

SISTEMA DI TRASPORTO PUBBLICO DI TIPO FILOVIARIO

GARA D'APPALTO PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA, L'ESECUZIONE DEI LAVORI E LA FORNITURA DEI VEICOLI

OFFERTA TECNICA
B4 - PROMEMORIA DI CUI ALLA TABELLA 2



PROMEMORIA DI CUI ALLA TABELLA 2 CRITERI E SUB CRITERI DI VALUTAZIONE DELL'OFFERTA TECNICA

CONCORRENTE
ATI:



RIF. N° PM 00000 PM01A.doc

ALLEGATO N°

PM 00000 PM01A

PROGETTAZIONE
COSTITUENDO R.T.P.:



(MANDATARIA/CAPOGRUPPO)

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Massimo Raccosta



DIRETTORE TECNICO

Dott. Arch. Valentina Butterini

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVATO
A	Dic. 2010	Emissione	Technital	Sorio	EPiccoli	Renso

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.
This document may not be copied, reproduced or published, either in part or entirely, without the written permission. Unauthorized use will be prosecuted by law.

1. PROGETTO	2
1.1. DEPOSITO, OFFICINA, MOVIMENTAZIONE INTERNA - ASPETTO ARCHITETTONICO E LAY-OUT	2
1.2. ORGANIZZAZIONE DEGLI SPAZI DI SOSTA DEL CANALE STRADALE	4
1.3. MESSA IN SICUREZZA DEL CANALE STRADALE	7
1.4. RIQUALIFICAZIONE DEL CANALE STRADALE	11
1.5. SEPARAZIONE DELLA SEDE FILOVIARIA DAL TRAFFICO PRIVATO.....	14
1.6. POSIZIONAMENTO DELLE BANCHINE DI FERMATA AL FINI DELL'INTERSCAMBIO	16
1.7. POSSIBILITÀ DI PROLUNGAMENTO DELLE BANCHINE FINO A POTER ACCOGLIERE VEICOLI DA CIRCA 24	18
2. OPERE CIVILI.....	19
2.1. QUALITÀ DEI MATERIALI, GRADO DI FINITURA	19
2.2. QUALITÀ E COMPLETEZZA DEGLI IMPIANTI TECNICI CIVILI.....	20
2.3. SOLUZIONI FINALIZZATE AL RISPARMIO ENERGETICO ED ALLA RIDUZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE	22
2.4. INSERIMENTO ARCHITETTONICO, FINITURE SUPERFICIALI E DELL'INTERRATO, ILLUMINAZIONE	23
2.5. MIGLIE AL PIANO DI CANTIERIZZAZIONE DEL SOTTOPASSO DI VIA CITTÀ DI NIMES	26
2.6. QUALITÀ DEI MATERIALI IMPIEGATI PER LE BANCHINE DI FERMATA.....	28
2.7. INSERIMENTO DELLE BANCHINE NEL CONTESTO URBANO.....	30
2.8. PIANO DI CANTIERIZZAZIONE DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE	32
2.9. INSERIMENTO URBANISTICO DELLE SOTTOSTAZIONI.....	34
2.10. SOTTOSTAZIONI - MINIMIZZAZIONE DELLE ESIGENZE DI ESPROPRIO E DEGLI INGOMBRI.....	36

1. PROGETTO

1.1. Deposito, officina, movimentazione interna - aspetto architettonico e lay-out

Il progetto del deposito è condizionato dalla presenza sull'area di tre elettrodotti e si sviluppa nella porzione settentrionale del comparto, riservando la restante parte al futuro ampliamento della zona di parcheggio.

Dal punto di vista funzionale è prevista la separazione delle diverse tipologie di flusso veicolare; in particolare, le aree riservate ai filobus sono dimensionate in base agli ingombri di manovra del mezzo da 24 mt. Nell'area di maggior visibilità (fronte nord-est) è collocato il complesso direzionale ospitante le aree amministrativa, operativa ed i servizi, mentre più ad ovest, in posizione funzionale rispetto all'area di parcheggio, si trova l'officina.

Il complesso direzionale è progettato come luogo urbano e si compone di corpi di fabbrica ospitanti le diverse funzioni organizzati attorno ad una piazza, dove alle attività lavorative si affiancano anche momenti di riposo e ricreazione. Gli spazi sono articolati secondo una dialettica tra interno ed esterno tipicamente urbana e supportano una articolazione funzionale complessa che supera la dimensione del singolo edificio. A partire da questi principi il centro servizi vuole essere, nelle intenzioni progettuali, un luogo dove non sia solo piacevole lavorare, ma anche trascorrere la pausa pranzo o i momenti di riposo previsti nell'articolazione del turno di lavoro.

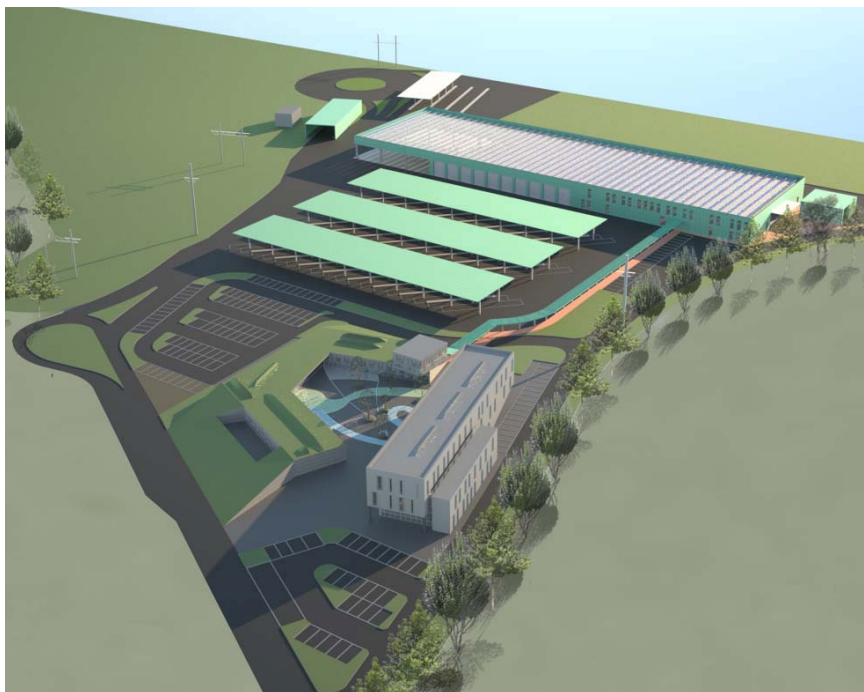


Figura 1 – Vista d'insieme del deposito

Dal punto di vista architettonico l'intero deposito sviluppa un aspetto unitario: lo stesso disegno, ed il medesimo colore verde, uniformano le facciate prefabbricate dell'officina ed il fronte verso la città del

complesso direzionale. L'edificio che ospita la direzione, gli uffici amministrativi, compresi i servizi al pubblico, e l'auditorium, con i suoi tre piani fuori terra, costituisce il fronte principale del complesso ed assume funzione rappresentativa dell'intero intervento. La sua forma è fortemente caratterizzata dallo sbalzo inclinato della sala polifunzionale, pensata come un vero e proprio auditorium con possibilità di utilizzo anche per eventi esterni aperti alla cittadinanza di Verona, ed il suo aspetto è connotato dalla texture dei pannelli metallici microforati di colore verde che ne costituiscono il rivestimento di facciata.

Gli altri corpi di fabbrica del centro servizi sono mitigati da tetti verdi raccordati da movimenti di terra al piano di campagna. Unico elemento emergente dalla duna verde è il centro operativo per la gestione del servizio che è costituito da un volume vetrato con vista sull'intero complesso del deposito posto al piano primo in posizione dominante sull'area di parcheggio.

L'officina è sviluppata secondo una tipologia che prevede coppie di postazioni contrapposte con accesso indipendente. Tale tipologia consente, utilizzando le due postazioni, di ospitare anche veicoli da mt 24.00 e, sulla base di una programmazione accurata degli interventi, può privilegiare la movimentazione passante dei veicoli senza il ricorso a manovre in retromarcia.



Figura 2: la corte interna del Centro Servizi

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, elaborati generali del capitolo **D.01 Deposito - Progetto Architettonico** e di dettaglio dei capitoli **D.01.01 Officina**, **D.01.02 Complesso direzionale**, **D.01.03 Viabilità e piazzali**

1.2. Organizzazione degli spazi di sosta del canale stradale

Il progetto del trasporto pubblico di tipo filoviario per la città di Verona viene a calarsi quasi interamente in ambito urbano, interessando molte vie cittadine che si trovano all'interno delle mura storiche che delimitavano la città dai territori più esterni. Questa suddivisione si è tuttavia superata nel corso dei decenni scorsi nei quali l'agglomerato urbano si è via via allargato, conglobando quelli che una volta erano i "paesi" della fascia periurbana e che si sono trasformati in quartieri della città.

La maggior parte di queste strade si presta alla circolazione comunale o sovra comunale, divenendo però contemporaneamente anche veri e propri parcheggi lineari ai lati della piattaforma stradale, scontando quella che è stata la tendenza dello sviluppo socio economico nazionale soprattutto degli scorsi anni, dove l'aumento del numero dei veicoli pro-nucleo familiare non ha avuto un analogo aumento degli spazi per la sosta o dei garage/box di parcheggio all'interno dei fabbricati o nelle aree di pertinenza degli stessi.

Questo risultato appare ormai una realtà per città storiche come Verona: i motivi vanno ricercati nell'aumento degli standard economici e nella variazione della vocazione economica della città, con la tendenza occupazionale sempre più rivolta verso i settori del commercio e del terziario, richiedendo sempre più spostamenti a carattere individuale nei diversi momenti della giornata.

Con queste permesse il risultato evidente è l'"occupazione" della sede stradale da parte dei veicoli in sosta, che ha di fatto ridotto la capacità stradale aumentando l'effetto di congestione che, alla luce di queste considerazioni, non si può imputare solamente all'aumento dei flussi di traffico. Va infatti considerato il doppio effetto negativo che la sosta ai lati della piattaforma determina sul flusso: oltre al già citato effetto di riduzione della sede, c'è pure l'effetto di disturbo che le manovre di parcheggio determinano sulla circolazione, soprattutto quelle che avvengono in retromarcia.

L'approccio metodologico che il progetto ha adottato nei confronti dell'organizzazione degli spazi di sosta si può ricondurre ai seguenti criteri:

- 1. mantenimento, ove possibile, dei parcheggi esistenti o loro ottimizzazione geometrica per ricercare l'obiettivo di risparmiare spazio a parità di autovetture o aumentare il numero di posti disponibili a parità di spazio fruibile;**
- 2. spostamento od eliminazione di quegli stalli di sosta che risultano incompatibili con la sicurezza dell'esercizio filoviario e stradale in generale;**
- 3. migliore demarcazione degli spazi mediante una diversa superficie (colore, grana, ruvidità) dedicata allo spazio di sosta, per una migliore percezione da parte dell'utente ed una maggiore sensibilità nell'operare le manovre di parcheggio.**

Con riferimento al **punto 1** va considerata oltre alla superficie necessaria al parcheggio, l'occupazione che il veicolo occupa durante la manovra di accostamento e di allontanamento dalla'rea di sosta, quest'ultima con l'inevitabile effetto negativo di occupazione della sede destinata alla circolazione. Se lo spazio di sosta viene singolarmente ipotizzato come 2,00-2,50 x 5,00 m, va però considerato l'angolo di inclinazione dello stallo nei confronti del senso di marcia della corsia di accesso, che può essere di 0° (posteggi a nastro, paralleli al senso di marcia della corsia di accesso), di 90° (posteggi a pettine, perpendicolari al senso di marcia della corsia di accesso) oppure obliqui con angoli di 30°, 45° o 60°.

