

PNRR - Misura M2.C2 - Intervento 4.2 Sviluppo Trasporto Rapido di Massa

Realizzazione Trasporto Rapido Costiero Rimini Fiera - Cattolica
2^a tratta Rimini FS - Rimini Fiera (CUP D91E20000170001)

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA



PARTE GENERALE

ELABORATI GENERALI

RELAZIONE TECNICA GENERALE

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Roberto D'Andrea

Gruppo di lavoro

Arch. Gilberto Avella
Ing. Arianna Bichicchi
Sig.ra Elisa Canevari
Geom. Barbara Dominici
Arch. Matteo Massanelli



SUPPORTO SPECIALISTICO

Geologia e modellazione sismica
Responsabile - Dott. Geol. Carlo Copioli
Collaboratori - Dott. Geol. Gianni Amantini
- Dott. Geol. Fabio Vannoni
Indagini Geognostiche - INTERGEO S.r.l.
Risoluzioni Interferenze - Ing. Gianluca Vitali
Piano del verde - Arch. Serena Corbelli

PROGETTAZIONE



SUPPORTO SPECIALISTICO

Ambiente



Responsabile integrazione prestazioni specialistiche

Ing. Pietro Caminiti

Responsabili di Disciplina

Ing. Pietro Caminiti - *Infrastruttura*
Ing. Maurizio Falzea - *Opere Strutturali*
Ing. Angela Tortorella - *Impianti*
Arch. Alessandro Cacciatore - *Architettura e Sistemazioni Urbane*
Ing. Massimo Plazzi - *Idrologia e Idraulica*
Ing. Davide Salvo - *Capitolati e Documenti Economici*
Ing. Fabrizio Conti - *Coordinatore Sicurezza in fase di Progettazione*
Ing. Andrea Spinosa - *Pianificazione dei trasporti e ACB*
Dott. Geol. Ignazio Giuffrè - *Geologia*

Archeologia



COMMESSA

TRC2

FASE

PFTE

DISCIPLINA

GEN

TIPO/NUMERO

RT001

REV.

B

SCALA

-

NOME FILE

TRC2-PFTE-GEN-RT-001-B

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	DIC_2022	EMISSIONE	P.CAMINITI	P.CAMINITI	P.CAMINITI
B	FEB_2023	AGGIORNAMENTO PER RICHIESTE RUP	P.CAMINITI	P.CAMINITI	P.CAMINITI
C	-	-	-	-	-

Indice del documento

Premessa	4
1. Descrizione del tracciato di progetto	5
1.1. Caratteristiche tecniche del tracciato.....	12
1.2. Caratteristiche plano-altimetriche del tracciato.....	15
1.3. Caratteristiche della piattaforma	17
2. Fermate	18
2.1. Dimensionamento delle banchine.....	20
2.2. Soluzioni per garantire la piena accessibilità	21
3. Inserimento urbano	23
3.1. Sistemazioni urbane	23
3.2. Verde urbano	23
4. Domanda di progetto e modello di esercizio	24
4.1. Analisi della domanda	24
4.2. Modello di esercizio	25
5. Impianti di sistema.....	26
5.1. Sistema di segnalamento e controllo della marcia	26
5.2. Impianto di trazione elettrica	32
5.3. Impianti di ausilio e regolamentazione dell'esercizio	33
5.4. Impianto di illuminazione pubblica	34
5.5. Impianti tecnologici sottovie e sottopassi	36
6. Strutture e opere d'arte.....	37
6.1. Nuovo ponte sul porto Canale.....	37
6.2. Nuovo ponte sul Deviatore Marecchia	38
6.3. Nuovo sottovia ingresso sud Rimini Fiera.....	41
7. Aspetti idrologici e idraulici.....	42
7.1. Inquadramento idrografico dell'area.....	42
7.1.1. Reticolo fluviale principale	43
7.1.2. Reticolo secondario di pianura.....	43

7.1.3.	Ambito costiero.....	44
7.1.4.	Rete fognaria urbana.....	44
7.2.	Quadro vincolistico.....	45
7.2.1.	PAI – Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico	45
7.2.2.	PGRA – Piano di Gestione Rischio Alluvioni (2^ ciclo 2015-2021)	45
7.2.3.	Regolamento di Polizia idraulica consorziale.....	45
7.2.4.	Regolamenti circa la gestione delle reti fognarie	46
7.3.	Analisi idrologica e idraulica	46
7.3.1.	Reticolo fluviale principale	47
7.3.2.	Reticolo secondario di bonifica	48
7.3.3.	Rete fognaria.....	48
7.3.4.	Caratteristiche generali della rete fognaria in progetto	49
8.	Quadro di riferimento ambientale	53
8.1.	Inquadramento territoriale	53
8.2.	Analisi dei sotto-ambiti territoriali	53
8.2.1.	Sotto-ambito A.....	53
8.2.2.	Sotto-ambito B	54
8.2.3.	Sotto-ambito C.....	54
8.2.4.	Sotto-ambito D.....	54
8.2.5.	Sotto-ambito E	54
8.2.6.	Sotto-ambito F	54
8.3.	Pianificazione urbanistica ed uso del suolo	55
9.	Interferenze con reti di servizi e sottoservizi	57
9.1.	Fognatura	58
9.2.	Acquedotto.....	58
9.3.	Gas metano	58
9.4.	Rete elettrica	58
9.5.	Reti telecomunicazioni	58
9.6.	Illuminazione pubblica.....	58
10.	Parco rotabile.....	59
10.1.	Caratteristiche del veicolo	59

10.2.	Vita media del veicolo.....	61
10.3.	Struttura portante	61
10.4.	Caratteristiche e requisiti prestazionali	62
10.5.	Accessibilità	62
10.6.	Manovrabilità	63
11.	Cantierizzazione delle opere	66
11.1.	Macrocantieri	66
11.2.	Cronoprogramma dei lavori.....	67
11.3.	Contenimento degli impatti.....	68
11.3.1.	Sistema naturale.....	68
11.3.2.	Contenimento delle emissioni rumorose e vibrazionali.....	71
12.	Verifiche di ottemperanza ai criteri ambientali minimi (CAM).....	74
13.	Espropri e occupazioni	74
14.	Valutazione dei costi	75

PREMESSA

Il progetto di fattibilità tecnico-economica della “2^a Tratta Trasporto Rapido Costiero Rimini FS – Rimini Fiera” è stato sottoposto a richiesta di finanziamento nell’ambito del cosiddetto Avviso numero 1 avente scadenza il 31/12/2018 per l’accesso al Fondo nazionale per i sistemi di trasporti rapidi di massa. Il finanziamento è stato approvato con decreto MIT numero 185 del 30/04/2020 e, successivamente, è stato valutato idoneo ad essere inserito tra le opere della misura M2.C2 del PNRR ai sensi del decreto MIMS numero 448 del 16/11/2021. Con Decreto Dirigenziale numero 337 del 22/12/2021 la Direzione Generale per il trasporto pubblico locale e regionale e la mobilità pubblica sostenibile - Divisione 2 ha quindi provveduto all’impegno contabile delle risorse di cui all’art. 1, comma 1072 della Legge 205/2017 destinate all’intervento di cui trattasi. Tali interventi sono a oggi finanziati con Legge numero 205 del 27/12/2017 “Legge di bilancio 2018” all’art.1, comma 1072, nell’ambito del quale è stato disposto il finanziamento del Fondo di cui alla Legge numero 232 del 11/12/2016, art.1, comma 140, per interventi nel settore del trasporto rapido di massa ad impianti fissi.

L’intervento si colloca nel più vasto piano di potenziamento e riordino del trasporto collettivo dell’area urbana costiera di Rimini e si colloca nella tipologia dei sistemi intermedi ad alto livello di servizio. Il trasporto su gomma è, nel panorama dei trasporti collettivi, quello con minore capacità ma maggiore economia di implementazione, non necessitando di infrastrutture proprie. È caratterizzato da estrema flessibilità ma anche dall’incapacità di garantire un servizio regolare, proprio perché vincolato dal traffico privato, con cui condivide la sede. Se il bus (o il filobus) si muovono su corsie proprie, separate (e protette) si realizza una busvia: in questo caso i maggiori oneri di costruzione sono ripagati dall’aver un servizio più regolare ed efficiente. Quando si adoperano mezzi articolati e le intersezioni sono ridotte al minimo e attrezzate con asservimento semaforico si parla di busvie ad alta capacità (BAC o FAC, nel caso di filovia). BAC/FAC con capacità comprese tra 1.000 e 5.000 posti/ora per senso di marcia sono presenti in diverse metropoli nordamericane e sudamericane così come in diverse città europee, principalmente francesi (*bus à haut niveau de service*, BHNS) e inglesi (BRT, *busway rapid transit*).

La presente relazione illustra in maniera sintetica il progetto secondo tutte le discipline specialistiche di cui si costituisce, rimandando per dettagli alle diverse relazioni tecniche di settore facenti parte del corpo progettuale.

1. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO DI PROGETTO

La proposta prevede una linea, di lunghezza pari a circa 4,2 km che si sviluppa su un tracciato in sede interamente protetta, garantendo tempi di percorrenza certi, senza alcuna interferenza con la viabilità esistente.

Il tracciato si pone in adiacenza alla linea ferroviaria Bologna – Ancona in rilevato rispetto al piano di campagna mantenendosi a cavallo dell'attuale confine fra aree ferroviarie e comunali, in ottemperanza alle distanze di rispetto previste dalla velocità di esercizio della linea Bologna – Ancona. La nuova tratta comprende un nuovo capolinea con anello di inversione e 6 fermate intermedie tutte a doppia via di corsa per garantire l'incrocio del veicolo alle estremità delle tratte a singola via di corsa.

Il tracciato risulta composto da una tratta di linea a singola via di corsa avente larghezza 4,20 m nella prima parte del tracciato per una lunghezza di circa 1,7 km a partire dal capolinea esistente di Rimini FS e fino alla fermata n.3 Rivabella. Nella seconda parte del tracciato dalla fermata n.3 Rivabella fino al capolinea Fiera di Rimini per una lunghezza di 2,5 km, la minore densità urbanistica consente la realizzazione di un percorso a doppia via di corsa che garantisce maggiore flessibilità e capacità del servizio specie in occasione delle manifestazioni fieristiche.

L'impianto del TRC Rimini FS – Riccione FS è completamente segregato dal resto della circolazione stradale ed è dedicato al solo esercizio della linea *MetroMare*: per le sue particolari caratteristiche è identificabile come l'unico impianto di filovia ad alto livello di servizio in esercizio in Italia. Ad eccezione del passaggio a livello sul binario di collegamento della ferrovia Bologna – Ancona con l'Officina Grandi Riparazione e del terminale di Riccione FS (dove l'inversione delle vetture è svolta sulla rotatoria antistante la stazione) non esistono intersezioni a raso. L'impianto è completamente recitato e gli attraversamenti pedonali sono consentiti esclusivamente alle fermate e protetti da semaforizzazioni.

L'impianto del TRC attualmente in esercizio misura 9.752 metri di cui:

- 6.132 metri (63%) a singola via di corsa (con esercizio banalizzato);
- 3.620 metri (37%) a doppia via di corsa.

Lo schema funzionale dell'impianto esistente è esemplificato nei diagrammi seguenti.

Fig. 1 - Schema di linea dell'impianto TRC Rimini FS – Riccione FS, parte 1

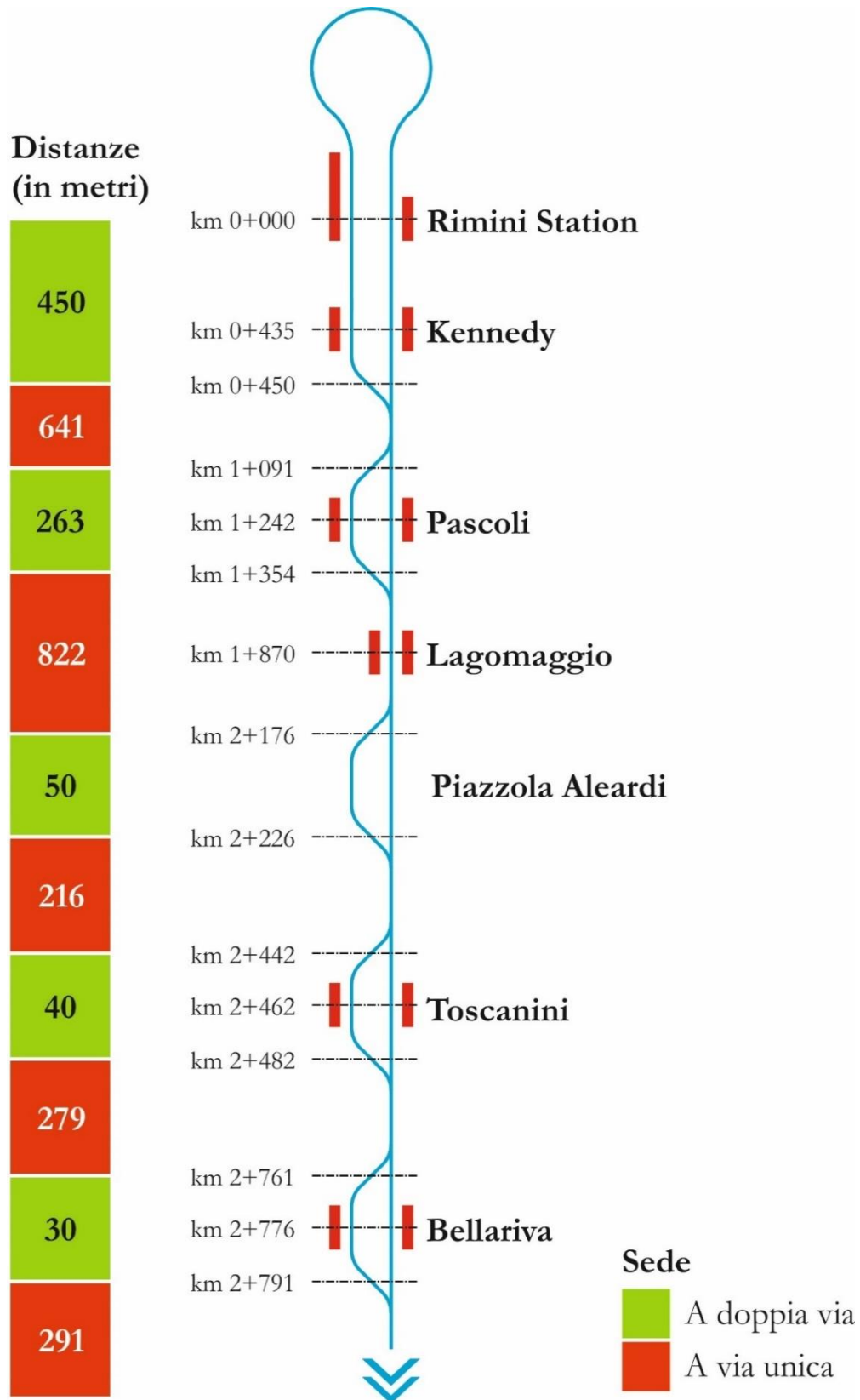


Fig. 2 - Schema di linea dell'impianto TRC Rimini FS – Riccione FS, parte 2

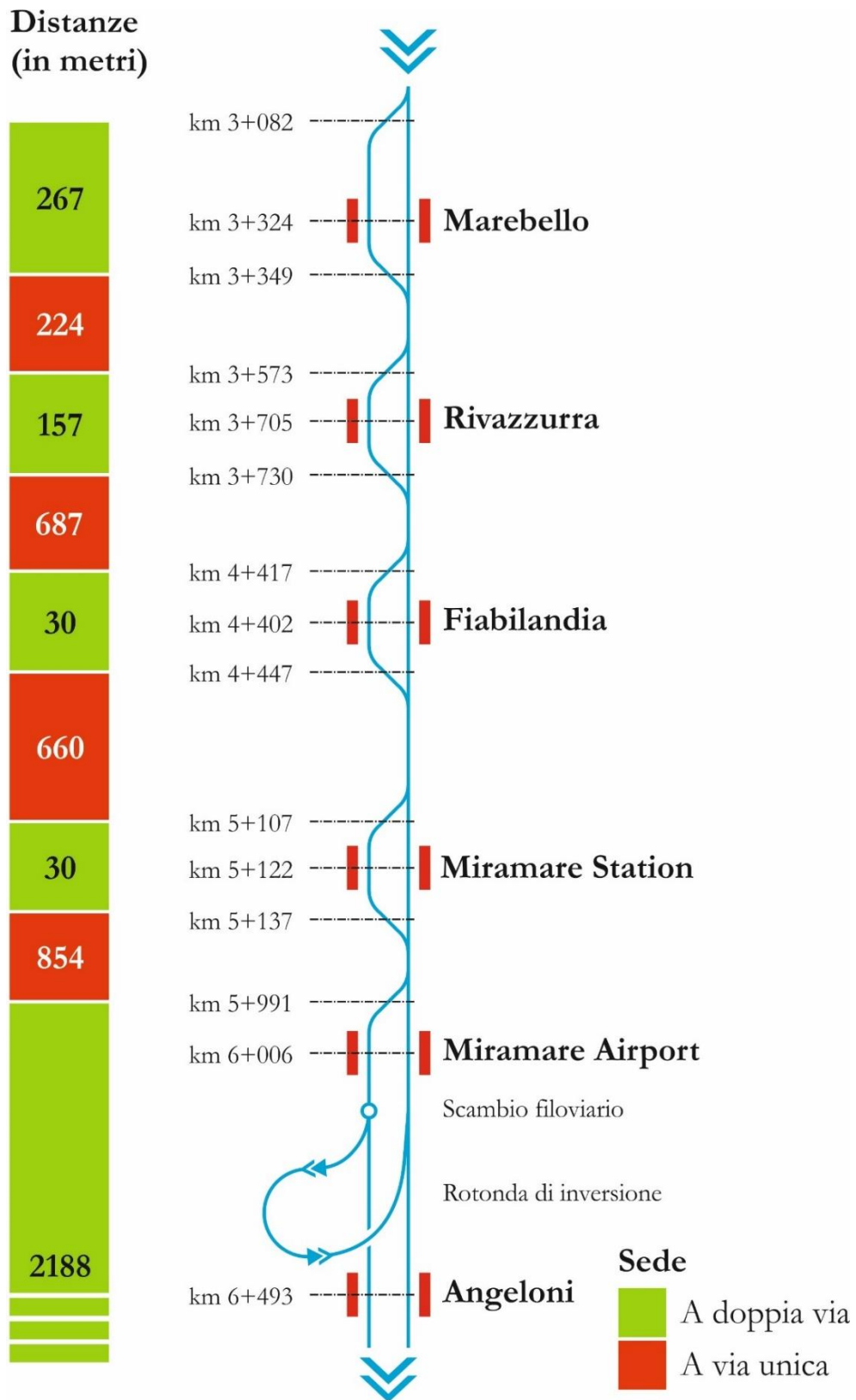
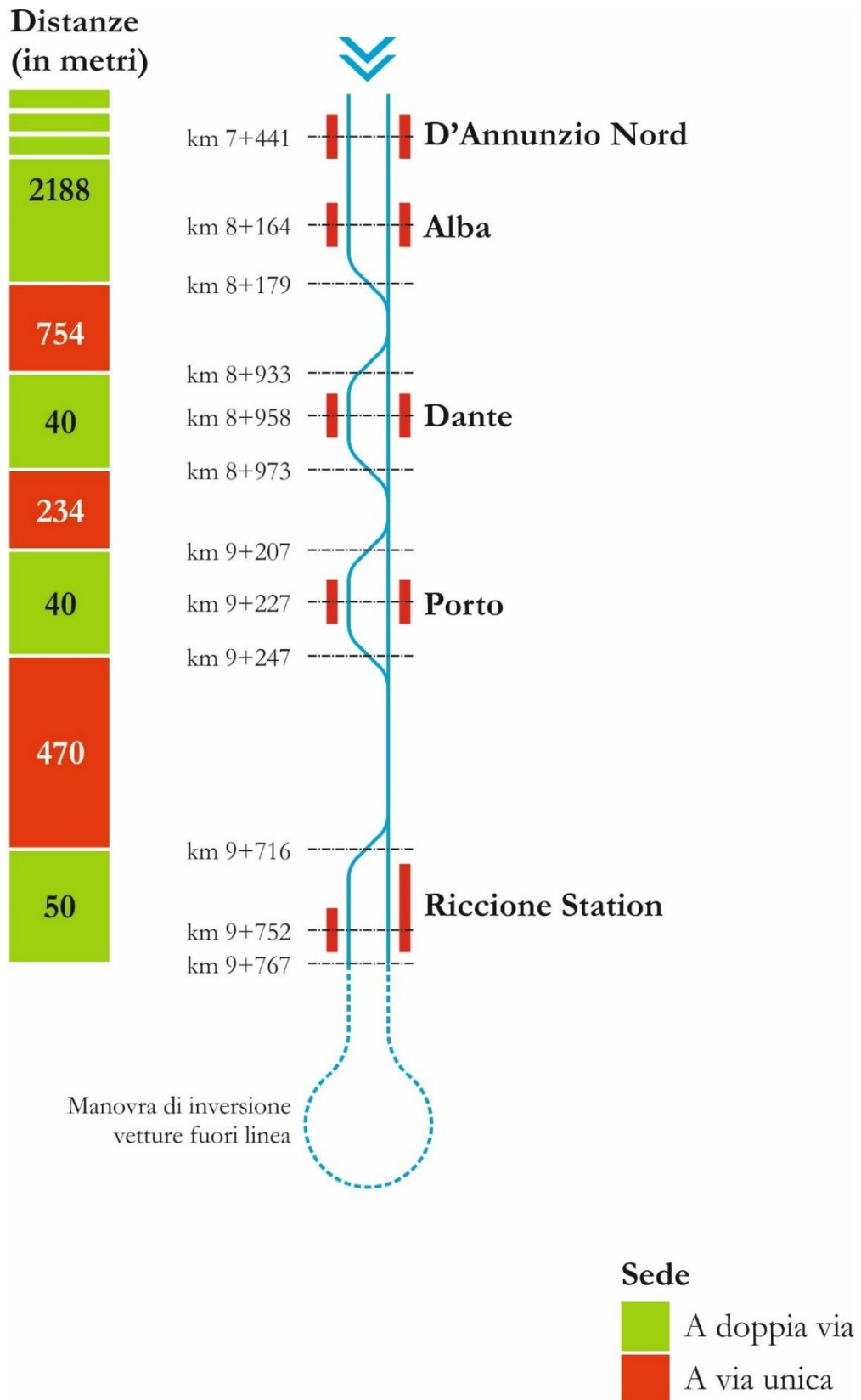


Fig. 3 - Schema di linea dell'impianto TRC Rimini FS – Riccione FS, parte 3



Il secondo lotto del TRC, di cui al presente progetto misura 4.247 metri e conta 6 fermate più il nuovo capolinea di Fiera. La sede è completamente riservata (ovvero totalmente segregata fatta eccezione per l'attraversamento della piazza della stazione di Rimini e della fermata di attestamento della Fiera).

Tab. 1 - Lotto 2 del TRC/Metromare: caratteristiche dell'impianto

	Rimini FS- Rimini Fiera	Riccione FS- Rimini Fiera
Lunghezza (m)	4.247	14.014
Numero fermate	7	27
Distanza media fermate	531	501
Quota in sede riservata	100%	100%
Quota banalizzata	35%	54%
Intervallo minimo possibile	1,78	2,37
Intervallo di servizio (punta)	5,00	5,00
Offerta di posti per direzione	1.320	1.320
Tempo di percorrenza (minuti)	8,9	32,6
Tempo di giro (minuti)	22,9	70,2
Velocità commerciale (km/h)	28,5	25,8
Rotabili in esercizio	4	14
Rotabili di servizio	1	1

L'intertempo minimo dell'infrastruttura è dato dal tempo medio di percorrenza¹ della sezione banalizzata più lunga: 2,37 per la tratta esistente e 1,78 minuti per la nuova tratta. Per la domanda di picco rilevata nelle analisi di domanda, l'intertempo minimo è fissato a 5' (12 corse ora per direzione) a cui corrisponde un parco di 14 vetture in linea e 1 di riserva.

Nelle immagini seguenti lo schema di linea della nuova tratta.

¹ Valutato a pieno carico a una velocità di 25 km/h e incrementato cautelativamente di un coefficiente di sicurezza pari a 1,20.

Fig. 4 - Schema di linea del lotto 2 dell'impianto TRC, parte 1

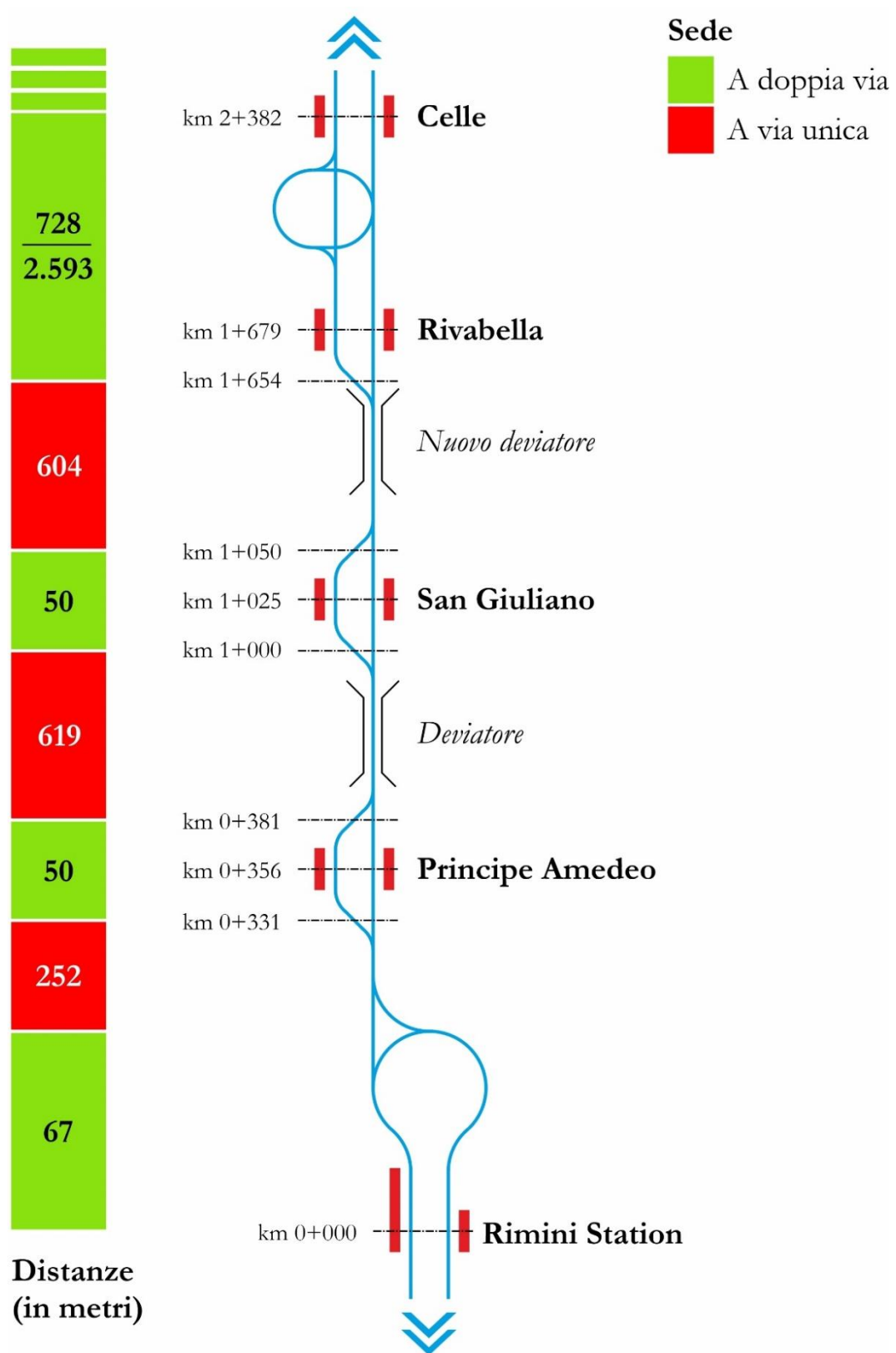
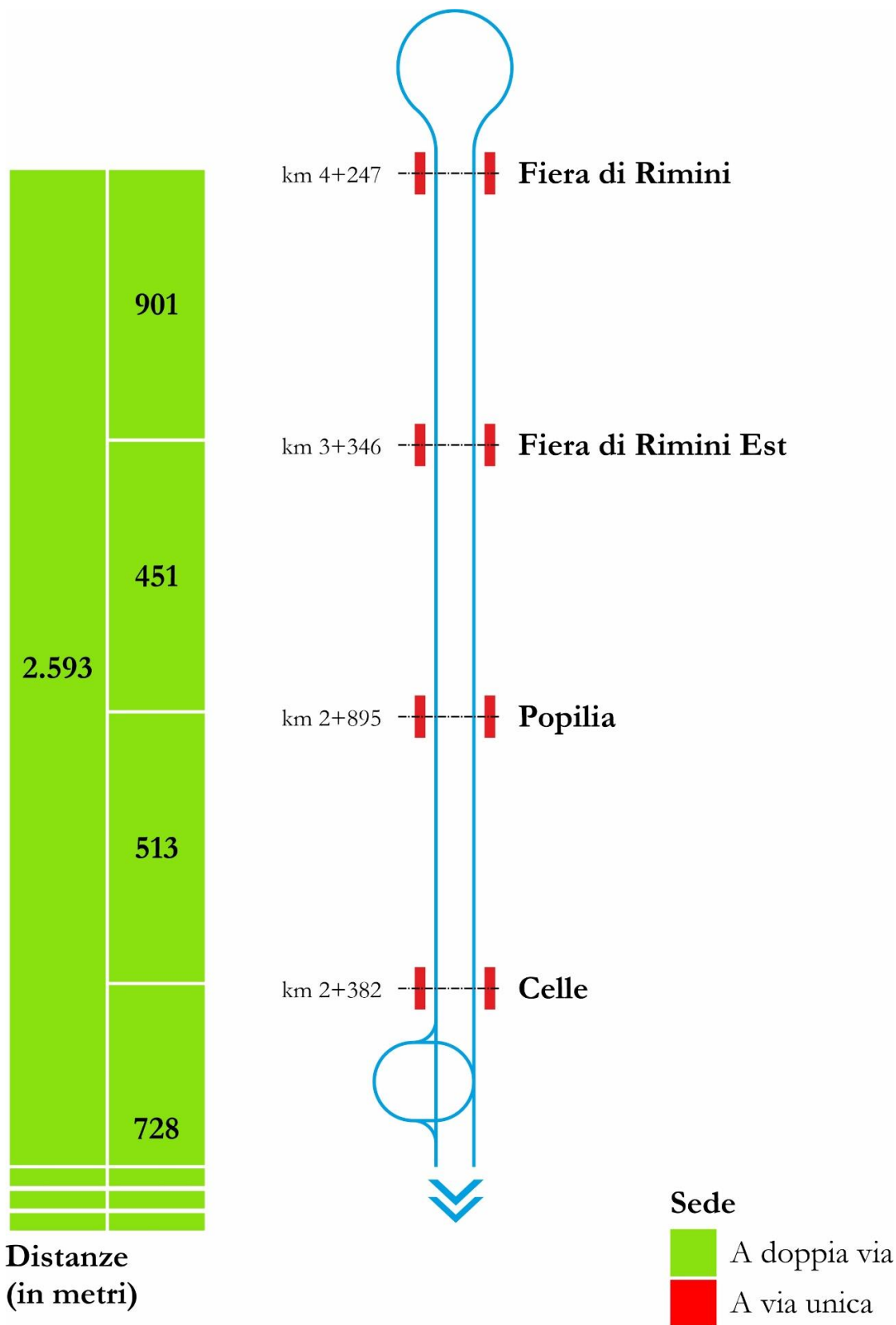


Fig. 5 - Schema di linea del lotto 2 dell'impianto TRC, parte 2



1.1. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL TRACCIATO

La nuova sede del TRC ha inizio in corrispondenza del capolinea della prima tratta posto in prossimità della stazione ferroviaria di Rimini e termina al capolinea in corrispondenza della stazione ferroviaria di Rimini Fiera.

