

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

**Realizzazione Trasporto Rapido Costiero Rimini Fiera - Cattolica**  
**2<sup>a</sup> tratta Rimini FS - Rimini Fiera (CUP D91E20000170001)**

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA



## STUDI ED INDAGINI PRELIMINARI

## RELAZIONE SUL MODELLO DI ESERCIZIO

-

### 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



architecna  
engineering



Ing. Andrea  
Spinosa

### 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*

### SUPPORTO SPECIALISTICO

Ambiente



Archeologia



COMMESSA

TRC2

FASE

P F T E

DISCIPLINA

GEN

TIPO/NUMERO

RT 004

REV.

B

SCALA

-

NOME FILE

TRC2-PFTE-GEN-RT-004-B

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

## 2<sup>a</sup> Tratta del Trasporto Rapido Costiero (MetroMare) Rimini FS – Rimini Fiera

### Relazione sul modello di esercizio

## *Indice del documento*

<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>1 LE CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEL TRC E IL MODELLO D'ESERCIZIO DEL PRIMO LOTTO DELLA LINEA <i>METROMARE</i> .....</b>	<b>5</b>
<b>2 LE CARATTERISTICHE FUNZIONALI E IL MODELLO D'ESERCIZIO DEL SECONDO LOTTO DELLA LINEA <i>METROMARE</i> .....</b>	<b>13</b>
<b>3. CAPACITÀ DI ADEGUAMENTO ALL'UTILIZZO DI BISNODATI DA 24 METRI .....</b>	<b>18</b>
3.1. COMPATIBILITÀ DELLE BANCHINE DI FERMATA .....	18
2.1 COMPATIBILITÀ DEGLI SPAZI DI CIRCOLAZIONE DEI DEPOSITI.....	19
2.2 COMPATIBILITÀ DEL SISTEMA DI CONTROLLO E SEGNALAMENTO.....	19
2.3 COMPATIBILITÀ DEL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE.....	19
<b>INDICI DELLE FIGURE E DELLE TABELLE .....</b>	<b>20</b>
INDICE DELLE FIGURE .....	20
INDICE DELLE TABELLE .....	20

## Premessa

Il progetto di fattibilità tecnico-economica della "2<sup>a</sup> 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*).

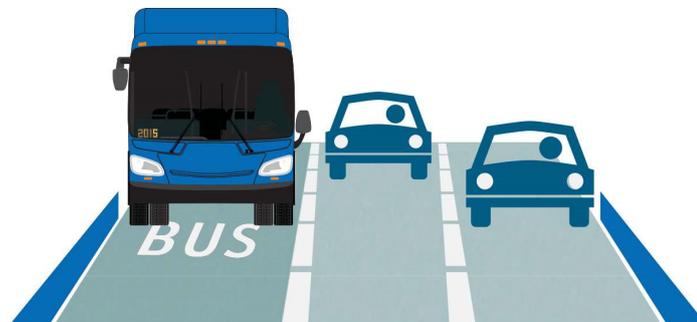
Il **livello di servizio** fa riferimento alla qualità dell'offerta che lo caratterizza. La frequenza dei passaggi, la capacità del veicolo, la sua velocità commerciale sono elementi importanti dell'offerta ma non i soli. Sono fattori altrettanto importanti:

- l'estensione dell'orario di servizio;
- il comfort e la sicurezza;
- l'accessibilità;
- la connessione con il resto della rete e gli altri mezzi di trasporto;
- i servizi accessori (informazione all'utente) come la presenza di totem informativi in fermata o la copertura wireless.

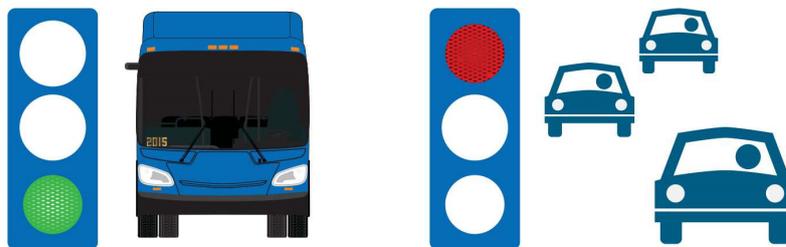
La **qualità del servizio** concerne l'esercizio. La nozione di qualità del servizio è utilizzata per descrivere e qualificare lo scarto tra l'offerta programmata e l'offerta percepita dall'utenza. La qualità del servizio descrive l'insieme dei fattori che influenzano la percezione che il viaggiatore si forma circa la qualità dei propri spostamenti, fornendo la metodologia qualitativa per valutare questi aspetti.