Quest'aspetto non è di poco conto in quanto determina qual è la percentuale di manovra da svolgere in retromarcia, parametro che influenza in modo preponderante la dinamica del parcheggio: da studi di settore, sia italiani che internazionali, si è dedotto che la maggior efficienza degli stalli inclinati è, ad esempio, garantita se il senso della circolazione è tale da aiutare il veicolo ad imboccare in marcia avanti il posto libero. Per tale motivo, dove lo spazio lo consente, lungo l'itinerario della filovia gli spazi di sosta sono stati ridisegnati inclinati rispetto all'asse stradale come, ad esempio, in Largo Cà di Cozzi, via Mameli, piazza Cadorna, via Giberti, via degli Alpini, stradone Maffei, stradone S. Fermo.

In molte altre strade urbane però questo schema non risulta possibile perché la sede stradale è già organizzata con i parcheggi laterali paralleli alla linea di marcia e gli spazi a disposizione non ne permettono l'inclinazione. In questi casi, se i parcheggi presenti nella configurazione attuale non pregiudicano il livello di sicurezza della circolazione stradale vengono mantenuti con il solo rifacimento della segnaletica.

Con riferimento al **punto 2** va considerato un altro fattore importante nell'organizzazione degli spazi laterali legato alla messa in sicurezza del canale stradale: quando, infatti, l'organizzazione del canale stradale prevede una corsia riservata ai mezzi pubblici, sul lato destro di questa corsia sono stati eliminati i parcheggi; infatti, questi sarebbero raggiungibili solo dal senso di marcia opposto, generando manovre in contromano pericolose sia per chi tenterebbe il parcheggio, che per i mezzi pubblici.

Analogamente sono stati eliminati o spostati quei parcheggi che posizionati ai lati della sede stradale non risultano geometricamente compatibili con la nuova configurazione della piattaforma stradale, come, ad esempio, su un tratto di Via Mameli.

Con riferimento al **punto 3** si è ricercato, almeno per le aree di parcheggio ubicate in posti significativi della città, di evidenziare che lo spazio laterale deve essere pensato come "diverso" dalla sede dedicata alla circolazione: l'idea è quella di sensibilizzare la percezione attraverso due elementi che risultano facilmente identificabili da sensi come la vista e l'udito: il colore differente ed il suono più marcato sono stati implementati attraverso la pavimentazione realizzata con asfalto decorato, in modo che l'utente percepisca la diversa funzione della sede stradale e di conseguenza adotti il comportamento più idoneo.

Esempi dell'applicazione di quest'idea progettuale si trovano nei parcheggi di Piazzale Stefani, Piazza Vittorio Veneto, Piazza Cadorna, via Pisano e Piazza Nogarola.



Figura 3: esempio di applicazione della pavimentazioni stampate da utilizzare per le aree di parcheggio

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, planimetrie in scala 1:500 del capitolo B.01.03 Stato di Fatto e di Progetto

1.3. Messa in sicurezza del canale stradale

La riorganizzazione del canale stradale per ospitare il nuovo sistema di trasporto filoviario cittadino ha posto prioritariamente la problematica della sicurezza stradale, intesa non solo per l'esercizio filoviario ma anche per tutti gli altri utenti stradali, dal flusso privato ai pedoni.

Fin dalle prime analisi del progetto preliminare posto a base di gara per la redazione del progetto definitivo, la metodologia progettuale ha seguito dei criteri che, pur essendo comuni alle altre tematiche del progetto (organizzazione degli spazi laterali, riqualificazione del canale stradale, separazione della sede filoviaria dal traffico privato), possono essere così elencati:

1. **ricerca della massima separazione tra flussi privati e filoviari;**
2. **separazione delle corsie con elementi valicabili per garantire il transito dei mezzi di soccorso;**
3. **eliminazione delle svolte a sinistra nelle strade a più corsie per senso di marcia se non regolamentate da impianti semaforici;**
4. **ottimizzazione e fasatura degli impianti semaforici lungo il percorso della filovia;**
5. **attraversamenti pedonali in corrispondenza delle banchine di sosta;**
6. **rampe per soggetti diversamente abili alle fermate.**

Per il **punto 1**, come verrà anche detto per il successivo capitolo "1.4. Riqualificazione del canale stradale", si sono ipotizzate tre diverse corsie di marcia lungo il canale stradale in funzione della tipologia di traffico che ospiteranno:

- **promiscua riservata**: vi possono transitare oltre ai mezzi filoviari anche gli altri mezzi che esercitano un servizio di trasporto pubblico;
- **promiscua libera**: vi possono transitare tutti i mezzi pubblici e tutti i mezzi privati;
- **privata**: vi possono transitare solo i mezzi privati (questa corsia è accoppiata nella stessa direzione di marcia ad una corsia promiscua riservata).

La filosofia progettuale è stata quella di ricercare di **massimizzare la lunghezza delle corsie promiscue riservate**, in modo da dare un percorso rapido e sicuro ai mezzi filoviari e, in parallelo, anche ai flussi privati, alle utenze minori e agli utenti dei parcheggi laterali: considerando lo sviluppo reale delle singole corsie, con questa impostazione si è passati dal progetto preliminare al progetto definitivo con un aumento da 18,7 km a 26,8 km di corsie promiscue riservate.

Per il **punto 2** nelle sezioni a più corsie per senso di marcia l'idea progettuale è stata quella di avere una corsia promiscua riservata e una o più corsie private, ponendo così inevitabilmente la problematica di come operare la separazione tra le due. Si è optato di NON prevedere una separazione fisica con cordoli insormontabili tra le corsie, in modo da garantire la massima trasparenza della piattaforma nei confronti dei mezzi di soccorso o di successivi lavori di manutenzione puntuali che si possono presentare lungo l'asse stradale. In luogo della separazione fisica si sono adottati due provvedimenti alternativi:

- segnaletica ad effetto sonoro;
- pavimentazione con asfalto decorato.

La scelta tra le due tipologie dipende dagli spazi a disposizione, ricadendo nella prima soluzione quando gli spazi sono esigui e nella seconda quando è possibile ricavare una superficie tra le corsie da separare nella quale implementare la decorazione della pavimentazione.

Si perviene così ad una separazione che viene percepita dall'utente con il solo effetto sonoro nel primo caso, con l'aggiunta dell'effetto cromatico nel secondo caso, fornendo così all'utente un chiaro messaggio circa la posizione che sta assumendo nella sezione stradale e quindi capire se si trova nello spazio corretto o meno.

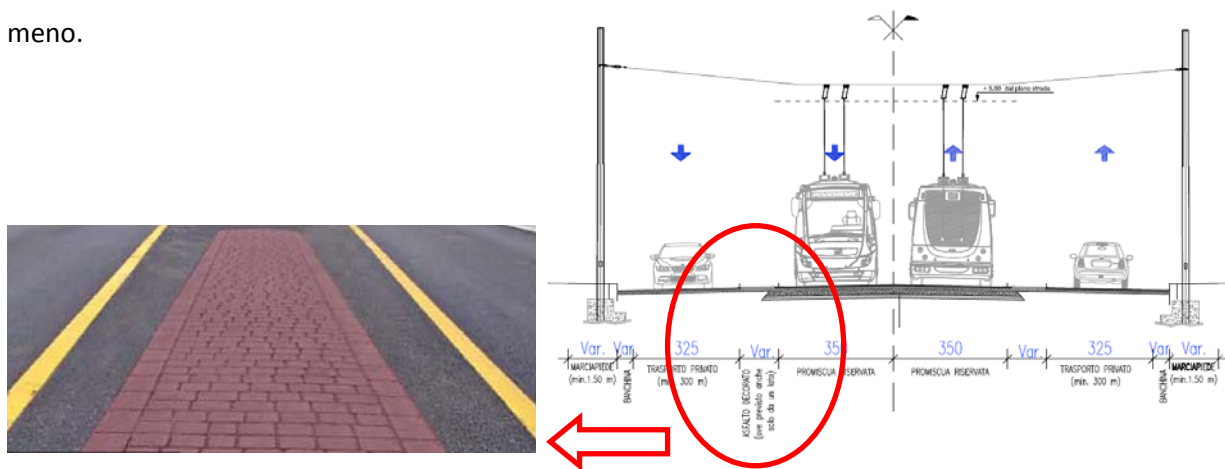


Figura 4: una sezione tipo con separazione con pavimentazione in asfalto decorato ed esempio di applicazione

Per il **punto 3** quando il canale stradale è stato previsto a più corsie per senso di marcia, quindi con corsie promiscue riservate, sono state inibite a mezzo di segnaletica le svolte a sinistra in corrispondenza di intersezioni non semaforizzate. Questo aspetto non è di poco conto: nella mobilità urbana uno degli effetti di maggior disturbo alla circolazione in termini di sicurezza è legato alle manovre di svolta a sinistra su strade a più corsie di marcia, con i mezzi che attraversano più correnti di traffico e con lunghe attese per ricercare i tempi per l'immissione.

A questa situazione già presente in molte strade urbane di Verona va considerata l'ulteriore effetto dell'inserimento della filovia, alla quale va garantita la massima sicurezza durante la marcia e le minori

penalizzazioni in modo da rispettare le tabelle di marcia senza generare ritardi. Ne sono un esempio gli interventi lungo via Mameli, viale del Lavoro e viale delle Nazioni.

A completamento di quanto detto al precedente punto 3 per quanto riguarda il **punto 4** lungo il percorso sono stati individuati quegli incroci stradali che necessitano di una gestione dei piani semaforici dell'impianto dal centro di controllo UTC.

Per ciascun impianto semaforico, ubicato sull'itinerario interessato dalla Filovia, è stato implementato il ricalcolo dei piani per la verifica dei cicli base, in ordine alla necessità di minimizzare i tempi di ritardo nel pieno rispetto della sicurezza di esercizio e con riferimento ai seguenti principi progettuali:

1. garantire condizioni di esercizio che consentano agli utenti di impegnare le intersezioni semaforizzate nelle condizioni di massima sicurezza;
2. favorire la massima priorità possibile alla filovia nel rispetto delle condizioni di sicurezza.

I piani semaforici infatti sono stati pianificati con specifico riferimento alla necessità di garantire le condizioni di massima sicurezza della circolazione stradale, evitando la concomitanza delle correnti veicolari contrastanti e disponendo fasi protette per le utenze deboli.

Occorre tuttavia evidenziare che le intersezioni semaforizzate più critiche saranno caratterizzate da tempi di ciclo la cui eccessiva durata, superiore a 2 minuti, può mal disporre gli utenti, inducendoli a comportamenti pericolosi, in violazione al codice della strada.

A questo proposito si rileva come la centralizzazione di queste intersezioni ed il potenziamento del sistema UTOPIA, attualmente in uso, consentiranno di coordinare le fasature semaforiche riducendo i tempi di ritardo sugli itinerari, con un effetto positivo sulle condizioni di sicurezza della circolazione legate ai fenomeni di congestione.