Il capolinea di Rimini FS è attestato in corrispondenza di quello che è un punto di interscambio strategico tra trasporto privato su gomma, trasporto pubblico su ferro (ferrovia) e trasporto pubblico su gomma (sistema di trasporto TRC).

Infatti, in tale zona vi sono parcheggi pubblici, infrastrutture per lo scambio intermodale fra mobilità pubblica e privata leggera nonché i capolinea delle principali linee urbane ed extraurbane della Provincia di Rimini.

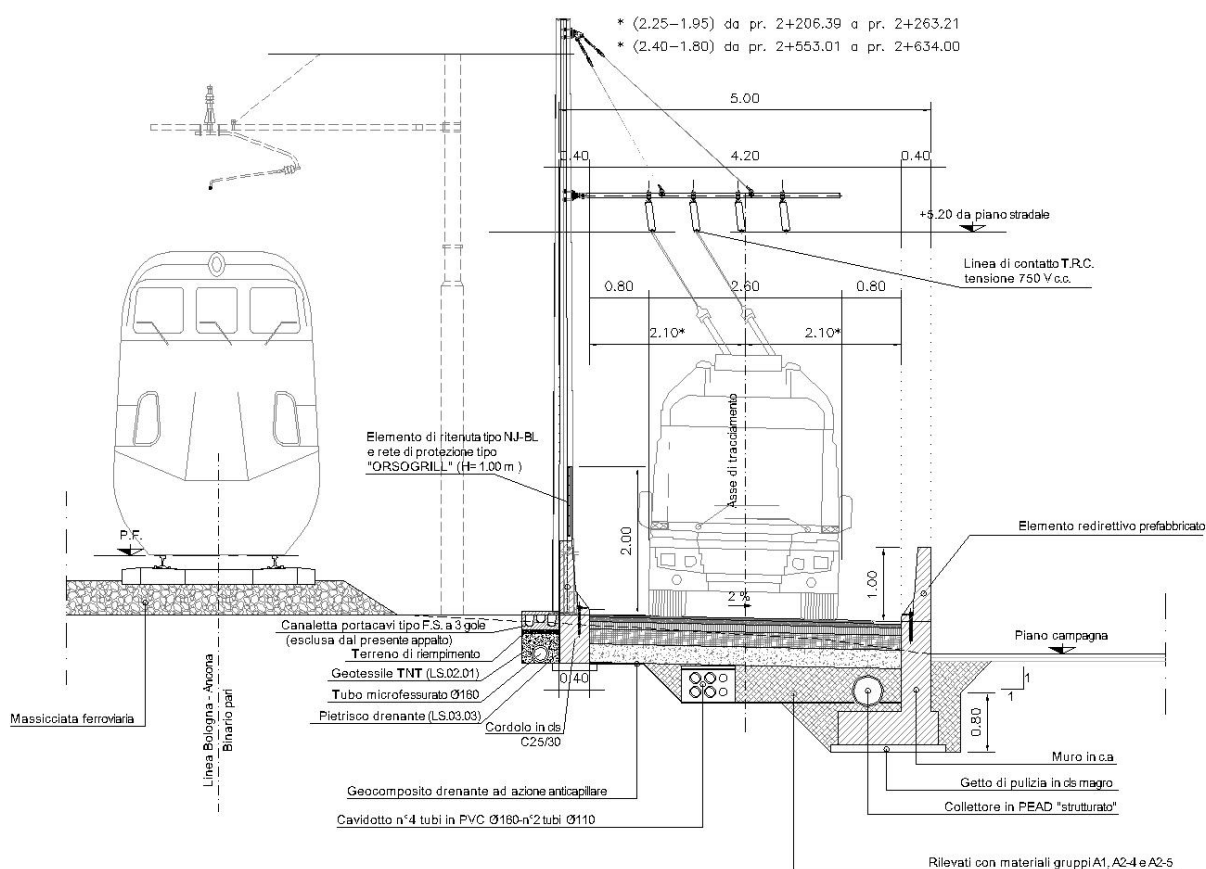


Fig. 6 - Piattaforma a singola via di corsa "a raso" lato FS - rilevato lato città

Dopo il capolinea di Rimini FS ed un breve tratto a doppia via di corsa per la rilevazione del veicolo, il tracciato imbocca un corridoio a singola via di corsa di ampiezza pari a 4,20 metri al limite delle aree antistanti il fabbricato principale della stazione ferroviaria per attraversare il piazzale Cesare Battisti.

La prima di tratta del tracciato fino alla fermata n.3 per una lunghezza di circa 1.700 metri, attraversando aree a più intensa urbanizzazione risulta avere una sezione a singola via di corsa.

Proseguendo dopo 350 metri dal Capolinea di Rimini FS ci si inserisce nelle aree terminali della stazione prima di arrivare alla fermata n.1 Principe Amedeo in adiacenza all'omonimo sottopasso ciclo-pedonale esistente il cui adeguamento è previsto in altro appalto a cura di Rete Ferroviaria Italiana che mette in collegamento le aree a monte della ferrovia con la zona maggiormente pregiata di Marina Centro. Quindi il tracciato si inserisce in adiacenza al sedime ferroviario.

Proseguendo in adiacenza alla linea ferroviaria Bologna – Ancona il tracciato scavalca il porto canale con la realizzazione di un nuovo ponte. Il percorso entra nella località San Giuliano di Rimini proseguendo in sede propria in adiacenza al rilevato del tracciato ferroviario al limite della via Altiero Spinelli fino a raggiungere la omonima fermata n.2 San Giuliano.

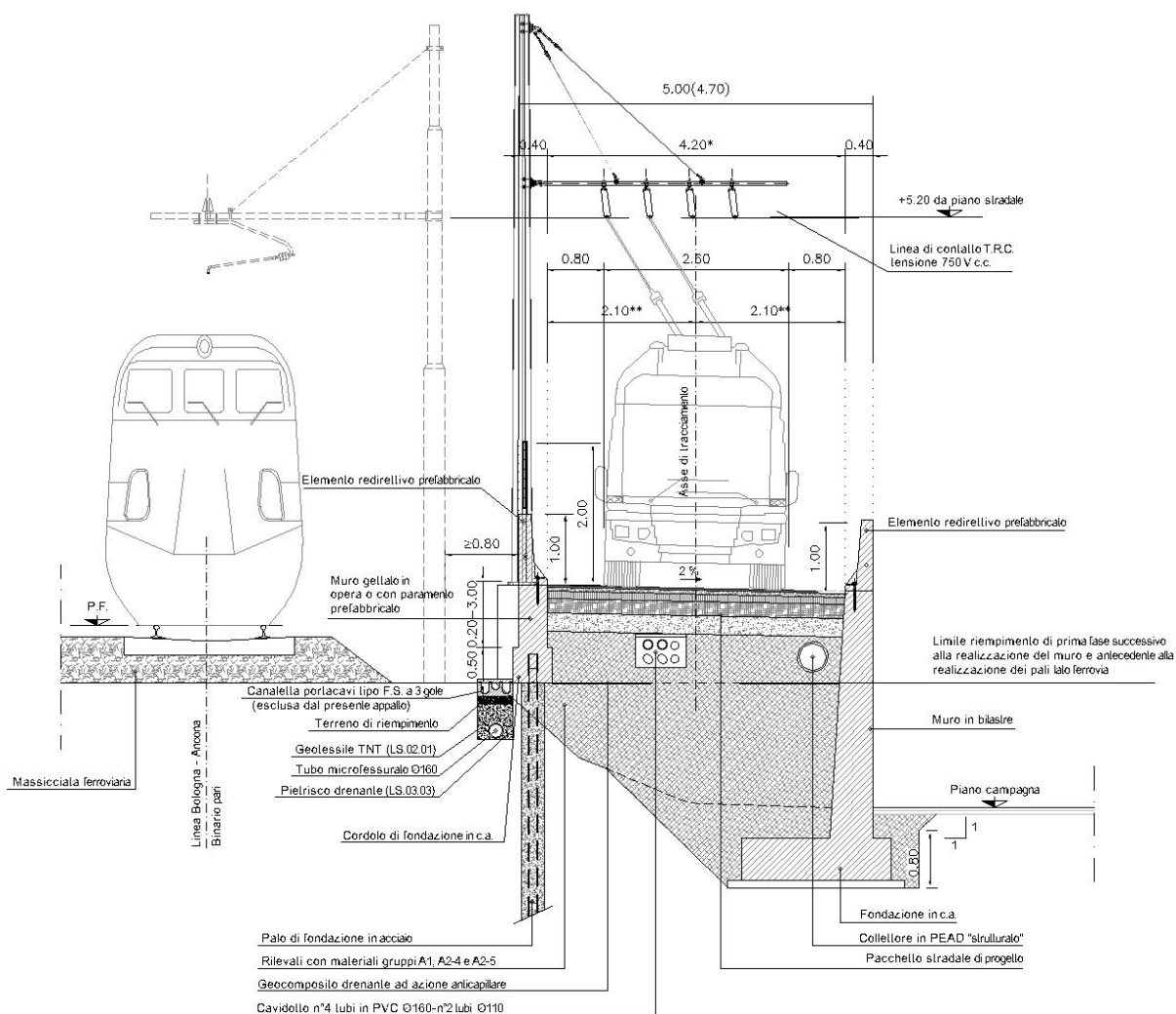


Fig. 7 - Piattaforma a singola via di corsa in rilevato con muro su pali lato FS

In questa tratta è previsto il prolungamento e l'adeguamento dei sottopassi ciclopedonali Spinelli e Borgatti.

Nel tratto in affiancamento della via Spinelli per una lunghezza di circa 400 m dovranno essere attuati modesti interventi di ripristino e sistemazione delle reti dei sottoservizi, il rifacimento delle pavimentazioni delle superfici viarie interessate dai lavori di spostamento dei sottoservizi ed il rifacimento di parti di recinzioni private anche con la messa in opera di nuovi cancelli per garantire l'accesso ai passi carrai esistenti. Gli interventi saranno completati dall'adeguamento dell'illuminazione pubblica, la realizzazione di aiuole e la messa a dimora di nuove essenze arboree e la riorganizzazione della circolazione di aree prettamente residenziali.

Superata la fermata San Giuliano, il tracciato proseguirà sempre in rilevato scavalcando la viabilità trasversale attraverso il sottovia Zavagli ed il Deviatore Marecchia grazie alla realizzazione di un ponte stradale con percorso ciclopedonale affiancato che risulta essere l'opera d'arte più rilevante del tracciato.

Scavalcato il Deviatore Marecchia si raggiunge la fermata n.3 Rivabella da dove la sezione si allarga a doppia di corsa (dimensioni 7,30 m) per la restante parte del tragitto.

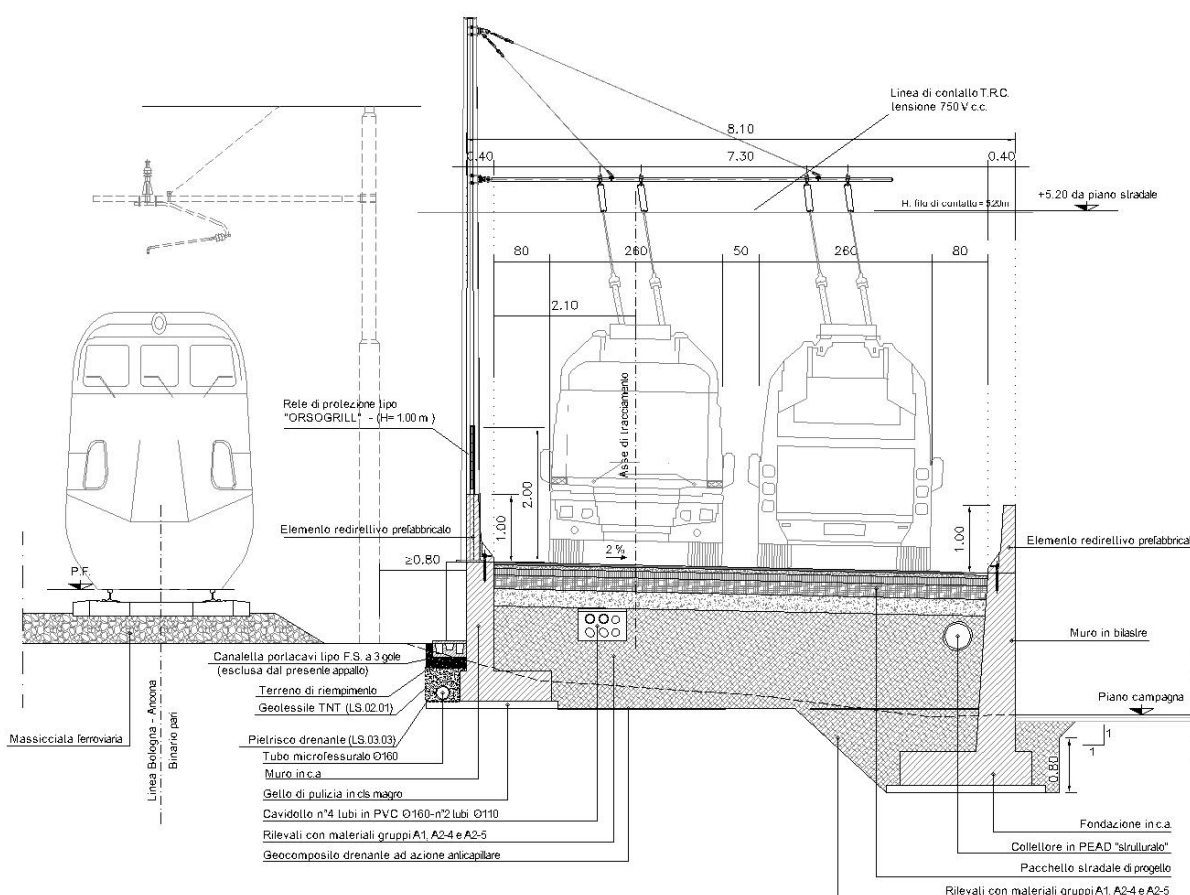


Fig. 8 - Piattaforma a doppia via di corsa in rilevato

L'infrastruttura continua il suo percorso superando la via Sacramora attraverso un nuovo sottovia dopo il quale è previsto un varco di accesso e uscita da una rotatoria di manovra intermedia sia per la movimentazione dei mezzi all'interno del tracciato sia per il collegamento verso la viabilità ordinaria. Il varco di accesso sarà protetto da sbarre di delimitazione e verrà governato mediante il sistema di ausilio all'esercizio e sorvegliato dal Posto Centrale di Controllo.

Alla progressiva 2+382 si incontra la fermata n.4 Celle in adiacenza al Cimitero Monumentale cittadino oltre la quale risulta necessario realizzare un sottovia con contestuale adeguamento del sottopasso pedonale Cipressi.

Successivamente, sempre in stretto affiancamento alla ferrovia, si entra nella parte terminale del tracciato in un ambito urbanistico di minore densità dove si trova la fermata n.5 Popilia e quindi, superando la via Cappelli attraverso un nuovo sottovia, si prevede uno scatolare protetto da pali per sotto-attraversare la Strada Statale 16 bypassando a sud la spalla del cavalcavia esistente.

Superata l'intersezione con la Strada Statale 16 si raggiunge alla progressiva 3+645 la fermata n.6 Fiera Est e sempre con le medesime caratteristiche, dopo aver sovrappassato la viabilità di accesso alla Fiera con un nuovo ponte, si arriva al capolinea terminale di Rimini Fiera (progressiva 4+247) in adiacenza alla Stazione Ferroviaria e dei parcheggi a servizio dell'insediamento fieristico.

Dal capolinea di Rimini Fiera attraverso una rotatoria di inversione sempre in sede protetta il veicolo può invertire la marcia e posizionarsi sulla banchina contrapposta del capolinea per l'esecuzione di una nuova corsa in direzione sud verso il centro di Rimini e Riccione.

Riepilogando, il percorso del TRC nella sua seconda tratta funzionale da Rimini FS a Rimini Fiera si sviluppa interamente in sede protetta senza alcuna intersezione con altre forme di trasporto, tutto in superficie, in adiacenza al rilevato del tracciato ferroviario della Bologna Ancona.

Il tracciato scavalca due corsi d'acqua attraverso la costruzione di due ponti e risolve le interferenze con la viabilità cittadina attraverso la realizzazione di sottovia in grado di scavalcare le sedi viarie stradali (Zavagli, Sacramora, Cipressi, Cappelli, viabilità Fiera).

Per quello che riguarda la mobilità ciclo-pedonale e più in generale i collegamenti fra il lato mare ed il lato monte della linea ferroviaria Bologna – Ancona si procederà con l'adeguamento ed il prolungamento dei sottopassi esistenti (viale Principe Amedeo, Spinelli, Borgatti, Cipressi) e la realizzazione di un nuovo sottopasso pedonale nelle immediate vicinanze della fermata Fiera Est.

In alcune parti adiacenti al tracciato sono previsti percorsi ciclopedonali che lo collegano alla rete della mobilità lenta esistente, nonché ad alcuni dei parcheggi presenti sul territorio operando una ricucitura fra il sistema di trasporto ed il tessuto urbano circostante.

1.2. CARATTERISTICHE PLANO-ALTIMETRICHE DEL TRACCIATO

Nel suo complesso, la nuova infrastruttura presenta le seguenti caratteristiche piano - altimetriche:

- Sviluppo complessivo del tracciato di progetto 4.247,34 m
- Estesa totale su sede propria protetta 100%
- Piattaforma a semplice via di corsa 1.679,25 m

• Piattaforma a doppia via di corsa	2.568,09 m
• Raggio planimetrico minimo in linea	200,00 m
• Raggio planimetrico massimo in linea	5.000,00 m
• Raggio planimetrico minimo in fermata	30,00 m
• Raggio minimo dei raccordi almetrici	450,00 m
• Pendenza massima longitudinale	6%
• Pendenza massima trasversale	2%

Opere d'arte lungo il tracciato

- n. 3 ponti (Porto Canale, Deviatore Marecchia e viabilità Fiera);
- n. 4 sottovia (Zavagli, Sacramora, Cipressi e Cappelli);
- n. 1 sottopasso ciclopedonale (Fiera di Rimini Est);
- n. 1 sottoattraversamento a Strada Statale 16;
- Adeguamento di opere d'arte esistenti;
- n. 4 sottopassi pedonali (Principe Amedeo, Spinelli, Borgatti, Cipressi).

1.3. CARATTERISTICHE DELLA PIATTAFORMA

La piattaforma della linea TRC lungo la tratta fra Rimini FS – Riccione FS presenta una sede propria di tipo protetto. Le caratteristiche dimensionali ed organizzative della piattaforma di progetto sono conformi alla norma UNI 7156-72 relative alle tramvie urbane ed extraurbane per quanto riguarda le distanze dagli ostacoli continui e discontinui. Il progetto prevede nella sua prima parte del tracciato fino alla progressiva 1+600 una sezione tipo omogenea a semplice via di corsa con larghezza complessiva pari a 4,20 m.

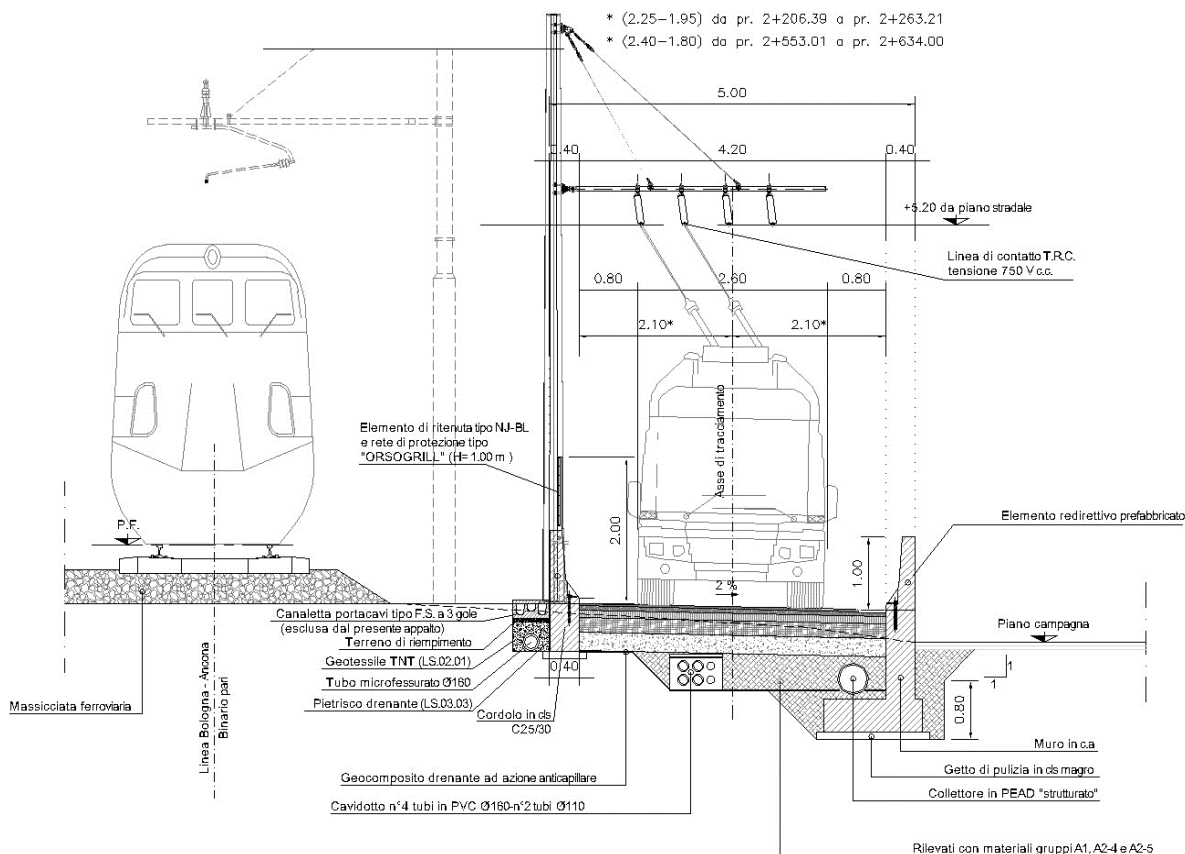


Fig. 9 - Sezione tipologica della tratta a singola via di corsa

La piattaforma ospita gli impianti di regolamentazione delle tratte che devono garantire la sicurezza intrinseca di ogni percorso da una fermata doppia di una corsa e la successiva (schema di sistema di trasporto a *singolo binario*).

Essa è concepita per assolvere autonomamente a tutte le esigenze funzionali del sistema, senza necessità di interagire con altri impianti e reti. In particolare, essa è dotata di un cavidotto per l'alloggiamento delle reti tecnologiche di sistema lungo linea. È prevista l'installazione di un impianto di illuminazione polivalente, atto a soddisfare anche le esigenze di illuminazione stradale lungo la viabilità contigua.

Nella seconda parte del tracciato a partire dalla fermata Rivabella (progressiva 1+600) e fino al capolinea di Rimini Fiera (progressiva 4+247) le condizioni urbanistiche consentono di ricavare senza particolari difficoltà una sezione a doppia via di corsa di larghezza pari a 7,30 m.

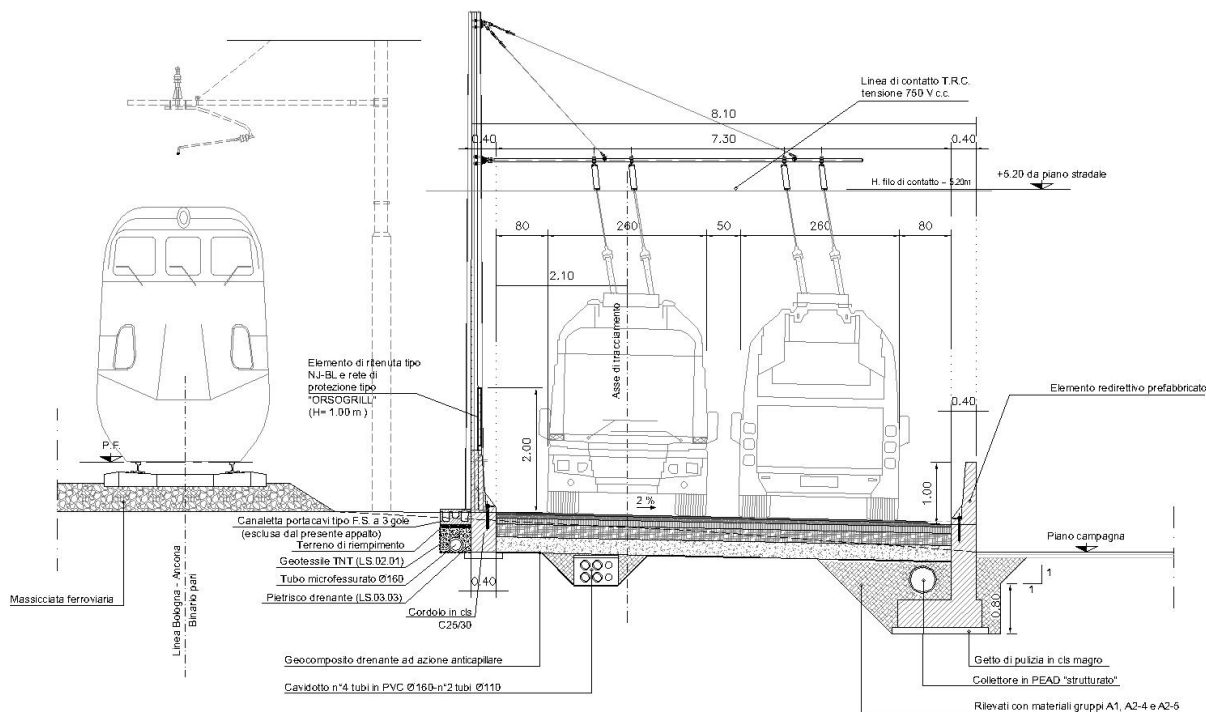


Fig. 10 - Sezione tipologica a doppia via di corsa

2. FERMATE

Le fermate sono sinteticamente ricondotte dal punto di vista funzionale ad unico schema tipologico a doppia via di corsa con due banchine laterali contrapposte, ciascuna specializzata per senso di marcia.