Per una busvia il successo di una realizzazione è legato alla qualità del servizio offerto. Livello di servizio definito dalle seguenti proprietà:

1. sede in gran parte riservata e protetta



2. asservimento semaforico



3. Elevato livello di accessibilità delle fermate e delle vetture

**#accessibileatutti**



4. Telecontrollo e presenza di elementi informativi e comunicazione all'utenza sia in fermata che in vettura



## 1 Le caratteristiche funzionali del TRC e il modello d'esercizio del primo lotto della linea *MetroMare*

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 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

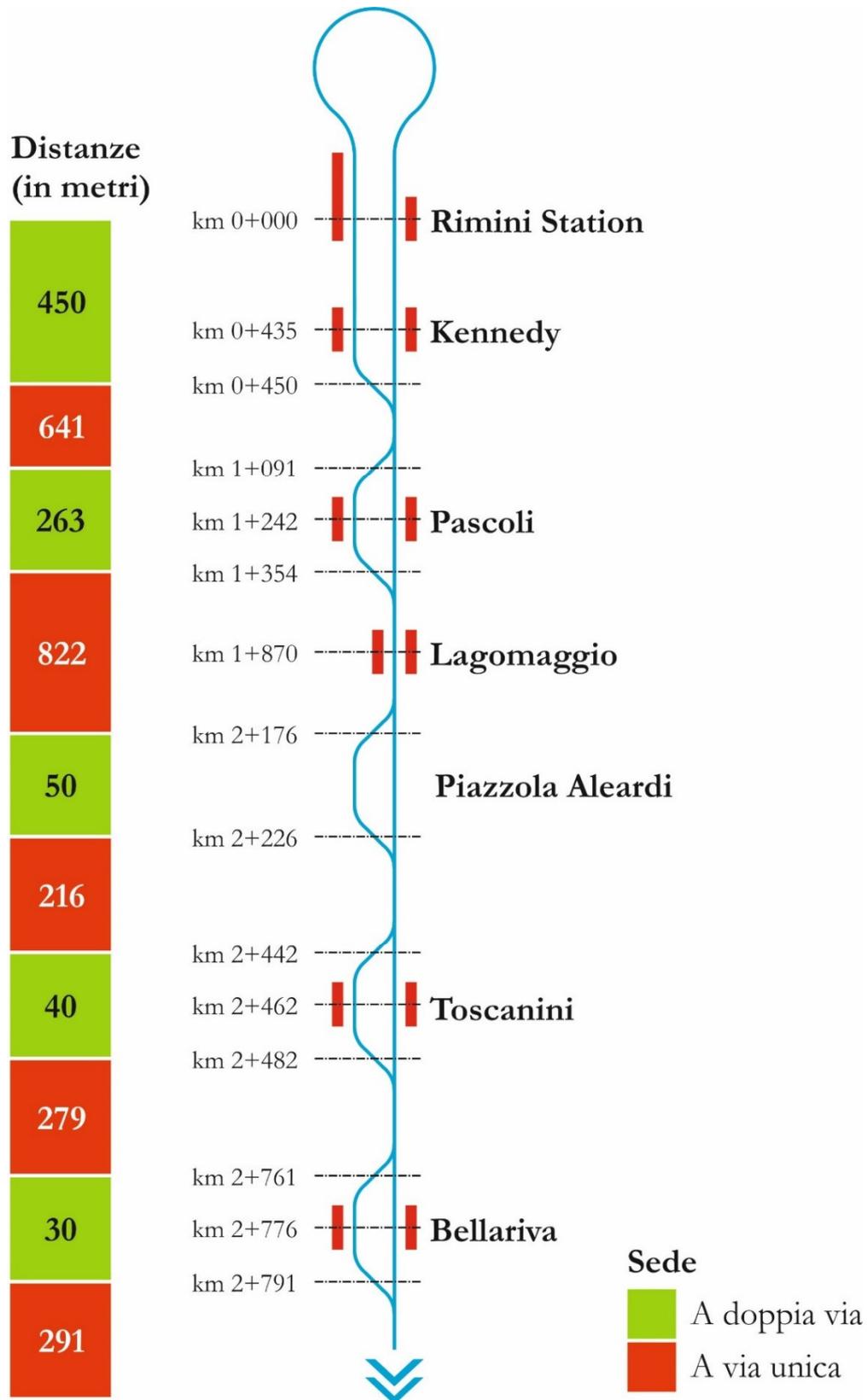


Fig. 2 | Schema di linea dell'impianto