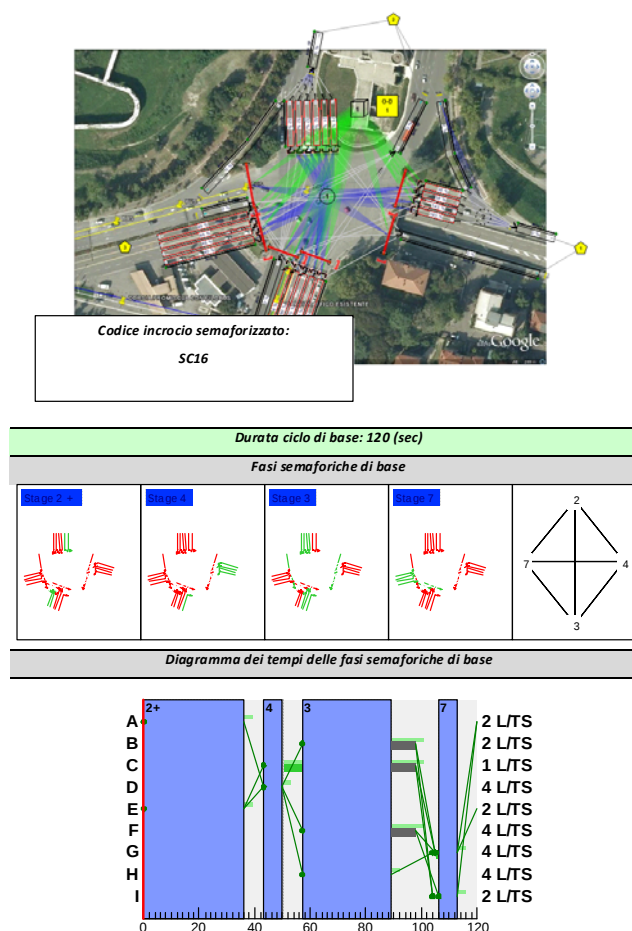


Figura 5: una scheda tipo degli schemi cicli base degli incroci semaforizzati analizzati nel Progetto Definitivo

Infine, per quanto riguarda i **punti 5 e 6** il progetto definitivo ha preso come punti fissi del percorso progettuale l'impostazione che tutte le banchine di fermata siano raggiungibili da appositi attraversamenti e percorsi pedonali che le collegano ai marciapiedi esistenti. In questo ragionamento complessivo uno degli aspetti da considerare è quello legato alla mobilità dei soggetti diversamente abili: anche se la norma nazionale fissa al valore massimo apri a 8% la pendenza per le rampe che collegano zone a quote diverse, nell'applicazione del tipologico delle fermate si è ricercato di diminuire questo valore al 5%, riuscendo quasi nella totalità delle fermate a soddisfare questo requisito. In questo modo si è voluto dare anche un messaggio forte alle problematiche dei portatori di handicap, garantendo una migliore accessibilità alle banchine di fermata e quindi favorire l'utilizzo del mezzo pubblico.

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva (si veda F.2.2. Tabella di confronto tra progetto preliminare e definitivo), A.02.03.RS 02 Schemi del ciclo base semaforico; Planimetrie in scala 1:500 del capitolo B.01.03 Stato di Fatto e di Progetto, B.01.05 Sezioni tipo, B.01.06 Pavimentazioni (relazione di calcolo), B.01.07 Segnaletica orizzontale e verticale, l'intero capitolo C Banchine – Progetto architettonico (relazioni, planimetrie, tipologici, abaco delle fermate).

1.4. Riqualificazione del canale stradale

Il canale stradale dei percorsi delle linee filoviarie viene a calarsi in una realtà consolidata della città di Verona, dove ogni situazione si presenta diversa dalle altre per la specificità delle funzioni che ogni strada urbana svolge nel complesso delle relazioni cittadine.

Il progetto si è dovuto in primo luogo confrontare con queste realtà e poi “scegliere” quale fosse la soluzione migliore da applicare al quel contesto, tenendo conto anche di quanto fatto nel “**Piano di circolazione**” elaborato nel progetto preliminare.

Per procedere ad una schematizzazione delle diverse situazioni che si presentano lungo i percorsi filoviari sono state elaborate **18 sezioni tipologiche** (14 elettrificate e 4 non elettrificate) e **2 sezioni tipologiche in corrispondenza delle fermate**, che rappresentano sostanzialmente tutta la casistica prevista nel progetto.

Le sezioni si differenziano l’una dall’altra per i seguenti parametri:

1. **numero di corsie;**
2. **tipologia di corsie;**
3. **caratteristiche della pavimentazione;**
4. **infrastruttura esistente interessata (viabilità urbana, urbana ad alto scorrimento, sottopasso o sovrappasso);**
5. **tipo di alimentazione per il mezzo di trasporto filoviario (elettrificato o non elettrificato).**

Con riferimento al **punto 1** si presentano le più diverse possibilità con strade ad 1 corsia di marcia a senso unico alternato, ad 1+1 corsia di marcia, a 2 o più corsie per senso di marcia. Sono possibili anche soluzioni intermedie con tre corsie complessive di cui 1 in una direzione e 2 nell’altra.

Con riferimento al **punto 2** le corsie di marcia sono state classificate in base alla tipologia di trasporto previsto: le corsie si differenziano in base al fatto che la tipologia sia:

- **promiscua riservata**: vi possono transitare oltre ai mezzi filoviari anche gli altri mezzi che esercitano un servizio di trasporto pubblico;
- **promiscua libera**: vi possono transitare tutti i mezzi pubblici e tutti i mezzi privati;
- **privata**: vi possono transitare solo i mezzi privati (questa corsia è accoppiata nella stessa direzione di marcia ad una corsia promiscua riservata).

Lungo lo sviluppo dei percorsi filoviari la tipologia di corsia è facilmente deducibile in funzione della segnaletica orizzontale (bianca o gialla) secondo le indicazioni del Codice della Strada.

Con riferimento al **punto 3** è stato svolto uno specifico studio della pavimentazione stradale di progetto, in funzione delle condizioni geotecniche presenti in sito e delle condizioni sia di portanza che di conservazione delle pavimentazioni esistenti.

Gli elementi qualificanti per la scelta della pavimentazione stradale si possono così riassumere:

- per il dimensionamento delle pavimentazioni stradali è stato considerato un carico per asse di 130 kN, incrementando quindi di 10 kN (per tenere in conto possibili sovraccarichi dei mezzi pesanti ed effetti dinamici dovuti alla velocità) il valore di 120 kN del Nuovo Codice della Strada, nonché un arco temporale di vita utile di 30 anni;
- per le verifica e scelta dei pacchetti stradali ci si è avvalsi di un rilievo effettuato in sito, volto a valutare in maniera qualitativa lo stato di degrado delle pavimentazioni esistenti lungo tutte le linee, e di una specifica campagna geognostica, eseguita tramite un laboratorio autorizzato in data 31 ottobre 2010, articolata attraverso 75 battute con FWD (Falling Weight Deflectometer) e 31 carotaggi.

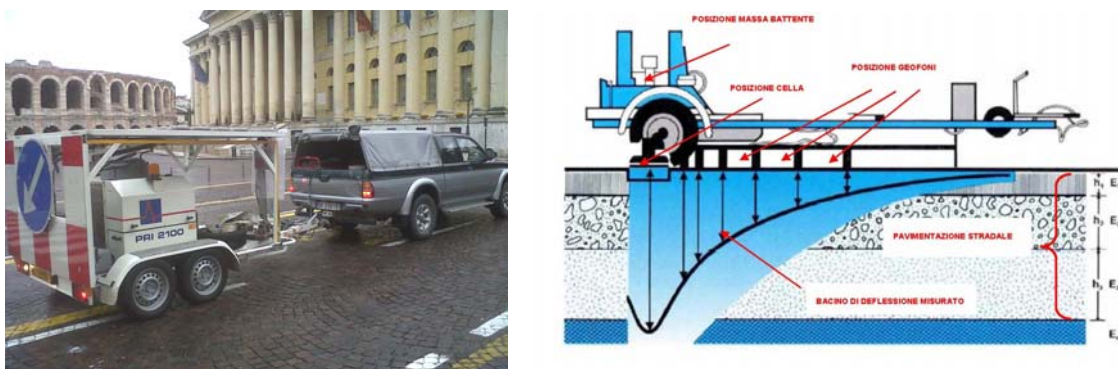


Figura 6: strumentazione e schema delle prove FWD effettuate dall'A.T.I. concorrente

L'analisi delle pavimentazioni si è basata sui seguenti presupposti:

- garantire la stabilità strutturale per l'intera vita utile dell'infrastruttura, valutata in 30 anni;
- assicurare caratteristiche funzionali ammissibili in qualsiasi condizione meteorologica sia sotto l'aspetto dell'aderenza e quindi della sicurezza della circolazione, sia sotto l'aspetto della regolarità del piano viabile e quindi del comfort di moto;
- intervenire con profondità modeste al fine di interferire il meno possibile con i sottoservizi esistenti;
- limitare, sino ad annullare, le vibrazioni indotte negli edifici limitrofi alla linea della filovia;
- armonizzare le operazioni di costruzione, snellendo la cantierizzazione e limitando i disagi in termini di blocco/limitazione del traffico, inquinamento da rumore e atmosferico;
- assicurare la possibilità di ispezione ai sottoservizi, adottando dei materiali facilmente aggredibili e ripristinabili.
- consentire un ridotto impatto ambientale in termini di consumo energetico, di inerti pregiati

e di risorse di cava, prevedendo ad esempio l'utilizzo di materiale fresato proveniente dalla demolizione delle pavimentazioni esistenti.

L'analisi dell'esistente e la conoscenza dei luoghi hanno permesso di valutare con efficacia quale sia la soluzione da proporre, in particolare con riferimento al **punto 4** si sono considerate le differenti tipologie di infrastrutture che si presentano lungo l'itinerario filoviario; la viabilità urbana interessata si presenta sia nelle situazioni di basso livello di traffico (come le vie che svolgono una funzione prevalentemente locale o di quartiere – ad esempio via Dolomiti –, quelle che trasferiscono le relazioni dalla rete superiore di scorrimento verso la prima – ad esempio via Valverde), sia nelle situazioni di scorrimento (ad esempio viale delle Nazioni o viale del Lavoro), oppure diverse configurazioni del tipo strade a piano campagna o su opere d'arte (sovrappassi come in Viale del Lavoro e Viale delle Nazioni e sottopassi come Viale delle Nazioni e Circonvallazione via Dal Cero).

Con riferimento al **punto 5** si è considerata la diversa tipologia di trazione che il mezzo filoviario adotta, rispettando le limitazioni dell'area elettrificata previste nel preliminare e frutto di prescrizioni di Enti come la Soprintendenza per i Beni Architettonici e Culturali.

Tenendo conto di questa importante differenza, sono state impostate le sezioni tipo che prevedono nel caso di sezioni dotate di impianto di elettrificazione il ricorso a soluzioni che prevedono:

- linea aerea appesa ad cavo di supporto sospeso attaccato agli edifici posti a lato;
- palo laterale con supporto di entrambe le linee di alimentazione;
- pali laterali ciascuno a sostegno di una linea di alimentazione.

Nelle strade dove non è prevista l'elettrificazione non sono stati ovviamente posti in opera sostegni, lasciando anche per quelle strade dove ne è prevista l'estensione della linea elettrificata che questi lavori vengano pianificati e realizzati nel momento di messa in opera di tale schema funzionale: infatti le sezioni non elettrificate sono comunque compatibili al passaggio con elettrificazione secondo gli schemi già elaborati nel progetto definitivo.