La lunghezza di ciascuna banchina è di circa 28 metri e l'altezza è pari a 30 cm in modo da permettere l'incarozzamento a raso che verrà favorita attraverso l'installazione di finiture del cordolo per agevolare l'autista nella manovra di accostamento in fermata.

In questo schema funzionale la sezione della carreggiata risulta pari a 6,55 metri per permettere l'incrocio dei mezzi in fermata.

Il flusso pedonale di attraversamento della sede del TRC verrà convogliato su appositi attraversamenti dedicati e regolato mediante l'installazione di appositi dispositivi semaforici di protezione.

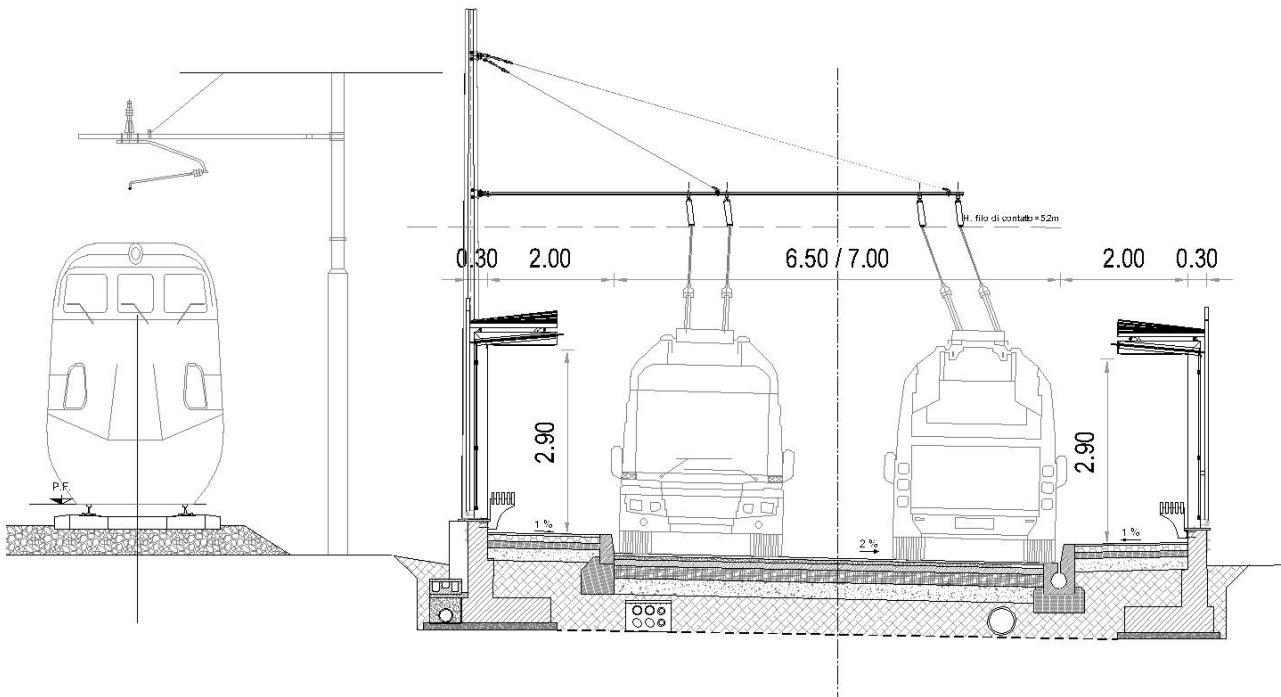


Fig. 11 - Sezione tipica fermata

n.	Fermata	Tipo di sezione in fermata	Sezione (m)	Progressiva (m)	Interdistanza (m)	Larghezza tratta (m)
C	Rimini Station	Doppia	6,55	0+000	-	4,20
1	Principe Amedeo	Doppia	6,55	0+356	356,4	4,20
2	Borgo San Giuliano	Doppia	6,55	1+024	668,1	4,20
3	Rivabella	Doppia	6,55	1+679	654,7	7,30
4	Celle	Doppia con banchine sfalsate	6,55	2+306	626,7	7,30
5	Popilia	Doppia	6,55	2+895	588,7	7,30
6	Fiera di Rimini Est	Doppia	6,55	3+638	743,1	7,30
C	Fiera di Rimini	Doppia	6,55	4+247	609,5	

Tab. 2 – Caratteristiche delle fermate e della via di corsa intermedia

2.1. DIMENSIONAMENTO DELLE BANCHINE

Le banchine di fermata sono state dimensionate tenendo conto sia del massimo affollamento prevedibile indotto dai passeggeri in attesa, sia del massimo movimento dei passeggeri in salita e discesa in corrispondenza allo stesso marciapiede. Per tali verifiche si è fatto riferimento alle previsioni di domanda contenuto nell'apposito studio trasportistico facente parte degli elaborati progettuali (TRC2-PFTE-TRA-RD-001).

Gli accessi alle fermate e gli attraversamenti pedonali rispondono ai requisiti dimensionali fissati dal D.P.R. 24.07.1996 n.503 relativo all'abbattimento delle barriere architettoniche per cui le banchine di altezza pari a 30 cm rispetto al piano di percorrenza dei rotabili sono provviste di idonee rampe di raccordo altimetrico che consentono l'accesso a tutte le categorie di utenti.

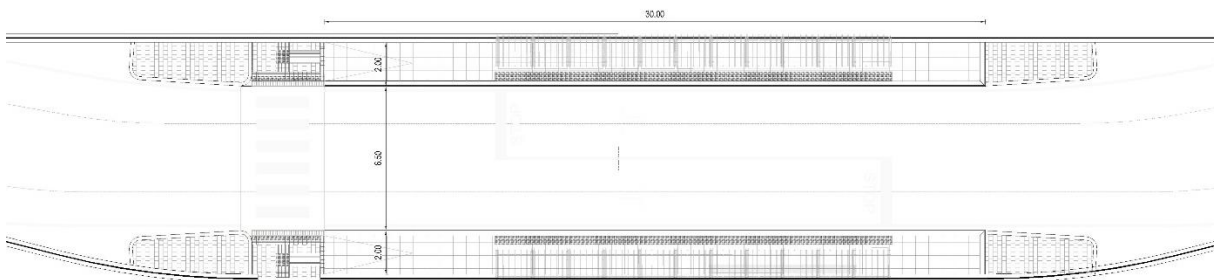


Fig. 12 - Schema planimetrico fermate

L'altezza delle banchine e dell'ingresso dei veicoli in sosta alle fermate costituiscono un unico piano complanare che consente l'incarozzamento a raso.

Gli elementi di arredo delle fermate sono la pavimentazione, le pensiline, la segnaletica informativa e gli impianti accessori.

Le aree di attesa sui marciapiedi delle fermate risultano parzialmente coperte da pensiline, secondo quanto indicato nelle tavole di progetto. Tali pensiline realizzate con materiali e forme facilmente integrabili negli spazi cittadini, costituiscono oltre che punti di accoglienza per i viaggiatori, anche l'elemento che caratterizza le fermate del TRC.

Le pensiline, collocate in modo tale da garantire l'integrale copertura in fermata, sono appositamente attrezzate con apparecchi a luce riflessa e diretta in modo che l'illuminazione sia sufficiente a garantire un sicuro utilizzo ed a caratterizzare le fermate nelle ore serali e notturne. Si prevede inoltre la messa in opera di apparecchi illuminanti lungo i percorsi di accesso alle fermate.

Gli accessi alle fermate non presentano barriere architettoniche e garantiscono quindi la piena accessibilità ai servizi anche agli utenti con ridotta capacità motoria tramite rampe in grado di superare i dislivelli presenti. Allo stesso modo le pavimentazioni di tali percorsi con materiale tattile garantiscono condizioni di sicurezza alla circolazione e allo stesso tempo identificano compiutamente gli spazi destinati alle operazioni di salita/discesa. Le dotazioni tecnologiche in termini di annunci audio, in fermata ed a bordo, completano gli ausili per agevolare l'accessibilità all'utenza non vedente e ipovedente.

I materiali adottati possiedono adeguate caratteristiche antisdrucciolo ed una buona aderenza anche nelle condizioni climatiche proprie della stagione invernale. Le caratteristiche cromatiche e morfologiche dei materiali costituenti il piano di calpestio delle banchine di fermata assicurano l'immediata percezione visiva ed acustica degli spazi dedicati alle varie funzioni.

La segnaletica informativa, fissa o a display a seconda del tipo di fermata, viene collocata al centro della banchina che contribuisce anch'esso all'identificazione del sistema di trasporto. La segnaletica per l'utenza riguarda il percorso e le fermate della linea, le informazioni varie sul servizio, le informazioni commerciali e quelle istituzionali.

2.2. SOLUZIONI PER GARANTIRE LA PIENA ACCESSIBILITÀ

La necessità di garantire un accostamento perfetto in fermata è legata alla necessità contemporanea di garantire la massima accessibilità ad un sistema di trasporto collettivo. Questo si traduce nel contenere la distanza piano di banchina-piano di accesso in vettura entro un range massimo di 5-7 cm di distanza planimetrica a massimo 5 cm di scarto d'altezza.

Sul lotto 1 del TRC, per facilitare le operazioni di accostamento delle vetture è stato adottato un cordolo sagomato con faccia esterna inclinata di 15°. Proprio sulla faccia esterna è montato un bordo in neoprene con spessore medio di 3 cm (fusibile).

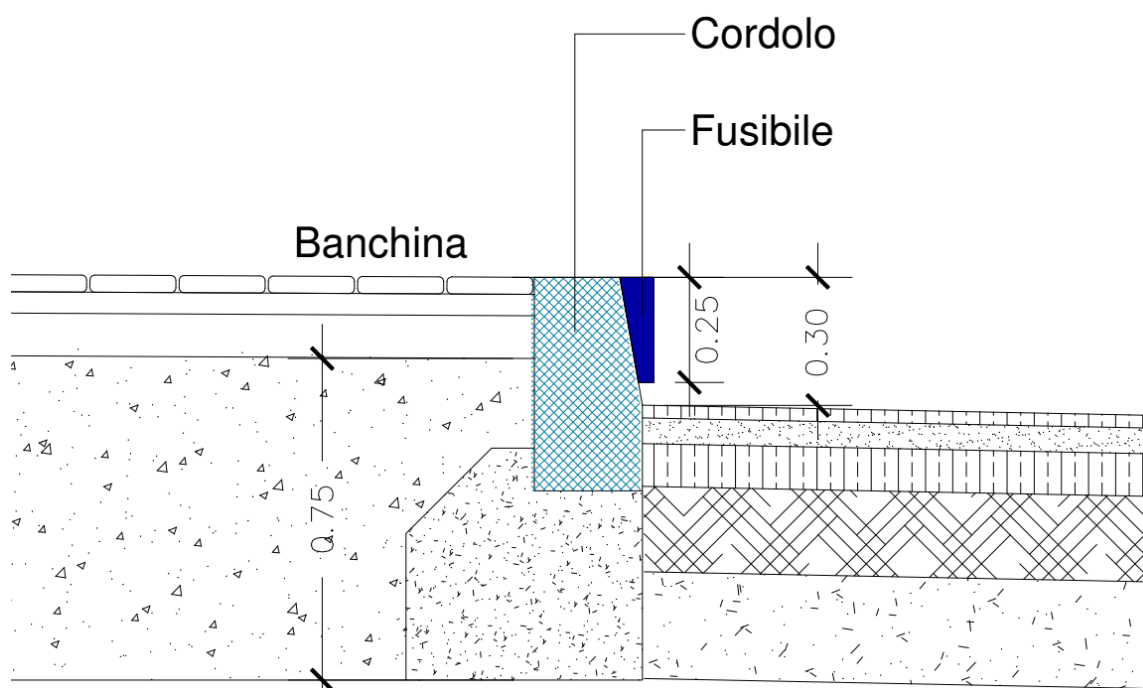


Fig. 13 - Dettaglio della banchina di fermata lungo il lotto 1 del TRC con il cordolo e il fusibile in neoprene

In numerose realizzazioni – Germania, Brasile - la pietra profilata si è mostrata come un'ottima soluzione per garantire l'accesso a raso vettura-banchina. La pietra profilata facilita l'accesso, guida il veicolo lungo la corsia di sosta esercitando un effetto di "auto-sterzo", e lo conduce in modo sicuro e diretto alla fermata. La superficie di estradosso della pietra profilata, particolarmente liscia, ha

una curvatura simile alla sezione trasversale degli pneumatici. Lo pneumatico stesso viene salvaguardato e questo riduce i costi di usura. Gli elementi profilati non possono essere spostati dalla propria sede: il singolo elemento di pietra profilata non può essere dislocato perché, prima che agiscano le forze laterali, è il peso stesso del veicolo a rimetterlo in sede. In caso di avvicinamento tangenziale non esiste pericolo di urto, né di sovrapposizione.



Fig. 14 - São Paulo (Brasile) linea BRT, bordino del cordolo di fermata ad invito



Fig. 15 - Cordolo profilato tipo "Kassel Kerb" diffusamente utilizzato in Germania, Paesi Bassi e Belgio

La maggiore resistenza all'usura della pietra profilata, a fronte di un maggiore costo di realizzazione rispetto al fusello in materiale neoprenico, ne rende il rapporto benefici-costi sull'intero ciclo di vita maggiore di quello di soluzioni alternative, pertanto, se ne ritiene congruo l'utilizzo per la seconda tratta del TRC.

3. INSERIMENTO URBANO

3.1. SISTEMAZIONI URBANE

L'inserimento di una nuova infrastruttura a sede fissa all'interno di un centro urbanizzato necessita della progettazione di tutta una serie di interventi al contorno atti a riqualificare le aree attraversate dalla nuova opera.

Il prolungamento del Trasporto Rapido Costiero verso la Fiera di Rimini si sviluppa quasi interamente in affiancamento alla linea ferroviaria esistente, interessando le aree di pertinenza della stessa con notevoli vantaggi dal punto di vista dell'impatto sul contesto urbano cittadino.

- Le aree maggiormente impattate dalla nuova infrastruttura sono:
- il piazzale della stazione di Rimini;
- via Spinelli;
- le aree di parcheggio della Fiera a sud della linea ferroviaria.

Fra gli altri interventi necessari, nell'ambito della sistemazione urbana, vi sono le ricuciture dei percorsi ciclopeditoni per garantire l'accesso alle diverse fermate.

3.2. VERDE URBANO

Il verde svolge un ruolo molto importante per un centro urbano, sia come elemento che purifica l'aria, sia come oggetto di arredo urbano.

Il tracciato, nei suoi 4,2 km, costeggia quasi totalmente la linea ferroviaria esistente, occupando le aree di pertinenza della stessa. Questo porta alla rimozione di diverse alberature che si trovano a interferire con il futuro tracciato.

Occorre precisare che tali alberature risultano spesso troppo vicine ai binari ferroviari e richiamando la normativa vigente (DPR n° 753/80 e art.4 L. 1202/68) rappresentano un pericolo per l'esercizio ferroviario e pertanto si renderebbe comunque necessario il loro ricollocamento.

L'obiettivo del progetto per il verde urbano è avere un saldo positivo tra alberi rimossi e nuovi alberi messi a dimora; per questo motivo è stata effettuata una attenta analisi di tutte le alberature interferenti con il tracciato che verranno rimosse. La messa a dimora di nuove piante, nel rispetto del "Regolamento del verde urbano del comune di Rimini", segue il criterio di mantenere innanzitutto l'omogeneità di specie arboree presenti nelle aree di intervento e cercare ove possibile di mantenere un saldo attivo o prossimo allo zero analizzando ogni singola area. Nei casi in cui si verifica puntualmente un saldo delle alberature passivo, il reimpianto viene previsto in aree alternative al fine garantire la sostenibilità generale dell'opera.

4. DOMANDA DI PROGETTO E MODELLO DI ESERCIZIO

4.1. ANALISI DELLA DOMANDA

La domanda della nuova tratta è di 7.258 passeggeri per giorno feriale medio, che porta la domanda complessiva stimata all'orizzonte temporale del 2027 sulla linea del MetroMare da 12.859 a 20.117 passeggeri per giorno feriale.

La domanda in ora di punta (tra saliti e discesi) sale da 1.169 a 1.829 passeggeri. Il carico massimo nell'ora di punta sale da 803 a 1.098 passeggeri cumulati a bordo sulla direzione di massimo carico.

La tabella seguente riassume i principali dati trasportisti della linea mettendo a confronto il solo lotto 1 con l'esercizio completo dell'estensione alla Fiera di Rimini.

Tab. 3 - Sintesi dello studio di domanda per il TRC

Tema	Indicatore	Unità	Rimini FS- Riccione FS	Rimini Fiera - Riccione FS
			2027	2027
Dimensionamento del parco	Estensione della linea	km	9,8	13,9
	Fermate/stazioni (bidirezionali)	Numero	20	24
	Velocità commerciale	km/h	22,30	26,51
	Tempo di giro nell'h di punta	Minuti	58,60	69,86
	Intertempo minimo teorico nell'h di punta	Minuti	5,00	5,00
	Intertempo effettivo nell'h di punta	Minuti	7,50	5,00
	Materiale rotabile necessario all'esercizio	Veicoli	9	15
Saturazione	Capacità del materiale rotabile	Posti/veicolo	100	100
	Capacità teorica della linea	Posti/h/direzione	1.200	1.200
	Capacità effettiva della linea	Posti/h/direzione	800	1.200
	Carico massimo nell'h di punta	Pass/h/direzione	803	1.098
	Saturazione	%	100%	92%
Domanda, offerta e qualità del servizio	Domanda nell'h di punta	Pass/h	1.169	1.829
	Coefficiente di passaggio punta/giorno	Ore/giorno	11	11
	Domanda giornaliera	Pass/giorno	12.859	20.117
	Coefficiente di passaggio giorno/anno	Giorni/anno	300	300
	Domanda annua	Pass/anno	3.857.700	6.035.100
	Offerta annua (al netto dei fuori linea)	Veicoli*km/anno	580.000	1.068.000
	Produzione annua (al lordo delle percorrenze tecniche)	Veicoli*km/anno	602.638	1.127.580
	Domanda potenziale nel corridoio	Abitanti nel raggio di 500 m	13.526	24.239
	Attrazione potenziale nel corridoio	Addetti nel raggio di 500 m	7.820	11.902

4.2. MODELLO DI ESERCIZIO

L'intertempo minimo dell'infrastruttura è dato dal tempo medio di percorrenza² della sezione banalizzata più lunga: 2,37 per la tratta esistente e 1,78 minuti per la nuova tratta. Per la domanda di picco rilevata nelle analisi di domanda, l'intertempo minimo è fissato a 5' (12 corse ora per direzione) a cui corrisponde un parco di 14 vetture in linea e 1 di riserva.

La vettura di progetto è un filonodato da 18,75 metri di lunghezza e 110 posti totali calcolati³ a 4 passeggeri per metro quadro di superficie utile S1.

La tabella seguente riassume le principali caratteristiche di esercizio della tratta di progetto.

Tab. 4 - Sintesi delle caratteristiche trasportistiche della tratta di progetto

Indicatore	U.M.	Valore
Lunghezza del tracciato	km	4,25
Numero fermate	N	7
Distanza media tra le fermate	m	539
Tempo medio di percorrenza	minuti	8,9
Velocità commerciale	km/h	28,5
Tempo di giro	minuti	22,9
Domanda per giorno feriale	pax	7.359
Cumulata di picco (passeggeri contemporaneamente a bordo sulla direzione di massimo carico in ora di punta feriale)	pax/h/dir	1.098
Quota di percorso banalizzato (in esercizio a senso unico alternato)	%	35%
Frequenza di esercizio in ora di punta	minuti	5,00
Posti offerti in ora di punta	posti/h/dir	1.320
Grado di saturazione in ora di punta	%	83%
Produzione media annuale sull'intera linea	vetture km	1.068.000
Parco rotabile intera linea (comprese le riserve)	N	15
Corse anno per vettura	N	71.200

² Valutato a pieno carico a una velocità di 25 km/h e incrementato cautelativamente di un coefficiente di sicurezza pari a 1,20.

³ In ottemperanza alle *Linee guida operative per la valutazione degli investimenti sul Trasporto rapido di massa*, del MIT, ottobre 2022 (<https://www.mit.gov.it/comunicazione/news/trasporto-rapido-di-massa-adottate-le-linee-guida-operative-per-la-valutazione>).

5. IMPIANTI DI SISTEMA

5.1. SISTEMA DI SEGNALAMENTO E CONTROLLO DELLA MARCIA

La nuova tratta Rimini Stazione-Fiera è la prosecuzione dell'infrastruttura esistente del 1° lotto del TRC Rimini FS - Riccione FS e pertanto ne condivide il Posto centrale di controllo (PCC), la filosofia di funzionamento ed i livelli di sicurezza delle tratte a singola via di corsa del sistema di trasporto già realizzato e positivamente testato e rodato essendo in esercizio dal 23/11/2019.

Gli impianti di ausilio all'esercizio sono governati da remoto da un Posto Centrale di Controllo e da una serie di apparati periferici (PPCL, Posto Periferico di Controllo Linea, uniformemente distribuiti lungo la sede) cablati e connessi da una rete di telecomunicazione che viaggia interamente su fibra ottica. Compongono gli apparati il sistema di segnalamento per il governo dell'esercizio lungo le tratte a singola via di corsa ed il sistema di localizzazione e controllo dell'esercizio al fine di consentire gli incroci dei veicoli esclusivamente in fermata.

La fornitura e posa degli apparati degli impianti di ausilio all'esercizio, lungo linea ed in fermata, non fa parte del presente appalto, ma è prevista la sola predisposizione delle necessarie vie cavi. Si riporta comunque di seguito, per completezza progettuale, la descrizione del sistema previsto che sarà fornito da Project Automation.

L'attività dei PPCL è svolta in modalità indipendente (stand alone), ovvero non necessita dell'interazione con il PCC. Tale interazione è comunque realizzata mediante sistema di comunicazione fra centro e periferia e consente la supervisione centralizzata delle attività svolte a livello periferico, nonché la possibilità di effettuare prenotazioni di instradamenti, direttamente da PCC. In caso d'interruzione della comunicazione tra PCC ed enti periferici, i PPCL continuano a svolgere le loro funzionalità di gestione degli instradamenti in sicurezza.

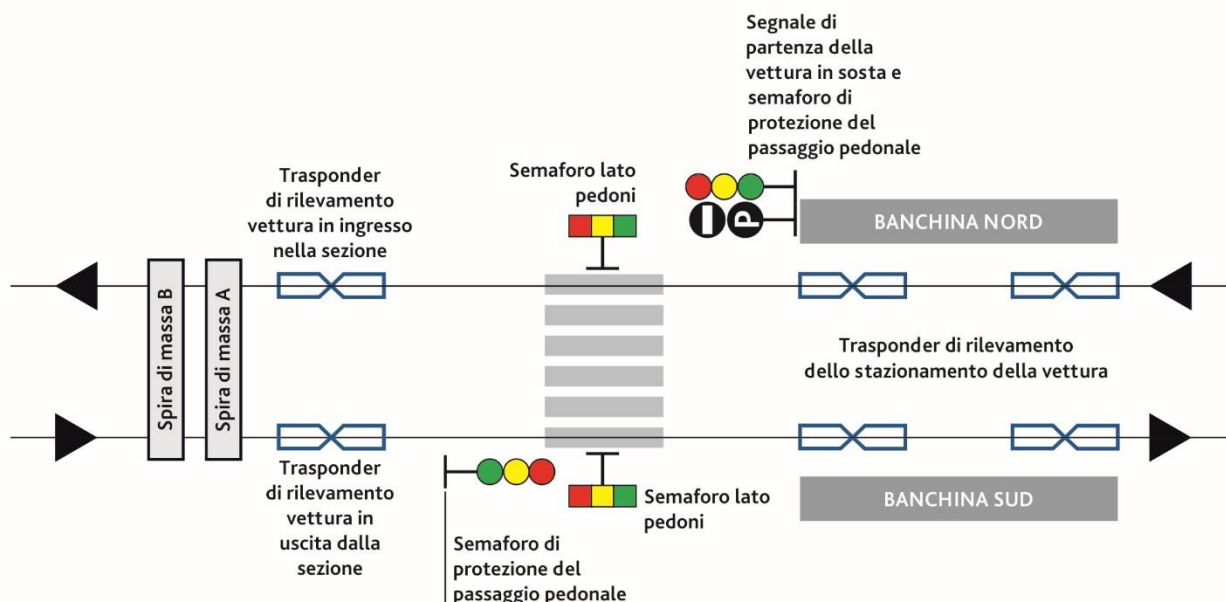


Fig. 16 - Schema del sistema di rilevamento vetture e segnalamento di una fermata

La peculiarità del sistema TRC/MetroMare è la gestione delle tratte a singola via di corsa (SVC) che avviene attraverso modalità di protezione tipicamente feretrotranviarie. La gestione delle tratte a SVC del TRC combina, infatti, due esigenze di natura indipendente:

- mutuo controllo sul consenso ad accedere alla tratta banalizzata;
- rilevazione di una possibile presenza non autorizzata di un veicolo nella tratta.

In termini di sicurezza, queste esigenze hanno imposto che:

- a) il meccanismo di accesso ad una tratta SVC avvenga tramite l'identificazione della matricola della vettura rilevata da un sensore (*loop*) del sistema di localizzazione (*Vecom-C*);
- b) l'abilitazione all'accesso alla tratta SVC sia riconosciuta dal conducente tramite lanterne con segnalazione luminosa mostrandoti l'indicazione di tipo "via impedita" o "via libera" (Stop/Go);
- c) l'occupazione della tratta sia riconosciuta da un sensore aggiuntivo che rileva (tramite una spira induttiva) la massa della vettura in ingresso alla tratta;
- d) il transito in uscita dalla tratta sia riconosciuto da un ulteriore sensore aggiuntivo rilevatore di massa (spira induttiva) posto alla fine della tratta;
- e) la liberazione della tratta, a fine transito, sia autorizzata ancora da un sensore (*loop*) del sistema di localizzazione (*Vecom-C*) con identificazione della matricola del veicolo.

Il segnalamento del veicolo alle estremità delle tratte a singola via di corsa avviene con un doppio sistema di spire (spire di trasmissione in grado di instaurare una comunicazione bi-direzionale con gli apparati bordo e spire elettro-induttive di massa) che attivano i dispositivi di segnalazione luminosa (lanterne stop/go e prenotato nonché gli attraversamenti semaforici pedonali in fermata).

