della strada, tra il confine delle proprietà private e l'aiuola a verde, di un marciapiede largo 1,5m per garantire la continuità dei percorsi pedonali esistenti e l'accesso alle abitazioni;

La nuova sovrastruttura stradale di progetto sarà in masselli autobloccanti e sarà costituita dai seguenti livelli:

- Terreno di riporto del tipo A1-A, a2 o a4 – Spessore= 0,3 m
- Misto granulare stabilizzato Granulometricamente – Spessore= 0,3 m
- Sabbia di Allettamento – Spessore= 0,04 m
- Masselli cementizi autobloccanti – Spessore= 0,08 m

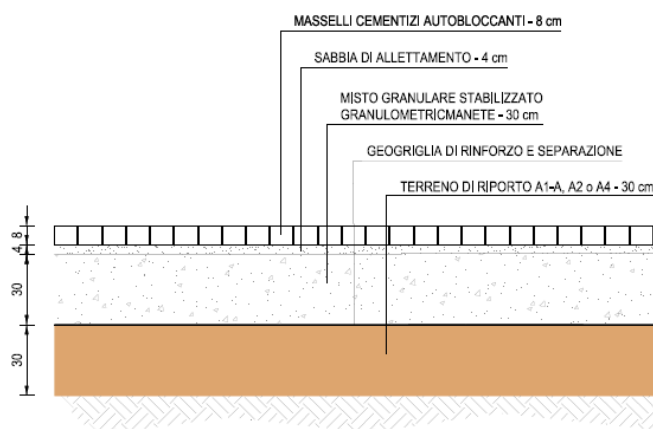


Figura 0-1: Stratigrafia di progetto Viale delle Rimembranze

Lo scopo dell'intervento è quello di migliorare la regolarità della sede viabile attuale e, con l'inserimento di un marciapiede, aumentare la sicurezza per l'utenza debole.