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva (si veda F.2.2. Tabella di confronto tra progetto preliminare e definitivo), **A.02.04 Indagini conoscitive sullo stato delle pavimentazioni esistenti** (relazione e tavole planimetriche), **B.01.01.RT.01 Relazione tecnica del capitolo progetto del canale stradale**, planimetrie in scala 1:500 del capitolo **B.01.03 Stato di Fatto e di Progetto**, **B.01.05 Sezioni tipo**, **B.01.06 Pavimentazioni** (relazione di calcolo), **B.01.07 Segnaletica orizzontale e verticale**.

1.5. Separazione della sede filoviaria dal traffico privato

Particolare attenzione è stata dedicata alla ricerca della migliore funzionalità del sistema, al fine di massimizzarne l'efficienza e renderlo così il **più appetibile e comodo possibile** per cittadini e visitatori, che potranno così preferirlo al mezzo privato per penetrare verso il centro della città.

L'inserimento lungo il percorso di corsie denominate **promiscue riservate**, atte a sostenere il flusso dei mezzi filoviari e degli autobus, prevede che queste siano distinte dalle corsie per il traffico privato, divenendo quelle che nel Codice della Strada (art. 3 c. 17) vengono classificate come **"corsie riservate"**. Queste possono essere considerate l'estrema applicazione del principio della separazione delle correnti di traffico, consentendo ai veicoli che le percorrono di evitare i punti di congestione della circolazione. Affinché questo si trasformi in un'effettiva migliore regolarità di marcia ed una maggiore velocità commerciale delle vetture è, peraltro, necessario che i vari tratti di corsia riservate siano per quanto possibile tra di loro collegati a **formare itinerari il più possibile completi** e che le intersezioni semaforiche in essi contenute siano regolate con sistemi di priorità al trasporto pubblico (**'onda verde'**).

Pertanto, fin dall'inizio dello sviluppo della progettazione definitiva, si è massimizzato l'intento di separare, ove possibile, la sede dedicata al trasporto pubblico da quello privato, al fine di rendere i due sistemi indipendenti, poiché la presenza di una **rete continua di corsie riservate** consente di ottenere risultati favorevoli sia per gli utenti, che per i gestori stessi.

Ad esempio, per gli assi **parcheggio scambiatore Cà di Cozzi – Ospedale di Borgo Trento** e **parcheggio scambiatore Verona Sud – Fiera** sono state previste, con il progetto definitivo, corsie riservate per entrambe le direzioni, nella massimizzazione del rendimento e della comodità del nuovo sistema.

In presenza di lunghe tratte riservate è infatti possibile ottenere per le vetture in servizio di linea una velocità commerciale più elevata ed una minore variabilità dovuta alle condizioni del traffico, migliorando sicuramente l'efficienza e quindi l'appetibilità del sistema pubblico. Ciò può garantire:

- per i passeggeri, una **riduzione dei tempi di viaggio ed una minore variabilità degli stessi**, con maggiore rispetto degli orari previsti;
- per i gestori, il mantenimento o anche l'incremento della velocità commerciale, con conseguente **risparmio di risorse a parità di servizio reso**;
- per l'ambiente, un **minor inquinamento atmosferico**; infatti, da questa maggiore "appetibilità" può derivare un trasferimento di utenza proveniente dal trasporto privato individuale, ed è noto che, a parità di servizio reso, il trasporto individuale consuma più carburanti, e, quindi, inquina in misura maggiore del trasporto pubblico di massa.

La massima separazione tra le corsie riservate e quelle dedicate al traffico privato è stata raggiunta adottando la **demarcazione delle corsie con segnaletica orizzontale ad effetto sonoro** e, dove le geometrie

lo hanno permesso, con l'inserimento di fasce separatrici **realizzate con una diversa finitura superficiale delle pavimentazioni**, da realizzarsi mediante il processo d'imprimitura (lo stampo) della superficie con disegni variabili e disponibili in svariate tonalità cromatiche, da definire successivamente di concerto con l'Amministrazione Comunale ed AMT. Anche se non fisica tale separazione viene comunque fortemente percepita dall'utente, che istintivamente non è portato a superarla, ottenendo perciò lo stesso effetto di un elemento insormontabile, ma senza complicazioni. Infatti, volutamente NON sono state applicate separazioni mediante elementi insormontabili, quali aiuole o cordoli, che avrebbero creato una divisione fisica tra i diversi flussi, ma nel contempo avrebbero determinato delle problematiche legate alla circolazione ed alla sua sicurezza. Infatti, separazioni fisiche a creare corsie 'segregate' potrebbero generare difficoltà di spostamento ai mezzi di soccorso e/o il blocco della circolazione sulla corsia stessa, se il mezzo in transito si fosse trovato in avaria, oltre al concretizzarsi, soprattutto se protratte per lunghe tratte, di un vero e proprio ostacolo e fonte di pericolo per motociclisti e ciclisti.

Infine, la separazione del traffico filoviario dalle correnti private è stata valutata anche in termini di sicurezza stradale, ad esempio, lungo importanti assi viari, quali Via Cà di Cozzi– Trento– Mameli, ove sono presenti anche stalli di sosta laterali, se non si fosse proceduto a separare la circolazione dei mezzi pubblici da quelli privati, sarebbero potuti sorgere disagi, non solo per il sistema pubblico, ostacolato dalla congestione veicolare e dalle manovre dei veicoli che si accingono a parcheggiare a lato strada, ma anche per lo stesso traffico privato, che, non avendo più una corsia libera per scambiare, sarebbe stato condizionato dagli 'stop and go' delle fermate del trasporto di massa.

Il risultato di questa convivenza tra flussi privati e pubblici sarebbe così risultata svantaggiosa per entrambi, generando la poca appetibilità del sistema pubblico e comunque il disagio degli automobilisti.

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, B.01.01.RT.01 Relazione tecnica del capitolo progetto del canale stradale, planimetrie in scala 1:500 del capitolo **B.01.03 Stato di Fatto e di Progetto**, B.01.05 Sezioni tipo, B.01.06 Pavimentazioni (relazione di calcolo), B.01.07 Segnaletica orizzontale e verticale.

1.6. Posizionamento delle banchine di fermata al fini dell'interscambio

La scelta della localizzazione delle fermate, il dimensionamento e la loro qualità, determinata da attrezzature e dotazioni che agevolano, rendono confortevole e assistono il passeggero in attesa, rappresentano una dei momenti progettuali di maggiore interesse nella progettazione di un sistema di trasporto pubblico. Oltre ai materiali ed alle finiture, la localizzazione delle fermate all'interno della maglia urbana deve assumere la duplice funzione di servire con il massimo grado possibile l'utenza presente nell'intorno e favorire contemporaneamente una differenziazione modale del tipo di trasporto.

Il processo che ha portato all'ubicazione delle fermate del progetto definitivo si è basato inizialmente sull'analisi critica del progetto preliminare disponibile a base di gara, introducendo quegli accorgimenti che puntano a migliorare l'"appetibilità" del trasporto pubblico rispetto al traffico privato su gomma.

Le fermate rappresentano il luogo iniziale/terminale del movimento pedonale. E' in questo spazio che l'individuo verifica la qualità e l'accessibilità pedonale e valuta le prestazioni rese dal sistema di trasporto.

Inizialmente si sono verificate le geometrie a disposizione e le eventuali interferenze, quali accessi pedonali o carrabili, ubicando le banchine in stretta aderenza alle indicazioni del progetto preliminare a base di gara, ad eccezione di alcune situazioni risultate incompatibili con gli spazi a disposizione, per le quali la fermata è stata leggermente spostata, senza comunque comprometterne la funzionalità o penalizzare il territorio servito.

Una volta condotte queste verifiche e scelte sulle posizioni delle fermate ci si è confrontati con la funzione di interscambio modale dal traffico privato alla filovia e viceversa: questo principio, infatti, rappresenta la chiave di un evento "storico" per la città, che deve favorire la mobilità con il nuovo mezzo pubblico a scapito di quello privato, in modo che complessivamente il traffico leggero all'interno della maglia più strettamente urbana diminuisca e, di riflesso, migliorino le condizioni ambientali (rumore ed inquinamento) dell'area.

Il confronto con le pianificazioni urbanistiche in corso ha portato alla conclusione che l'Amministrazione Comunale ha già previsto alcuni parcheggi scambiatori, quali:

- Cà di Cozzi, a nord (in fase di procedura di project financing nel "Passante delle Torricelle");
- Verona Sud, a sud; previsto nell'ambito della riorganizzazione urbanistica denominata "ATO4" che prevede lo spostamento del casello di Verona Sud a sud dell'autostrada A4 in aderenza al Deposito dei mezzi filoviari e degli autobus;
- S. Michele, ad est; servirebbe contemporaneamente la S.R. 11, l'Autostrada A4 e le tangenziali.

In prossimità dello Stadio Bentegodi sono già presenti i parcheggi a servizio del quartiere e delle manifestazioni sportive, favorevolmente collegati alla bretella Verona Nord-Stadio, a sua volta collegata con il sistema delle tangenziali veronesi e le autostrade.

La fermata di capolinea di Cà di Cozzi, non oggetto del presente intervento, verrà realizzata all'interno del programmato parcheggio scambiatore, come già previsto dal progetto del completamento dell'anello circonvallatorio (Passante delle Torricelle), in corso di approvazione da parte dell'Amministrazione Comunale.

A Verona Sud è previsto il ribaltamento del casello autostradale, in adiacenza al nuovo deposito oggetto del presente progetto, pertanto, è stata prevista una fermata/capolinea compatibile con il futuro parcheggio scambiatore, che verrà a collocarsi tra le due infrastrutture.

Infine, a Verona Est la fermata/capolinea prevista nel progetto definitivo è compatibile con la realizzazione del programmato parcheggio scambiatore. In quest'ambito il progetto definitivo ha allungato la viabilità di Via Dolomiti in modo da superare agevolmente la differenza di quota tra la via stessa e la zona del previsto parcheggio, con il torna indietro che si prolunga fino al sedime della rotatoria della Tangenziale Est.

Oltre alle fermate/capolinea di interscambio posizionate nei punti strategici si deve considerare la favorevole ubicazione delle fermate nelle zone di maggior interesse; il progetto definitivo ha infatti ottimizzato le ubicazioni delle fermate in corrispondenza dell'ospedale di Borgo Trento (fermata Via Mameli e Piazzale Stefani), dell'ospedale di Borgo Roma (fermata Piazzale L. Scuro), della Fiera (fermata viale del Lavoro), della Stazione ferroviaria (fermate piazzale XXV Aprile) e della città antica (fermate Piazza Brà, Portoni Borsari e Castel Vecchio principalmente).

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, B.01.01.RT.01 Relazione tecnica del capitolo progetto del canale stradale, planimetrie in scala 1:500 del capitolo **B.01.03 Stato di Fatto e di Progetto**, l'intero capitolo **C Banchine – Progetto architettonico** (relazioni, planimetrie, tipologici, abaco delle fermate).

1.7. Possibilità di prolungamento delle banchine fino a poter accogliere veicoli da circa 24

Il progetto definitivo contiene diverse tipologie di fermata da applicare lungo il percorso con diversi gradi di finitura e dimensioni trasversali.

Le banchine variano da 2,10 m a 4,20 m di larghezza, a seconda degli spazi a disposizione e della domanda prevista, in funzione della reale ubicazione della fermata: la larghezza minima permette di disporre di un franco utile di 2,00 m di larghezza utile minima, come previsto dal Disciplinare di gara.

La lunghezza utile di 22 m al netto delle rampe, adottata per tutte le fermate, permette di disporre di una banchina compatibile con l'eventuale mezzo da 24 m di lunghezza, garantendo lo svolgimento delle operazioni di salita e discesa dal PHILEAS in totale sicurezza sugli spazi preposti a tale funzione.