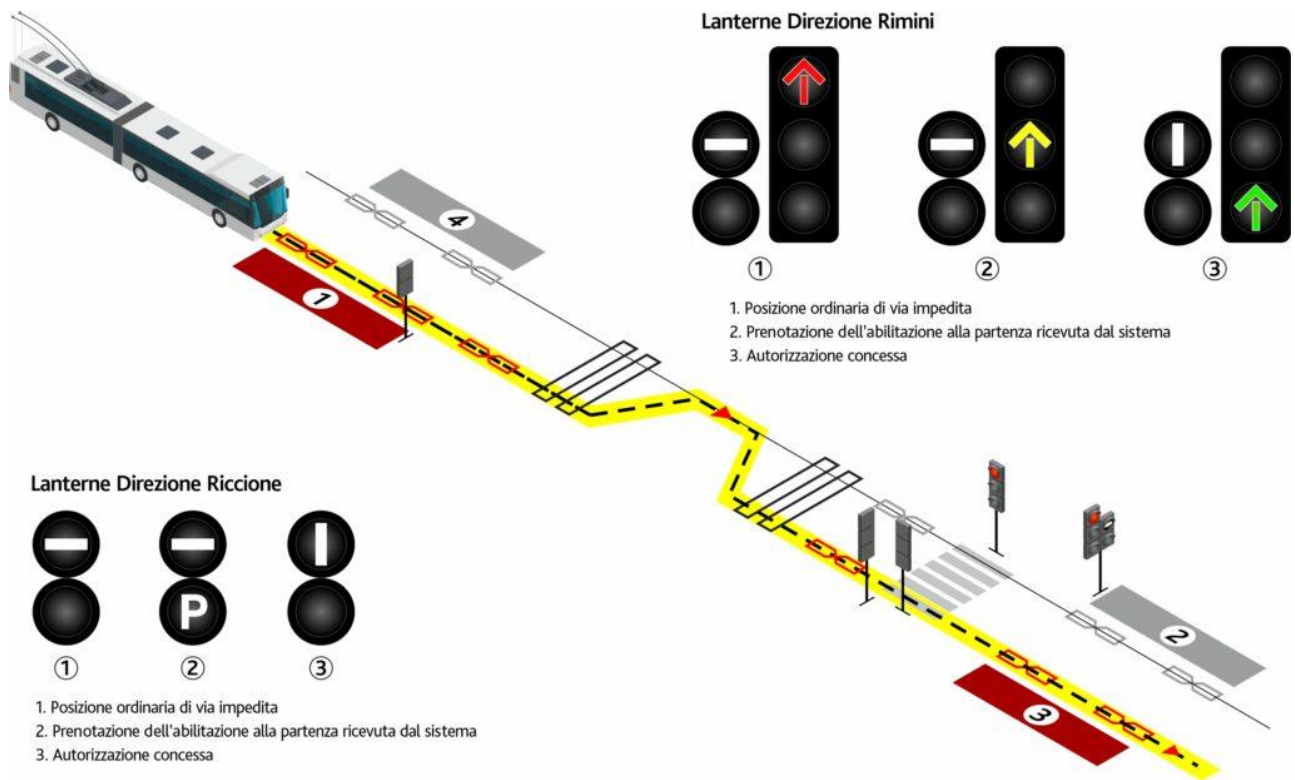


Fig. 17 - Caratteristiche del sistema di regolazione della circolazione nelle tratte a singola via di corsa

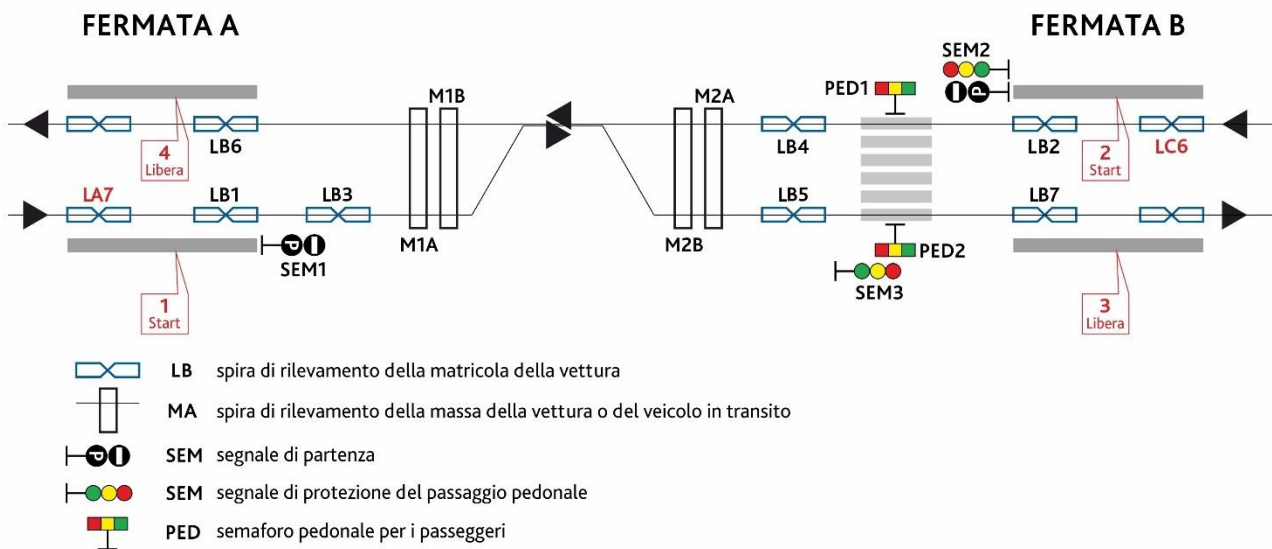


Fig. 18 - Rappresentazione del sistema di controllo di una tratta a singola via di corsa (SVC)

Facendo riferimento alla figura in alto, il controllo degli apparati di campo, per la gestione della tratta SVC, è effettuata dai seguenti componenti:

- a) Controllore di Segnalamento denominato PPCL (posto periferico di controllo linea):
 - Gestione diretta dei segnali di via libera/impedita SEM1 e SEM2 per l'accesso alla tratta SVC;
 - Acquisizione del passaggio della vettura (con rilevazione della presenza o lettura della matricola) da centraline di rilevamento matricola e presenza.
- b) Centraline di rilevamento matricola/presenza tramite spira: acquisizione delle informazioni dalle spire di rilevamento direzione Riccione LB1, LB3, LB5, LB7 e direzione Rimini LB2, LB4, LB6.
- c) Centraline di rilevamento presenza (massa) tramite spira: acquisizione della presenza dalle spire di rilevamento massa M1-A/B e M2-A/B.
- d) Regolatore Semaforico: gestione dei segnali semaforici SEM1, SEM2, SEM3, PED 1 e PED2.

Questa architettura garantisce i criteri di ridondanza, di differenziazione tecnologica e di protezione della linea: il rilevamento della vettura avviene tramite due apparati indipendenti, basati su tecnologie diverse di sensore. Qualora l'impianto di segnalamento entri in uno stato di criticità per la sicurezza, è prevista una funzione di messa in sicurezza dell'area con lo spegnimento delle lanterne di via libera/impedita SEM1 e SEM2, oltre alla segnalazione agli Operatori del Centro di Controllo.

L'apparato di Segnalamento di linea (PPCL) è costituito da una unità di elaborazione a microprocessore ridondata con grado di sicurezza SIL3 (ai sensi della normativa EN-50129) che supervisiona e gestisce il segnalamento all'interno dell'area definita.

Il sistema di localizzazione e di controllo dell'esercizio è garantito dal sistema di comunicazione induttivo a corto raggio dalle spire di trasmissione presenti in fermata e dal sistema GPS presente a bordo che permette la localizzazione nelle aree al di fuori delle zone di fermata.

Completano i sistemi di ausilio all'esercizio il sistema audio/video attraverso pannelli a messaggio variabile per le informazioni all'utenza, il sistema di diffusione e comunicazione audio e di video sorveglianza in fermata ivi comprese le colonnine di emergenza per le chiamate al centro.

Nella figura seguente viene descritto nel dettaglio lo schematico di linea per la 2^a tratta Rimini FS – Rimini Fiera e nella successiva quello più generale relativo all'intera linea Riccione FS – Rimini Fiera.

sistema TRC Lotto 1 linea RIMINI FS - RICCIONE FS

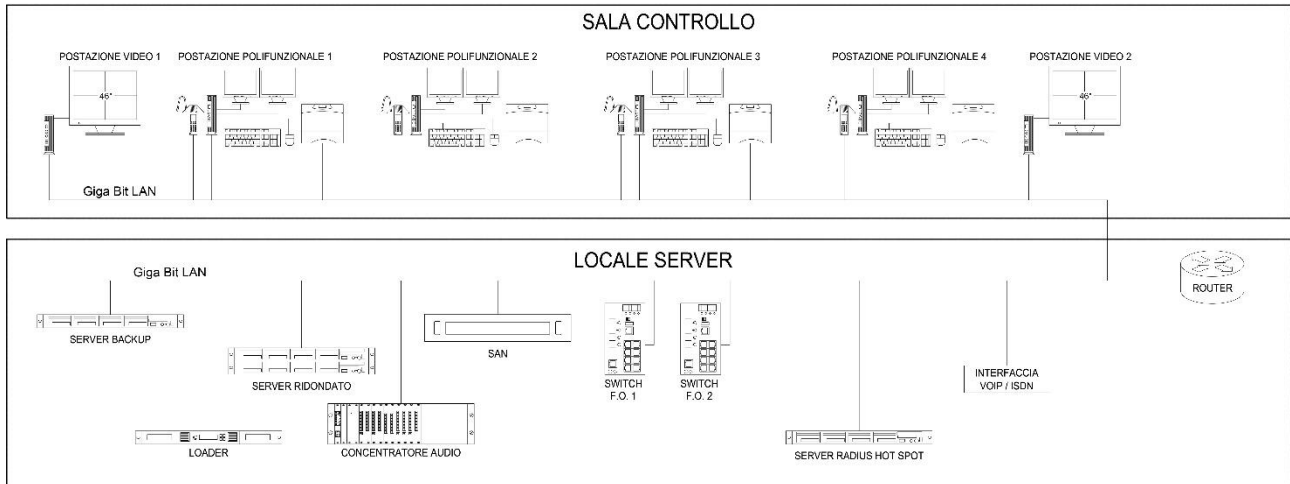


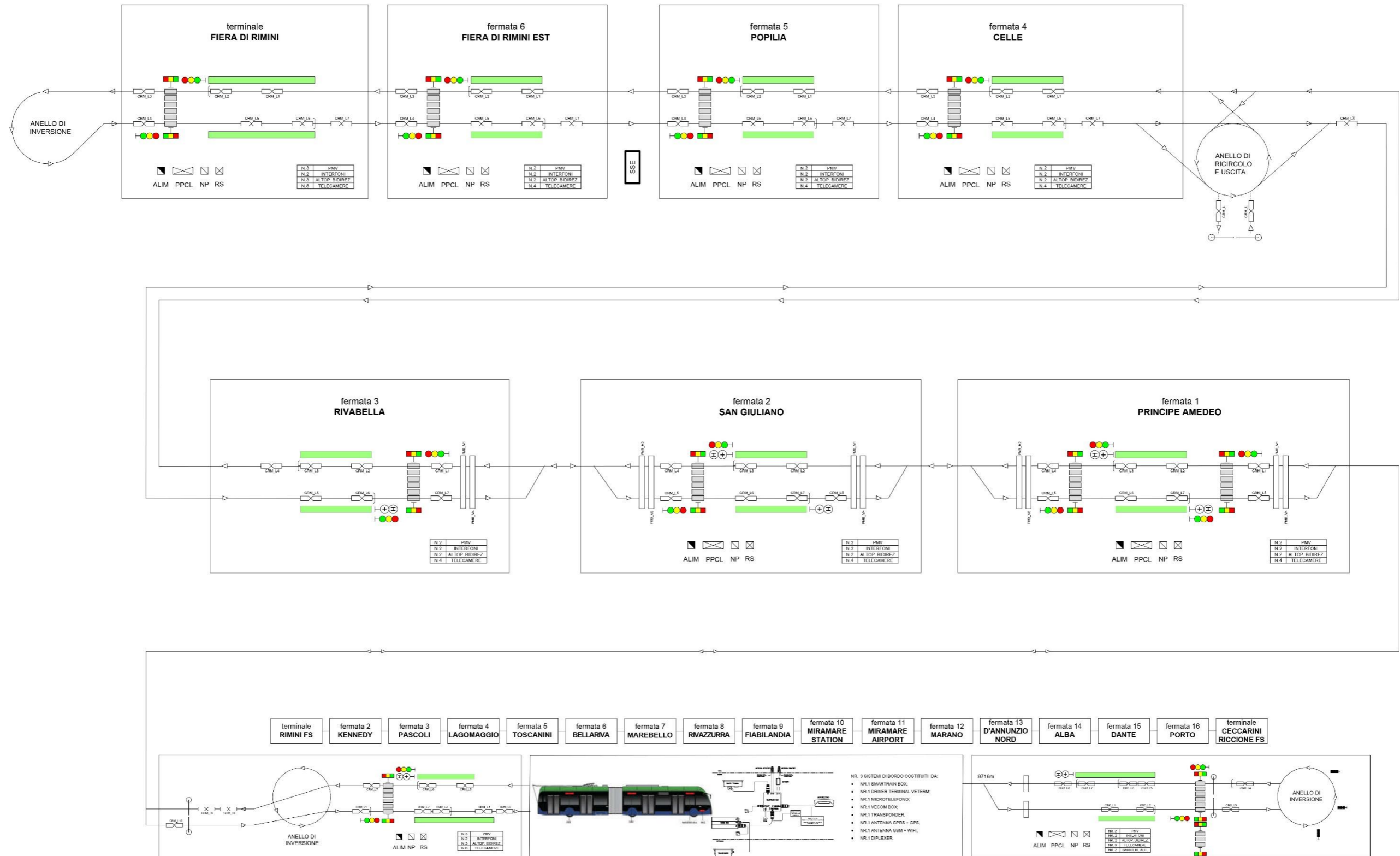
Fig. 19 – Schema del PCC di controllo dell'esercizio

LEGENDA				
	PPCL	Armadio Segnalamento		Lanternia pedonale
	NP	Armadio Nodo Concentratore		Lanternia per veicoli TRC
	RS	Regolatore Semaforico		Lanternia autoveicoli
	ALIM	Armadio di Alimentazione		Loop Vecom (antenna di trasmissione)
		Lanternia di accesso zona SVC		Spira induttiva (rilevatore di massa)

Fig. 20 – Schematico di linea della pagina seguente, legenda

Fig. 21 - Schematico di linea dell'estensione del TRC Rimini FS – Fiera di Rimini

piano schematico TRC Lotto 2 RIMINI FIERA - RIMINI FS



5.2. IMPIANTO DI TRAZIONE ELETTRICA

La linea di trazione elettrica sarà realizzata con sistema di sospensione elastica di tipo autocompensato.

In funzione delle differenti tipologie, le strutture di sostegno saranno con sistema di sospensione Linea di Contatto-Mensola in lega di Alluminio o sistema di sospensione Linea di Contatto-Trasversale. Per entrambe le tipologie viene rispettato il principio di doppio isolamento, così come tra i due singoli fili di contatto componenti il bifilare per qualsiasi configurazione. Sono previste configurazioni con doppio bifilare a doppia via di corsa e doppio bifilare a singola via di corsa, oltre al singolo bifilare in singola via di corsa.

La LdC sarà di tipo fissa non contrappesata, con filo di contatto sagomato con sezione nominale 100mmq, secondo la norma CEI-EN 50149 e sospensione del filo di contatto del tipo autocompensata. La scelta del tipo di sospensione auto-compensata è derivata dal fatto che risulta possibile con questo sistema avere campate fino ad un massimo di 35 m. In generale la sospensione elastica comporta anche i seguenti vantaggi:

- eliminazione dei punti rigidi della linea in corrispondenza delle sospensioni dei conduttori che ne producono un'anomala usura sotto la spinta del pattino di presa di corrente di circa 10 daN;
- attenuazione della variazione della tensione meccanica nei conduttori dovuta alla variazione della temperatura;
- possibilità di realizzare campate in rettilineo fino a 35 m, con curva di posa 9 daN/mm² a - 20° C con fili scarichi;
- buona stabilità di accoppiamento tra pattino di presa di corrente e conduttore con conseguente riduzione di scarruolamenti.

I pali di sostegno saranno troncoconici a sezione ottagonale in acciaio zincato a caldo secondo norma CEI 7.6, con blocchi di fondazione a forma di parallelepipedo in calcestruzzo completamente interrati a sezione quadrata.

I fili di contatto verranno posati ad un'altezza dal manto stradale di 5,20 m ed in posizione centrale alla corsia di marcia, tenendo i conduttori di polarità positiva dei due bifilari ad una distanza tra loro non minore di 0,60 m.

Presso il capolinea della linea esistente di Rimini Stazione, sarà necessario adeguare la geometria dell'impianto esistente, per l'ancoraggio degli scambi e per la modifica della sospensione e della linea esistente. I previsti bifilari si innestano, così come il percorso, al capolinea Rimini FS, sulla prima tratta già realizzata Rimini FS - Riccione FS, tramite scambio elettrico in direzione Fiera e scambio meccanico per inserirsi in direzione Rimini.

La tratta di progetto sarà alimentata:

- in parte dalla SSE1 esistente, localizzata presso il PCC al terminale di Rimini FS;
- da una nuova SSE, posta lato Fiera a circa 3.000 m dalla SSE1.

Quindi ci sarà una alimentazione elettrica bilaterale nella prima tratta da Rimini FS e l'altra tratta avrà l'alimentazione a sbalzo fino alla Fiera per una lunghezza di circa 1.200 m. La nuova SSE di Fiera verrà collegata alla linea con alimentazione bilaterale.

Ogni 300 / 350 m di linea saranno messi in opera collegamenti equipotenziali tra i fili di contatto positivi e tra quelli negativi.

Prima del collegamento ai fili di contatto risalite saranno disposti sezionatori bipolari, e tra i pali di sostegno contrapposti verranno amarrate due funi di acciaio parallele per la sospensione degli isolatori di sezione al fine della separazione delle tratte di alimentazione.

La cabina sarà realizzata fuori terra con due gruppi trasformatore-raddrizzatore, in uniformità con le altre cabine esistenti sulla linea, della potenza di 890 kVA.

5.3. IMPIANTI DI AUSILIO E REGOLAMENTAZIONE DELL'ESERCIZIO

Al fine di sfruttare le infrastrutture del sistema TRC esistente e per permettere una gestione omogenea della linea è condizione necessaria prevedere, per gli impianti di ausilio e regolamentazione dell'esercizio, una estensione compatibile con l'attuale piattaforma tecnologica in grado di garantire il controllo dell'esercizio dell'intera infrastruttura.

Tale estensione consentirà di impiegare, anche per la nuova linea (naturale estensione ed integrazione di quella realizzata), la stessa tipologia di veicoli utilizzati sulla linea Rimini FS – Riccione FS e di integrare le funzionalità di localizzazione, di regolarizzazione, di segnalamento mediante un unico sistema in grado di gestire l'intero percorso del TRC.

In particolare, i sistemi che saranno ampliati/integrati per la nuova linea sono:

- a) sistema di segnalamento;
- b) sistema di localizzazione e controllo dell'esercizio;
- c) sistema di bordo veicolo;
- d) sistema di regolazione semaforica;
- e) sistema audio/video;
- f) sistema di telecontrollo sottostazioni elettriche;
- g) infrastruttura delle Telecomunicazioni;
- h) impianti di fermata.
- i) Posto Centrale di Controllo (PCC)

Come anticipato nel paragrafo 5.1, la nuova tratta sarà completamente integrata nel Posto Centrale di Controllo esistente, acquisendone tutte le peculiarità e funzionalità. L'attuale piattaforma tecnologica di supervisione, monitoraggio, sicurezza e regolazione dell'esercizio permette l'espansione del sistema consentendo di gestire il TRC anche in caso di estensioni della rete di trasporto o di eventuali modifiche del tracciato ampliando semplicemente gli apparati di campo.

In particolare, le funzionalità messe a disposizione saranno:

- a) supervisione e controllo delle aree di segnalamento;
- b) supervisione (localizzazione) della flotta;

- c) supervisione e controllo della regolarità dell'esercizio;
- d) supervisione e controllo degli impianti di alimentazione e trazione elettrica;
- e) supervisione e controllo delle fermate (videosorveglianza tramite telecamere ed interfon, diffusione di informazioni al pubblico tramite pannelli a messaggio variabile ed altoparlanti);
- f) supervisione e controllo delle funzionalità a bordo veicolo.

La piattaforma software esistente si compone di cinque sistemi a logica distribuita, integrati tra loro, che garantiscono la supervisione e il controllo dell'intera linea e possono estendere le loro funzionalità anche alla nuova linea Rimini FS – Fiera. Tali sistemi sono i seguenti:

- sistema di segnalamento, supervisione e controllo della linea deputato alla gestione in sicurezza degli instradamenti nelle tratte a singola via di corsa;
- sistema di controllo dell'esercizio e localizzazione deputato alla localizzazione del veicolo, alla gestione del sistema radio e al controllo dell'esercizio;
- sistema di supervisione delle sottostazioni elettriche deputato al telecontrollo e alla supervisione degli apparati presenti nelle sottostazioni elettriche;
- sistema di videosorveglianza, informazione all'utenza e comunicazioni interfoniche deputato alla gestione delle funzionalità di sicurezza in fermata mediante telecamere a circuito chiuso, interfon, sistemi di informazione all'utenza quali pannelli a messaggio variabile e diffusione sonora;
- sistema di bordo deputato alle funzionalità di bordo quali comunicazione terra/bordo, localizzazione, gestione dell'interfaccia conducente e comunicazioni via radio.

Nel contesto della nuova linea si prevede di adeguare il posto centrale esistente ed integrarlo con le funzionalità e le pagine grafiche di supervisione della nuova linea.

5.4. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Si prevede di installare apparecchi illuminanti a LED sui sostegni della Linea di Contatto. Si é prevista un'altezza di installazione del corpo illuminante tale da mantenere migliori prestazioni di uniformità di illuminazione, garantendo quindi un maggior comfort per gli utenti della strada.

Gli apparecchi illuminanti saranno con installazione "testa-palo", in classe II e si prevedono provvisti di sorgenti luminose a moduli LED.

L'impianto è suddiviso in zone, in relazione al tessuto urbano attraversato dalla nuova linea, ciascuna alimentata da un "Quadro elettrico di illuminazione pubblica", costituito da armadio in vetroresina idoneo al contenimento di contatore di fornitura elettrica, con montate e cablate apparecchiature di protezione e di manovra per bassa tensione e sistema per la regolazione e la supervisione degli impianti di pubblica illuminazione, attraverso onde convogliate. Ciascun quadro sarà alimentato direttamente da una fornitura elettrica trifase e da ciascun quadro saranno derivati circuiti trifase, che collegheranno i pali con fasi alternate.

I pali sono collegati al circuito di terra tramite cavo G/V 1x16mmq o di sezione superiore.

Il numero di circuiti che sono derivati da ogni quadro è determinato dalla topografia dell'impianto d'illuminazione e dai limiti dei circuiti adiacenti. Per ciascuna zona è prevista la realizzazione di circuiti trifase equilibrati con neutri separati.

Le linee elettriche, realizzate con cavi tipo FG16OR16 0,6/1 KV, sono posate all'interno di cavidotti interrati fino al pozzetto adiacente il supporto del corpo illuminante.

I quadri elettrici saranno alloggiati in apposito armadio a colonna in vetroresina, con due scomparti separati di cui uno per l'ente erogatore, e chiusure a chiave. Sarà prevista una protezione magnetotermica differenziale per le linee in uscita che alimentano le utenze. All'interno del quadro è previsto un controllore elettronico di potenza ed un gruppo di potenza integrato che provvedono autonomamente a tre funzioni:

- riduzione della potenza e del flusso luminoso notturno in tutte le lampade dell'impianto secondo un ciclo definito dall'utente;
- accensione dell'impianto a tensione ridotta in modo da limitare sensibilmente le sollecitazioni alle lampade e la corrente di spunto;
- stabilizzazione (in aumento o in diminuzione) della tensione a valle nei vari regimi di funzionamento tarabili dall'utente con tolleranza ± 1 V ed in presenza di tensioni a monte nel range 210 ÷ 245 V.

La stabilizzazione della tensione effettuata dall'apparecchiatura consente di allungare notevolmente la vita delle lampade.

Tutte le apparecchiature previste saranno conformi alla norma CEI EN 61439.

Nel quadro di comando saranno montati e cablati:

- interruttore generale magnetotermico con bobina di sgancio;
- relé differenziale a due tempi di intervento (apertura contattore ed apertura interruttore generale se guasto persistente) con controllo automatico di ripristino e display luminoso di conteggio interventi;
- contattore di inserzione linea;
- interruttore magnetotermico di protezione dei circuiti ausiliari;
- selettore di funzionamento manuale/automatico (by-pass crepuscolare);
- fotocellula crepuscolare con amplificatore a regolazione di soglia (2-200 lux);
- pannello con montati e cablati interruttori magnetotermici a protezione e sezionamento delle linee in uscita di alimentazione lampade.

Il sistema per la regolazione e la supervisione dell'impianto di pubblica illuminazione sarà collegabile, se richiesto, via rete ethernet o via GSM ad un server di controllo e, tramite interfaccia web o tramite sms, potranno essere acquisiti i parametri di funzionamento dell'impianto. E' anche previsto un interruttore astronomico crepuscolare, per permettere anche la configurazione di scenari prememorizzati o attivati da sensori di campo.

5.5. IMPIANTI TECNOLOGICI SOTTOVIE E SOTTOPASSI

E' stata prevista l'illuminazione dei sottovia (o ampliamento dell'esistente), l'illuminazione dei sottopassi (comprese le rampe di accesso e/o le scale) e gli impianti di sollevamento acque meteoriche, laddove necessari.

Per l'illuminazione dei sottovia sono state previste plafoniere stagne a LED con corpo realizzato in un unico pezzo in acciaio privo di saldature, in grado di resistere ad ambienti particolarmente aggressivi; per l'illuminazione dei sottopassi plafoniere stagne a LED con corpo in policarbonato infrangibile, con un grado di protezione IP66; per l'illuminazione delle scale applique a LED.

Il progetto prevede, per i nuovi sottopassi, un impianto di sollevamento alimentato da una consegna BT dedicata e separata dall'impianto di illuminazione, con stazione di sollevamento prefabbricata in cls vibro compresso con prolunghe, adatta all'installazione di n. 2 elettropompe.

6. STRUTTURE E OPERE D'ARTE

Il progetto prevede, nel suo percorso in adiacenza alla linea ferroviaria, la realizzazione di numerose opere d'arte di dimensioni varie per superare le interferenze con il territorio (strade, attraversamenti ciclopeditoni e corsi d'acqua).

Di seguito una lista delle opere previste lungo il tracciato:

Tab. 5 – Elenco delle opere d'arte lungo la nuova tratta di progetto

Rif.	Descrizione	progressiva (m)	lunghezza (m)
C	Fermata RIMINI STATION	0+000	
1	Fermata PRINCIPE AMEDEO	0+356	
OP1	Adeguamento sottopasso ciclo-pedonale Principe Amedeo	0+425	7
OP2	Nuovo ponte sul porto Canale	0+617	93
OP3	Prolungamento sottopasso pedonale Spinelli	0+846	7
2	Fermata BORGO SAN GIULIANO	1+025	
OP4	Prolungamento sottopasso pedonale Borgatti	1+081	7
OP5	Nuovo sottovia Zavagli	1+415	16
OP6	Nuovo ponte sul Deviatore Marecchia	1+546	140
3	Fermata RIVABELLA	1+679	
OP7	Nuovo sottovia Sacramora	2+108	20
4	Fermata CELLE	2+306	
OP8	Nuovo sottovia Cipressi con adeguamento sottopasso pedonale	2+432	12
5	Fermata POPILIA	2+895	
OP9	Nuovo sottovia Cappelli	2+960	12
OP10	Nuovo sottopasso su cavalcaferrovia SS16	3+010	18
6	Fermata FIERA DI RIMINI EST	3+638	
OP11	Nuovo sottopasso ciclopeditoni Fiera Est	3+672	8
OP12	Nuovo sottovia ingresso sud Rimini Fiera	4+130	29
C	Terminale FIERA DI RIMINI	4+247	

6.1. NUOVO PONTE SUL PORTO CANALE

L'intervento sul porto Canale ricalca l'adiacente cavalcavia ferroviario prevedendo le due spalle in corrispondenza circa di quelle esistenti e due sole pile intermedie in corrispondenza delle pile fuori alveo del ponte ferroviario. Si è scelto quindi di non prevedere la pila centrale in alveo al fine di evitare possibili conseguenze negative sulle condizioni del corso d'acqua.

Il ponte si compone di tre campate, rispettivamente nel senso Stazione-Fiera di luce pari a 30 m, 49 m e 10,5 m. Le prime due campate, considerati i vincoli dettati dalla luce e dall'altezza minima dell'intradosso che deve essere compatibile con la sottostante linea filobus storica, verranno realizzate con tecnologia in acciaio con travatura reticolare estradossata.

La terza campata, avendo luce minore, verrà realizzata con tecnologia in acciaio con struttura a graticcio in travi a doppio T.

Si rimanda all'elaborato TRC2-PFTE-STR-PT-001-A per una descrizione grafica più dettagliata.