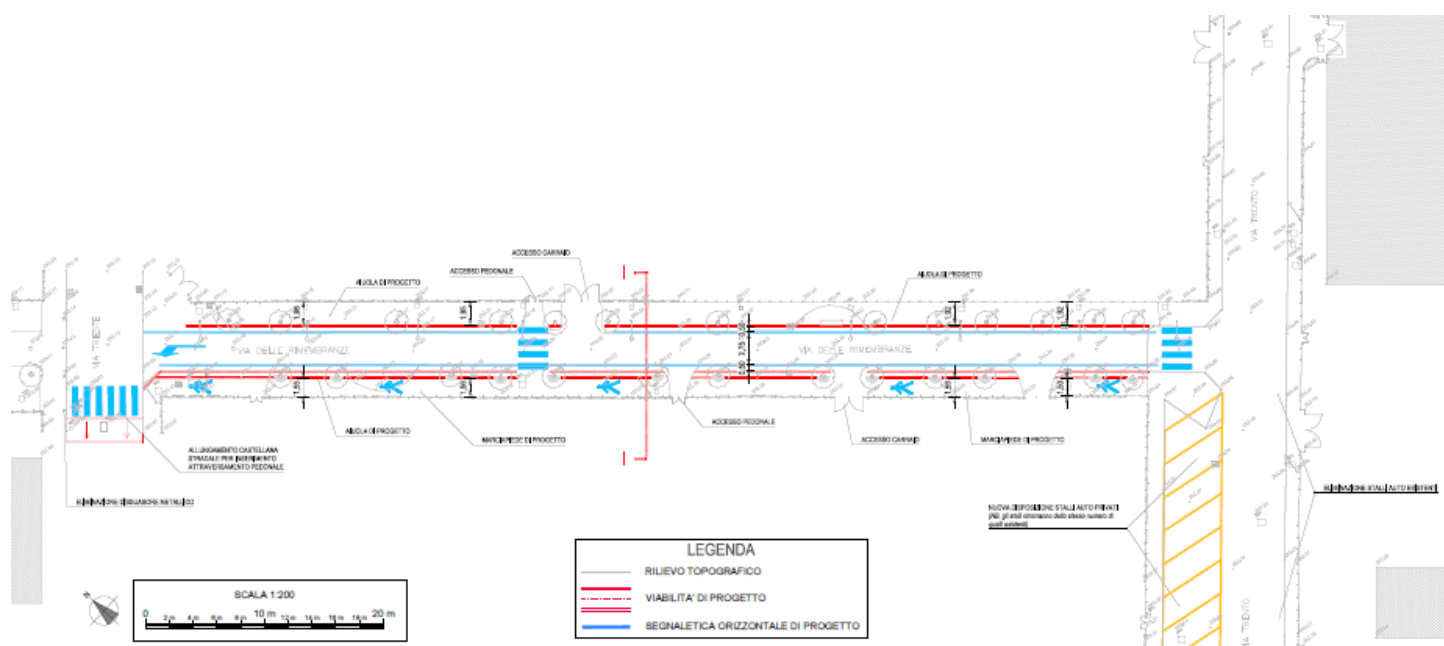


Figura 0-2: Viale delle Rimembranze - Planimetria



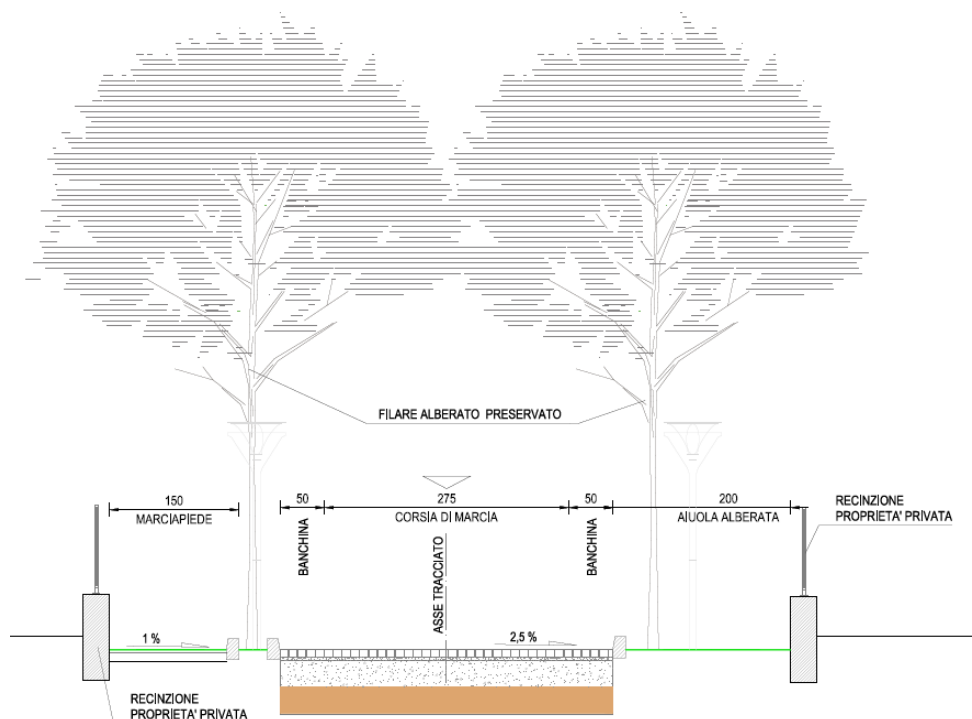


Figura 0-3: Viale delle Rimembranze - Planimetria

### **1.6.2. Nuova viabilità accesso alle particelle 11818 e 3665 da via XXVI Aprile**

La chiusura del passaggio a livello di Via XXIV Maggio e la contestuale realizzazione del relativo sottopasso interclude l'accesso carraio alle proprietà ubicate in Via XXIV Maggio e censite con le particelle 11818 e 3665.

Gli accessi carrai interclusi dalla rampa nord del sottopasso in oggetto verranno garantiti mediante la realizzazione di un nuovo tratto di strada che permette l'accesso alle particelle 11818 e 3665 da via XXVI Aprile.

L'area sulla quale si realizza la strada è proprietà di 2iReteGas S.p.A. censita al foglio 912 con particella 4747.

La piattaforma scelta per la nuova viabilità corrisponde alla categoria "F – Urbane" del D.M.05/11/01, e presenta le seguenti caratteristiche:

- Larghezza totale sede carrabile pari a 6,5 m
- Larghezza corsia di marcia pari a 2,75 m
- Larghezza banchina transitabile pari a 0,5 m;
- Pendenza trasversale a falda unica pari a 2,5%;
- Marciapiede sul lato destro della carreggiata di larghezza pari a 1,5 m.

La nuova sovrastruttura stradale di progetto sarà costituita dai seguenti livelli:

- Sottofondazione con terreno di riporto del tipo A1-A, a2 o a4 – Spessore= 0,2 m;

- Fondazione in misto granulare stabilizzato Granulometricamente – Spessore= 0,25 m;
- Stato di Base in Tout-Venant Bituminoso – Spessore= 0,12 m;
- Strato di Binder – Spessore= 0,05 m;
- Strato di Usura – Spessore= 0,03 m.

Per la stratigrafia del percorso pedonale si rimanda agli elaborati grafici di progetto specifici.

Sulla nuova viabilità saranno presenti inoltre:

- Accesso carraio e pedonale per accedere alla particella 11818;
- Accesso carraio e pedonale per accedere alla particella 3665;
- Accesso carraio posto sul lato sinistro a circa metà della nuova viabilità per permettere l'accesso all'area di proprietà di 2iReteGas identificata alla particella 4074.

Nell'area in oggetto è presente un impianto cabina Re.mi.