Questo aspetto non è trascurabile in quanto permetterà all'Amministrazione in caso di adozione del mezzo di lunghezza di 24 m di non dover operare nessuna attività di allungamento delle banchine, evitando così ulteriori esborsi e lavorazioni, se non l'adeguamento della segnaletica orizzontale della fermata.

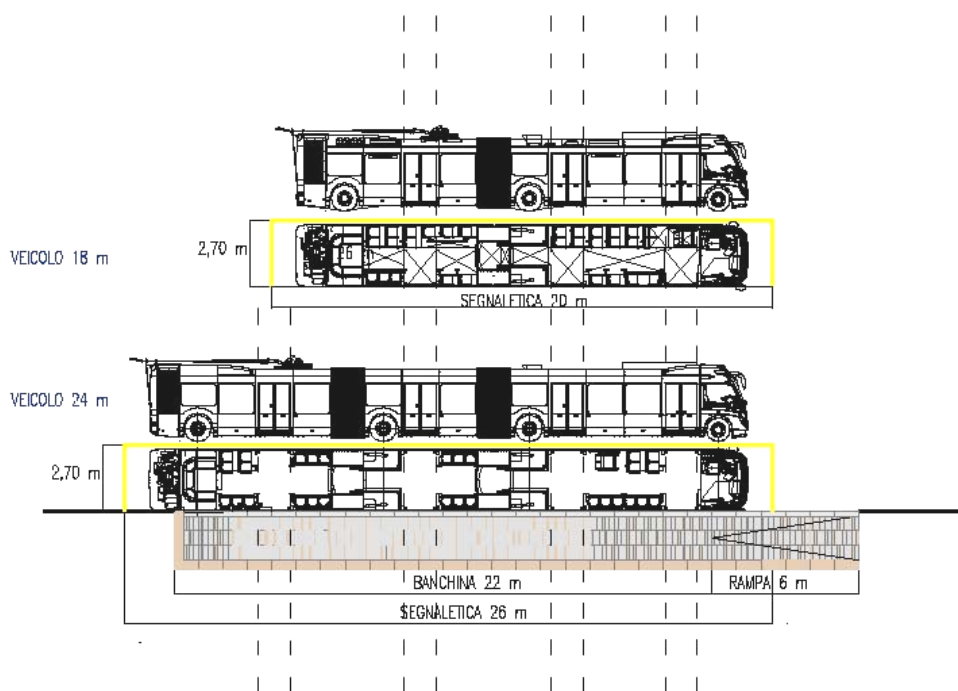


Figura 7. Accosto del veicolo da 18 e 24 m su banchina tipo

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, B.01.01.RT.01 Relazione tecnica del capitolo progetto del canale stradale, planimetrie in scala 1:500 del capitolo B.01.03 Stato di Fatto e di Progetto, l'intero capitolo C Banchine – Progetto architettonico (relazioni, planimetrie, tipologici, abaco delle fermate).

2. OPERE CIVILI

DEPOSITO

2.1. Qualità dei materiali, grado di finitura

I materiali utilizzati nel deposito sono stati scelti in base a criteri prestazionali ed estetici con il duplice fine di soddisfare alle necessità funzionali di durabilità e manutenibilità e di caratterizzare architettonicamente in maniera unitaria l'immagine del complesso.

Gli edifici hanno struttura prefabbricata in cemento armato precompresso, tettoie e pensiline sono in carpenteria metallica, mentre i piazzali hanno pavimentazione in asfalto e sono delimitati da aiuole a verde. A mitigazione della rilevante quantità di asfalto dei piazzali, si è optato per materiali di finitura esterna che alle caratteristiche prestazionali abbinassero il colore verde, inteso come fattore di continuità ambientale e di mitigazione dell'intervento rispetto al contesto.



Figura 8: l'ingresso del Centro Servizi

Tutti i materiali opachi di tamponamento orizzontale e verticale hanno caratteristiche isolanti tali da fornire i requisiti passivi necessari a garantire l'autosufficienza energetica del complesso a partire dallo sfruttamento dell'energia solare termica. Per l'officina sono previsti pannelli di tamponamento a taglio termico e portoni ad impacchettamento verticale coibentati. Gli edifici del centro servizi hanno vetrate con elevato potere isolante, sia termico che acustico, e tamponamenti opachi con cappotto isolante e finitura in pannelli di lamiera metallica, mentre alcune porzioni perimetrali dei fabbricati sono protette da riporti di terreno.

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, elaborati generali del capitolo **D.01 Deposito - Progetto Architettonico** e di dettaglio dei capitoli **D.01.01 Officina**, **D.01.02 Complesso direzionale**

2.2. Qualità e completezza degli impianti tecnici civili

Gli impianti di climatizzazione del complesso sono stati progettati con un'ottica volta allo sfruttamento delle energie rinnovabili e con la volontà di realizzare un impianto di basso impatto ambientale in grado di garantire un notevole contenimento dei consumi energetici in fase di funzionamento e gestione dello stesso, lungo tutto il periodo dell'anno. Essi sono stati progettati nel rispetto delle normative in vigore, con particolare riferimento alla legislazione nazionale in tema di risparmio energetico.

E' prevista la realizzazione di un impianto solare termico "Solar Cooling" che contribuirà nel periodo invernale al riscaldamento degli ambienti, e nel periodo estivo produrrà l'energia termica necessaria per il funzionamento di un refrigeratore d'acqua ad assorbimento. Tale assorbitore, alimentato con l'acqua ad alta temperatura proveniente dai pannelli solari, trasformerà l'energia termica in energia frigorifera, e quindi produrrà l'acqua refrigerata necessaria al condizionamento degli uffici nel periodo estivo.

Le unità terminali saranno impianti di tipo radiante sia per il riscaldamento invernale sia per il raffrescamento estivo, che, oltre a garantire un'ottima di uniformità di distribuzione del calore in tutte le zone dei locali da riscaldare, consentono in inverno, grazie al principio di emissione del calore per irraggiamento, di mantenere la temperatura dell'aria ambiente più bassa anche di 2° C a comfort equivalente se non addirittura migliore rispetto ad un impianto tradizionale, fornendo così una ulteriore fonte di risparmio energetico.

L'impianto progettato garantisce la produzione di energia frigorifera in estate necessaria per la climatizzazione di tutti gli uffici, richiedendo una potenza elettrica di alimentazione pari al 10/15% di quella che sarebbe invece richiesta nel caso di utilizzo di un sistema di produzione acqua refrigerata tradizionale.

Il medesimo impianto, nella fase di funzionamento invernale, si sposa benissimo all'impianto di emissione a bassa temperatura, e dai calcoli effettuati è in grado di fornire l'energia termica necessaria per coprire il 45% del fabbisogno termico di riscaldamento di tutti gli ambienti riscaldati continuativamente, ossia tutti gli uffici e l'officina.

Gli impianti elettrici avranno origine dalla cabina di trasformazione MT/BT che fornirà l'alimentazione a tutto il deposito. Ogni fabbricato sarà dotato di almeno un quadro elettrico nel quale saranno alloggiati gli interruttori di protezione delle linee elettriche a servizio dei circuiti di forza motrice e di illuminazione. Tutti i circuiti sono adeguatamente dimensionati per la sicurezza nel caso di sovraccarico o di corto circuito garantendo un immediato intervento delle protezioni.

Tutte le condutture, vie cavi e tubazioni sono dimensionate secondo quanto prescritto dalle vigenti norme CEI per garantire adeguati sfilaggi dei cavi.

Tutti gli ambienti interni sono dotati di impianto di illuminazione normale dimensionato secondo quanto

prescritto dalla Normativa UNI EN 12464-1; è inoltre previsto un impianto di illuminazione di sicurezza realizzato con apparecchi autonomi che entra in funzione al mancare della tensione di rete garantendo i livelli di illuminamento minimi previsti dalla vigente Normativa.

Le aree esterne saranno illuminate secondo i livelli richiesti dalla Normativa vigente ed in ottemperanza a quanto prescritto dalla Legge Regionale contro l'inquinamento luminoso, saranno garantiti adeguati livelli di illuminamento nelle aree di circolazione e nelle zone di deposito.

L'impianto di forza motrice servirà adeguatamente tutti i punti di lavoro, interni ed esterni, all'interno delle zone uffici, all'interno delle zone di officina e di magazzino. Per la zona "sala controllo" sarà inoltre predisposto un impianto alimentato con gruppi di continuità per garantire l'operatività anche in mancanza di alimentazione di rete. Tutte le postazioni di lavoro saranno raggiunte da impianto di cablaggio strutturato per il collegamento di rete dati e di rete telefonica.

E' prevista la fornitura di un sistema di videosorveglianza con registrazione continua su supporto digitale che monitorerà i punti critici delle aree esterne e di accesso al deposito.

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, elaborati del capitolo **D.03.01 Deposito - Impianti Tecnologici - Impianti Tecnici Civili**

2.3. Soluzioni finalizzate al risparmio energetico ed alla riduzione dell'impatto ambientale

Il contenimento dei consumi energetici è uno dei principali obiettivi della progettazione degli impianti civili connessi con il nuovo sistema di trasporto pubblico.

L'impianto solare termico (completo di un sistema che sfrutta in estate l'energia termica prodotta per trasformarla in energia frigorifera ed in inverno la utilizza direttamente come fonte di riscaldamento), se abbinato ad un impianto ad alto rendimento come quello radiante, presenta un connubio energeticamente molto efficiente e vantaggioso sotto il punto di vista economico in fase di utilizzo dell'impianto.

L'impianto progettato garantisce la produzione di energia frigorifera in estate per la climatizzazione di tutti gli uffici, richiedendo una potenza elettrica di alimentazione pari al 10-15% di quella che sarebbe necessaria nel caso di utilizzo di un sistema di produzione acqua refrigerata tradizionale.

Il medesimo impianto, nella fase di funzionamento invernale, si sposa benissimo all'impianto di emissione a bassa temperatura, e dai calcoli effettuati è in grado di fornire l'energia termica necessaria per coprire il 45% del fabbisogno termico di riscaldamento di tutti gli ambienti riscaldati, ossia tutti gli uffici e l'officina.

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, A.02.06.RS.06 Relazione specialistica risparmio energetico e riduzione impatto ambientale, elaborati del capitolo D.03.01 Deposito - Impianti Tecnologici - Impianti Tecnici Civili

2.4. Inserimento architettonico, finiture superficiali e dell'interrato, illuminazione

La realizzazione del nuovo sottopasso di via Città di Nimes e delle relative trincee tra diaframmi dell'asse principale e delle rampe di salita, oltre a porre le usuali problematiche dell'ingegneria strutturale e geotecnica, si presenta come la possibilità di un intervento unico nel suo genere per la città di Verona, non tanto dal punto di vista infrastrutturale (trattasi infatti di un ordinario sottopasso urbano simile a quelli esistenti) ma dal punto di vista architettonico e delle finiture superficiali, oltreché dell'impianto di illuminazione.

Le fermate del trasporto filoviario che si sviluppano in via Città di Nimes a nord-est del sottopasso stradale rivestono particolare importanza perché spazialmente sono strettamente collegate all'articolato sistema di trasporto pubblico che si sviluppa nel piazzale della stazione.

Per questo motivo si è scelto di sviluppare, come per le situazioni urbane ritenute rilevanti, una rete di collegamenti pavimentati tra le due banchine opposte, i relativi attraversamenti pedonali e i marciapiedi, che si sviluppando da un lato all'altro della strada, in modo che le banchine ed i percorsi siano collegati in ogni punto e siano fruibili liberamente dal maggior numero di persone in tutte le direzioni. Nelle punte dei percorsi trasversali a quelli principali sono localizzate aiuole ad integrazione del progetto e implementazione della sistemazione a verde già esistente su via Città di Nimes.