TRC Rimini FS – Riccione FS, parte 2

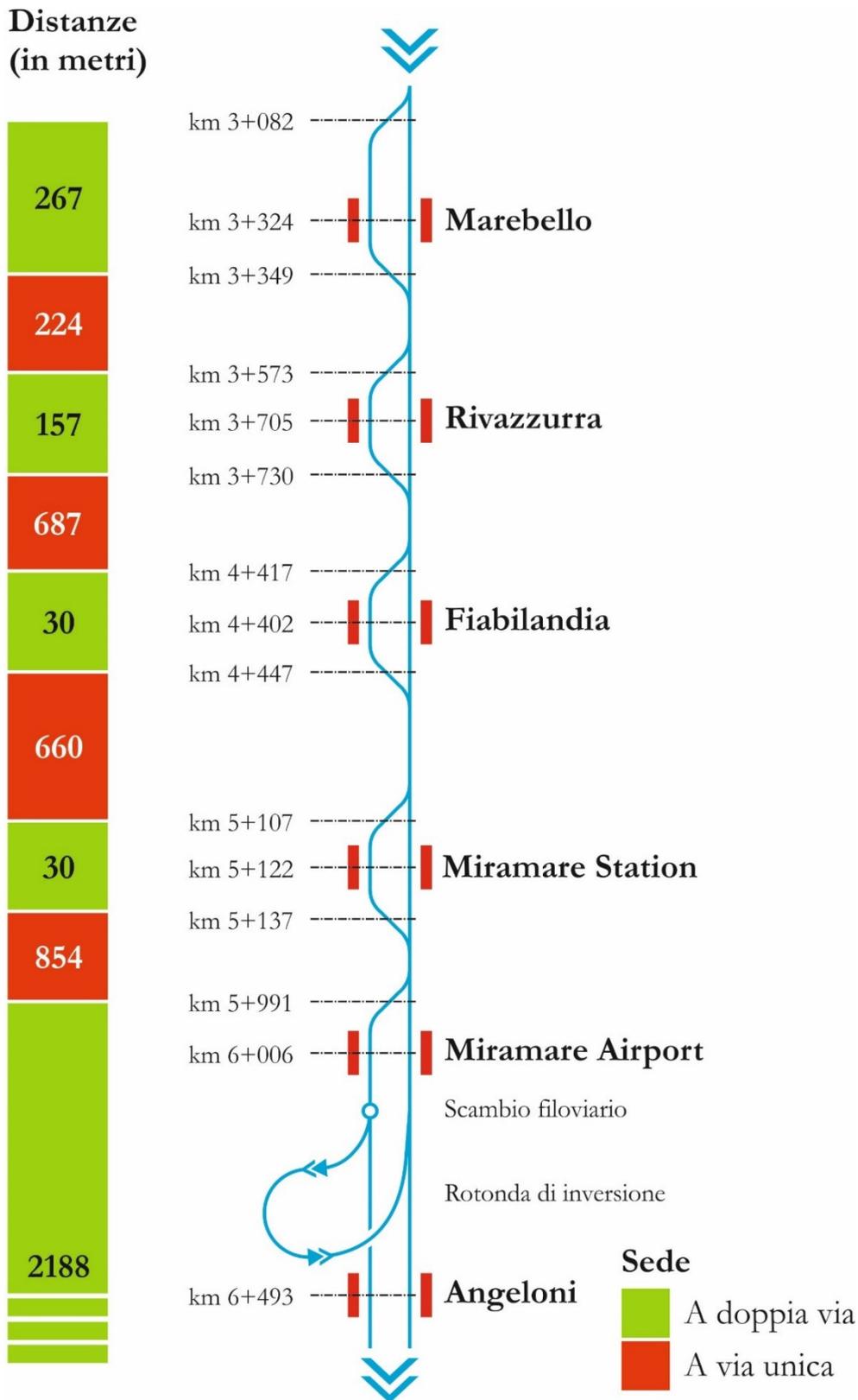


Fig. 3 | Schema di linea dell'impianto TRC Rimini FS – Riccione FS, parte 3

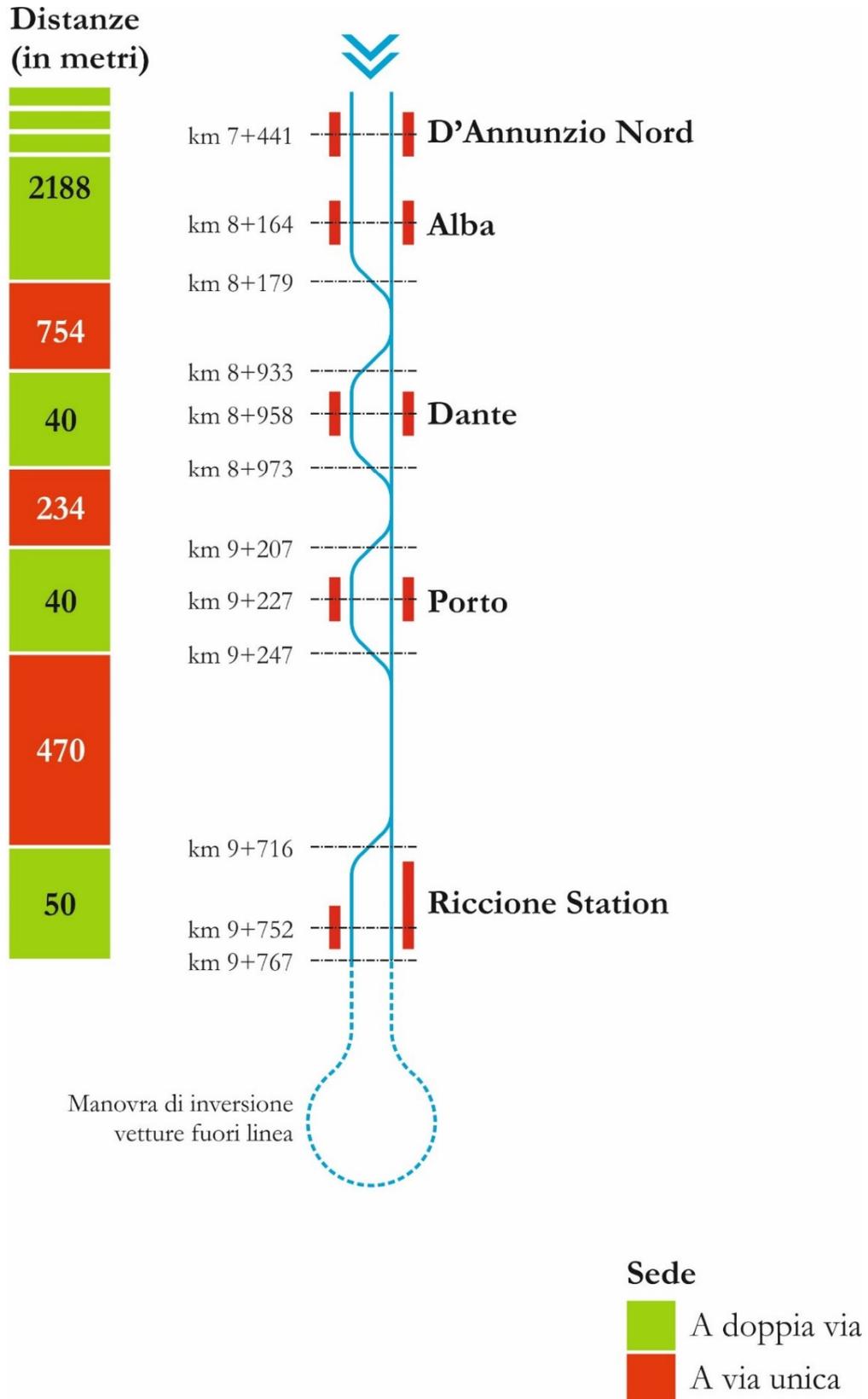
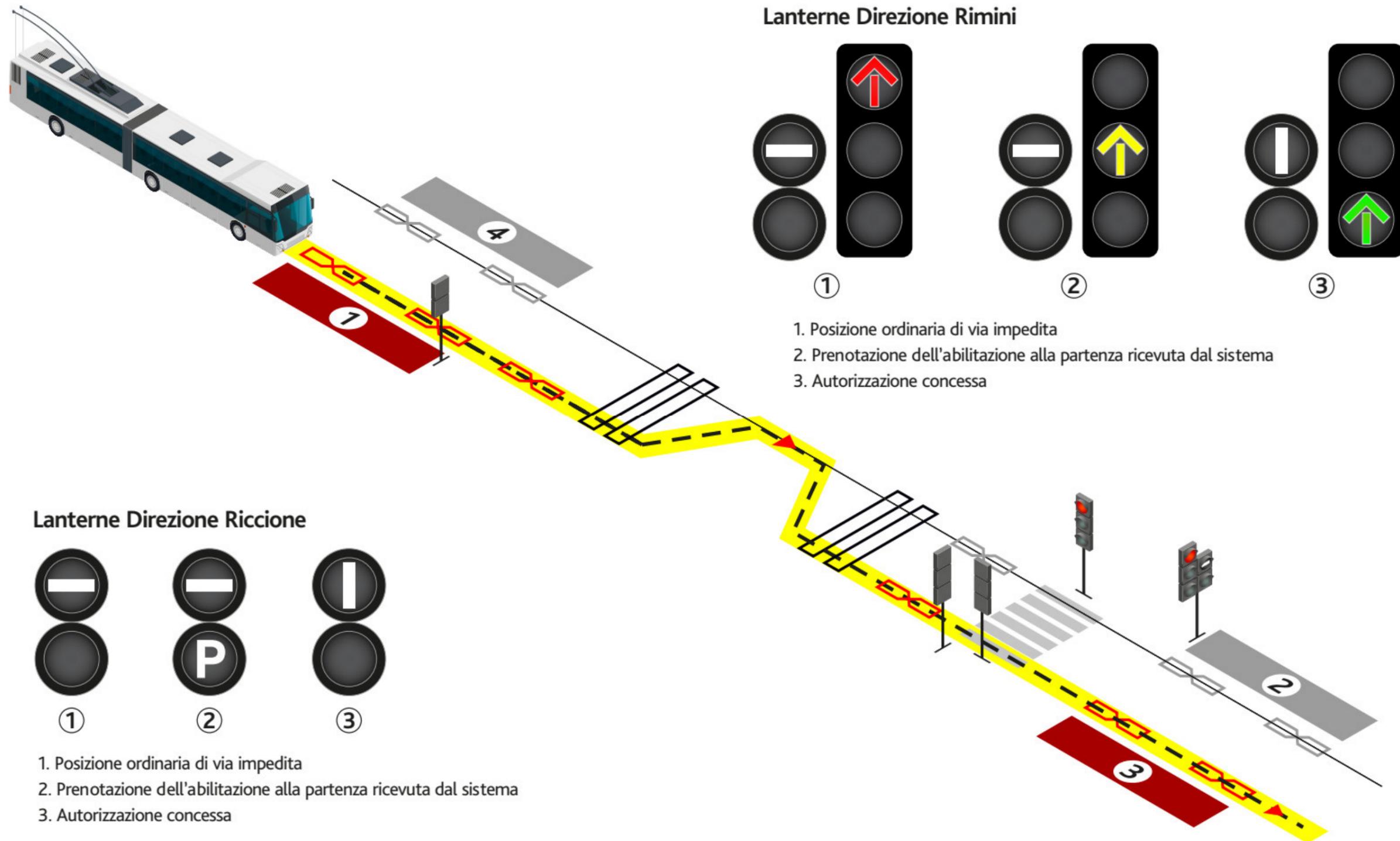