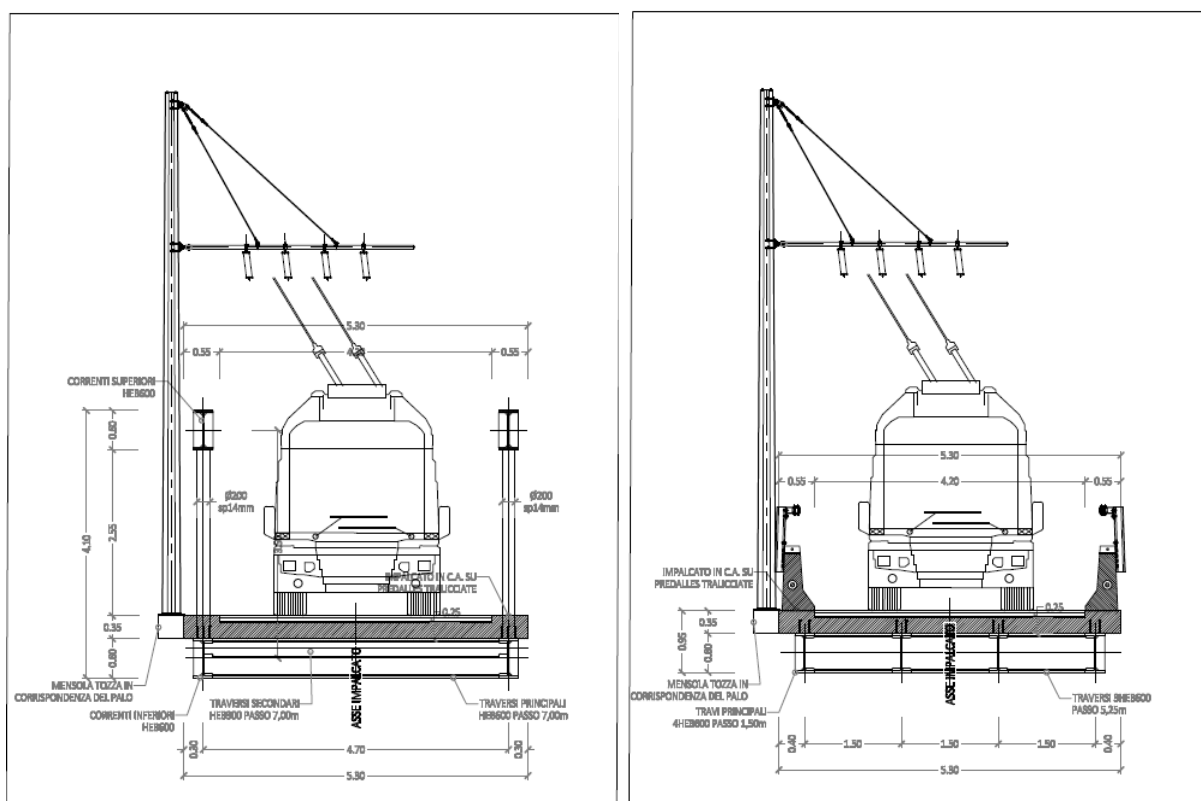


Fig. 22 - Sezioni tipo sul nuovo ponte del Porto Canale

6.2. NUOVO PONTE SUL DEVIATORE MARECCHIA

Il nuovo ponte sul Deviatore Marecchia, con un andamento pressoché parallelo al ponte ferroviario esistente, presenta una struttura più snella dell'adiacente prevedendo, a fronte di 8 pile dell'esistente, solo 2 pile in corrispondenza delle pile 2 e 6 dell'esistente (al fine di evitare fenomeni di turbolenza idraulica e possibili depositi di materiale solido).

Quindi, dal punto di vista strutturale, verrà realizzato un ponte in acciaio con travatura reticolare intradossata, che presenta un profilo dell'intradosso volta con un'altezza delle travature maggiore in corrispondenza delle pile e minore in campata.

Inoltre, si prevede, in affiancamento alla sede filobus, una pista ciclopedonale al fine di ricollegare le reti di mobilità dolce presenti sulle due sponde del Deviatore.

Si rimanda all'elaborato TRC2-PFTE-STR-PT-002-A per una descrizione grafica più dettagliata.

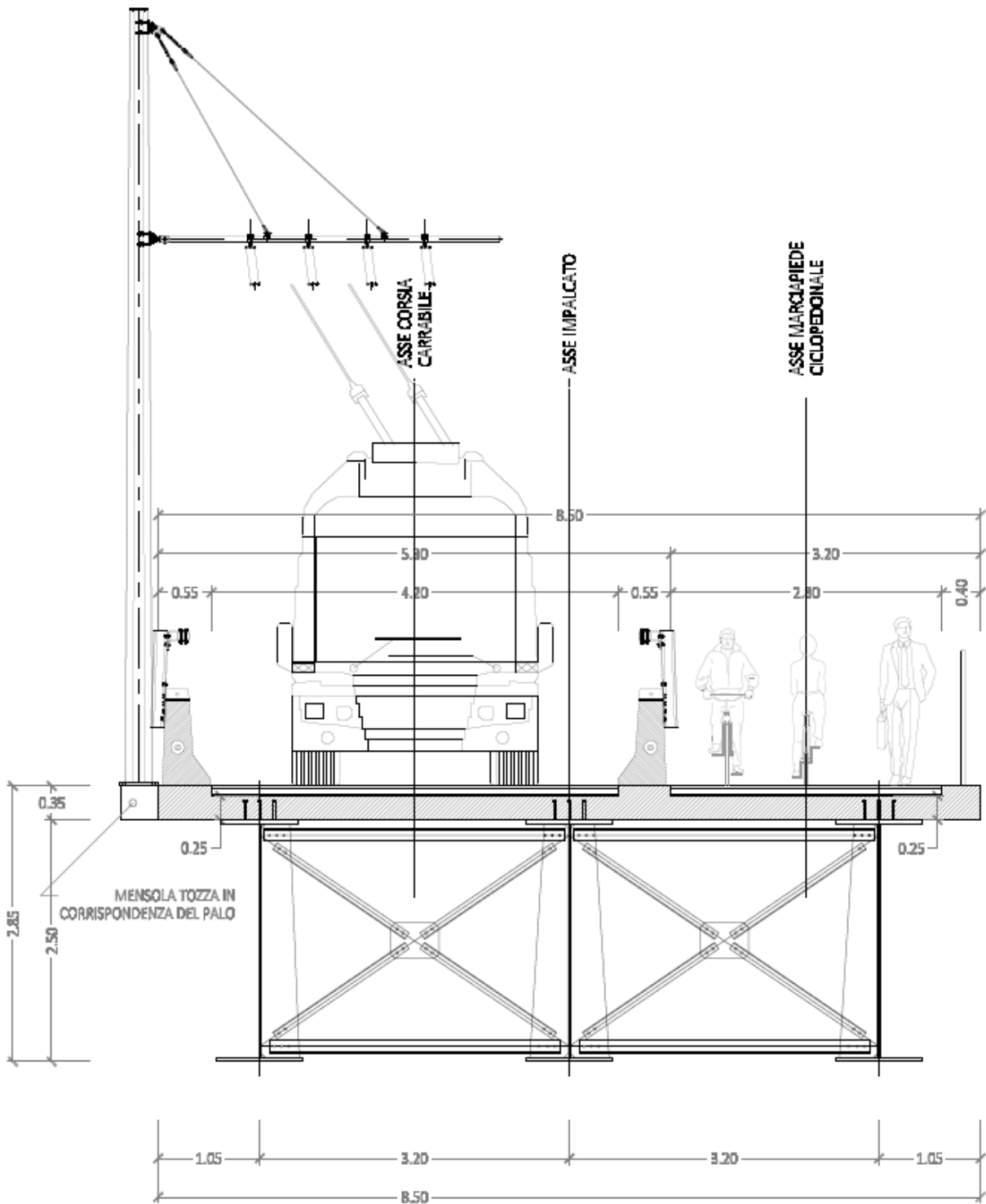


Fig. 23 - Sezione tipo sul nuovo ponte sul Deviatore Marecchia in corrispondenza degli appoggi su pile

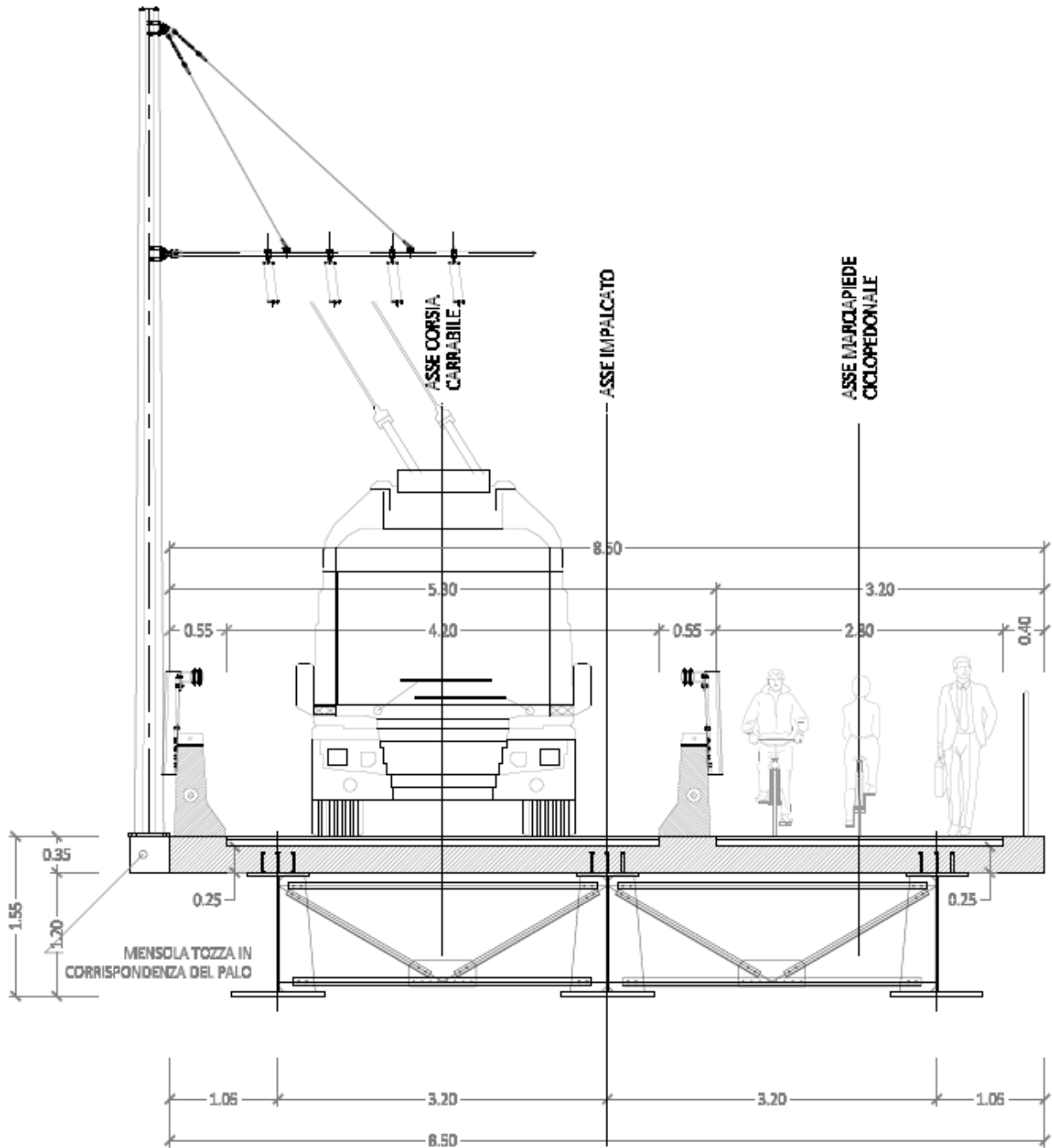


Fig. 24 - Sezione tipo sul nuovo ponte sul Deviatore Marecchia in corrispondenza campate e appoggi su spalle

6.3. NUOVO SOTTOVIA INGRESSO SUD RIMINI FIERA

La realizzazione del nuovo sottovia in oggetto ricalca lo schema del sottovia ferroviario esistente con una struttura a tre campate con due pile intermedie posizionate sul marciapiede "morto" esistente nella viabilità di ingresso alla fiera. Verranno ricreati i collegamenti pedonali esistenti a contorno dell'opera.

Dal punto di vista strutturale, viste le campate di luci esigue e la necessità di avere uno spessore strutturale ridotto dovuto alla necessità di mantenere i franchi minimi dalla strada sottostante (molto pendente) è stata scelta una tecnologia in acciaio con struttura a graticcio realizzata con travi a doppio T.

Si rimanda all'elaborato TRC2-PFTE-STR-PT-003-A per una descrizione grafica più dettagliata.

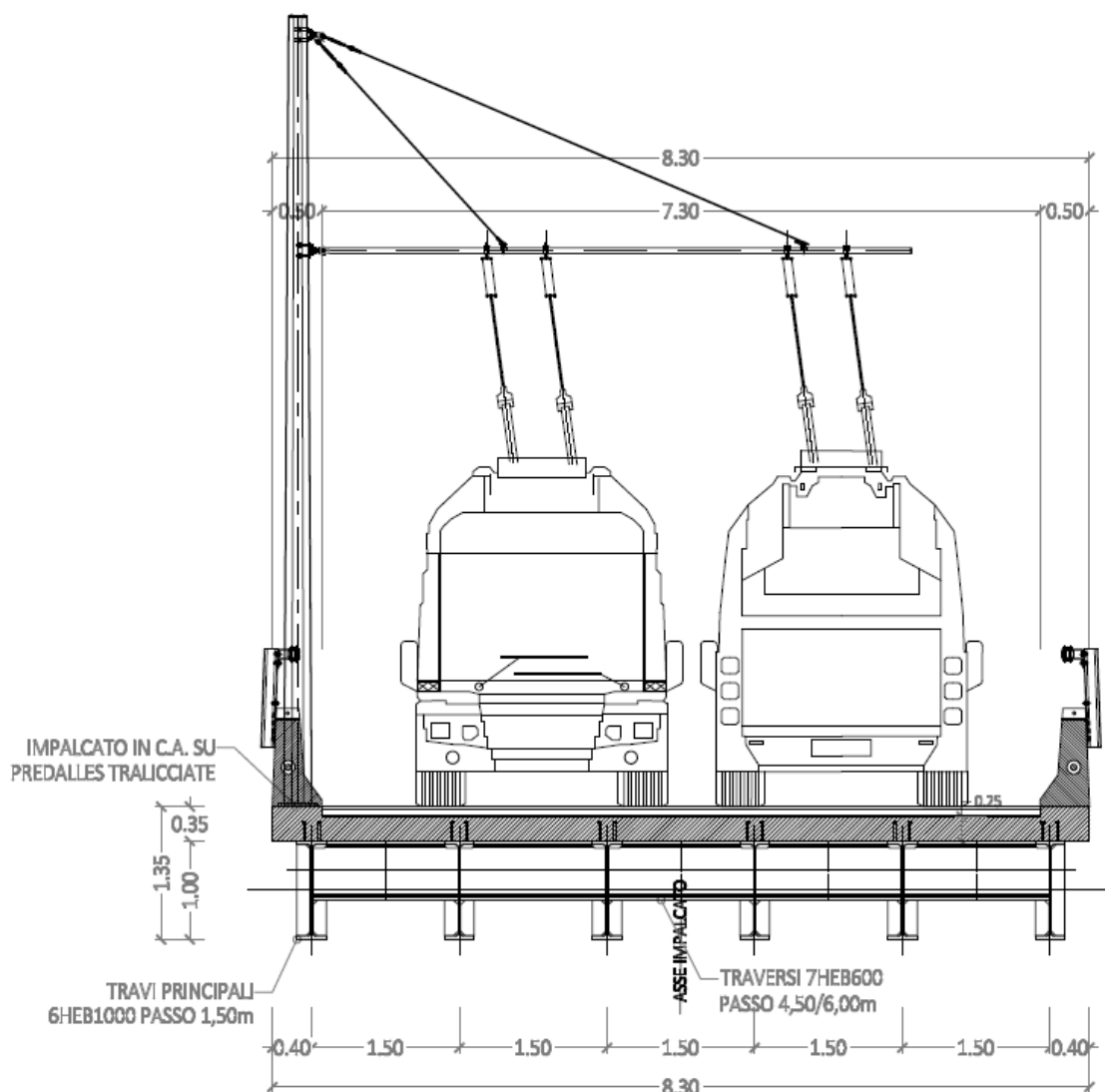


Fig. 25 - Sezione tipo sul sottovia di ingresso sud all'area della Fiera

7. ASPETTI IDROLOGICI E IDRAULICI

Per la disamina di dettaglio di tutti gli aspetti idrologici ed idraulici, si rimanda allo specifico elaborato progettuale (TRC2-PFTE-IDR-RT-001-A): in questo paragrafo, ne vengono sintetizzati le principali attività progettuali svolte e le conseguenti assunzioni fatte, in termini di parametri idrologico-idraulici (ad es., leggi di pioggia, livelli di piena in alveo, presenza o meno di strutture interferenti, ...) o di leggi e formulazioni da adottare nelle successive fasi progettuali (ad esempio, principio d'invarianza idraulica, formule matematiche da utilizzare, schemi tipologici costruttivi, ...).

A livello planimetrico, il tracciato della nuova infrastruttura, quasi ovunque contiguo (sul lato opposto alla linea di battaglia del Mare Adriatico) al rilevato della linea ferroviaria Bologna-Ancona, rende facilmente evincibili i punti delle principali interferenze idrauliche (Fiume Marecchia e Porto Canale di Rimini), che vanno a sommarsi alle ulteriori interferenze dirette o indirette con il reticolo secondario di bonifica e la rete fognaria urbana.

In termini di pericolosità idraulica (e quindi di elevato rischio idraulico, alla luce della notevole vulnerabilità idraulica del tessuto urbano e dell'alto danno atteso potenziale conseguente) è stato adeguatamente inquadrato il problema proveniente dal reticolo idrografico principale e secondario di pianura, così come anche nell'ambito costiero, cioè il fenomeno delle mareggiate marine, sia in termini di condizioni di valle per gli studi idraulici condotti sul reticolo idrografico con sbocco a mare, sia soprattutto in termini di possibile allagamento delle aree di sedime dell'opera in relazione a fenomeni eccezionali di livello marino (e moto ondoso) in corrispondenza della spiaggia riminese.

In sintesi, nel citato studio specialistico, una volta inquadrata idrograficamente la porzione territoriale sulla quale insistono le opere in progetto e verificati tutti i vincoli sovraordinati in termini di pianificazione settoriale, sono state esplicitate in primis le considerazioni e i calcoli idraulici di verifica e di dimensionamento utili per le scelte progettuali fondamentali sui manufatti principali (ponti/viadotti sul reticolo idrografico principale) e, in secundis, effettuate tutte le analisi idrologiche necessarie e le scelte tipologiche di fondo sul sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche drenate dalla nuova piattaforma stradale, atte ad indirizzare da subito (e a rendere chiari i vincoli ineludibili e da rispettare/soddisfare) ogni attività progettuale di dettaglio delle successive fasi di progettazione definitiva/esecutiva. Il tutto è stato articolato nelle seguenti fasi: inquadramento dell'area dal punto di vista sia idrografico che pianificatorio/normativo, analisi dell'idrologia dell'area, analisi dell'idraulica dell'area e descrizione della rete idraulica di progetto, con individuazione dei recapiti finali disponibili; scelta degli schemi tipologici costruttivi per la nuova fognatura.

7.1. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO DELL'AREA

La nuova sede stradale di progetto si sviluppa parallelamente alla sede ferroviaria esistente, attraversando tutta la porzione centrale ed occidentale del territorio comunale di Rimini, praticamente in area costiera o, specialmente nel tratto vicino alla Fiera di Rimini, di retroguardia di pianura, caratterizzate da pendenze molto esigue e tessuto urbano intensivo e sviluppato pressoché lungo l'interezza del sedime delle nuove opere. Tale aspetto rende ancor più importante e delicata la fase di studio e di progetto di tutte le opere idrauliche o d'interferenza idraulica, in un territorio

che la recente pianificazione settoriale ha individuato ad importante grado di vulnerabilità e pericolosità idraulica.

La nuova sede di progetto, così come la ferrovia esistente, interseca da nord a sud una serie di corsi d'acqua e fossi con recapito finale a mare (oltre alla ramificata rete fognaria urbana), i quali vengono superati mediante opere di scavalco in adiacenza a quelle ferroviarie.

7.1.1. Reticolo fluviale principale

I corsi d'acqua principali, procedendo da nord verso sud, sono due e sono costituiti dal fiume Marecchia e dal Porto canale di Rimini. In realtà, questi due fondamentali corpi idrici superficiali sono da sempre storicamente interconnessi, ed ancor più da circa un secolo, allorquando il tratto finale a mare del vecchio corso interno a Rimini del fiume Marecchia fu deviato più a nord ed il vecchio alveo fu destinato a varie riprese ad altri usi (parco urbano, porto canale), mantenendo però la funzione idraulica solo in concomitanza di piene eccezionali, grazie ad uno scolmatore dei picchi di portata a mare attraverso una soglia arginale ribassata di sfioro laterale, in destra idraulica del fiume, atta a sfruttare questa seconda via di collettamento a mare di un'aliquota importate della portata di piena. Di fatto, oggi l'alveo principale a mare del Fiume Marecchia è rappresentato da quello chiamato anche "Nuovo Deviatore Marecchia", mentre quello che era l'alveo originario del Marecchia costituisce da tempo il "Porto Canale di Rimini", fungendo da scolmatore di piena solo per eventi importanti eccedenti una certa portata nell'alveo principale (stimabile in circa 400 m³/s). Come già visto al precedente paragrafo 8, su questi due corpi idrici è necessaria la realizzazione di importanti opere d'arte (ponti), per le quali è stato necessario definire da subito sia i principali parametri progettuali che la loro configurazione geometrica (quote impalcato, numero e posizione delle pile, ...).

7.1.2. Reticolo secondario di pianura

Come si evince chiaramente dalla corografia ufficiale degli scoli consorziali, desunta dal GIS del Consorzio di Bonifica della Romagna territorialmente competente sull'intera area d'intervento, le interferenze con il reticolo di scoli - tombinati o a cielo aperto - in gestione all'Ente risultano limitati e di complessità di risoluzione relativamente modesta. In generale, tutti i canali di bonifica della riviera riminese sono di solito di lunghezza e bacini abbastanza limitati, ma soprattutto fortemente antropizzati nell'ultimo secolo e per questo, in molti casi, assimilabili più a dorsali fognarie bianche rilevanti che a reticoli naturali di raccolta delle acque superficiali territoriali, cioè di vera e propria bonificazione. Procedendo da Est verso Ovest, sono tre gli scoli interferenti con il sedime della nuova sede del TRC: lo scolo Dossetto, lo scolo Dosso e lo scolo Matrice Spule. Essi sono tutti simili per bacino, funzione, configurazione e geometria/dimensione alle fognature urbane di tipo bianco/misto, ma ciò non esula dalla necessità di adempiere a tutti gli obblighi normativi ed autorizzativi/concessori che sempre vigono nella fascia di rispetto dei 10 metri dai canali consortili, come previsto dal R.D. 368/1904 e s.m.i., in presenza o meno di sedime demaniale.

7.1.3. *Ambito costiero*

La vicinanza al mare Adriatico dell'area d'intervento rende fondamentale il ruolo dei fenomeni idraulici marini e la stima delle principali grandezze fisiche ad essi legate, in primis in termini di massimi livelli idrici potenzialmente registrabili all'altezza della battigia e quindi dei punti di confluenza a mare del reticolo idrografico del territorio (principale, ma anche secondario). In particolare, due sono stati gli aspetti importanti valutati, nelle presenti attività progettuali, che influenzano le scelte assunte e quindi la tipologia e/o la configurazione geometrica delle opere:

- in termini diretti, la pericolosità alluvionale che, in concomitanza di eventi estremi (mareggiate), può arrivare ad interessare la porzione territoriale su cui trova sedime la linea in progetto. Su questo, il recente Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) ha provveduto ad una precisa perimetrazione delle aree costiere allagabili, per eventi a crescente tempo di ritorno (fino ad eventi plurisecolari), il cui esito ha escluso tutta l'area qui in esame da tale "rischio";
- in termini indiretti, i livelli massimi del mare (a ricorrenza prefissata, $Tr = 100$ anni) da utilizzare come condizione di valle negli studi condotti sul reticolo idrografico principale (Fiume Marecchia più Deviatore, Porto Canale) al fine di stimare correttamente, mediante simulatore matematico, i livelli idrici corrispondenti alla piena eccezionale di riferimento (a ricorrenza prefissata, $Tr = 200$ anni) esattamente in corrispondenza dei nuovi ponti di attraversamento.

7.1.4. *Rete fognaria urbana*

A livello di raccolta e smaltimento capillare delle acque meteoriche in ambiente urbano e periurbano riminese provvede tutta la rete fognaria cittadina (bianca e mista) che, unitamente alla rete per acque reflue (nera), è interamente in carico gestionale a HERA S.p.A.

L'assetto planimetrico attuale di tale rete fognaria, con indicazione abbastanza precisa delle relative caratteristiche dimensionali e materiche delle condotte e della posizione dei principali pozzetti d'ispezione, è stato gentilmente fornito da HERA S.p.A e di tale quadro viene data evidenza nell'elaborato specialistico. Tale rete fungerà (unitamente, se ritenuto ammissibile dal competente Consorzio di Bonifica della Romagna, ad alcuni scoli di bonifica attraversati dal nuovo tracciato della nuova tratta Rimini FS – Rimini Fiera) da recettore per le acque meteoriche tributarie della nuova piattaforma stradale, previo inserimento – dove necessario, in casi di aumento delle superficie impermeabilizzate – dei necessari dispositivi di laminazione (volumi di accumulo temporaneo e strozzature limitatrici terminali) per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali, così come previsto dalle normative vigenti settoriali e dettagliatamente illustrato.

Nella relazione specialistica si è anche proceduto all'individuazione, propedeutica ad ogni attività di progettazione specifica della rete di drenaggio della nuova piattaforma stradale – sicuramente composita, costituita da più tipologie di schema di captazione ed evacuazione delle portate e suddivisa in più sottoreti indipendenti di piccole dimensioni, da compartimentare nel dettaglio sulla scorta dell'assetto planoaltimetrico delle opere e altresì delle indicazioni di HERA S.p.A. sulle dorsali fognarie esistenti da privilegiare come recettori delle acque meteoriche -, dell'elenco completo dei

potenziali recettori fognari da utilizzare come corpi riceventi delle acque meteoriche della nuova strada.

7.2. QUADRO VINCOLISTICO

Si elencano, di seguito, gli strumenti di piano e i relativi regolamenti circa le acque superficiali.

7.2.1. PAI – Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico

Questo fondamentale Piano Stralcio è stato redatto dall’allora Autorità Interregionale di Bacino Marecchia-Conca nel marzo 2004 e, successivamente, a più riprese dalla stessa modificato e integrato, fino all’ultima “Variante 2016” di coordinamento e recepimento del PGRA (vedasi, a tal proposito, anche il successivo paragrafo 3.2) 1^a ciclo, definitivamente adottato nel marzo 2016. Si segnala che dal 17 febbraio 2017, con l’entrata in vigore del D.M. 25 ottobre 2016, l’Autorità di Bacino Marecchia-Conca, assieme ad altre Autorità di Bacino del territorio regionale (Reno, Fiumi Romagnoli), è stata soppressa per confluire nell’Autorità di Bacino distrettuale del Fiume Po; il Piano resta comunque pienamente vigente. In esso, sono perimetrati e normati gli alvei dei fiumi e le relative aree a diversa probabilità di inondazione (i.e. pericolosità) da piene eccezionali con tempo di ritorno $T_r = 200, 500$ anni; tale attività, a seguito della citata Variante di coordinamento con il PGRA 1^a ciclo, è presente anche per il reticolo secondario di pianura e l’ambito costiero. Inoltre, vengono definiti casi e parametri compensativi (volume da laminare per ettaro di superficie impermeabilizzata) per l’invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali.

7.2.2. PGRA – Piano di Gestione Rischio Alluvioni (2^a ciclo 2015-2021)

Lo strumento di pianificazione principale, dal 2017, è diventato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) introdotto dal D.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE, che ne prescrive, tra l’altro, una cadenza sessennale di aggiornamento. Il primo PGRA, per il periodo 2009-2015, è stato approvato nella primavera 2016 e poi recepito, come visto, dal PAI vigente con apposita Variante di coordinamento a fine 2016.