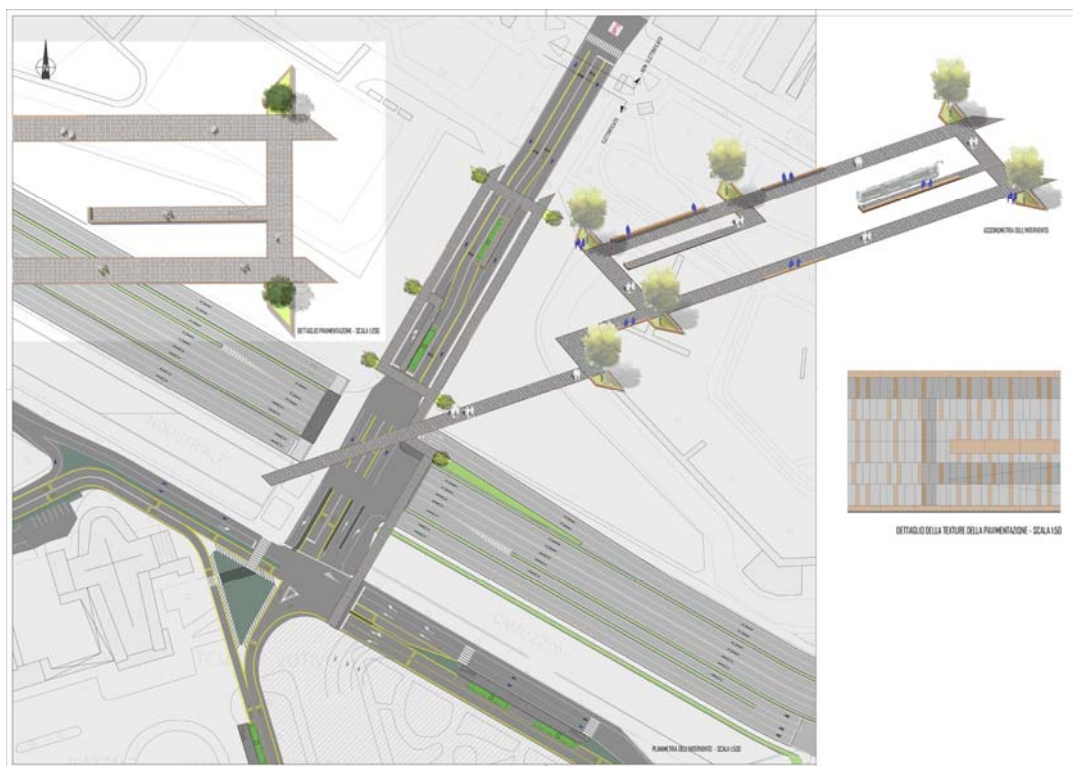


Figura 9: Planimetria di superficie del sottopasso Città di Nimes

Per creare una continuità con il sistema di trasporto del piazzale della stazione si è preferito rafforzare maggiormente un unico asse, quello sud per dare forza e univocità al progetto delle sistemazioni a terra in questione. Da quest'asse sud ci si collega poi agli assi che collegano le tre banchine del sistema filoviario

nella Piazza XXV Aprile e il marciapiede principale dell'edificio della stazione. E' comunque possibile percorrere pedonalmente anche l'asse a nord fino al piazzale della stazione, semplicemente si è scelto di non studiare un trattamento particolare del suolo, ma lasciare l'usuale asfalto e le normali strisce pedonali. Il trattamento a terra di queste superfici prevede una continuità con il trattamento a terra delle superfici delle banchine. La texture creata dal grigio e dal rosso delle pietre delle banchine continua con la stessa gamma cromatica e la stessa dimensione e forma geometrica nell'asfalto stampato e colorato dei percorsi pedonali di collegamento e movimentata la superficie del suolo e la separa visivamente da quella esistente, senza però creare interruzioni troppo "violente" cromaticamente della stessa.

La sistemazione dei percorsi su via città di Nimes prevede inoltre il posizionamento di una serie di cordoli-seduta nelle parti esterne dei percorsi, che si alternano spazialmente a quelli posizionati sulle banchine delle fermate isolate nelle carreggiate, creando così un sistema articolato di sedute in tutta l'area interessata dalle fermate filoviarie, una sorta di grande salotto all'aperto che gode della vista e del riparo delle sistemazioni a verde circostanti.

Oltre alle migliorie architettoniche vale al pena soffermarsi su quello che comunemente sempre più viene a definirsi come sistema galleria: seppur la lunghezza dell'opera sia limitata, si vogliono introdurre per la prima volta nella città di Verona quelle nuove tecnologie che, oltre a migliorare l'estetica dell'opera, consentono di ottenere dei benefici di carattere ambientale. Le pareti e la copertura dei sottopassi rappresentano la superficie esposta verso l'aggressione dei prodotti chimici e di combustione prodotti dal traffico in transito, con l'effetto che, anche solo dopo poco tempo dall'entrata in esercizio, queste superfici si trovano sporche, opache e ricoperte di uno strato di micro particelle che altro non sono che smog. Ci si deve così confrontare con quello che viene definito **"effetto sporcamento"** che, scurendo le superfici, determina una minor percezione dell'utente della geometria stradale, una minor resa dell'impianto di illuminazione e una frequenza di interventi di pulizia per ripristinare le condizioni iniziali.

Il progetto definitivo propone, per ovviare a queste problematiche, l'accoppiamento di due tecnologie:

- 1. l'applicazione di particolari prodotti che minimizzano gli interventi di manutenzione ed aumentano le prestazioni del sottopasso anche dal punto di vista della sicurezza;**
- 2. impianto di illuminazione a LED.**

Con riferimento al **punto 1** i prodotti da applicare devono seguire la seguente procedura:

- applicazione in doppio strato di smalto acrilico elastomerico all'acqua, atossico, da posare direttamente sulla superficie, con colorazione bianca;
- applicazione di smalto di finitura epossidico-silossanico con alto potere riflettente e resistente all'abrasione ed alla scalfittura;
- applicazione sulle superfici interne della galleria di un film a base di **Biossido di titanio**.

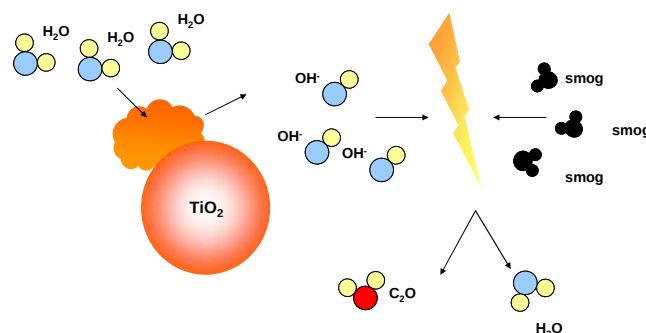


Figura 10: l'utilizzo dell'ossido di titanio come catalizzatore per contenere ed abbattere le polveri sottili

Perché l'ossido di Titanio? La risposta ha una natura chimica, legata alle reazioni di ossidazione che si vengono a determinare all'interno di una galleria o di un sottopasso tra l'aria ed i materiali residui della combustione degli usuali motori a combustione interna. Infatti, **il biossido di titanio dal punto di vista chimico-fisico è un catalizzatore in grado di degradare per ossidazione numerosi composti organici**. Il Biossido di Titanio (TiO_2) è un pigmento intensamente bianco, utilizzato in maniera diffusa nelle vernici, nella carta e nei cementi per renderli più brillanti: non a caso infatti le vernici a base di questo materiale sono eccellenti riflettenti della radiazione luminosa ed infrarossa. Ma la proprietà più recentemente venuta alla ribalta è quella di catalizzatore, funzione che viene attivata dalla radiazione solare o dalla luce di apposite sorgenti, determinandone la proprietà di distruggere i composti organici che tendono depositarsi sulle pareti stesse, generando l'effetto sporcamento citato: le molecole del biossido di titanio catalizzano l'ossidazione di residui organici (sporcizia, depositi dell'inquinamento e microorganismi) in acqua e diossido di carbonio.

Con riferimento al **punto 2** si prevede l'illuminazione permanente mediante corpi illuminanti con tecnologia a LED con prestazioni elevate, con ogni apparecchio composto da più moduli led in funzione delle potenze richieste.

I principali vantaggi conseguibili con questa tecnologia sono:

- l'efficienza del flusso luminoso emesso dall'apparecchio illuminante
- l'orientamento della luce: i led sono dotati di ottiche altamente performanti che consentono di indirizzare il flusso luminoso nelle zone dove serve maggiormente, evitando dispersioni inutili di luce;
- l'elevata vita utile dei corpi illuminanti;
- la qualità della luce anche in relazione all'attivazione del fenomeno di catalisi dell'ossido di titanio.

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, intero capitolo B.02.01.Sottopasso Via Città di Nimes.

2.5. Migliorie al piano di cantierizzazione del sottopasso di via Città di Nimes

La cantierizzazione di un'importante opera come un sottopasso stradale da eseguirsi in una strada molto trafficata con precisi vincoli per il mantenimento delle funzioni della viabilità attualmente in esercizio, richiede un'analisi dettagliata di ciascuna fase realizzativa e delle ricadute che queste determinano sulla viabilità. In particolare vanno considerate le interazioni che le principali lavorazioni determinano con quanto gli sta intorno, non solo con il traffico ma anche con la disponibilità di spazi e di superfici per le macchine operatrici e per i materiali ed approvvigionamenti necessari.

Le principali opere previste sono:

- impalcato con travi prefabbricati in c.a.p.;
- diaframmi in c.a. con perforazione con impiego di fanghi bentonitici;
- demolizione e ricostruzione di parte dei diaframmi esistenti;
- esecuzione di tiranti con trefoli in acciaio armonico.

Si tratta di lavorazioni che richiedono la disponibilità di spazi perché comportano la presenza nel cantiere di macchine operatrici di dimensioni notevoli, richiedono spazi di manovra per il varo degli elementi prefabbricati e delle gabbie di armatura. Nel progetto definitivo sono state ipotizzate ben 7 fasi realizzative, ciascuna dotata di una propria planimetria di fase, nelle quali sono state individuate le disponibilità di spazi per lo stoccaggio dei materiali e delle attrezzature e macchine operatrici, le singole fasi di lavoro da articolarsi in successione secondo un programma lavori "spaziale" al quale nel progetto esecutivo si dovrà aggiungere la variabile temporale.