Fig. 4 | TRC: sistema di controllo della marcia



Tutte le fermate sono dotate di un semaforo di autorizzazione, solitamente disposto su via impedita. Completate le operazioni di sbarco/imbarco dei passeggeri l'autista preme il pulsante di richiesta del consenso; il sistema di comunicazione bordo-terra effettua le dovute verifiche e, in caso di esito positivo concede il consenso ponendo il segnale a via libera.

Il sistema è progettato per l'esercizio in sicurezza delle tratte a singola via di corsa, percorribili in entrambe le direzioni. L'apparato di Segnalamento di linea (PPCL) è costituito da una unità di elaborazione a microprocessore ridondato con grado di sicurezza SIL3 (ai sensi della normativa EN-50129) che supervisiona e gestisce il segnalamento all'interno dell'area definita.



Fig. 5 | Vista dell'impianto sulla tratta a doppia via di corsa presso la fermata Kennedy e il passaggio a livello del binario per le Officine Grandi Riparazioni

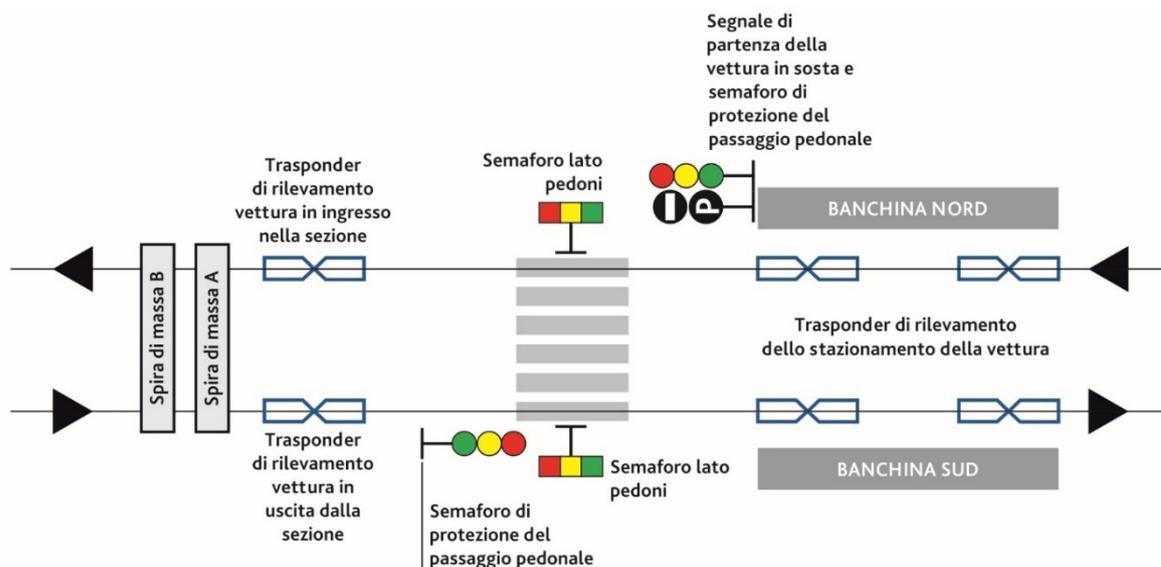


Fig. 6 | Schema del sistema di rilevamento e segnalamento di una fermata

La prenotazione di una rotta è la procedura con la quale una vettura chiede l'accesso ad una tratta tra due fermate. La richiesta viene processata se sono presenti 3 condizioni fondamentali (si faccia riferimento alla figura 24):

- Le rotte 2-4 (senso opposto) e 1-3 (senso di marcia) non sono attive (ovvero non sono occupate da una vettura precedente);
- Le rotte 2-4 e 1-3 non sono prenotate;
- Le banchine di fermata, nello stesso senso di marcia, sono libere.

Viceversa, la vettura resta in attesa in fermata che si verifichi una delle condizioni precedenti.

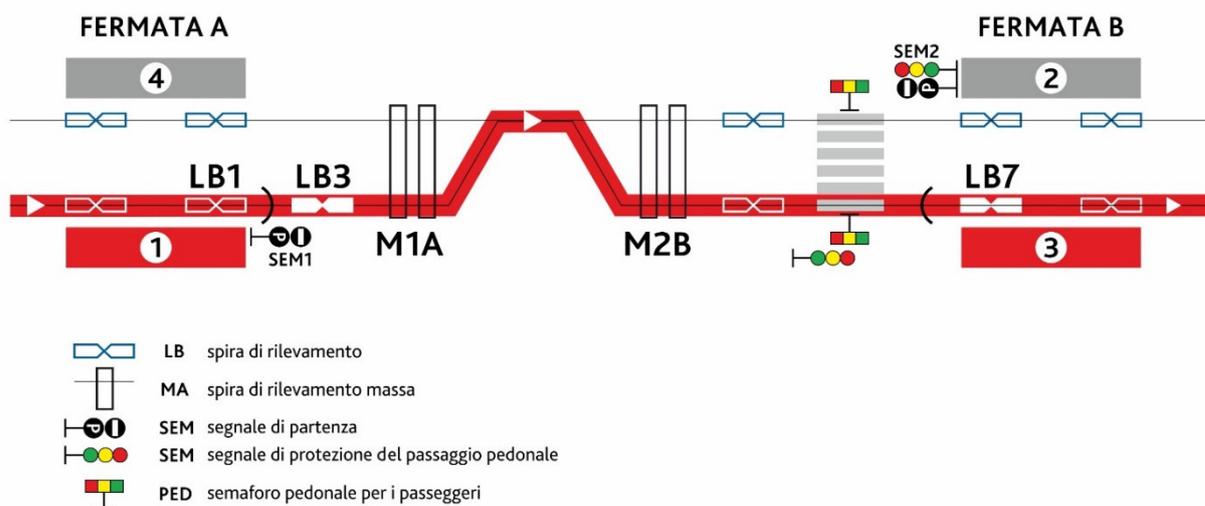


Fig. 7 | Schema di prenotazione della rotta 1-3 (direzione Riccione FS)