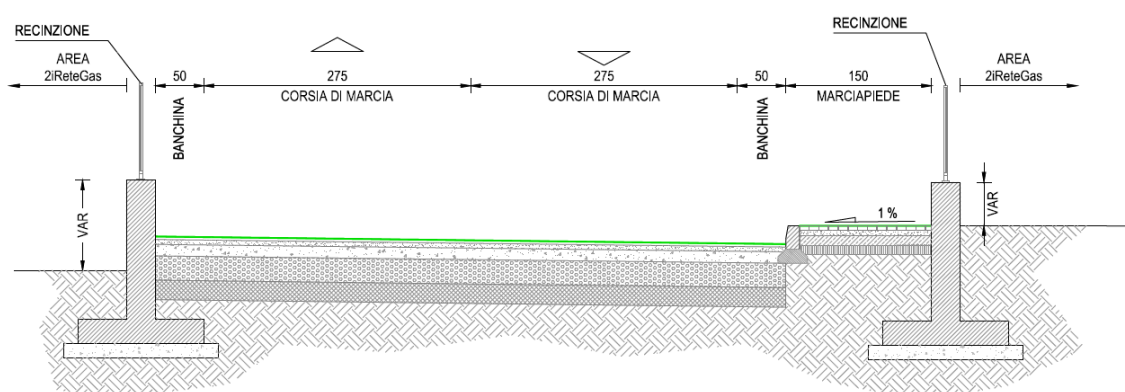


Figura 0-4: Sezione Tipo nuova viabilità accesso privati

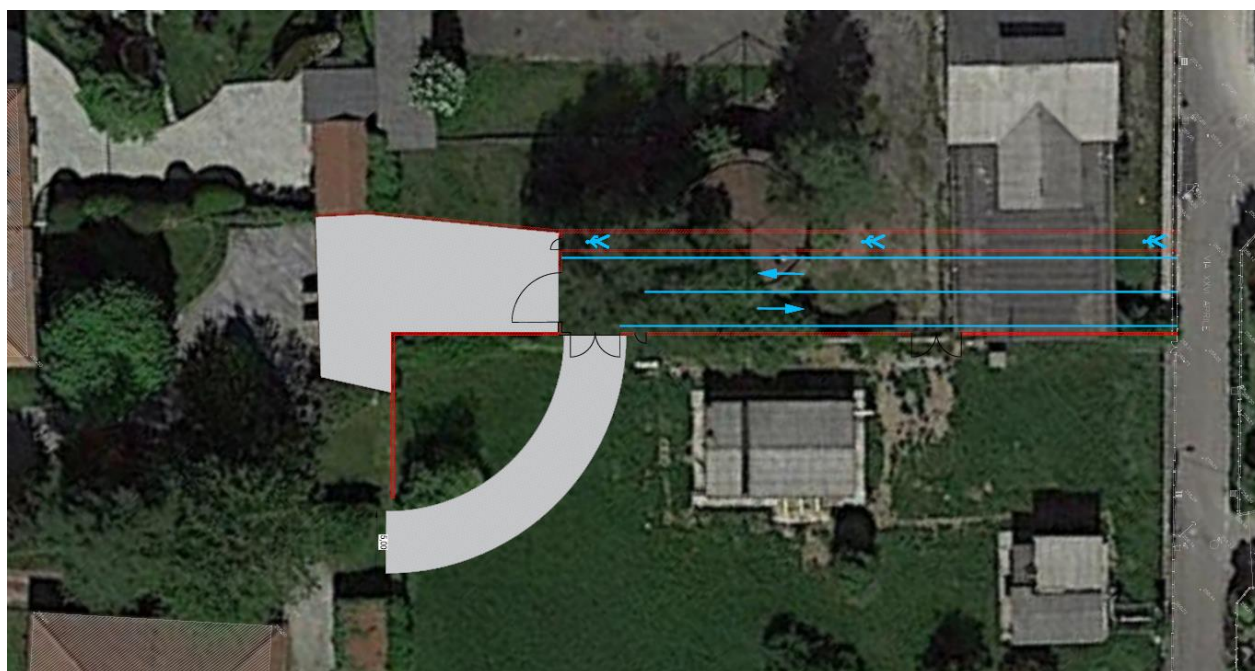


Figura 0-5: Planimetria di progetto nuova viabilità accesso privati

## **1.7. Elementi di completamento della sede stradale**

### **1.7.1. Segnaletica, sicurvia e recinzioni**

Trattandosi di una fase di progettazione di fattibilità tecnica ed economica non vengono prodotti elaborati grafici specifici in merito a segnaletica, sicurvia e recinzioni; il progetto tiene però sommariamente conto, in sede di computo, della segnaletica orizzontale e verticale, attraverso la quale vengono individuati gli spazi, gli obblighi ed i divieti cui devono attenersi gli utenti nel percorrere l'infrastruttura. In particolare, oltre agli usuali cartelli posti in prossimità delle intersezioni, vanno introdotti dei cartelli che limitano la velocità a 25 km/h nelle rampe del sottopasso.

Si prevede inoltre nuova segnaletica orizzontale e verticale per la regolamentazione dei nuovi sensi di marcia che si verranno a creare a seguito della realizzazione dei sottopassi di progetto e dei conseguenti interventi di ammodernamento della viabilità esistente.

Sulla base del D.M. 21/06/04 "Istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali", riguardo le zone da proteggere mediante sicurvia, si conclude che nessun punto specifico necessita di sicurvia lungo l'asta principale e nelle strade secondarie.

## **OPERE D'ARTE E STRUTTURE**

Le opere d'arte principali del presente progetto di fattibilità tecnica ed economica sono:

- il sottopasso stradale di via San Francesco realizzato in opera sotto la linea ferroviaria;
- le rampe di accesso del sottopasso ed opere di sostegno scavi di Via San Francesco;
- il sottopasso stradale e ciclopedonale di via XXIV Maggio realizzato in opera sotto la linea ferroviaria;
- le rampe di accesso del sottopasso e opere di sostegno scavi di Via XXIV Maggio;

### **1.8. Sottopasso stradale di Via San Francesco: opera di attraversamento**

Il sottopasso scatolare in CA presenta le seguenti caratteristiche geometriche:

- Larghezza netta interna strutturale: 4,25 m;
- Larghezza complessiva esterna strutturale:  $m\ 4,25 + 2 \cdot 1,00$  (piedritti) = 6,25 m;
- Altezza netta interna strutturale (min.): 5,40 m;
- Altezza complessiva esterna strutturale: 5,40 m + 1 (soletta superiore) + 1,2 (soletta inferiore) = 7,60m;
- Lunghezza  $\cong 22,9$  m (in asse strada);
- Distanza piano del ferro estradosso strutturale: min. 80 cm