Dopo un analogo percorso di elaborazione, adozione, osservazioni (e relativo recepimento/rigetto) ed approvazione finale, il 16 dicembre 2021 sono divenuti vigenti gli elaborati del 2^o ciclo del PGRA. Rispetto a quanto già recepito dal PAI come PGRA 1^a ciclo, le recentissime modifiche introdotte dal PGRA 2^a ciclo hanno apportato alcune importanti affinamenti e/o integrazioni, ad esempio come perimetrazioni delle aree allagabili o del loro grado di pericolosità. Le novità introdotte da tali aggiornamenti cartografici delle aree allagabili (2^o ciclo PGRA) di cui al Decreto del Segretario Generale dell’Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po n. 42/2022, alla stregua delle analoghe fasce di PAI vigente sono diventate automaticamente già cogenti, in regime di salvaguardia, ai sensi di quanto previsto dall’ Art. 3 Comma 3 del Decreto del Segretario Generale dell’Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po n. 131/2021.

7.2.3. Regolamento di Polizia idraulica consorziale

Come già sottolineato, le interferenze con il reticolo di scoli - tombinati o a cielo aperto - in gestione al Consorzio di Bonifica della Romagna sono puntuali, in numero limitato e di complessità di

risoluzione relativamente modesta. Per tale tipologia di reticolo, tutte le azioni (progetti, lavori, attività lavorative, distanze di rispetto, infrastrutture interferenti, ...) che rientrano nella fascia di rispetto (10 metri dal ciglio e/o dal limite demaniale e/o dal filo esterno della tombinatura) di tali canali devono essere conformi al vigente Regolamento di Polizia Consorziiale (in attuazione del R.D. 368/1904) ed essere oggetto di nullaosta idraulico e/o autorizzazione e/o concessione da parte dell'Ente stesso.

7.2.4. Regolamenti circa la gestione delle reti fognarie

In primis, ogni attività progettuale e costruttiva sulle fognature urbane (quindi pubbliche), esistenti o in progetto, per acque meteoriche (ed anche per acque reflue o di tipo misto/unitario), essendo queste in capo a HERA S.p.A. nell'intero territorio riminese, devono essere rispondenti alle prescrizioni, indicazioni e metodologie di calcolo del "Documento tecnico DA.DT.FD.001. Principali prescrizioni tecniche per la progettazione e la realizzazione di reti fognarie – Rev.0 - 2019" ed annesso Allegato 1, quest'ultimo contenente tutte le principali specifiche tecniche di riferimento per le tubazioni di materiale vario (PVC, PEAD, PP, Ghisa, ...) ed i relativi raccordi, allacciamenti e dispositivi di coronamento in ghisa. Di tale documento occorrerà tenere debito conto in sede di progettazione definitiva/esecutiva del sistema minuto di drenaggio meteorico della piattaforma stradale del "TRC2", concertando con HERA S.p.A. ogni dettaglio costruttivo delle opere in progetto interferente con la rete fognaria esistente.

Di una certa utilità, specialmente in caso di installazione/rifacimento di eventuali manufatti di pretrattamento che dovessero rendersi necessari per specifiche situazioni (i.e. per acque reflue domestiche provenienti da attività commerciali di ristorazione come ristoranti, bar, mense e/o per particolari aree pavimentate soggette all'obbligo di intercettazione e trattamento in sito delle acque di prima pioggia/reflue di dilavamento) e per le modalità di (ri)allaccio alle reti fognarie pubbliche di terminali privati di scarico, risulta essere il vigente "Regolamento del Servizio idrico Integrato" (ATO 9 Provincia di Rimini, 2007), con relative Appendici. Esso corrisponde al più completo ed esaustivo quadro tecnico-normativo di riferimento per tutto ciò che riguarda le reti private (e le relative modalità di servizio) del servizio idrico integrato, cioè correlato agli ambiti della fognatura e depurazione e a quello acquedottistico, per la fornitura di acqua potabile.

7.3. ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA

Per analogia e congruenza progettuale (e tenuto conto del fatto che pochi anni sono passati e che pertanto i più recenti dati di pioggia misurati ai pluviometri della zona utilizzati per le analisi statistiche del caso non possono incidere/modificare se non trascurabilmente le leggi di possibilità climatica già disponibili), nella relazione specialistica si è assunto di continuare a usare quanto già definito dettagliatamente in sede di progettazione esecutiva del 1^a stralcio del TRC da Rimini FS a Riccione FS, in particolare in tema di leggi di possibilità climatica ($h = a t^n$) a diverso tempo di ritorno T_r , per piogge di durata superiore o inferiore a 1 ora, già calcolata a suo tempo - elaborando i dati pluviometrici disponibili nelle stazioni pluviometriche contermini - con la legge probabilistica doppio esponenziale di Gumbel, o dei valori estremi.

Alla luce dell'assetto idrografico dell'area e dei vincoli normativi imposti dalla pianificazione settoriale vigente, si è proceduto ad impostare una corretta verifica idraulica delle nuove opere, analizzando in primis tutti i dati e le indicazioni già disponibili (soprattutto sul reticolo idrografico principale) grazie al fatto che oramai, proprio per la redazione dei Piani vigenti da quasi un ventennio e/o per la realizzazione di recenti opere pubbliche o il loro studio di fattibilità (quali ad esempio il Ponte di via Coletti sul Deviatore Marecchia o la realizzazione di passerelle galleggianti e fisse sul Porto Canale tra il ponte di Tiberio e il Ponte dei Mille), sono stati già predisposti numerosi studi idraulici, su apposita modellistica numerica, da parte di autorevoli professionisti del settore, molti dei quali commissionati proprio per la stesura dei Piani e la necessaria perimetrazione delle aree soggette ad allagamento/alluvione.

Ove possibile, e soprattutto ove ritenuto che tali risultati siano assolutamente affidabili e confidenti, si è deciso di assumere i dati già disponibili, anche nell'ottica della "non duplicazione" di attività già sviluppate e di "congruenza e compatibilità idraulica" con analoghe assunzioni e scelte fatte per opere limitrofe sui medesimi corpi idrici.

7.3.1. Reticolo fluviale principale

Come già rimarcato, le due interferenze idrauliche principali della nuova sede del TRC con l'assetto idrografico dell'area sono rappresentati dai due importanti attraversamenti fluviali, a sud-est quello sul Porto Canale di Rimini (vecchio alveo originario del Marecchia, e ora scolmatore delle sole piene eccezionali) e a nord-ovest quello sul Deviatore Marecchia, attualmente a tutti gli effetti tratto terminale dell'alveo principale del Fiume Marecchia. In entrambi i casi, i nuovi ponti sono in contiguità a quelli esistenti e le quote d'imposta del piano viabile della nuova opera sono condizionate (vincolate) da quest'ultimi: pertanto, la loro configurazione geometrica è fortemente influenzata dall'assetto geometrico e trasportistico attuale.

Assumendo come evento di piena di riferimento quella bisecolare ($Tr = 200$ anni) nel fiume Marecchia e quella monosecolare ($Tr = 100$ anni) per la condizione di valle a mare (livello della mareggiata a oltre 2 m s.l.m.) - circostanza che implica evidentemente una probabilità combinata dei due eventi eccezionali ben oltre la ricorrenza bisecolare ($Tr = 200$ anni) - si è cercato, così come indicato e perseguito anche dalla vigente normativa in campo strutturale, come il D.M. 17 gennaio 2018 di aggiornamento delle *Norme tecniche per le costruzioni* (NTC 2018), di minimizzare il più possibile l'interferenza delle due nuove strutture (pile, spalle, impalcati) con l'idrodinamica di piena dei corpi idrici attraversati sia in termini di innalzamento dell'intradosso dell'impalcato a "quote di sicurezza" (input ottimale: ad oltre 150 cm dal massimo livello di piena bisecolare) e quindi annullando ove possibile la presenza delle pile entro l'alveo (o riducendone il numero, qualora non possibile annullarle, impostandone anche il sedime al di fuori dell'alveo centrale ove si registra il flusso principale di piena, cioè andando a margine del ciglio golenale) ed inoltre impostando le spalle/pile esterne a filo con i corpi arginali maestri, evitando così per esse ogni tipo di interferenza potenziale.

Gli studi esistenti utilizzati, i parametri e le scelte progettuali che sono scaturite da tale disamina idraulica sono dettagliatamente riportati nella relazione specialistica (TRC2-PFTE-IDR-RT-001-A).

7.3.2. Reticolo secondario di bonifica

Si rimarcano gli “obblighi progettuali”, che sono essenzialmente di due tipi:

- Mantenimento di adeguate distanze di rispetto (ed implementazione di eventuali opere di protezione statica, da concordare con il competente Consorzio di Bonifica della Romagna) delle nuove opere del TRC dai tombinamenti in essere sugli scoli, sia in termini di attraversamenti che di parallelismi, secondo i dettami del vigente “Regolamento di Polizia idraulica consorziale” e le ulteriori prescrizioni dell’Ente rilasciate in sede di espressione di parere di competenza, al fine di preservarne integralmente la funzione idraulica e la resistenza statica;
- In caso di utilizzo di tali scoli come recettori delle acque meteoriche della nuova piattaforma stradale, occorrerà realizzare il manufatto di scarico secondo modalità costruttive concordate con l’Ente, previa valutazione idraulica d’invarianza idraulica conforme con l’Art. 11 del PAI, l’Art. 2.5 del PTCP di Rimini e le ulteriori indicazioni dell’Allegato Tecnico al vigente “Regolamento di Polizia Idraulica consorziale” e/o prescrizioni dell’Ente maturate in sede di espressione di parere di competenza e/o di rilascio della necessaria autorizzazione/concessione, ai sensi di legge.

Non si evidenziano problematiche e/o aspetti particolari da risolvere in sede di progettazione definitiva/esecutiva.

7.3.3. Rete fognaria

Come anticipato, ogni attività progettuale e costruttiva sulle fognature urbane esistenti e/o in progetto per acque meteoriche (ed anche per acque reflue o di tipo misto/unitario), essendo queste in capo a HERA S.p.A. nell’intero territorio riminese, devono essere rispondenti alle prescrizioni, indicazioni e metodologie di calcolo del “Documento tecnico DA.DT.FD.001. Principali prescrizioni tecniche per la progettazione e la realizzazione di reti fognarie – Rev.0 - 2019” ed annesso Allegato 1, quest’ultimo contenente tutte le principali specifiche tecniche di riferimento per le tubazioni di materiale vario (PVC, PEAD, PP, Ghisa, ...) ed i relativi raccordi, allacciamenti e dispositivi di coronamento in ghisa.

Oltre all’aspetto del corretto dimensionamento/progetto delle nuove reti, sarà molto importante anche risolvere tutte le possibili interferenze plano-altimetriche tra le opere stradali/strutturali in progetto e la rete fognaria esistente o, più nello specifico, tra le reti fognarie esistenti e quelle di progetto, sia in termini di eventuali punti di scarico tra le seconde e le prime o, eccezionalmente, di sovrappasso altimetrico (senza commistione) tra esse.

È importante, in ultimo, anche l’aspetto dei potenziali recapiti disponibili delle acque meteoriche della nuova piattaforma stradale del TRC2. Salvo casi eccezionali, da concordare con l’Agenzia Regionale competente sul reticolo idrografico principale, non si prevedono a questo livello di progettazione nuovi scarichi di fognatura bianca tributari del Deviatore Marecchia e del Porto Canale di Rimini, per non interferire in alcun modo con le strutture esistenti (ponti e relative spalle/pile, argini fluviali, banchine, ...) e/o di progetto, di rilevante importanza e complessità, anche alla luce del fatto che si dispone sul territorio di una rete minore di scoli e fognature bianche/miste capillare ed atta alla funzione, previo, come sempre ribadito, l’inserimento dei necessari dispositivi d’invarianza idraulica.

Si elencano in relazione specialistica (con il supporto delle carte GIS di HERA S.p.A.), procedendo da est (Stazione di Rimini) verso ovest (Fiera di Rimini), tutte le fogne bianche e miste che “potenzialmente” potranno fungere da recettore di porzioni della nuova piattaforma stradale (ed aree annesse, quali fermate e marciapiedi, oltre alle acque provenienti dalla sede ferroviaria e captate dalla nuova rete fognaria del TRC), previo inserimento – come già visto anche i n. 3 canali di bonifica Dossetto, Dosso e Matrice Spule, anch’essi possibili recettori delle piogge tributarie della nuova strada – dei necessari dispositivi garanti dell’invarianza idraulica della trasformazione “impermeabilizzante” dei suoli (i.e. volumi di accumulo temporaneo e strozzatura finale).

7.3.4. Caratteristiche generali della rete fognaria in progetto

Lo schema della rete di smaltimento idraulico viene concepito e progettato, come analiticamente descritto e graficamente rappresentato nella relazione specialistica, con soluzioni tecniche e tecnologiche semplici ed ispirate a pochi schemi/sezioni tipologici molto funzionali, in coerenza con quanto già progettato nel 1^a stralcio “TRC1” da Rimini FS a Riccione FS, al fine di garantire la piena efficacia ed efficienza del sistema di raccolta delle acque piovane che scorrono sulla piattaforma stradale, mediante un sistema di captazione e convogliamento delle stesse ai recapiti finali disponibili.

In sintesi, il sistema di captazione sarà caratterizzato – similmente al lotto 1 del TRC - da griglie con caditoie sifonate (dimensioni interne 50x50cm) poste sul ciglio destro (strada sempre mono-falda) ad interasse massimo di 25 metri, le quali raccolgono le acque di dilavamento superficiali convogliate nella cunetta laterale trapezoidale (larga 40 cm ed alta 4 cm) ricavata a margine strada togliendo lo strato di usura. Le acque captate dalla griglia e raccolte nel pozzetto a caditoia sottostante vengono poi inviate ad un collettore principale, secondo due possibili schemi idraulici:

- mediante collegamento con tubo in PEAD DN160 (fognolo) al condotto fognario posto sotto l’asse strada. L’allaccio avviene in genere attraverso due modalità: o mediante immissione diretta con braga o mediante scarico in pozzetto di ispezione e confluenza (dimensioni interne 100x100cm);
- con collettore principale passante all’interno delle caditoie stesse, che fungono dunque anche da pozzetti d’ispezione.

Il collettore principale è caratterizzato da un tubo in PEAD strutturato corrugato o materiale simile di equipollenti prestazioni idrauliche e statiche (concordato con HERA S.p.A.), di diametro variabile (DNINT 216, 300 e 400, fatte salve eventuali esigenze volumetriche per l’invarianza idraulica, nel qual caso si opterà sempre per i materiali plastici fino a DN 630/800 e per il calcestruzzo da DN 800 in su), con la funzione di collettare le acque meteoriche al recapito finale. Nei tratti in cui si verifica un brusco cambiamento di pendenza longitudinale dell’asse stradale (compluvi) si disporranno cautelativamente due caditoie affiancate, per garantire una maggiore probabilità di intercettazione delle acque piovane. Le scelte che verranno adottate circa lo sviluppo globale della rete idraulica – in primis, la suddivisione in più micro-bacini idraulici tributari dei singoli punti di scarico/conferimento delle acque meteoriche - sono chiaramente influenzate sia dallo sviluppo plano-altimetrico della sede stradale di progetto, sia dalla presenza dei recapiti disponibili e da eventuali vincoli/ostacoli al raggiungimento ed utilizzo di questi ultimi. Tale attività, fondamentale

per tutta la progettazione successiva di dettaglio, dovrà essere risolta e definita completamente prima di ogni altra azione, di concerto con tutti gli Enti gestori a vario titolo. Nella maggioranza dei casi lo scarico alla rete idrografica naturale si verifica “indirettamente”, cioè mediante allaccio alla rete fognaria comunale esistente (mista e bianca).

Ulteriori considerazioni vanno fatte in merito allo smaltimento delle acque provenienti dalla sede ferroviaria, in affiancamento alla nuova sede del TRC, per il quale andranno recepite le prescrizioni di RFI S.p.A., così come già avvenuto per il 1^a stralcio delle opere. Già per il primo lotto del TRC, infatti, erano state seguite le prescrizioni dettate dall’Ente gestore della linea ferroviaria e, dopo un percorso di avvicinamento per passi (e pareri successivi) alla soluzione ottimale, si era arrivati a definire la scelta di tubi dreno microfessurato e successiva posa sovrastante (esclusa dall’appalto) di un cunicolo portacavi con coperchio calpestabile. Lo schema planimetrico (ed in sezione) ad oggi definito in fase di progettazione di fattibilità tecnica ed economica potrà ovviamente subire delle variazioni (oltre che, ovviamente, per le ulteriori prescrizioni che RFI S.p.A. dovesse esprimere in sede di espressione di parere), essendo la posa dei tubi drenanti legata all’andamento altimetrico del terreno dell’area ferroviaria, alla posizione dei pozzetti di allaccio della rete idraulica della nuova sede del TRC ed alle corrispondenti quote di scorrimento. Occorre far presente, infatti, che in gran parte dei casi non esistono attraversamenti idraulici atti a recepire le acque della sede ferroviaria; pertanto, i tubi microforati saranno allacciati alla rete fognaria di progetto.

In linea generale, così come già assunto in fase di progettazione esecutiva del 1^a stralcio del TRC, potrà non considerarsi - come apporto idrologico alle portate entranti nei collettori fognari principali della nuova piattaforma stradale - il contributo delle acque meteoriche provenienti dalla sede ferroviaria nella verifica idraulica dei collettori di progetto. Si rimarca, d’altro canto, che – come meglio specificato di seguito – come standard prestazionale richiesto ai collettori principali si fissa in questa sede, così come già per il tratto esistente del TRC, l’evento pluviometrico eccezionale a ricorrenza cinquantennale ($Tr = 50$ anni), sicuramente molto elevato e dunque garante di un buon grado di sicurezza idraulica (i.e. rischio idraulico residuale molto basso). Inoltre, i tempi di afflusso in rete mediante tubi microforati risulteranno verosimilmente molto “allungati” rispetto ai tempi di corrivazione stimati per le opere idrauliche (in primis, condotte principali) della nuova sede stradale, circostanza (i.e. asincronia notevole dei momenti di picco di portata) che avvalorando ulteriormente la scelta “semplificativa” di non considerare nei calcoli di dimensionamento della nuova fognatura le acque della sede ferroviaria.

In ultimo, così come fatto per le opere della tratta in esercizio, si ribadisce che nei tratti in cui non vi sia evidenza di un preesistente smaltimento della sede ferroviaria lato monte, non compromesso dalla realizzazione della nuova sede del TRC, in fase di progettazione definitiva/esecutiva non si prevederanno interventi di drenaggio.

Nella relazione specialistica vengono altresì definiti i metodi di calcolo da utilizzarsi, sia per la stima della sollecitazione idrologica che per la verifica della risposta idraulica del sistema indagato. Per il calcolo delle portate in ingresso alla rete fognaria si utilizzerà, come già fatto per le verifiche della prima tratta tra Rimini FS e Riccione FS, il noto “*metodo razionale*”. La formula razionale per la previsione della portata di massima piena è direttamente dedotta dal metodo cinematico, nell’ipotesi che la durata della pioggia critica sia pari al tempo di corrivazione t_c .

La formula razionale è rigorosa sotto le seguenti ipotesi:

- intensità di precipitazione uniforme nello spazio e costante nel tempo;
- coefficiente di deflusso costante durante l'evento e indipendente dall'intensità di precipitazione;
- modello lineare stazionario di trasformazione afflussi-deflussi;
- portata nulla all'istante iniziale.

Il coefficiente ϕ è un coefficiente minore dell'unità tramite il quale si tiene globalmente conto del complesso delle perdite del bacino (infiltrazione nel terreno, ritenzione nelle depressioni superficiali, ruolo della vegetazione, ...) a causa delle quali la portata al colmo è minore della portata di pioggia. Nel caso specifico della presente attività di progettazione idraulica, il coefficiente di deflusso viene assunto pari a 0,95, data la scarsa permeabilità delle superfici drenate e nell'ottica di sviluppare sempre stime e valutazioni conservative e a favore di sicurezza.

Il calcolo dell'intensità di precipitazione dovrà essere eseguito considerando le curve di possibilità pluviometrica: $h = a \cdot t^n$ già elaborate sui dati pluviometrici raccolti per durate di pioggia inferiori all'ora, ossia per piogge intense e di breve durata, maggiormente significative per le opere di drenaggio urbano (trattandosi quasi sempre di piccoli bacini e ridotti tempi di corrivazione), con i seguenti tempi di ritorno T_r (come già assunto per la prima tratta del TRC):

- $h = 70,439$ e $t = 0,5668$ per $T_r = 50$ anni, adottata per il calcolo delle portate nei collettori fognari principali e nella canaletta ferroviaria;
- $h = 62,543$ e $t = 0,5636$ per $T_r = 25$ anni, adottata per il calcolo delle portate in arrivo agli impianti di sollevamento, per le cunette alla francese lato ferrovia e per le canalette grigliate;
- $h = 51,89$ e $t = 0,5577$ per $T_r = 10$ anni, adottata per il calcolo dell'interasse delle caditoie.

Per il calcolo delle portate smaltibili (i.e. officiosità idraulica) dalla rete fognaria in progetto nei suoi vari componenti (condotte fognarie, tubi fessurati di drenaggio ferroviario, cunette laterali, canalette grigliate, ...) nelle successive fasi progettuali si utilizzerà, come già fatto per le verifiche del 1^a tratto del TRC tra Rimini FS e Riccione FS, la formula di Chezy in moto uniforme, da ritenersi assolutamente sufficiente ed adeguata alla complessità/entità dei fenomeni idraulici indagati e delle relative grandezze fisiche (portata, velocità, ...).

Il coefficiente di scabrezza K_s delle tubazioni viene fissato pari a 65-70 per i collettori in calcestruzzo, 75-80 per le cunette (valore usualmente adottato e fornito da dati di letteratura per le cunette in calcestruzzo o asfaltate), e 90-100 per i collettori in materiale plastico.

Formulazioni e fogli di calcolo più specifici potranno essere adottati per i calcoli di verifica di manufatti minori o situazioni particolari (ad es., l'interasse delle caditoie), in coerenza con quanto già realizzato per il primo lotto del TRC.

In ultimo, si sottolinea che in fase di successiva progettazione definitiva/esecutiva, oltre a tutte le verifiche sopra elencate di natura idrologica-idraulica, andranno sviluppate le verifiche statiche, di tutte le tipologie di tubo e per le varie modalità/profondità di posa, dei collettori fognari in progetto.

Si ritiene, d'altro canto, superflua la redazione di una verifica al galleggiamento delle stesse, alla luce del combinato di condizioni (opera spesso sopraelevata rispetto al piano campagna attuale, falda freatica relativamente profonda, profondità di posa delle tubazioni fognarie relativamente modesta, ...) caratterizzanti l'opera in progetto e l'ambito territoriale d'intervento, che rendono scarse o addirittura nulle le spinte idrostatiche verso l'alto.

8. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

8.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'intervento progettuale si svilupperà in un ambito già urbanizzato, sede del tracciato ferroviario Rimini-Ancona. Il progetto è ideato in modo da integrare delle soluzioni di mobilità sostenibile al sistema dei trasporti cittadino ed extra urbano.

L'area di intervento ricade nel bacino idrografico sotteso dal corso d'acqua Marecchia e all'interno di aree appartenenti all'ambito "bacini costieri Marecchia Conca". Il tracciato attraversa i corsi d'acqua Marecchia e Porto Canale interessando i terreni appartenenti agli ambienti della Piana Costiera e della Piana Alluvionale. La falda è freatica posta prevalentemente nei terreni alluvionali, si attesta nei primi metri del sottosuolo, divenendo maggiormente superficiale in prossimità del corso d'acqua.

L'area è fortemente caratterizzata da strutture ed insediamenti antropici, che determinano conseguentemente una forte riduzione di quelli che sono gli elementi strettamente naturali (dune, ambiti fluviali, aree boschive, etc.). Gli elementi del sistema naturale, se presenti, sono comunque fortemente condizionati e ridimensionati dalla mano dell'uomo, perdendo quindi il loro attributo di "naturale".

In base alla classificazione Corine Land Cover (CLC) le aree interessate dagli interventi ricadono nel macrosistema urbano delle superfici artificiali (classe 1) e dei corpi idrici (classe 5.1 acque interne). Per quanto riguarda la classe 1 le aree interessate dagli interventi rientrano in larga misura nelle sub categorie tessuto residenziale rado, suoli rimaneggiati ed artefatti, reti ferroviarie, reti stradali, insediamenti di servizi. Per quanto riguarda l'interessamento dei corpi idrici (classe 5.1) gli interventi saranno sviluppati in analogia ed accostamento alla vicina rete ferroviaria già esistente riducendo l'interferenza e l'occupazione di tali ambiti.

L'unità di paesaggio a cui appartiene l'intervento, in conclusione, è la fascia costiera caratterizzata da un'intensa urbanizzazione. Il paesaggio è dominato quasi interamente da strutture artificiali; edifici e vie di comunicazione che interessano la maggior parte del territorio, le poche e ridotte aree verdi presenti sono quelle create dall'uomo: gli orti e i piccoli giardini delle abitazioni private, le alberature dei viali e le aiuole presenti nei pressi delle zone industriali. All'interno di tale macro-ambito dal punto di vista paesaggistico e naturalistico possono essere distinti dei sotto-ambiti omogenei in relazioni alle peculiarità abiotiche (geologia, pedologia), biotiche (flora, fauna) e di uso del suolo.

8.2. ANALISI DEI SOTTO-AMBITI TERRITORIALI

8.2.1. Sotto-ambito A

Si tratta del tratto del tracciato compreso tra l'area stazione ferroviaria sino allo specchio d'acqua del porto canale. Qui il tracciato sarà messo in opera tra la rete stradale e l'area della stazione ferroviaria. Nel sotto-ambito prevalgono i terreni dei depositi di piana costiera: depositi di sabbia di cordone litorale. Dal punto di vista vegetazionale il sotto-ambito di intervento è caratterizzato da

un'urbanizzazione spinta che limita le aree a verdi. Queste si riducono ai filari di alberi ad alto fusto disposti perimetralmente all'area della stazione ferroviaria e presenti nello spazio verde urbano "Giardini Silver Sirotti". Gli spazi al di sotto degli alberi sono occupati da strutture ricreative e stradali.

8.2.2. Sotto-ambito B

Riguarda l'attraversamento del porto canale. Il sotto ambito è caratterizzato da uno specchio d'acqua dedicato alla navigazione delle imbarcazioni che dalla costa raggiungono le banchine di attracco ivi presenti. I terreni affioranti sono prevalentemente depositi di canale fluviale della piana alluvionale, in larga misura ghiaia sabbiosa ed argilla.

8.2.3. Sotto-ambito C

È il tratto del tracciato compreso tra il porto canale e il fiume Marecchia. Il sotto-ambito è caratterizzato dalla presenza di un tessuto urbano continuo, gli unici spazi verdi sono quelli presenti all'interno delle corti private sotto forma di piccoli giardini e orti. Dal punto di vista geologico prevalgono i depositi di piana alluvionale costituiti da sabbia limosa ed argillosa.

8.2.4. Sotto-ambito D

Riguarda l'attraversamento Fiume Marecchia. Il corso acqua si imposta su un letto costituito da depositi alluvionali in evoluzione di natura ghiaiosa sabbiosa ed argillosa e argini in cui prevale la componente ghiaiosa; sulle ripe è presente vegetazione arbustiva di aree umide ed aree verdi incolte. Il sotto ambito riveste una valenza naturalistica importante quale corridoio ecologico (blue way) tra le aree interne e le aree costiere.

8.2.5. Sotto-ambito E

È il tratto del tracciato compreso tra il fiume Marecchia e Via Popilia. In questo ambito, in prossimità del tracciato, impostato prevalentemente su limi argillosi e sabbiosi di piana alluvionale, sono presenti degli spazi naturali costituiti da aree incolte urbane, da orti e corti private e da aree a vocazione ricreativa (pista ciclistica Masinelli); le aree verdi intervallano ambiti urbanizzati in cui sono presenti edifici per civile abitazione (settore orientale) ed impianti produttivi e di servizi (settore occidentale – presso fiera).

8.2.6. Sotto-ambito F

È il tratto del tracciato compreso tra Via Popilia e la Fiera di Rimini. L'area è costituita da terreni limosi argillosi e sabbiosi di piana alluvionale ed ospita in larga misura impianti produttivi e di servizi. Lungo il tratto della SS 16 Adriatica sono state mappate delle boscaglie ruderali.