Nella condizione di una vettura in approccio alla FERMATA A con direzione FERMATA B, il veicolo è in sosta alla banchina ed è rilevato dalla centralina di rilevamento della presenza della vettura ovvero con identificazione della matricola.

La sequenza è la seguente:

- L'autista effettua la richiesta;
- Il sistema recepisce su LB1 la richiesta di rotta 1-3 (da centralina rilevamento matricola/presenza);
- Si attiva il segnale di prenotazione SEM1 (posizione lanterna su "P");
- Il sistema verifica le condizioni per il consenso a via libera;
- In caso di esito positivo il segnale SEM1 passa a via libera.

Analogamente per l'altra direzione, la richiesta viene processata se sono presenti 3 condizioni fondamentali (si faccia riferimento alla figura 25):

- Le rotte 1-3 (senso opposto) e 2-4 (senso di marcia) non sono attive (ovvero non sono occupate da una vettura precedente);
- Le rotte 1-3 e 2-4 non sono prenotate;
- Le banchine di fermata, nello stesso senso di marcia, sono libere.

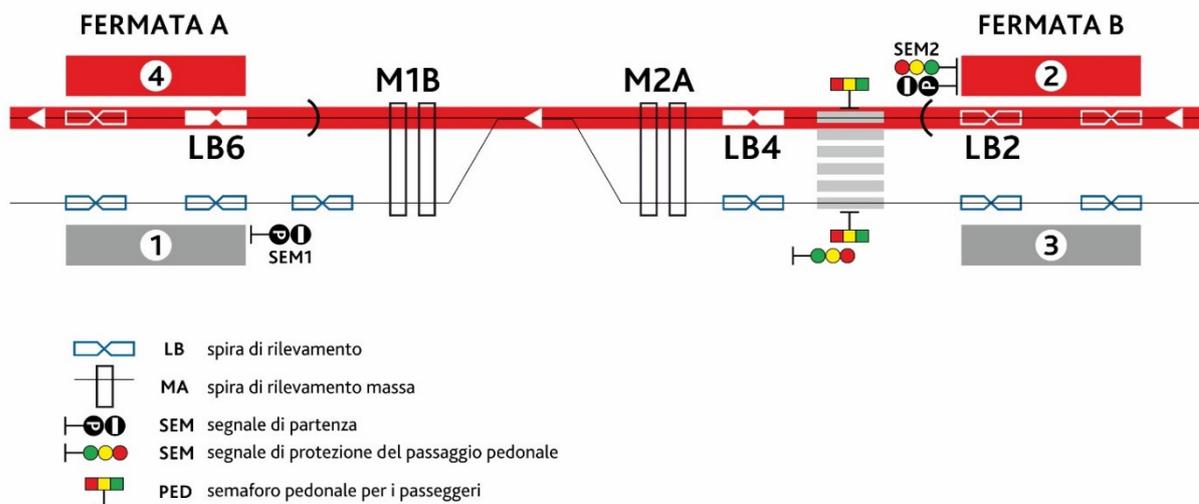


Fig. 8 | Schema di prenotazione della rotta 2-4 (direzione Rimini FS)

Nella condizione di una vettura in approccio alla FERMATA B con direzione FERMATA A, il veicolo è in sosta alla banchina ed è rilevato dalla centralina di rilevamento della presenza della vettura ovvero con identificazione della matricola.

La sequenza è la seguente:

- L'autista effettua la richiesta;
- Il sistema recepisce su LB2 la richiesta di rotta 2-4 (da centralina rilevamento matricola/presenza);
- Si attiva il segnale di prenotazione SEM2 (posizione lanterna su "P");
- Il sistema verifica le condizioni per il consenso a via libera;
- In caso di esito positivo il segnale SEM2 passa a via libera.