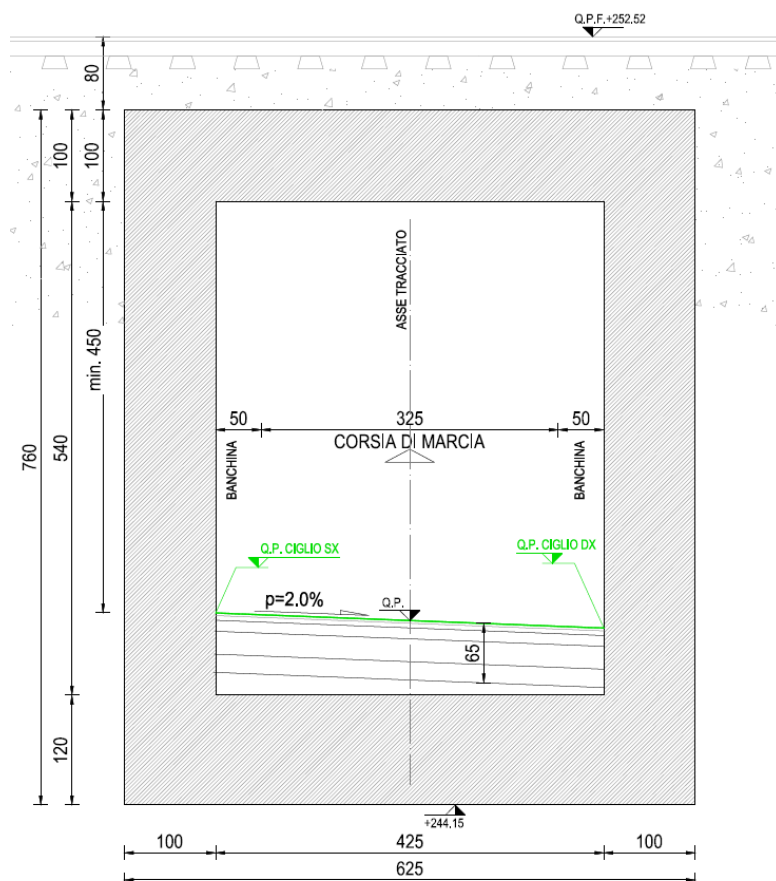


Figura 0-1: Sezione tipo sottopasso stradale Via San Francesco

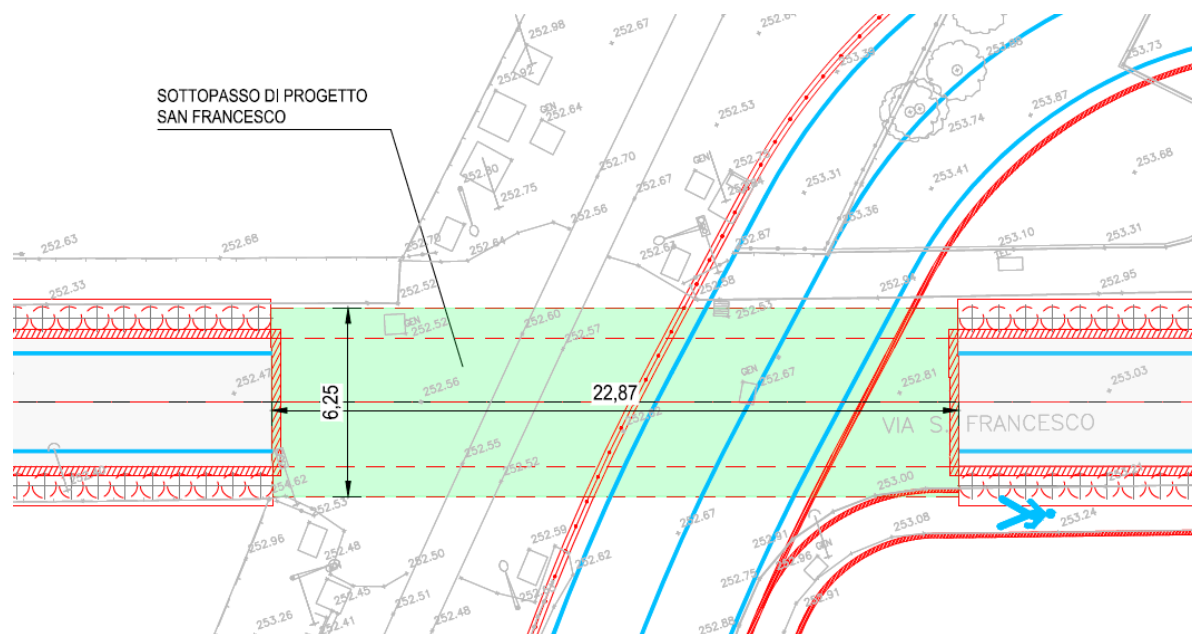


Figura 0-2: Pianta sottopasso stradale Via San Francesco

La ridotta disponibilità di aree e la presenza di edifici nelle immediate vicinanze del luogo dell'intervento rende impossibile la realizzazione di una fossa che consenta il varo a spinta del sottopasso; la necessità di garantire la continuità dell'esercizio ferroviario rende invece difficoltosa l'adozione di una soluzione prefabbricata; pertanto, il monolite sarà realizzato e gettato in opera.

Il sostegno degli scavi, necessari alla formazione dello spazio sufficiente per realizzare il manufatto di sottopasso in sito, avverrà mediante la realizzazione di una paratia di micropali per una lunghezza complessiva di circa 82 metri.



### 1.9. Sottopasso stradale di Via San Francesco: rampe e muri

Il nuovo tracciato stradale si sviluppa interamente in trincea; l'impossibilità di realizzare scarpate di scavo per la ridotta disponibilità di aree e la presenza di edifici esistenti nell'immediata vicinanza dei luoghi d'intervento, rende necessario l'esecuzione di opere di sostegno degli scavi.

Tali opere, saranno progettate con caratteristiche prestazionali tali da poter essere considerate definitive.

Il sostegno degli scavi necessario alla realizzazione del sottopasso avverrà mediante pali trivellati posti per tutta la lunghezza delle rampe di accesso ai sottopassi.

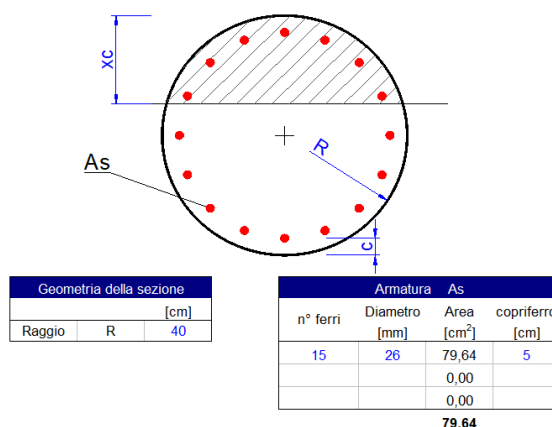
La scelta di inserire pali trivellati lungo tutto il percorso delle rampe del sottopasso risponde a due precise intenzioni:

1. L'impossibilità di procedere allo scavo con pendenza naturale, essendo presenti edifici e infrastrutture nelle immediate vicinanze delle rampe di progetto;
2. Ridurre le interferenze con edifici e infrastrutture posti nelle immediate vicinanze delle rampe di sottopasso.