I sotto-ambiti sopra esposti costituiscono gli habitat per alcune specie faunistiche, nei sotto-ambiti in cui vi è la presenza di rari e radi spazi verdi (sotto-ambiti A, B, C, D ed F) possono rinvenirsi delle specie il cui habitat si adatta alle aree urbanizzate (Verdone (*Carduelis chloris*), Rospo smeraldino (*Bufo viridis*), passeriformi, rapaci notturni, lucertola campestre, Ratto Nero).

Nel sotto ambito E oltre alle specie sopra elencate potrebbero incontrarsi specie di Uccelli che nelle aree urbanizzate sono più occasionali, qui rinvenibili grazie alla qualità ed alla quantità degli apporti alimentari legati alle colture presenti (Tortora dal collare, il cardellino, lo storno, Crocidura ventre bianco, etc.)

In relazione alle emergenze paesaggistiche ed ambientali nell'area sono stati istituiti dei livelli di tutela a protezione dei corsi d'acqua presenti lungo il corso d'acqua Marecchia e Porto Canale (specchi d'acqua sono tutelati paesaggisticamente ai sensi del Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 Art. 142 comma 1 lettera C) ed alla protezione della risorsa idrica sotterranea (nei pressi della zona fiera è stato individuato un settore caratterizzato da ricarica indiretta della falda).

8.3. PIANIFICAZIONE URBANISTICA ED USO DEL SUOLO

Da un punto di vista della pianificazione urbanistica e dell'uso del suolo l'intervento progettuale fa parte integrante del Sistema di Trasporto Rapido Costiero "Ravenna – Cattolica" (TRC) inserito nei programmi della Regione Emilia - Romagna al fine di creare un sistema di trasporto pubblico, rapido ed efficiente, a servizio della riviera romagnola tra Ravenna e Cattolica.

La tratta nord da Rimini a Ravenna, dal punto di vista esecutivo di competenza della Regione Emilia – Romagna punta alla riqualificazione e potenziamento della linea ferroviaria esistente attraverso un adeguamento infrastrutturale capace di intensificare le frequenze di servizio ed operare l'inserimento di alcune fermate aggiuntive in grado di garantire una maggiore capillarità del sistema di trasporto.

La parte sud del sistema TRC da Rimini Fiera a Cattolica, regolato da specifico Accordo di Programma sottoscritto in sede locale fra Regione Emilia – Romagna, Provincia di Rimini, comune di Cattolica, Misano Adriatico, Riccione, Rimini e dal Soggetto Attuatore Patrimonio Mobilità Provincia di Rimini è costituito da un sistema di trasporto di tipo intermedio su gomma sul modello del Bus Rapid Transit (o Filovia ad Alto Livello di Servizio) suddiviso nelle seguenti tratte:

- 1^ tratta centrale (in esercizio) Rimini FS – Riccione FS di lunghezza pari a 9,8 km già in esercizio dal novembre 2019;
- 2^ tratta estensione a nord (oggetto del progetto descritto nella presente relazione) Rimini FS – Rimini Fiera di lunghezza pari a 4,2 km;
- 3^ tratta estensione a sud (in fase di progettazione) Riccione FS – Cattolica FS di lunghezza pari a 7,3 km in corso di programmazione.

Nella pianificazione regionale di settore, nel Piano territoriale di coordinamento provinciale e nel piano strutturale comunale è stata prevista la realizzazione dell'arteria TRC di cui il progetto è attuazione.

In relazione alle analisi presenti nell'elaborato specialistico studio preliminare ambientale (PFTE TRC2PFTEAMBRG001) è possibile concludere che le soluzioni di mobilità offerte dal progetto sono maggiormente rilevanti ai fini ambientali rispetto agli impatti negativi provenienti dalla realizzazione dell'opera. Impatti negativi che risultano mitigati dalla presenza di un contesto urbanizzato e dalle caratteristiche dell'opera, realizzata con materiali che per caratteristiche costruttive e per metodo di posa in opera risultano sostenibili, funzionale alla circolazione di automezzi a impatto minimo

sostitutivi ed integrativi al trasporto con veicoli tradizionali. Inoltre, il consumo di suolo risulta ridotto per la scelta di utilizzare quale piano di imposta dell'opera il settore a ridosso del rilevato ferroviario già urbanizzato.

Difatti gli impatti negativi sono associabili solo alla fase di realizzazione dell'opera. Infatti, la fase di esercizio ha un impatto positivo grazie alla soluzione di mobilità sostenibile offerta dall'opera che consentirà la messa in circolazione di veicoli a trazione elettrica, capaci di integrarsi nei vari tessuti connettivi e, quindi, di sostituire il ricorso a mobilità privata e/o tradizionale da fonti fossili e, infine, contribuire in modo significativo all'abbattimento delle emissioni di anidride carbonica.

9. INTERFERENZE CON RETI DI SERVIZI E SOTTOSERVIZI

La presenza delle reti di servizi e sottoservizi in corrispondenza del tracciato di linea comporta la necessaria risoluzione delle singole interferenze mediante la modifica delle stesse.

Nella fase preliminare del progetto, le operazioni di tracciamento cartografico e rilievo dei vari sottoservizi presenti nell'area di intervento, hanno permesso di valutare le posizioni degli stessi in relazione alla fascia di occupazione del TRC.

Alcuni enti gestori di tali servizi e sottoservizi hanno già trasmesso, alla data della consegna del presente progetto di fattibilità tecnica ed economica al Ministero delle Infrastrutture, la segnalazione delle opere di propria competenza al fine di individuare gli interventi necessari per lo spostamento e/ risoluzione di tutte le interferenze rilevate in sede di progettazione e predisporre gli opportuni provvedimenti risolutivi che consentano un'ottimizzazione delle soluzioni tecniche e l'ottenimento dei necessari nulla-osta ai fini della loro realizzazione.

Si elencano gli Enti Gestori che hanno inviato specifica comunicazione in merito:

- a) Comando Militare Esercito "Emilia Romagna"
- b) Consorzio di Bonifica della Romagna;
- c) Romagna Acque S.p.A.;
- d) Hera S.p.A.;
- e) Herambiente;
- f) Terna Rete Italia S.p.A.;
- g) Adrigas S.p.A.;
- h) SNAM S.p.A.;
- i) E-distribuzione S.p.A.;
- j) Amir S.p.A.;
- k) TIM;
- l) Acantho;
- m) Vodafone Italia S.p.A.;
- n) Fastweb SpA;
- o) Wind Tre SpA;
- p) Retelit SpA.

La risoluzione delle interferenze dei sottoservizi verranno concordate e condivise con ogni singolo Ente gestore al fine di individuare le soluzioni tecniche appropriate per ogni singolo caso.

In linea generale, qualora i sottoservizi risultino orditi parallelamente al tracciato del TRC e collocati all'interno della fascia che verrà occupata dal tracciato, il progetto prevede lo spostamento delle reti interferenti al di fuori dell'ingombro dell'infrastruttura TRC.

Nel caso in cui i sottoservizi rilevati si collochino trasversalmente al tracciato del TRC (e quindi anche della linea ferroviaria ad esso adiacente), il progetto prevede, in funzione del tipo di sottoservizio ed in accordo con l'Ente Gestore dello stesso: il mantenimento del manufatto di attraversamento sotterraneo esistente con possibilità di ispezione al di fuori dell'ingombro TRC, oppure il

prolungamento del tubo di protezione, oppure il rifacimento completo del nuovo attraversamento (mediante realizzati con tecniche *no-dig*).

Nel caso in cui i sottoservizi esistenti siano collocati ed ispezionabili all'esterno della fascia di occupazione del TRC non è previsto lo spostamento, salvo che lo spostamento di un sottoservizio interferente al di fuori della fascia di occupazione porti a determinare una interferenza oggettiva nei confronti di altri sottoservizi (interferenza indotta).

9.1. FOGNATURA

Lo spostamento dei tratti di rete fognaria interferenti con il tracciato di TRC viene proposto realizzando nuovi collettori con tracciati analoghi a quelli esistenti. La realizzazione delle nuove reti prevede generalmente l'impiego di tubazioni in PVC. Alle nuove reti fognarie di acque bianche e miste realizzate lungo la viabilità parallela alla linea ferroviaria, verrà allacciato tutto il sistema di caditoie esistenti. In sede di realizzazione del TRC.

9.2. ACQUEDOTTO

Lo spostamento delle reti di acquedotto interferenti con il tracciato del TRC verrà realizzato mediante la posa di nuove condotte dello stesso diametro di quelle esistenti ed in acciaio, ghisa o polietilene.

9.3. GAS METANO

Lo spostamento delle reti di gas metano interferenti con il tracciato del TRC verranno realizzate e posate ai sensi delle normative vigenti al momento della realizzazione dell'intervento, nello specifico norma UNI 9034, 9165, 9060.

9.4. RETE ELETTRICA

Lo spostamento delle reti elettriche interferenti con il tracciato del TRC verrà realizzato mediante la posa del complesso di opere civili necessarie a consentire la successiva posa dei cavi da parte di e-distribuzione. (cavidotti, pozzetti e camerette d'ispezione).

9.5. RETI TELECOMUNICAZIONI

Appartengono a questa famiglia vari enti gestori (TIM, fastweb, wind, Acantho, Retelit, ecc.). Lo spostamento delle reti interferenti con il tracciato del TRC verrà realizzato mediante la posa del complesso di opere civili necessarie a consentire la successiva posa dei cavi e fibre da parte dei singoli enti gestori. (cavidotti, pozzetti e camerette d'ispezione).

9.6. ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Gli impianti di illuminazione pubblica interferenti sulle viabilità oggetto di intervento verranno spostati/integrati mediante la realizzazione del complesso di opere civili necessarie a consentire la successiva posa dei cavi da parte dell'ente gestore.

10. PARCO ROTABILE

Con atto prot. 4163 del 28/11/2011 Agenzia Mobilità Provincia di Rimini (oggi Patrimonio Mobilità Provincia di Rimini) sottoscriveva con A.P.T.S. BV – capogruppo mandataria dell’A.T.I. costituita con Vossloh Kiepe GmbH e Vossloh Kiepe s.r.l. mandanti - il “Contratto d’appalto per la fornitura di mezzi su gomma destinati al trasporto pubblico locale con trazione di tipo bimodale e a guida vincolata immateriale da utilizzare per il sistema del “*Trasporto Rapido Costiero*”. A seguito di modifiche dell’assetto societario di A.P.T.S. BV occorse per motivazioni esterne all’appalto, in data 05/08/2016 con atto prot. 4719 viene sottoscritto con la Kiepe Electric GmbH -, Capogruppo Mandataria dell’A.T.I. costituita con Van Hool N.V, (mandante) e Kiepe Electric S.r.l., (mandante) -, un Atto integrativo dell’originario contratto. Sia nel contratto originario che nell’atto integrativo (art. 2.4) veniva prevista la facoltà per la Stazione Appaltante di acquistare ulteriori veicoli di cui alla fornitura del primo lotto aventi caratteristiche tecniche e prestazionali equivalenti o superiori, sino ad un massimo di 7 unità destinate alle tratte in prolungamento del sistema del TRC.

In virtù di tale opzione, con atto prot. 1443 del 29/02/2016 la Stazione Appaltante ha comunicato la volontà di avvalersi della facoltà contrattuale di estendere il contratto di fornitura ad un secondo lotto di n.6 unità Exqui.City18T equivalenti o superiori in prestazioni a quelli dell’offerta tecnica (documento VK-VH-RN0216). Con comunicazione prot. 2022/1103 del 03/11/2022 (prot. PMR 4521/2022) *Kiepe Electric* ha accettato alle richieste della Stazione Appaltante.

10.1. CARATTERISTICHE DEL VEICOLO

Il veicolo proposto è un filobus snodato “*Tram Look*” urbano *Exqui.City 18 T, full electric* (equipaggiato con moduli di batterie di trazione al litio) da 18,61m di classe I, a tre assi con quattro porte, a pianale integralmente ribassato.

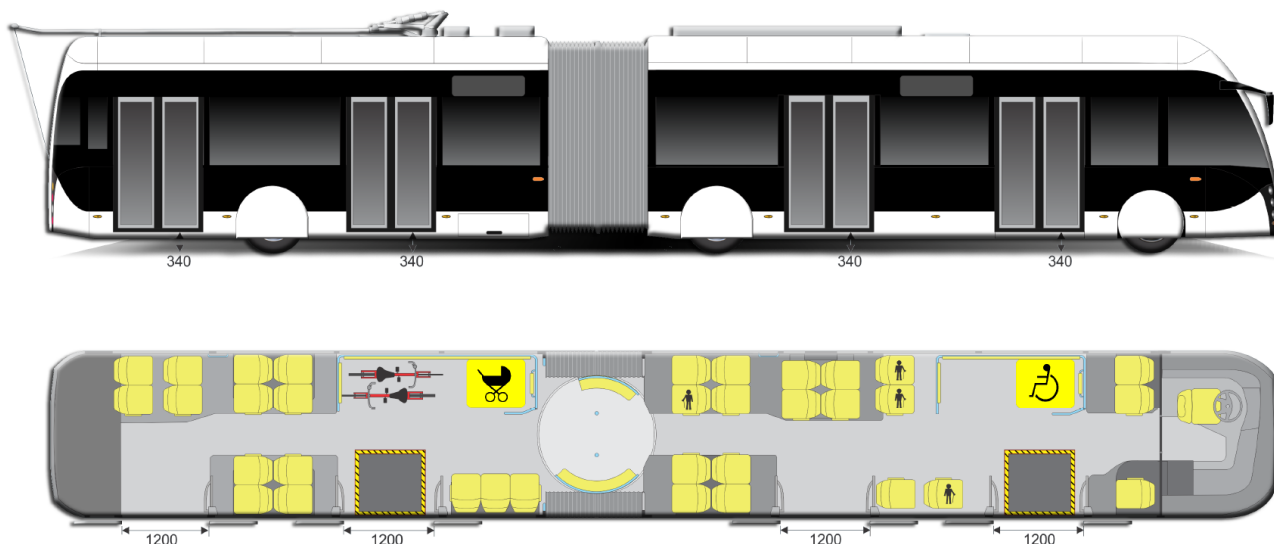


Fig. 26 - Layout del veicolo

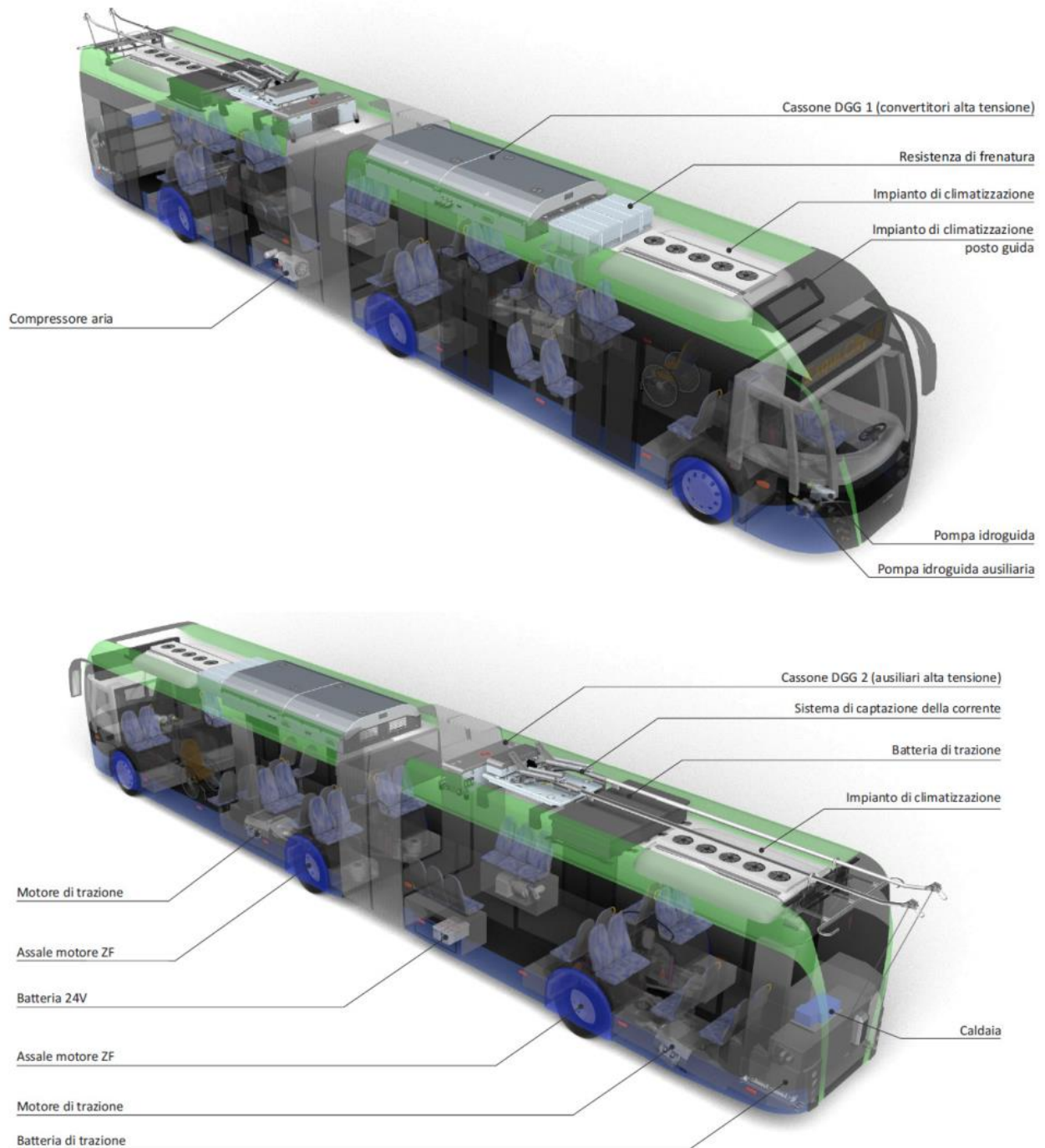


Fig. 27 - Architettura del veicolo e posizionamento degli equipaggiamenti

Gli equipaggiamenti elettrici collocati sul tetto, sono alloggiati all'interno di un contenitore nascosto alla vista esterna con carenature che mantengono una linea estremamente gradevole senza sporgenze visibili, involucri o altri elementi di disturbo.

CRITERIO	VALORE RICHIESTO	VALORE PREVISTO
Altezza massima del veicolo aste escluse	Minore od uguale a 3,40m	3,68 m aste incluse
Larghezza veicolo	> 2,5m e conforme al Codice della strada	2,55 m
Altezza del pavimento alla base delle porte	< 360 mm	Altezza massima piano primo 340 mm in corrispondenza di ciascuna porta
Lunghezza veicolo	> 17,50 e conforme Codice Strada	18,61 m (già in deroga al CdS)
Diametro di curvatura fuori tutto	≤ 26,00 m	24,400 m

Tab. 6 | Caratteristiche dimensionali e d'ingombro

Vettura	Posti a sedere	Area utile S1 (m ²)	Carrozine	Posti in piedi	Posti totali
			<i>Escluso l'autista</i>		
Exqui.City 18 T TRC/MetroMare	34	17,8895	0	72	106

Tab. 7 - Calcolo della capacità operativa in ottemperanza alle Linee guida operative del MIT

10.2. VITA MEDIA DEL VEICOLO

I veicoli sono progettati per un servizio della durata di 15 anni fermo restando l'osservanza del programma di manutenzione previsto.

10.3. STRUTTURA PORTANTE

I materiali e il tipo di costruzione utilizzati per la produzione dei filoveicoli risultano idonei a contenimento dei pesi a vuoto del veicolo assicurando comunque la necessaria robustezza della struttura.

Il telaio è in acciaio tipo St52 e tipo St37 secondo normative DIN 1626. Il telaio forma con l'ossatura della carrozzeria una scocca autoportante. La struttura è realizzata con profilati in acciaio di alta saldabilità e saldati elettricamente. Al fine di rispondere ai criteri di durata, tutti i profilati, sia quelli interni che quelli esterni, subiscono un trattamento anti-corrosivo, mentre i piccoli profilati del tipo "aperto" sono realizzati prevalentemente in acciaio inossidabile.

10.4. CARATTERISTICHE E REQUISITI PRESTAZIONALI

La velocità massima raggiungibile con il filosnodato a pieno carico (MPC), su percorso piano e rettilineo, con alimentazione da linea aerea di contatto risulta essere di circa 70 Km/h con gli impianti di climatizzazione completamente funzionanti. È prevista la possibilità di limitare elettronicamente la velocità massima ad un valore di 60 km/h o ad un altro valore prestabilito da concordare.

Le prestazioni ottenibili in marcia sotto bifilare sono superiori alle richieste di Capitolato. Tale risultato viene ottenuto grazie alle prestazioni di alto livello dell'equipaggiamento elettrico che è stato concepito come un sistema unitario in cui tutti i componenti, progettati e costruiti dallo stesso fornitore, Vossloh Kiepe, concorrono unitariamente all'ottenimento delle massime prestazioni con un'efficienza elevatissima. Inoltre, la gestione della trazione sui due assi, controllati da microprocessori, garantisce un comfort di marcia massimo con una diminuzione, fin quasi allo zero, degli *jerk* di accelerazione.

CRITERIO	VALORE RICHIESTO	VALORE PREVISTO
Avvio in pendenza con carico massimo	≥ 8%	Fino a 12 %
Velocità massima in piano e rettilineo	≥ 65 km/h	70 km/h limitabile elettronicamente ad altro valore
Velocità in retromarcia	< 10 km/h	Circa 5 km/h
Tempo di percorrenza sul 200m, avvio da fermo con carico massimo in piano	< 24 sec	22 s
Accelerazione massima	1÷1,2 m/s ²	1,2 m/s ² limitabile elettronicamente a 0,9 m/s ²
Jerk	< 1,3 m/s ³	Prossimo allo zero
Autonomia con gruppo ausiliario	≥ 300 km	Vedi punto 5.3.8.3
Prestazione frenatura (solo elettrica)	≥ 1,2 m/s ²	Fino a 1,3 m/s ²
Prestazioni di frenatura	≥ 2,2 m/s ²	2,5 m/s ²

Tab. 8 | Prestazioni del veicolo

La velocità commerciale, per una tratta di 250 m in piano e rettilineo a pieno carico, come indicato nella tabella CEI 9.4, è pari a 21,75 km/h.

10.5. ACCESSIBILITÀ

Per accedere al pavimento del corridoio deve essere superato un solo gradino dal suolo su tutte le

porte. L'altezza del pavimento in corrispondenza di tutte le porte è di 340 mm da terra. Le altezze sono misurate a veicolo scarico su superficie piana e con dispositivo di abbassamento disinserito.

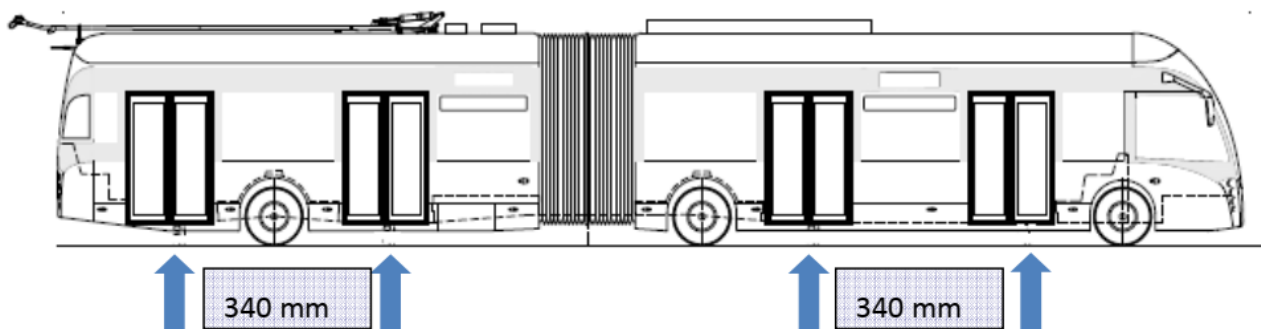


Fig. 28 - Altezza di incarrozzamento

10.6. MANOVRABILITÀ

Gli sbalzi, per la costruzione particolare del veicolo, sono contenuti:

- sbalzo anteriore 1900 mm, con angolo di 7°
- sbalzo posteriore 3400 mm, con angolo di 7°

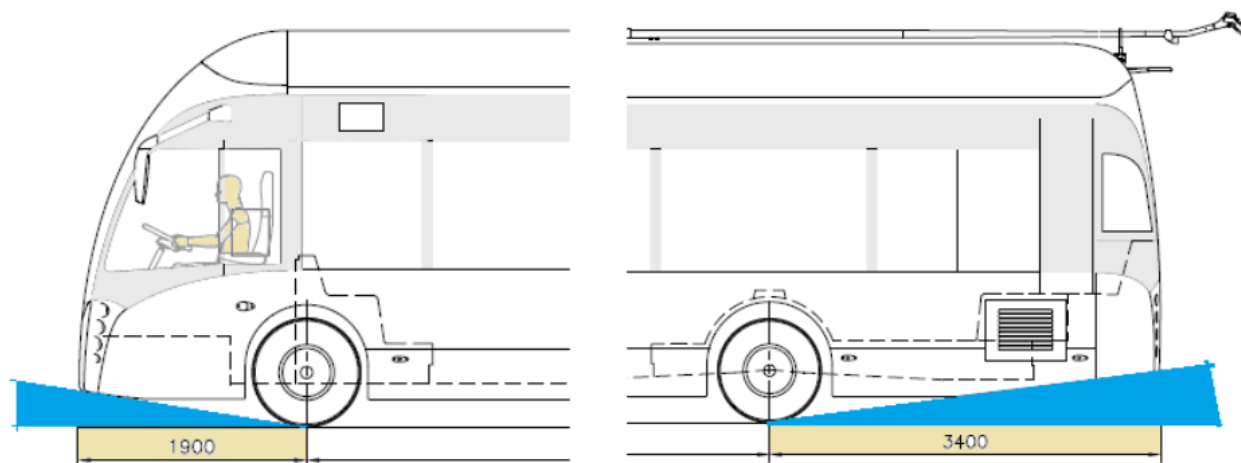


Fig. 29 - Sbalzi anteriori e posteriori

Le figure seguenti mostrano i grafici relativi alla manovrabilità del filobus:

- ingombri in curva di 90°
- ingombri in curva di 180°

Gli ingombri in curva (90° e 180°) ed il superamento del veicolo da fermo sono coincidenti per sterzata sia a destra che a sinistra.