I **vantaggi del piano di cantierizzazione** proposto sono:

1. viene garantita la viabilità di superficie sulla direttrice da Porta Palio verso Porta Nuova utilizzando il sedime di via G. Cardinale con due corsie di marcia in tutte le fasi costruttive;
2. viene garantita la viabilità di superficie sulla direttrice da Porta Nuova verso Porta Palio utilizzando parte del sedime dei parcheggi dia Città di Nimes con due corsie di marcia in tutte le fasi costruttive;
3. viene mantenuto l'esercizio dei sottopassi esistenti di Porta Palio e Porta Nuova in tutte le fasi tranne l'ultima nei quali si deve mettere in atto la chiusura per lo scavo della trincea e del sottopasso (possibilmente nei mesi estivi per limitare gli effetti di penalizzazione sul traffico); nelle fasi intermedie saranno adottate delle parzializzazioni rispettivamente:

Sottopasso di Porta Palio: ad 1+1 corsia di marcia nelle fasi 2 e 6;

Sottopasso di Porta Nuova: ad 1+1 corsia di marcia nelle fasi 3 e 6;

4. si ipotizza di ubicare il cantiere principale su parte della superficie del parcheggio lato Porta Palio di via Città di Nimes, limitando le interferenze dei mezzi di cantiere nelle manovre di accesso/uscita che avvengono da via Città di Nimes e non da via Dal Cero, con aree tecniche di lavoro (stoccaggio materiali, predisposizione gabbie di armatura) che si ubicano nelle aree lasciate libere dalla viabilità che viene deviata in funzione delle necessità di cantiere;
5. per l'approvvigionamento delle travi prefabbricate si utilizza la parte di viabilità chiusa al traffico che si trova tra la rampa del sottopasso di Porta Palio ed il canale Camuzzoni, facilmente raggiungibile dai trasporti eccezionali che si presume arrivino dalla bretella Verona Nord Stadio prospiciente.

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, il capitolo B.02.01 Sottopasso Via Città di Nimes, il capitolo B.04 Piano di cantierizzazione – B.04.02 Cantierizzazione sottopasso Città di Nimes

2.6. Qualità dei materiali impiegati per le banchine di fermata

Le opere civili relative ad una infrastruttura urbana quale il sistema di trasporto filoviario assumono un ruolo strategico nella definizione della qualità degli spazi urbani.

Le fermate dei mezzi pubblici rappresentano per l'utente non residente o occasionale il primo approccio con la città, mentre per l'utente abituale la loro ricorrenza nel tessuto urbano un elemento di riconoscibilità e connotazione urbana.

A partire da questi principi per le banchine di fermata si sono scelti materiali che, oltre a garantire la necessaria durabilità e manutenibilità, hanno caratteristiche formali atte a veicolare valori simbolici.

L'asfalto, i cordoli di banchina e parte delle pavimentazioni in pietra hanno il colore del marmo rosso Verona e la texture di posa della pietra, riprodotta con matrice sulle superfici in asfalto decorativo, ha la ricchezza delle pavimentazioni della città storica.

Sia la pietra, impiegata nelle situazioni urbane di maggiore pregio, sia l'asfalto colorato con disegno a matrice, utilizzato negli altri casi, garantiscono stabilità delle prestazioni nel tempo (resistenza all'usura, agli urti, agli eventi atmosferici, alle variazioni climatiche) e inalterabilità delle qualità estetiche (forma, superficie, colore).

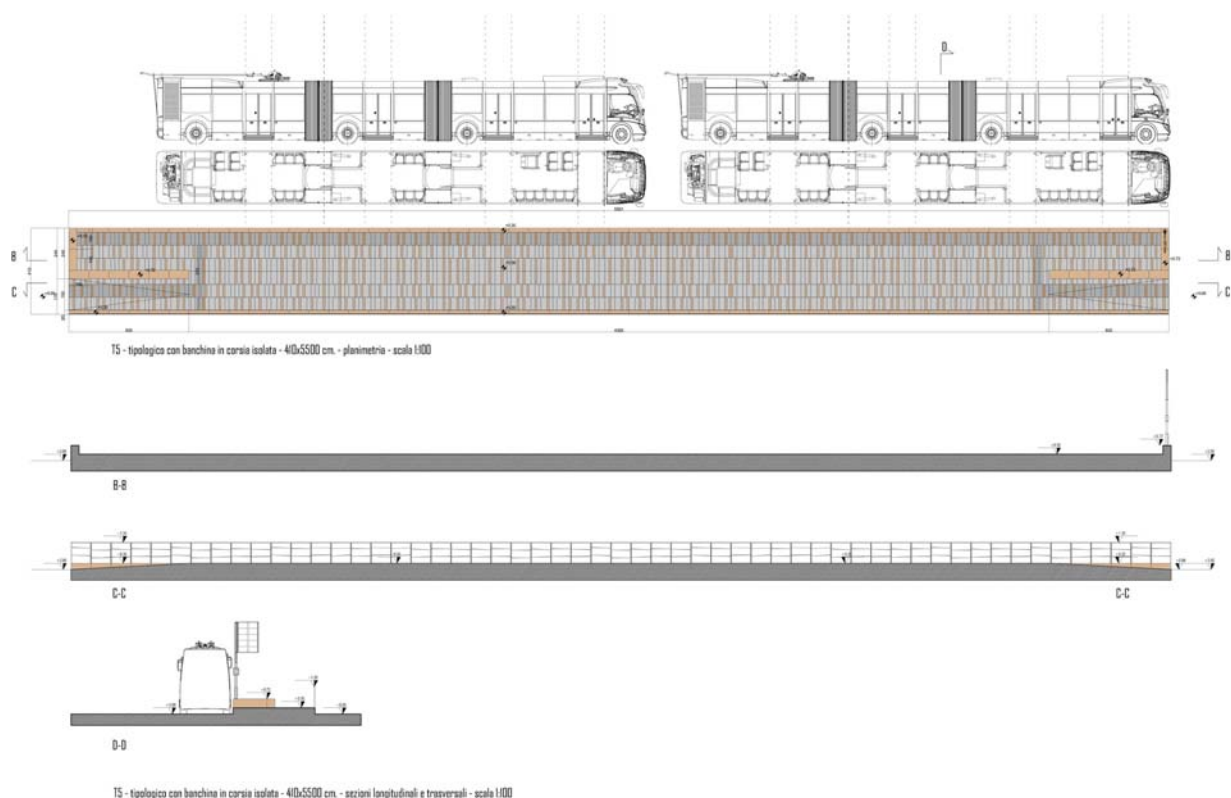


Figura 11: Tipologico della banchina di capolinea

I cordoli di contenimento sono previsti in cemento decorativo color marmo Rosso Verona in due formati: cordolo stradale e cordolo con funzione di seduta con dimensioni tali da costituire una panca continua lungo il perimetro verso il canale stradale veicolare. Verso il canale stradale veicolare la banchina avrà un parapetto di protezione in metallo verniciato con corrimano tubolare e correnti orizzontali a disegno semplice.

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, i capitoli C.01.01 Banchine – Progetto Architettonico – Tipologici T2-T3, C.01.02 Banchine – Progetto Architettonico – Tipologici T1-T4, C.01.03 Banchine – Progetto Architettonico – Tipologici T5

2.7. Inserimento delle banchine nel contesto urbano

L'inserimento delle banchine rispetta i caratteri urbani attraverso lo sviluppo di tipologie in grado di adattarsi alla diversa configurazione del canale stradale e, nello stesso tempo, di integrarsi nel contesto.

In alcuni casi, l'inserimento dell'infrastruttura è stato l'occasione per la ridefinizione del tessuto urbano circostante attraverso l'inserimento di nuove pavimentazioni, aiuole verdi ed arredi.

Per i tratti in sede dedicata, le tipologie messe a punto sono tre e coincidono con le diverse contestualizzazioni rilevate: si va dalla banchina con larghezza atta ad ospitare le pensiline, a quella, con dimensioni ridotte, ma dotata di un sistema di sedute per l'attesa, a quella da introdurre nelle situazioni più compresse dove lo spazio a disposizione non consente l'inserimento di arredi. Per i tratti in cui il mezzo filoviario viaggia in sede promiscua con il traffico urbano, la banchina è prevista sul marciapiede esistente. Per le aree di capolinea, dove è prevista la sosta del mezzo pubblico, si è optato per una banchina con larghezza, a seconda dei casi, coerente con le tipologie precedenti ma lunghezza doppia per ospitare due (tre, nel caso di piazzale XXV aprile) mezzi in sosta.

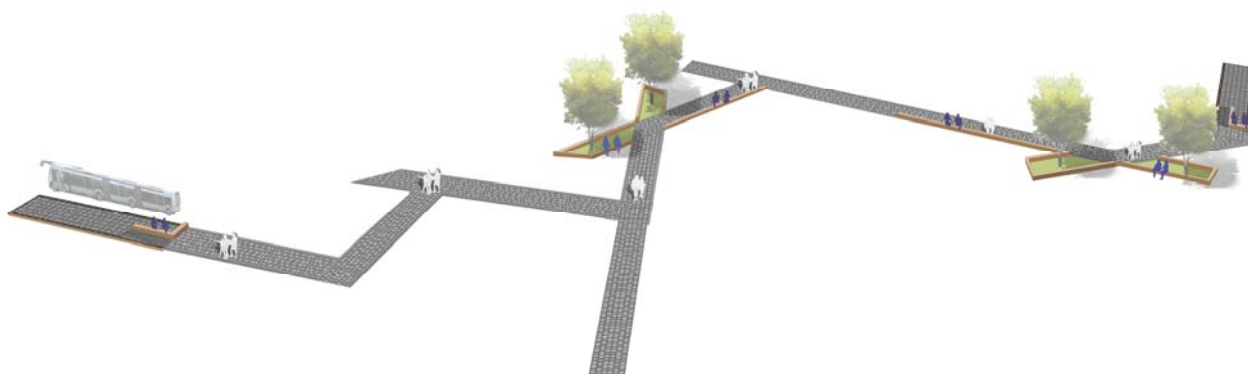


Figura 12. Schema tridimensionale della fermata Fiera

Uno degli obiettivi della progettazione delle fermate urbane è stato di trasformare questa occasione di intervento diffuso in un momento di qualificazione del tessuto urbano interessato, grazie ad una attenzione formale che punta alla qualità della realizzazione non solo delle fermate stesse, ma anche dei percorsi pedonali che le collegano e degli spazi urbani ad esse strettamente connessi. E' stata posta particolare attenzione alle fermate definite principali che si articolano o nei pressi di edifici o luoghi importanti per la vita della città stessa o in corrispondenza del centro storico, nel primo caso per sottolineare la presenza dell'intervento filoviario e organizzare con maggior qualità gli spazi urbani in questione, nel secondo caso inoltre per incrementare, se possibile, una qualità architettonica e una cura del dettaglio urbano presente già molto alta.

L'ispirazione progettuale che lega profondamente tutti gli interventi proviene direttamente dall'oggetto centrale della gara, il mezzo filoviario; la forma di parallelepipedo allungato su cui si distribuisce la gente in viaggio per le diverse destinazioni della città si declina poi nella forma della banchina di attesa piena di passeggeri ed infine nei parallelepipedi dei percorsi di collegamento tra i luoghi e le fermate stesse. Questi parallelepipedi vengono trattati formalmente come le banchine; analizzando la disposizione sia di banchine sia dei percorsi nella planimetria è possibile riconoscere uno schema che per assonanza ricorda il gioco degli shangai: stecche allungate e dotate di punta che si toccano in diversi punti, ognuna ha la propria indipendenza formale, ma spazialmente sono tutte legate da un disegno unico che organizza a ogni lancio lo spazio in maniera differente. L'invito del progetto è quindi quello a considerare ogni singolo intervento spazialmente unico nel suo genere, ma allo stesso tempo profondamente legato a tutti gli altri perché frutto della stessa matrice, metaforicamente frutto della stessa mano che lancia gli shangai nello spazio e ne osserva la ri-disposizione nel piano. Chiaramente il progetto si stacca dalla metafora e dalla casualità del principio del gioco citato, per declinarsi invece con attenzione e cura al genius loci del contesto che nel caso dello spazio urbano veronese è vivificato dalla rete reale dei percorsi che la gente fa ogni giorno per sviluppare le proprie attività. La scelta di far continuare i percorsi anche al di là del punto di connessione vuole da un lato renderli più dinamici e dall'altro segnalarli maggiormente da lontano. Il pedone che sta avvicinandosi all'intervento legato alla singola fermata può già avvistare da lontano il punto in cui la direttrice sghemba della punta dell'inizio del percorso inizia interrompendo la normale pavimentazione e quindi orientarsi maggiormente e viaggiare con più sicurezza verso la sua meta. La punta dei percorsi è una semplificazione di una freccia al suolo che richiama e conduce per la città, tra un mezzo e l'altro, tra un luogo e l'altro.