Per il dimensionamento di massima delle opere di presidio degli scavi, sono state considerate le sezioni più critiche della rampa, che risultano essere:

- Le sezioni in cui il sottopasso si avvicina maggiormente agli edifici esistenti;
- Le sezioni dove la profondità di scavo è massima.

Il palo di progetto considerato ha le seguenti caratteristiche:



Le varie tipologie di opere di sostegno previste sono le seguenti:

Tipologia palo	Hscavo	Linfissione	Lpalo	Interesse	Diametro
-	m	m	m	m	m
1	8,0	8,0	19,0	0,9	0,80
2	7,0	8,0	15,0	0,9	0,80
3	5,0	7,0	12,0	0,9	0,80
4	3,0	6,0	9,0	0,9	0,80

La specifica tecnica realizzativa verrà definita nelle successive fasi progettuali.

La classica tecnica CFA prevede l'utilizzo di una trivella avvitata nel terreno in fase di perforazione e successivamente svitata in fase di getto del cls dall'asta di perforazione; nel caso specifico si ipotizza il sostegno, parziale o per l'intera lunghezza, del foro con una camicia metallica in avanzamento.

La tecnica CAP consiste invece nell'eseguire pali trivellati mediante un'elica continua coassiale ad un rivestimento esterno. Elica e rivestimento sono azionati da due rotary indipendenti e reciprocamente controrotanti, che scorrono lungo l'antenna della perforatrice.

Le due rotary possono scorrere in maniera indipendente lungo l'antenna, consentendo quindi l'avanzamento relativo dell'una rispetto all'altra a seconda del tipo di terreno da scavare.

A ridosso della paratia verrà successivamente eseguita la rifodera con una controparete prefabbricata dello spessore di 25 cm.

In testa alla paratia di pali sarà realizzata una trave di coronamento con dimensioni 1,30x0,70m, nonché un muro di sostegno con altezza minima pari a 1,00m.

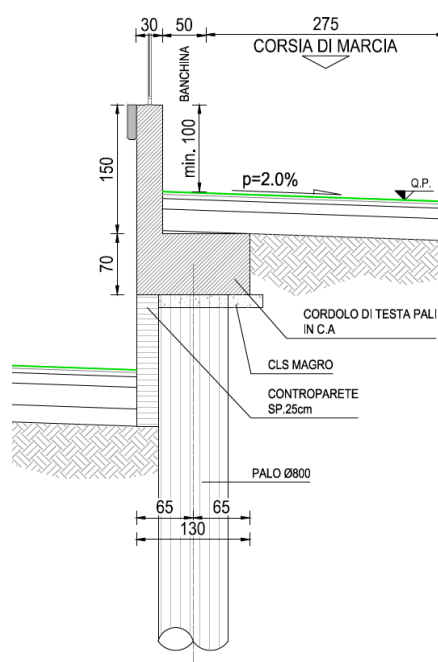


Figura 0-3: Particolare tipologico paratia pali con muro stradale

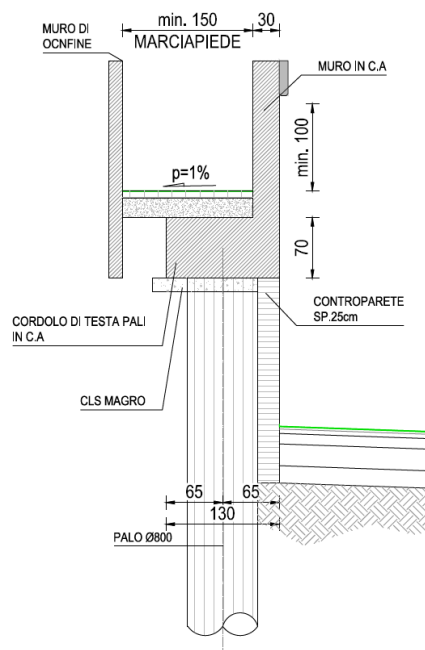


Figura 0-4: Particolare tipologico paratia pali con muro marciapiede

- Larghezza netta interna strutturale: 7,05 m;
- Larghezza complessiva esterna strutturale: m  $7,05 + 2 \cdot 1,00$  m (piedritti) = 9,05 m;
- Altezza netta interna strutturale (min.): 5,40 m;
- Altezza complessiva esterna strutturale: 5,40 m + 1 m (soletta superiore) + 1,2 m (soletta inferiore) = 7,60 m;
- Lunghezza struttura  $\cong 17,9$  m (in asse strada);
- Distanza piano del ferro estradosso strutturale: min. 80 cm