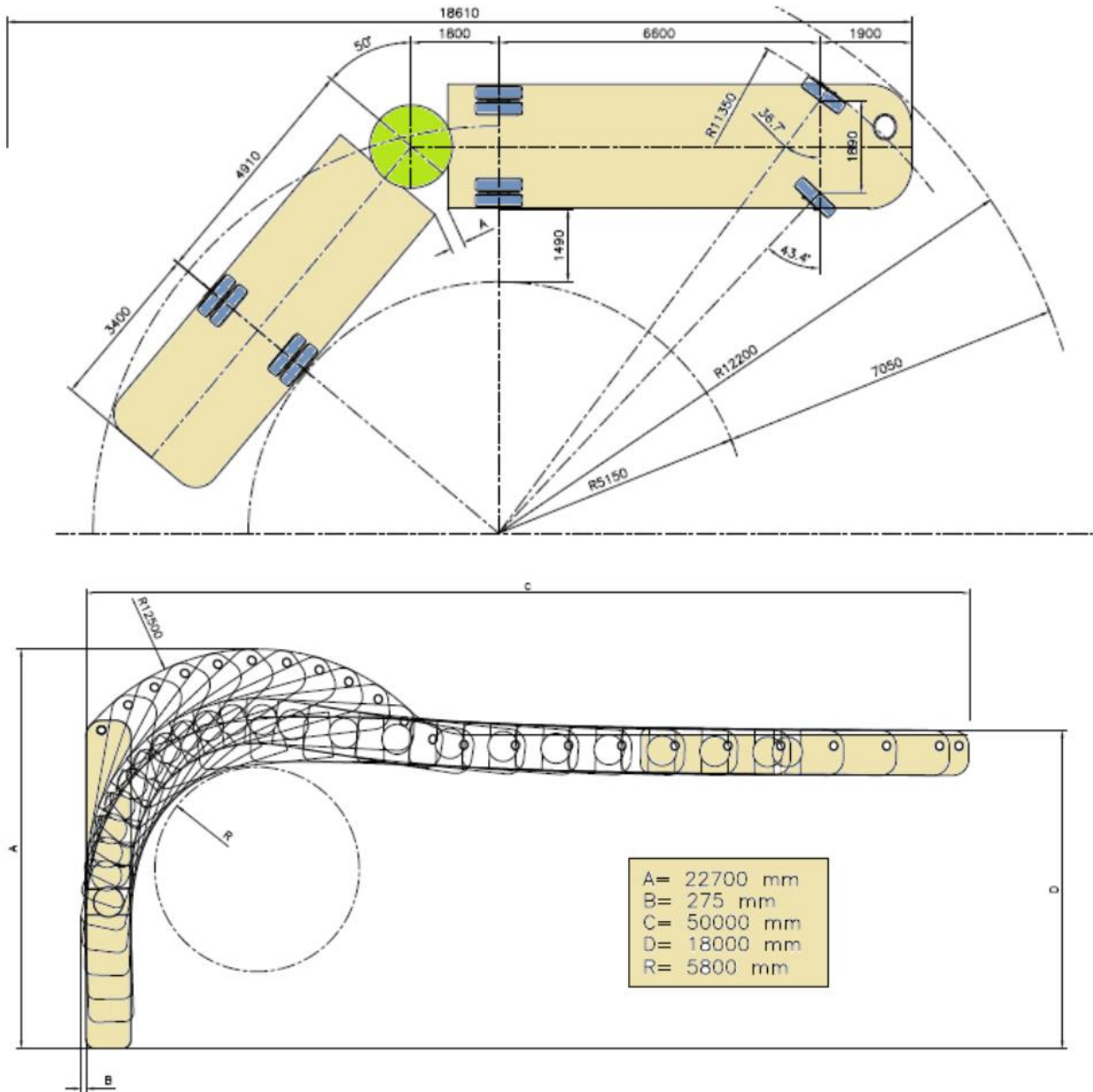


Fig. 30 - Verifica di manovrabilità del veicolo – parte 1

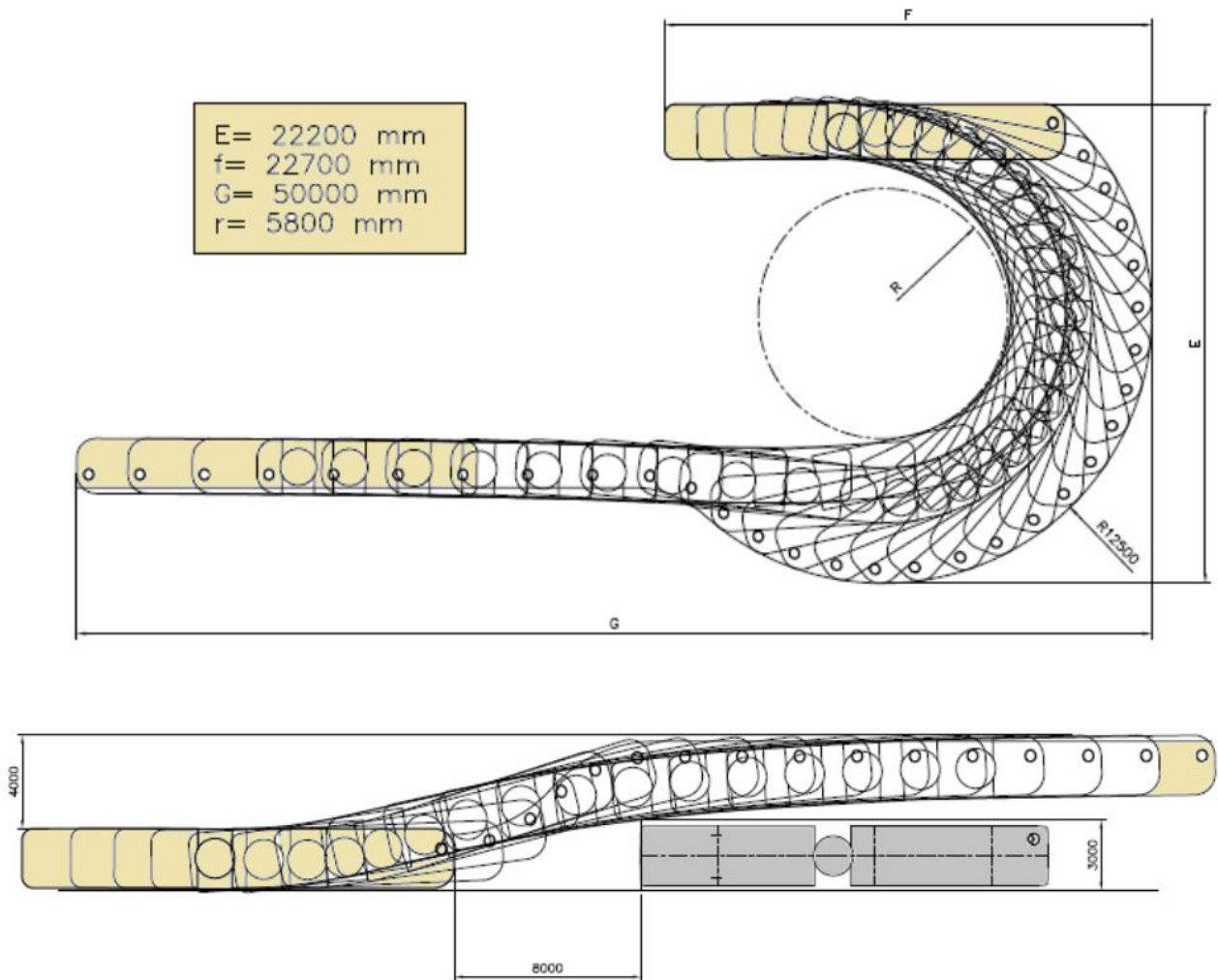


Fig. 31 - Verifica di manovrabilità del veicolo – parte 2

11. CANTIERIZZAZIONE DELLE OPERE

Nel progetto della cantierizzazione vengono valutate la tipologia del tessuto urbano, la sua funzione territoriale e soprattutto le interferenze con la viabilità esistente e con l'ambiente attraversato, con particolare attenzione agli insediamenti ed alle attività presenti.

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

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

La realizzazione del cantiere si svolge attraverso le seguenti fasi principali:

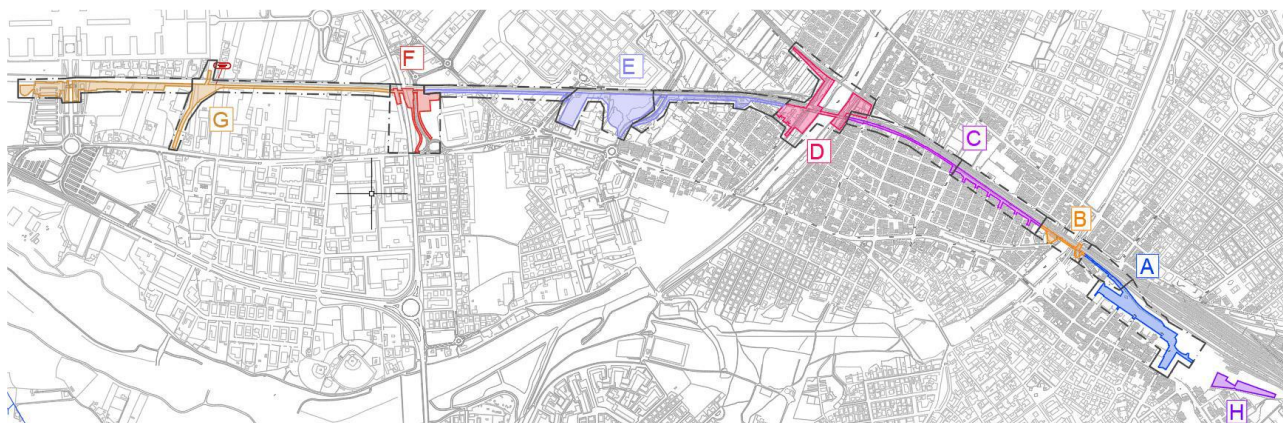
- spostamento eventuali sottoservizi interferenti
- realizzazione opere d'arte e opere di sostegno;
- realizzazione via di corsa;
- sistemazioni urbanistiche (marciapiedi, fermate e viabilità interessate);
- realizzazione degli impianti di trazione elettrica.

11.1. MACROCANTIERI

La cantierizzazione del Trasporto Rapido Costiero Rimini Fiera – Cattolica (2° tratta Rimini FS – Rimini Fiera) in base alle opere da realizzare e al tessuto urbano presente è stata concepita individuando 7 macrocantieri.

I macrocantieri individuati sono:

- Macrocantiere A si sviluppa dal capolinea posto in prossimità della stazione FS Rimini fino al Porto Canale;
- Macrocantiere B il quale fa riferimento al cantiere necessario alla realizzazione del nuovo ponte sul Porto Canale;
- Macrocantiere C che comprendono i cantieri che si sviluppano dal Porto canale al Deviatore Marecchia;
- Macrocantiere D relativo al cantiere per la realizzazione del nuovo ponte sul Deviatore Marecchia.
- Macrocantiere E il quale si estende dal deviatore Marecchia a via Capelli;
- Macrocantiere F il quale comprende i cantieri relativi alla realizzazione del nuovo sottovia via Capelli e il nuovo sottopasso su cavalcaferrovia SS16
- Macrocantiere G relativo ai cantieri che si estendono dalla SS16 alla fiera di Rimini.



11.2. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Al fine di limitare l'impatto dei cantieri sul contesto di intervento è stata individuata nel cronoprogramma la sequenza di attivazione e la durata dei vari cantieri.

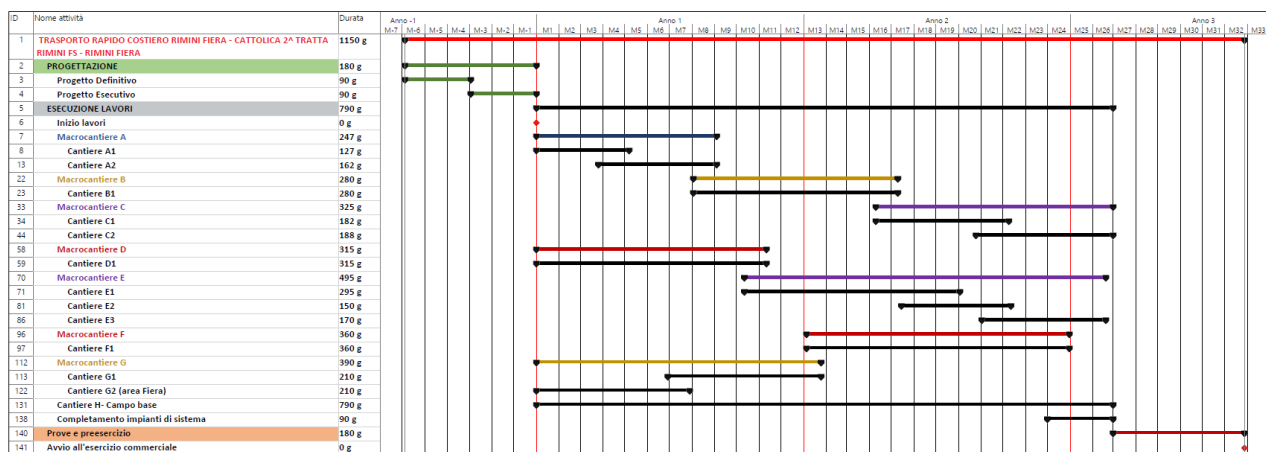
Tale sequenza è stata ipotizzata tenendo conto di varie condizioni:

- Lavori da eseguire;
- Viabilità alternative disponibili;
- Cantierizzazioni parziali delle strade/viali;
- Realizzazione di alcuni cantieri, con particolari esigenze, in determinati periodi dell'anno
- Impiego risorse e mezzi;
- Tre fronti principali di avanzamento lavori lungo linea in particolare:
 - fronte 1: cantieri A1, A2, B1, C1, C2;
 - fronte 2: cantieri D1, E1, E2, E3;
 - fronte 3: G2; G1; F1

I fronti di avanzamento ipotizzati dovranno essere flessibili e legati alle necessità e criticità che potrebbero presentarsi durante l'esecuzione dei lavori.

In particolare, si evidenzia le esigenze legate ad alcuni cantieri che dovranno essere realizzati in determinati periodi dell'anno:

- Cantiere G2. Al fine di limitare l'impatto del cantiere sulle attività della fiera le lavorazioni maggiormente impattanti dovranno essere eseguite nel periodo che va da Aprile a Ottobre.
- Cantiere E2. Al fine di limitare l'impatto del cantiere con le attività sportive le lavorazioni maggiormente impattanti dovranno essere eseguite nel periodo che va da Novembre a Marzo.



11.3. CONTENIMENTO DEGLI IMPATTI

Per quanto riguarda il contenimento degli impatti, si elencano di seguito le principali misure di mitigazione da adottare.

11.3.1. Sistema naturale

Le misure di contenimento degli impatti sono suddivisibili in diverse categorie, distinte in funzione del livello di intervento previsto:

- **prescrizioni**, ovvero misure da adottare in fase di costruzione dell'opera, in corrispondenza di situazioni ripetitive o mediante azioni di gestione, atte a prevenire un impatto o una categoria di impatti;
- **mitigazioni**, ovvero misure atte a diminuire la gravità di specifici impatti rilevati;
- **compensazioni**, ovvero misure da adottarsi per migliorare la qualità ambientale complessiva, anche se non direttamente collegate ad uno specifico episodio di impatto.

Accantonamento di terreno vegetale per riutilizzo successivo

Gli strati più superficiali del suolo presentano caratteristiche idonee per lo sviluppo della vegetazione: durante la fase di costruzione si conserverà tale strato superficiale accantonandolo in un luogo idoneo, possibilmente all'interno delle aree di cantiere al fine di non occupare ulteriori spazi, senza compattarlo e bagnandolo periodicamente. Tale terreno sarà riutilizzato per il rimodellamento delle sezioni in galleria artificiale: il riutilizzo originario consentirà, infatti, di ridurre i tempi di ripresa della vegetazione erbacea, garantendo un migliore ripristino dell'area interessata dalle attività ed il ripristino delle aree di cantiere.

Protezione di elementi arborei/arbustivi di particolare valenza naturalistica in prossimità delle zone di cantiere

Quando ci si trovi ad operare nei pressi di elementi vegetazionali di pregio (siepi, esemplari arborei maturi) si procederà alla loro protezione mediante strutture temporanee (reti, staccionate, ecc.) per evitarne il danneggiamento. Sarà in ogni caso evitata la riduzione di chioma e dell'apparato radicale;

è inoltre opportuno adottare accorgimenti per il mantenimento statico della pianta (es. paratie, tiranti, tutori, ecc.).

Riduzione delle polveri prodotte dalle attività e dal transito automezzi

L'accumulo di polveri, sollevate dal transito di automezzi e dalle attività di cantiere, sarà ridotto attraverso l'innaffiamento periodico delle strade in terra battuta e dei cumuli di terra e la copertura dei mezzi di cantiere destinati al trasporto dei materiali con teli aventi adeguate caratteristiche di impermeabilità e resistenza allo strappo, nonché il loro lavaggio giornaliero nell'apposita platea situata nei cantieri industriali.

Sarà adottato un sistema tipo "**washing system**", ovvero un impianto per il lavaggio delle parti inferiori dei mezzi d'opera non cingolati particolarmente adatto nelle cave, impianti di betonaggio e cantieri edili.





DIMENSIONI PER TRASPORTO:

Lunghezza: 5,30 mt. - Larghezza: 2,40 mt.
Altezza: 2,35 mt

PESO:

3200 Kg

POTENZA TOTALE:

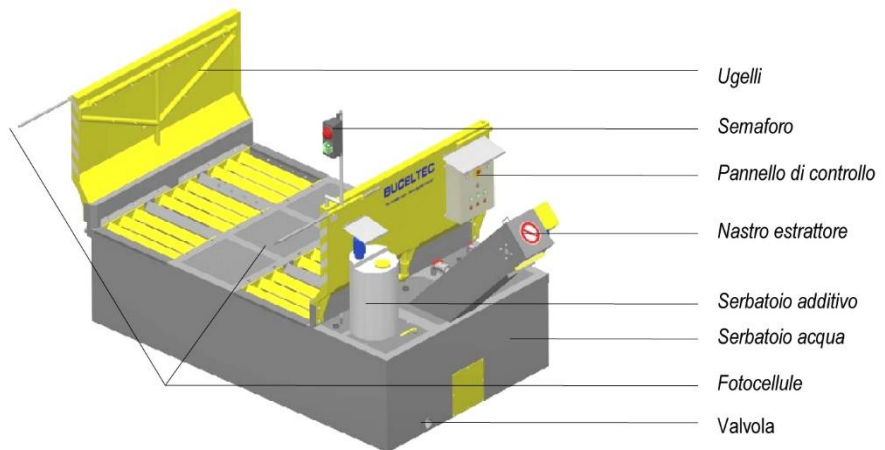
1 Pompa (additivi) - 2 kw
1 Pompa (acqua) - 6 kw
2^a Pompa (acqua) - 6 Kw optional

CONNESSIONI CIRCUITO ACQUA:

Min. 3/4"

SERBATOIO ACQUA:

7500 Lt.



Realizzazione del nuovo canale a sezione trapezia con sponde in terra

La scelta di tale soluzione progettuale consentirà la ricostituzione dell'ambiente che ha subito alterazioni. L'utilizzo del materiale terra potrà consentire lo sviluppo di componenti e sistemi vegetali propri di tale ambiente idrico.

Recinzione dell'area di cantiere con barriere adatte ad impedire l'accesso alle specie faunistiche terrestri

Le strutture di recinzione del cantiere dovranno avere caratteristiche tali da impedire l'accesso alla fauna per tutta la durata delle realizzazioni. Dovranno avere andamento continuo, che si avrà cura di mantenere per l'intero periodo di utilizzazione del cantiere. L'altezza di tali barriere sarà tale da impedire il superamento dell'ostacolo da parte delle specie terrestri

Esecuzione delle lavorazioni di maggiore impatto acustico non in coincidenza con i periodi di riproduzione dei mammiferi e nidificazione dei volatili

Si ritiene indispensabile che le attività di cantiere siano programmate in modo tale che le lavorazioni a maggiore impatto acustico siano concentrate nei periodi di minore vulnerabilità e sensibilità della fauna locale.

11.3.2. Contenimento delle emissioni rumorose e vibrazionali

I provvedimenti da adottare per i lavori di costruzione dipendono da:

- la distanza tra il cantiere e i ricettori più vicini;
- l'ora e il giorno della settimana durante i quali vengono eseguiti i lavori;
- le *fasi di costruzione molto rumorose*⁴ e la *durata dei lavori molto rumorosi*⁵;
- la *sensibilità al rumore* delle zone interessate dal rumore delle operazioni in corso.

In tutti i casi vanno adottati metodi e tecniche di costruzione che implicano livelli di rumorosità minore possibile.

Distanza del cantiere dal ricettore più vicino		ORA DEL GIORNO			
		7	12	13	19
		> 600 m			
600 m		NESSUN		PROVVEDIMENTO	
300 m	PROVVEDIMENTI SE				
0 m	<ul style="list-style-type: none"> • fase di costruzione più rumorosa ≥ 1 settimana • durata dei lavori di costruzione molto rumorosi ≥ 1 settimana • sono presenti ricettori sensibili o zone con grado di sensibilità GS elevato 				

⁴ Periodo durante il quale i ricettori sono esposti ai lavori di costruzione.

⁵ Il numero dei giorni durante i quali tali lavori molto rumorosi vengono eseguiti per più di un'ora al giorno. 6 giorni corrispondono a una settimana.

GRADO DI SENSIBILITÀ AL RUMORE (GS)	FASE DI COSTRUZIONE PIÙ RUMOROSA		
	Da 1 a 8 settimane	Da 9 settimane a 1 anno	Più di 1 anno
I	B	B	C
II e III	A	B	B
IV	A	A	A

GRADO DI SENSIBILITÀ AL RUMORE (GS)	DURATA DEI LAVORI MOLTO RUMOROSI		
	Da 1 a 8 settimane	Da 9 settimane a 1 anno	Più di 1 anno
I	C	C	C
II e III	B	B	C
IV	A	A	A

Attività di pianificazione e progettazione

MC.R1	COMPLETARE E INTEGRARE SE NECESSARIO LA CAMPAGNA ACCERTAMENTI (ES. SONDAGGI) PROPEDEUTICA ALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA. L'IMPIEGO DI MACCHINE IDONEE E METODI ADEGUATI RIDUCONO I RUMORI COSIDDETTI INUTILI.	A	B	C
MC.R2	PIANO DEI PROVVEDIMENTI PER EVENTI IMPREVISTI E MOLESTI	A	B	C

Scelta del metodo/della tecnica di costruzione

MC.R3	ALTERNATIVE ALLA DEMOLIZIONE MEDIANTE FRANTUMAZIONE (alternative al perforatore, al martello pneumatico e idraulico) <ul style="list-style-type: none"> • Tecnica di taglio con il diamante (troncatura alla mola); • Fessurazione idraulica; • Trancia idraulica. 	A	B	C
MC.R4	ALTERNATIVE ALLA BATTUTA <ul style="list-style-type: none"> • Scavo vibrante di palancole e travi d'acciaio; • Forare anziché battere e vibrare, per es. con trivella rotativa; • Pareti con pali trivellati; • Paratia con fessure; • Posa a pressione di palancole; • Scavi a scarpata ripida con consolidamento alternativo; • Stabilizzazione del suolo per es. mediante iniezioni. 	A	B	C
MC.R5	PROTEZIONE FONICA DURANTE I LAVORI DI BATTUTA (misure di attenuazione del rumore al giunto di battuta) <ul style="list-style-type: none"> • Torre di protezione contro il rumore (camino) • Vibratori ad alta frequenza. 		B	C
MC.R6	COSTRUZIONE SOTTO COPERTURA	A	B	C
MC.R7	COSTRUZIONE A CASSONI	A	B	C
MC.R8	IMPIEGO DI ELEMENTI PREFABBRICATI	A	B	C
MC.R9	UTILIZZO DI CASSAFORME ESTESE O TRIDIMENSIONALI	A	B	C
MC.R10	UTILIZZO DI CLS FLUIDO O AUTOCOMPATTANTE (<i>self compacting concrete</i>)	A	B	C

Pianificazione delle risorse e bilancio dei volumi

MC.R11	OTTIMIZZAZIONE DEL CONSUMO DI MATERIALE	A	B	C
MC.R12	SCELTA APPROPRIATA DEI LUOGHI DI DEPOSITO/RICICLAGGIO TENENDO IN DEBITA CONSIDERAZIONE UN MEZZO DI TRASPORTO ADEGUATO	A	B	C

Misure organizzative

MC.R13	PIANIFICAZIONE DELLA DURATA TENENDO CONTO DELLE FASCE ORARIE ACUSTICAMENTE PIÙ SENSIBILI	A	B	C
MC.R14	LIMITAZIONE DELLA DURATA DELLE OPERAZIONI ENTRO LE 8 ORE		B	C
MC.R15	LIMITAZIONE DELLA DURATA DELLE OPERAZIONI ENTRO LE 7 ORE O MENO			C

Protezioni acustiche

MC.R16	<p>PROTEZIONI ACUSTICHE PROVVISORIE</p> <p>Peso minimo dei pannelli almeno 10 kg/m². Evitare riflessioni nonché superfici fonoassorbenti. Criterio per posizione e altezza della parete fonoisolante: il contatto a vista tra la sorgente di rumore e l'eventuale ricettore deve essere interrotto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mediante pareti antirumore provvisorie • Mediante depositi di materiale di scavo • Mediante l'uso di parti dell'installazione a scopo protettivo (per es. baraccamenti, recinzioni) • Mediante tende di isolamento acustico o cabine di isolamento con teli pesanti o pannelli (può essere combinato con le misure di protezione da polvere e spruzzi) 		B	C
---------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	----------	----------

Utilizzo di macchine e apparecchi

MC.R17	MACCHINE E APPARECCHI EQUIPAGGIATI SECONDO LO STANDARD	A	B	C
MC.R18	MACCHINE E APPARECCHI AD ALTE PRESTAZIONI, in base allo <i>standard riconosciuto della tecnica</i> (definizione UE)		B	C
MC.R19	<p>PROTEZIONE CONTRO IL RUMORE DI SEGHE CIRCOLARI E TRANCIATRICI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incapsulamento mediante coperchi protettivi; • Lame a dentatura bassa e tecnica di taglio con il diamante; • Riduzione della velocità di rotazione; • Lame a <i>sandwich</i> con strato intermedio assorbente. 		B	C
MC.R20	IMPIEGO DI APPARECCHI CON MOTORE ELETTRICO ANZICHÉ A SCOPPIO		B	C

Trasporti edili

MC.R21	<p>PIANIFICARE TUTTI I TRASPORTI</p> <p>Obiettivo: numero minimo di viaggi e sfruttamento ottimale delle capacità di carico</p>	A	B
MC.R22	<p>TRACCIATO DELLE PISTE DEI CANTIERI E DEI TRAGITTI DI TRASPORTO</p> <p>Massima distanza dai locali sensibili al rumore</p> <p>Sfruttare le caratteristiche topografiche a fini di protezione dal rumore e depositare il materiale in modo che abbia un effetto protettivo</p>	A	B
MC.R23	<p>SCEGLIERE MEZZI O VIE DI TRASPORTO ALTERNATIVI</p> <p>Queste misure vanno prese in considerazione in caso di tragitti lunghi o situazione sfavorevole nella rete di comunicazione adiacente alle aree di cantiere</p>	A	B
MC.R24	VEICOLI DI TRASPORTO CON EQUIPAGGIAMENTO STANDARD	A	B

12. VERIFICHE DI OTTEMPERANZA AI CRITERI AMBIENTALI MINIMI (CAM)

Nell'ambito del presente progetto inerente la nuova infrastruttura TRC è stata effettuata la verifica dei Criteri Ambientali Minimi CAM in vigore e applicabili allo specifico progetto.

Il rispetto da parte dell'Appaltatore dei requisiti elencati dai seguenti CAM sarà evidente attraverso la consegna alla Direzione Lavori dell'opportuna documentazione tecnica che attesti e/o certifichi la soddisfazione del/i requisito/i stesso/i.

Lo sviluppo delle successive fasi di progettazione dovrà prendere in considerazione i CAM applicabili ed in vigore al momento della redazione.

I criteri applicati all'interno del progetto, si possono riassumere di seguito:

- Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di interventi edilizi
 - Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione
 - Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere
- DECRETO 27 settembre 2017. Criteri Ambientali Minimi per l'acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica
- DECRETO 10 marzo 2020. Criteri ambientali minimi per il servizio di gestione del verde pubblico e la fornitura di prodotti per la cura del verde

13. ESPROPRI E OCCUPAZIONI

La normativa in materia espropriativa cui fare riferimento è la seguente:

- DPR 327/2001 e s.m.i. - Testo Unico delle Espropriazioni;
- Codice Civile.

All'interno del progetto sono state individuate tutte le proprietà private oggetto di esproprio e/o occupazione temporanea e le proprietà pubbliche necessarie per la realizzazione della nuova infrastruttura e delle relative opere accessorie.

La sommatoria delle superfici di esproprio definitivo e di occupazione temporanea hanno determinato gli importi economici riportati nel quadro economico.

Sia le mappe catastali sia le visure sono state acquisite direttamente dal Catasto, seguendo la procedura indicata di seguito:

- Acquisite le mappe catastali, le stesse sono state rototraslate sulla cartografia di rilievo e progettuale in modo da ottenere l'indispensabile sovrapposizione tra le due cartografie.
- Nell'ambito di una stessa tavola di piano particellare è stata eseguita una "mosaicatura" dei fogli di mappa cioè sono state corrette le linee di contatto tra un foglio e quelli confinanti.

In relazione all'oggetto si rimanda ai seguenti elaborati:

- TRC2-PFTE-ESP-RT-001 – Elenco ditte

- TRC2-PFTE-ESP-PC-001 – Planimetrie con individuazione delle particelle catastali

14. VALUTAZIONE DEI COSTI

L'opera nel suo complesso include tutte le lavorazioni previste per la realizzazione della linea di trasporto TRC2, che prevedono le opere civili, le opere strutturali, le opere impiantistiche, le sistemazioni superficiali, l'adeguamento della viabilità esistente, la segnaletica orizzontale e verticale, etc. che sono riportati nel computo metrico estimativo.

Fanno eccezione gli impianti di sistema con tecnologia proprietaria che saranno forniti ed installati, in continuità con la prima linea, dal fornitore Project Automation.

Come indicato nel quadro economico allegato al presente progetto, TRC2-PFTE-GEN-CM-001, i costi includono anche le somme a disposizione per la realizzazione dell'opera in tutte le sue fasi.