Dove possibile, nei punti in cui non si intralciano i passaggi pedonali, sono state posizionate a termine dei percorsi delle aiuole con un albero come momento di riflessione e pausa naturale all'interno della città.

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, il capitolo C.01. Banchine – Progetto Architettonico, il capitolo C.01.04 Abaco fermate

2.8. Piano di cantierizzazione della sovrastruttura stradale

La realizzazione del canale stradale per ospitare il nuovo sistema di trasporto filoviario della città di Verona si deve confrontare con una maglia di strade urbane tra loro interconnesse che sostengono la mobilità urbana e periurbana, nella quale si alternano le più diverse condizioni in termini di numero di corsie, componenti di traffico, tipologia di pavimentazioni, regolazione delle intersezioni e quant'altro concorre a definire il sistema stradale nel suo complesso (marciapiedi, cordoli, aiuole, attraversamenti pedonali, spazi per la sosta più o meno regolamentati, ecc.).

Il progetto definitivo si è posto la questione di come organizzare la realizzazione del canale stradale nel suo complesso, prendendo in esame in particolare quelle strade che si presentano a più corsie per senso di marcia e che rappresentano le direttrici più importanti della città sulle quali viene a calarsi il progetto della Filovia. Sono state individuate due direttrici come Via Cà di Cozzi - Via Trento - Via Mameli lungo la linea 2A Borgo Roma - Cà di Cozzi, e come Viale del Lavoro - Viale delle Nazioni lungo la linea 2B, Borgo Trento - Verona Sud e per queste si sono studiate le fasi di cantiere.

Il risultato fondamentale emerso dall'analisi della successione delle fasi di cantierizzazione riguarda la **possibilità di mantenere in esercizio la viabilità durante tutta la fase di lavori**, riducendo la sezione a 1+1 corsia di marcia ed operando per cantieri parziali lungo la direttrice.

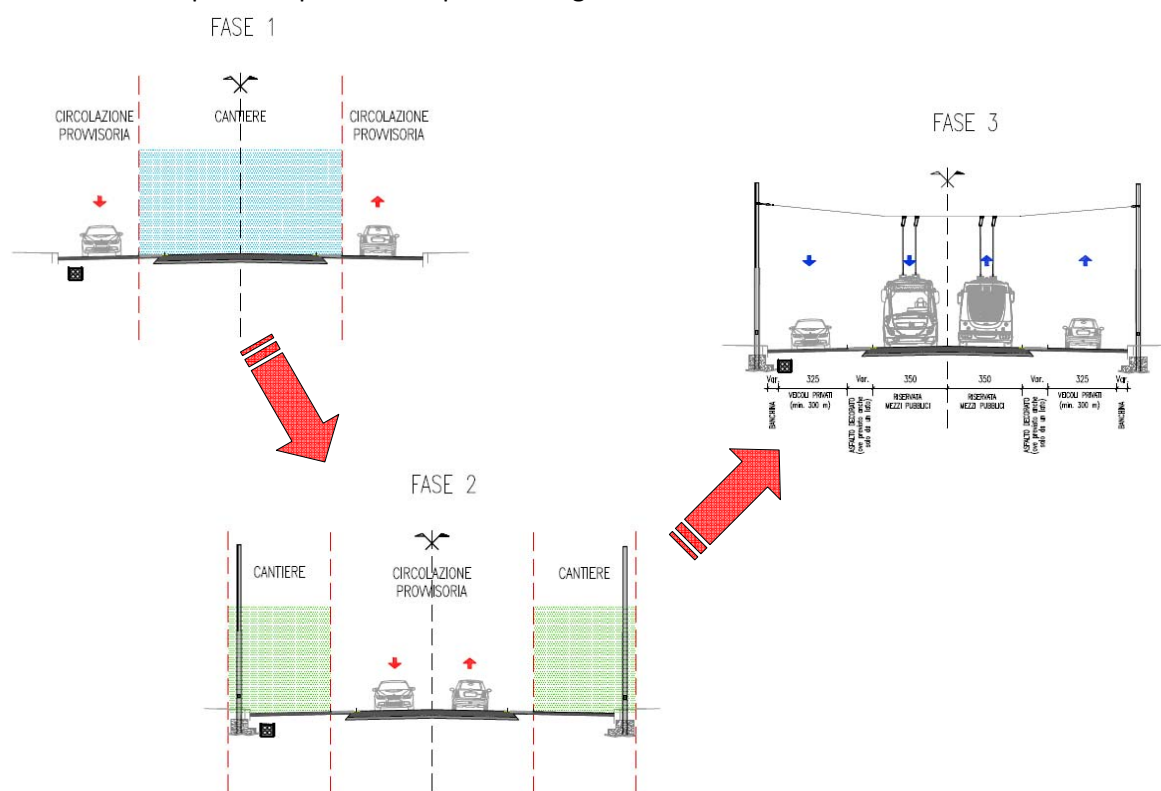


Figura 13: schema esemplificativo della cantierizzazione dell'asse via Mameli, via Trento, via Cà di Cozzi

Per le strade a sezione più ridotta si deve ricorrere invece alla deviazione totale del flusso di traffico su percorsi alternativi di analoga capacità e funzionalità, introducendo un sistema di segnaletica atto a sostenere la viabilità ed indirizzare l'utenza non solo verso il percorso deviato ma verso percorsi alternativi di più ampia maglia. Accanto a questi accorgimenti, parte dei quali regolamentati da appositi disposti normativi in termini di segnaletica di cantiere, l'espedito principale da mettere in atto per evitare gravi fenomeni di congestione della circolazione è la pubblicità sugli organi di stampa, sia radio/televisivi che giornalistici in modo che la cittadinanza sia informata dell'avanzamento lavori e dell'interessamento di una viabilità piuttosto che un'altra dai cantieri stradali.

Rivestono carattere particolare alcune viabilità come ad esempio Corso Cavour o Via Diaz per la tipologia di pavimentazione e per le caratteristiche di traffico che tale viabilità supporta. La presenza della pavimentazione in cubetti di porfido che deve essere ricostruita per ospitare il filobus con caratteristiche meccaniche migliori, non può altro che essere rifatta con la stessa tipologia, procedendo per cantieri parziali, evitando la chiusura complessiva della strada e permettendo il transito con corsie di larghezza ridotta a doppio senso di marcia. Nelle sezioni più strette verrà istituito il senso unico alternato con regolazione con impianti semaforici temporanei, che nelle ore notturne verranno disattivati procedendo a vista.

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, il capitolo B.04 Piano di cantierizzazione – B.04.01 Cantierizzazione della sovrastruttura stradale

2.9. Inserimento urbanistico delle sottostazioni

Nell'ubicazione delle sottostazioni elettriche si è cercato di rispettare quanto previsto nel progetto preliminare. Le variazioni rispetto a questo sono state dettate dalla triplice esigenza di:

- evitare la procedura di esproprio;
- minimizzare l'impatto ambientale;
- minimizzare le interferenze con i sottoservizi esistenti.

Inoltre, al fine di migliorarne la funzionalità ed agevolare gli interventi di manutenzione, dove possibile, si è optato per edifici fuori terra. I vantaggi di tale scelta riguardano l'esodo in caso di emergenza, i costi di manutenzione e la difesa dalle infiltrazioni idriche.

Le sottostazioni insistono su diverse tipologie di aree pubbliche: spazi residuali legati all'infrastruttura viaria, aree a verde pubblico in prossimità del tracciato del sistema di trasporto, parcheggi pubblici in fregio al canale stradale utilizzato dalla filovia. In tutti i casi, le aree individuate hanno carattere di marginalità rispetto alla zona di appartenenza.



Figura 14 – Inserimento urbano delle sottostazioni fuori terra ed interrata

Per tutte le sottostazioni, interrate e fuori terra, si è operato progettualmente per la minimizzazione dell'impatto ambientale, principalmente per quel che riguarda la percezione visiva.

Per le sottostazioni interrate è previsto il ripristino della pavimentazione esistente, verde o pavimentazioni, delle aree in cui sono inserite. L'inserimento delle sottostazioni fuori terra ha privilegiato ubicazioni defilate rispetto alle aree di riferimento e tutte le volte che è stato possibile sono state previste opere di mitigazione ambientale consistenti nella modellazione del terreno e nella messa a dimora di arbusti. Le sottostazioni ricadenti in aree a verde, che rappresentano la maggior parte della tipologia fuori terra, presentano su due lati dei riporti di terra a formare dune in continuità con il terreno circostante. Su di queste è prevista la sistemazione a prato e la messa a dimora di arbusti.

Solo per le sottostazioni che ricadono all'interno di aree a parcheggio è prevista una recinzione a vista in pannelli di lamiera metallica microforata color verde, analoghi a quelli impiegati per le finiture del centro servizi del deposito.

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, il capitolo E.01 Sottostazioni – Progetto Architettonico

2.10. Sottostazioni - Minimizzazione delle esigenze di esproprio e degli ingombri

Le sottostazioni dislocate lungo il tracciato permettono di fornire l'alimentazione elettrica in corrente continua a 750Vcc al Sistema filoviario TPTF di Verona. Nelle sottostazioni avviene il processo di trasformazione dell'energia elettrica, passando da un sistema di alimentazione in corrente alternata a uno in corrente continua attraverso l'impiego di due gruppi di conversione.

Ogni sottostazione è costituita da tre locali:

- “locale ingresso fornitura energia”;
- “locale misure”;
- “locale apparecchiature”.

Nel “locale ingresso fornitura energia” sono installate le apparecchiature di manovra dell'ente fornitore e rappresenta il punto di consegna della fornitura in media tensione, nel “locale misure” è installato il gruppo di misura e l'accesso è consentito anche all'utente. Nel “locale apparecchiature” riservato solo all'utente viene realizzato il processo di conversione dell'energia. L'ingombro complessivo della sottostazione corrisponde ad un parallelepipedo con pianta rettangolare di m 8x12 ed altezza di m 4.



Figura 15. Inserimento di una sottostazione fuori terra

Nella localizzazione delle sottostazioni elettriche, al fine di minimizzare le esigenze di esproprio, si è privilegiata la scelta di aree pubbliche già di proprietà dell'Amministrazione Comunale. Eventuali discostamenti rispetto al progetto preliminare nascono proprio dalla volontà di evitare le procedure di esproprio.

Le sottostazioni insistono su diverse tipologie di aree pubbliche: spazi residuali legati all'infrastruttura viaria, aree a verde pubblico in prossimità del tracciato del sistema di trasporto, parcheggi pubblici in fregio al canale stradale utilizzato dalla filovia. In tutti i casi, le aree individuate hanno carattere di marginalità rispetto alla zona di appartenenza.

Elaborati di riferimento PD: A.01.00.RG.01 Relazione descrittiva, il capitolo E.01 Sottostazioni – Progetto Architettonico, i capitoli E.01.01 Sottostazioni – Progetto Architettonico – Sottostazioni fuori terra Tipologia A, E.01.02 Sottostazioni – Progetto Architettonico – Sottostazioni fuori terra Tipologia B, E.01.03 Sottostazioni – Progetto Architettonico – Sottostazioni interrato