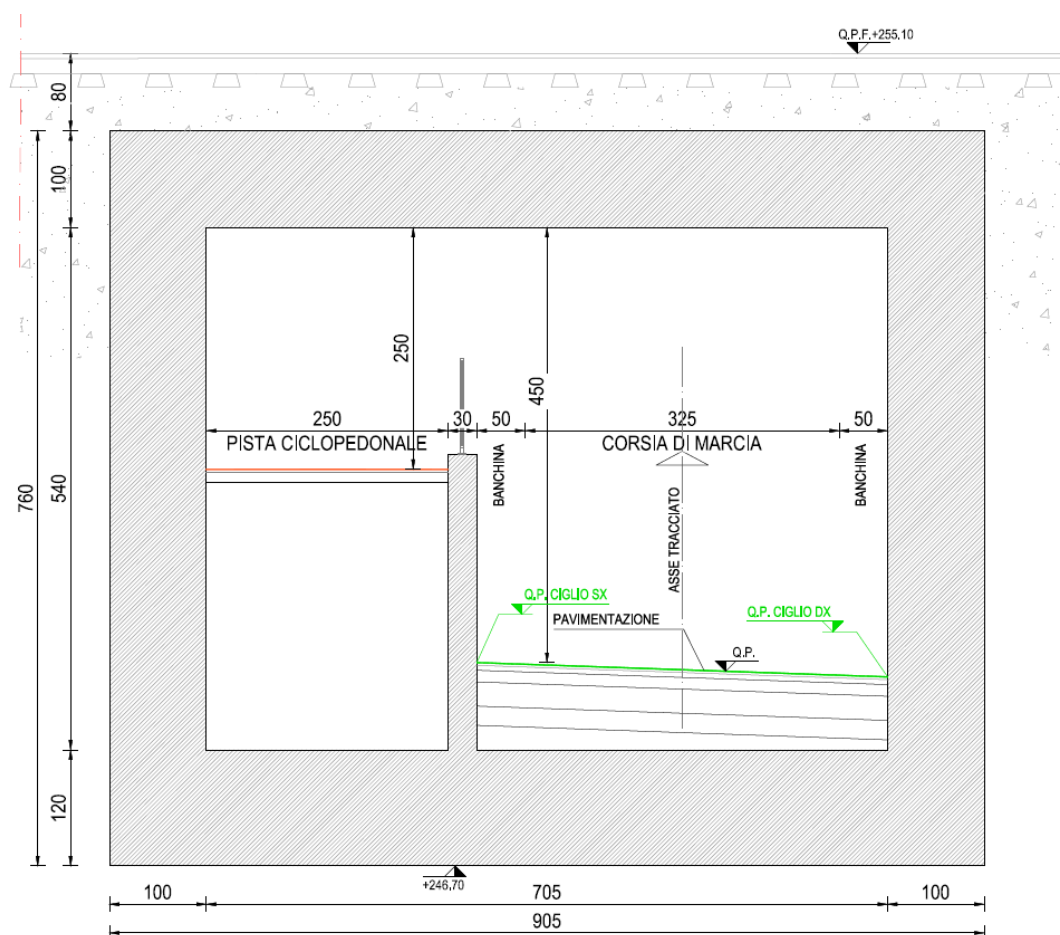
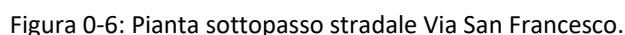


Figura 0-5: Sezione tipo manufatto di sottopasso via XXIV Maggio



Il sostegno degli scavi, necessari alla formazione dello spazio sufficiente per realizzare il manufatto di sottopasso in sito, avverrà mediante la realizzazione di una paratia di micropali per una lunghezza di circa 46 metri;

### 1.11. Sottopasso stradale e ciclopedonale di Via XXIV Maggio: rampe e muri

Il nuovo tracciato stradale si sviluppa interamente in trincea; l'impossibilità di realizzare scarpate di scavo per la ridotta disponibilità di aree e la presenza di edifici esistenti nell'immediata vicinanza del luogo d'intervento, rende necessario l'esecuzione di opere di sostegno degli scavi.

Tali opere, saranno progettate con caratteristiche prestazionali tali da poter essere considerate definitive.

Il sostegno degli scavi necessario alla realizzazione del sottopasso stradale avverrà mediante la realizzazione di pali trivellati posti per tutta la lunghezza delle rampe di accesso al sottopasso.

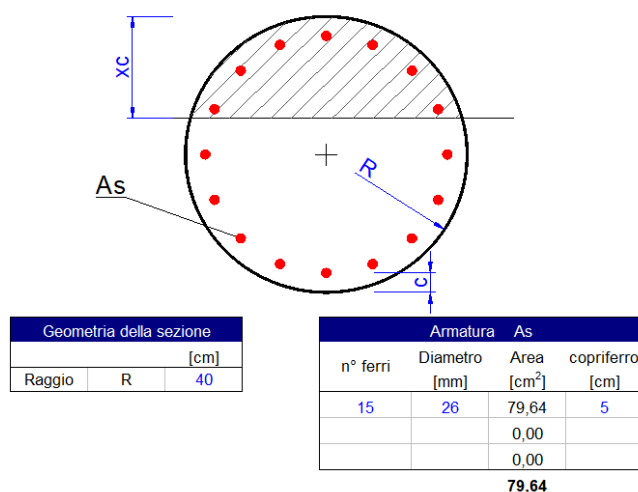
La scelta di inserire pali trivellati lungo tutto il percorso delle rampe del sottopasso risponde a due precise intenzioni:

1. L'impossibilità di procedere allo scavo con pendenza naturale, essendo presenti edifici e infrastrutture nelle immediate vicinanze delle rampe di progetto;
2. L'impossibilità di ricorrere all'uso di pali tirantati dovuta alla necessità di:
  - a. evitare che la lunghezza di ancoraggio delle barre preveda di passare sotto le proprietà private confinanti;
  - b. evitare che la lunghezza di ancoraggio delle barre interferisca con il piano interrato del condominio di Via Trento;

Per il dimensionamento di massima delle opere di presidio degli scavi, sono state considerate le sezioni più critiche della rampa, che risultano essere:

- Le sezioni in cui il sottopasso si avvicina maggiormente agli edifici esistenti;
- Le sezioni in cui la profondità di scavo è massima.

Il palo di progetto considerato ha le seguenti caratteristiche:





Le varie tipologie di opere di sostegno previste sono le seguenti:

Tipologia palo	Hscavo	Linfissione	Lpalo	Interesse	Diametro
-	m	m	m	m	m
1	8,0	8,0	19,0	0,9	0,80
2	7,0	8,0	15,0	0,9	0,80
3	5,0	7,0	12,0	0,9	0,80
4	3,0	6,0	9,0	0,9	0,80

La specifica tecnica realizzativa verrà definita nelle successive fasi progettuali.

La classica tecnica CFA prevede l'utilizzo di una trivella avvitata nel terreno in fase di perforazione e successivamente svitata in fase di getto del cls dall'asta di perforazione; nel caso specifico si ipotizza il sostegno, parziale o per l'intera lunghezza, del foro con una camicia metallica in avanzamento.

La tecnica CAP consiste invece nell'eseguire pali trivellati mediante un'elica continua coassiale ad un rivestimento esterno. Elica e rivestimento sono azionati da due rotary indipendenti e reciprocamente controrotanti, che scorrono lungo l'antenna della perforatrice.

Le due rotary possono scorrere in maniera indipendente lungo l'antenna, consentendo quindi l'avanzamento relativo dell'una rispetto all'altra a seconda del tipo di terreno da scavare.

A ridosso della paratia verrà successivamente eseguita la rifodera con una controparete dello spessore di 25 cm.

In testa alla paratia sarà realizzata una trave di coronamento con dimensioni 1,30x0,70m, nonché un muro di sostegno con altezza minima pari a 1,00m.

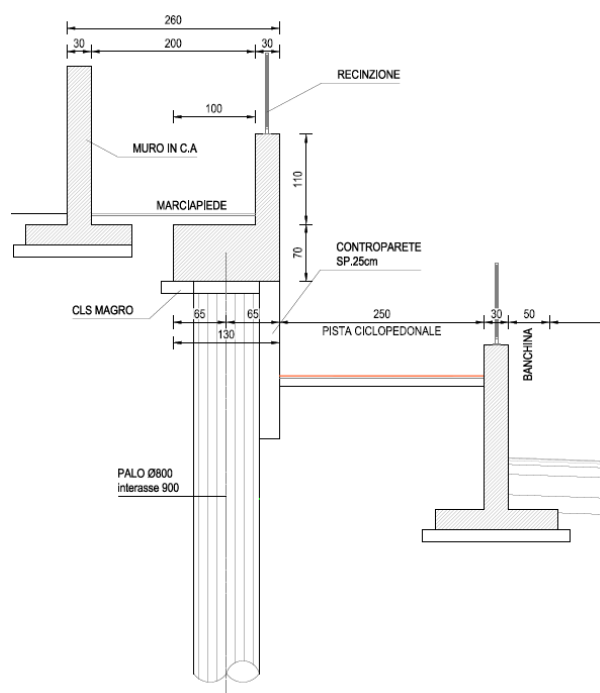


Figura 0-7: Particolare tipologico paratia di pali con muro marciapiede

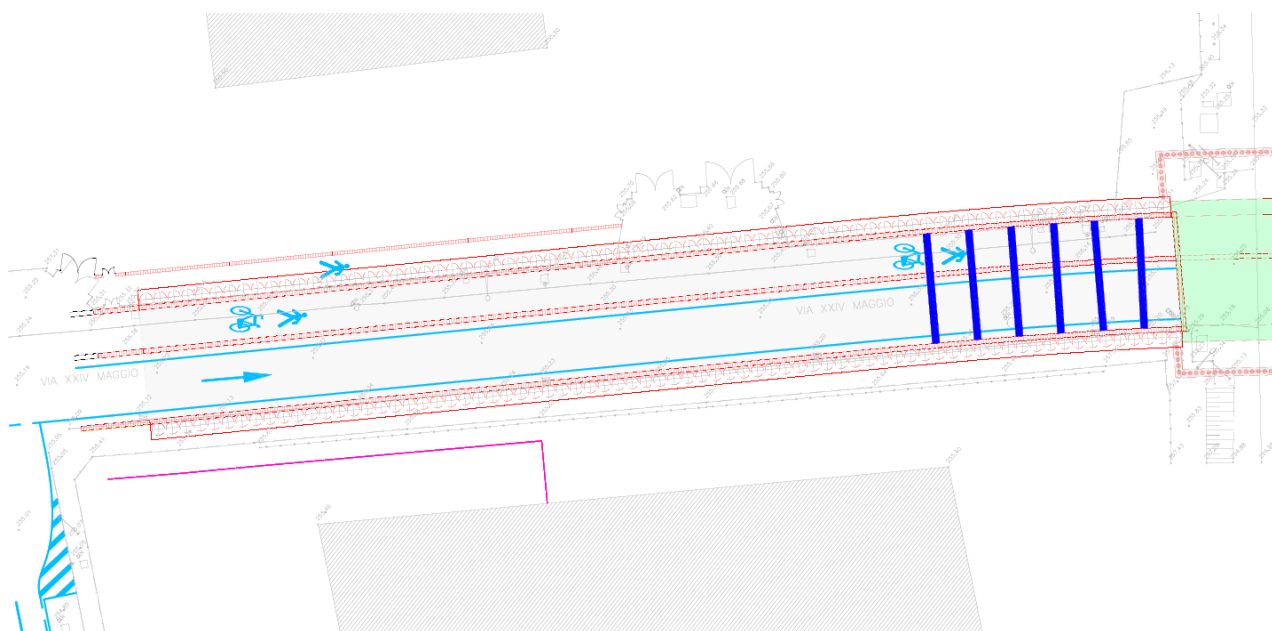
Per quanto riguarda la rampa nord del sottopasso di via XXIV Maggio è bene evidenziare la presenza di un tratto di opera di sostegno particolarmente cementato per effetto dei seguenti fattori:

- presenza di edifici a ridosso della rampa stessa, nel dettaglio abbiamo:
  - Sul lato destro della rampa è presente un condominio che per circa la metà dello sviluppo planimetrico della rampa presenta un piano interrato che si estende fino al confine della proprietà lato strada; pertanto, le fondazioni di tale edificio verrebbero a trovarsi a ridosso della palificata di progetto;
  - Sul lato sinistro sono presenti delle abitazioni private di cui quella più prossima al sedime stradale è di valore storico;
- Rilevante altezza dello scavo di sbancamento;

Alla luce delle criticità precedentemente elencate è ragionevole considerare l'instaurarsi di condizioni tali da rendere insufficiente il ricorso a semplici schemi statici di berlinesi composte da pali di grande diametro e per contenere l'intensità delle sollecitazioni nonché le deformazioni sia in fase realizzativa che in esercizio, si rende necessario ai fini di sicurezza, l'installazione di puntoni di contrasto collegati alla trave di coronamento dei pali in c.a.

Nell'immagine sotto riportata, in blu, sono indicati puntoni e con la linea viola l'ingombro planimetrico del piano interrato del condominio.

Per una visione di dettaglio della posizione plano-altimetrica dei puntoni si rimanda agli elaborati di progetto specifici.



**Figura 0-8:** Rampa Nord - sottopasso via XXIV Maggio

Alla luce di quanto evidenziato è opportuno e necessario nelle successive fasi progettuali:

- Indagare la reale occupazione planimetrica del piano interrato dell'edificio in questione,

- Approfondire il dimensionamento preliminare delle strutture di sostegno degli scavi;
- Svolgere delle analisi approfondite sull'interazione tra le deformazioni indotte dagli scavi e gli edifici circostanti in modo da scongiurare possibili lesioni alle strutture degli edifici.

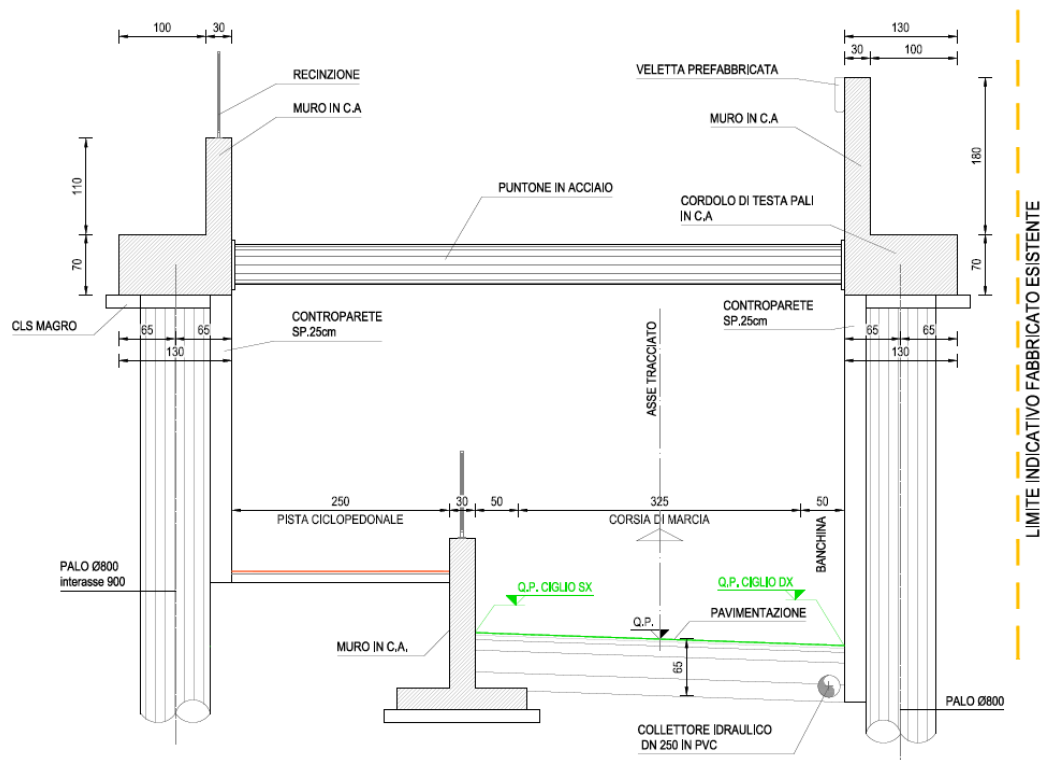


Figura 0-9: Sezione tipo con puntone in acciaio rampa Nord - sottopasso via XXIV Maggio

## 1.12. Materiali

### Calcestruzzo pali e getti in opera

- ✓ Resistenza caratteristica  $R_{ck} \geq 37$  MPa
- ✓ Resistenza a compressione cilindrica  $f_{ck} = 30$  MPa
- ✓ Resistenza di calcolo a compressione  $f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.50 = 17$  MPa
- ✓ Tensione limite in esercizio (combinazione q.p..)  $\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck} = 13.5$  MPa
- ✓ Tensione limite in esercizio (combinazione rara)  $\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} = 18.0$  MPa
- ✓ Resistenza a trazione media  $f_{ctm} = 0.3 \cdot R_{ck}^{2/3} = 2.896$  MPa
- ✓ Resistenza a trazione  $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.79$  MPa
- ✓ Resistenza a trazione di calcolo  $f_{ctd} = f_{ctk} / 1.50 = 2.02$  MPa
- ✓ Modulo elastico di calcolo  $E_c = 33000$  MPa
- ✓ Classe di esposizione XC2 per i pali trivellati
- ✓ Classe di esposizione XC4 per cordoli e scatolare

### Acciaio Acciaio profilati S355 J0

- ✓ Tensione di snervamento caratteristica  $f_{yk} \geq 355$  MPa
- ✓ Tensione caratteristica a rottura  $f_{tk} \geq 510$  MPa
- ✓ Modulo elastico di calcolo  $E_s = 210000$  MPa

### Acciaio per getti in opera B450C

Barre a aderenza migliorata Tensione di snervamento caratteristica  $f_{yk} \geq 450$  MPa

- ✓ Tensione caratteristica a rottura  $f_{tk} \geq 540$  MPa
- ✓ Tensione limite in esercizio  $\sigma_s = 0.8 \cdot f_{yk} = 360.00$  MPa
- ✓ Resistenza a trazione di calcolo  $f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 391.30$  MPa
- ✓ Modulo elastico di calcolo  $E_s = 200000$  Mpa