## 2 Le caratteristiche funzionali e il modello d'esercizio del secondo lotto della linea *MetroMare*

Il secondo lotto del TRC misura 4.247 metri e conta 7 fermate. 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 percorrenza<sup>1</sup> 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 filosnodato da 18,75 metri di lunghezza e 110 posti totali calcolati a 4 passeggeri per metro quadro di superficie utile S1.

Nelle immagini seguenti lo schema di linea della nuova tratta e i diagrammi orari con intertempo a 5' e 7,5'.

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

Fig. 9 | Schema di linea del lotto 2 dell'impianto TRC, parte 1

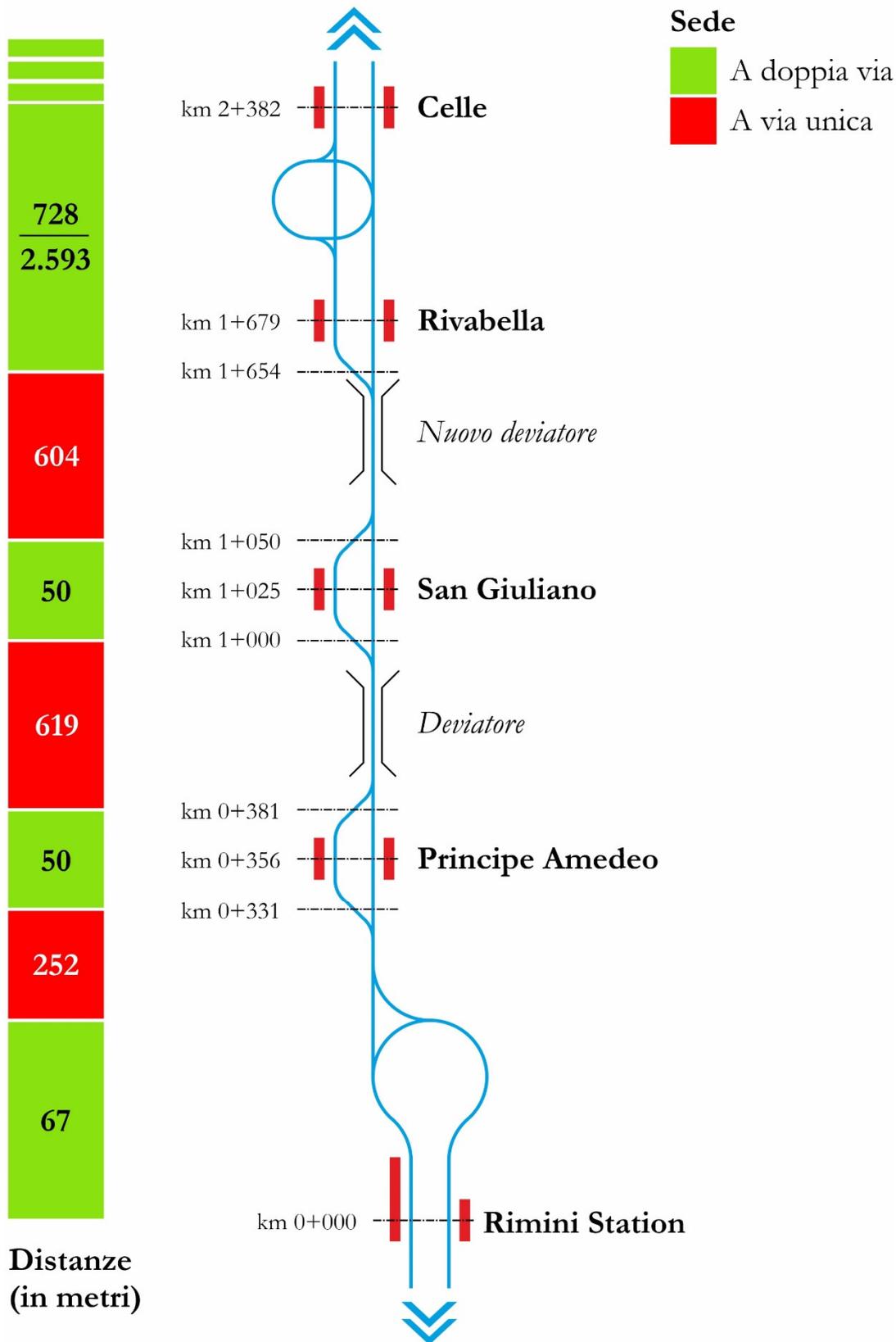


Fig. 10 | Schema di linea del lotto 2 dell'impianto TRC, parte 2

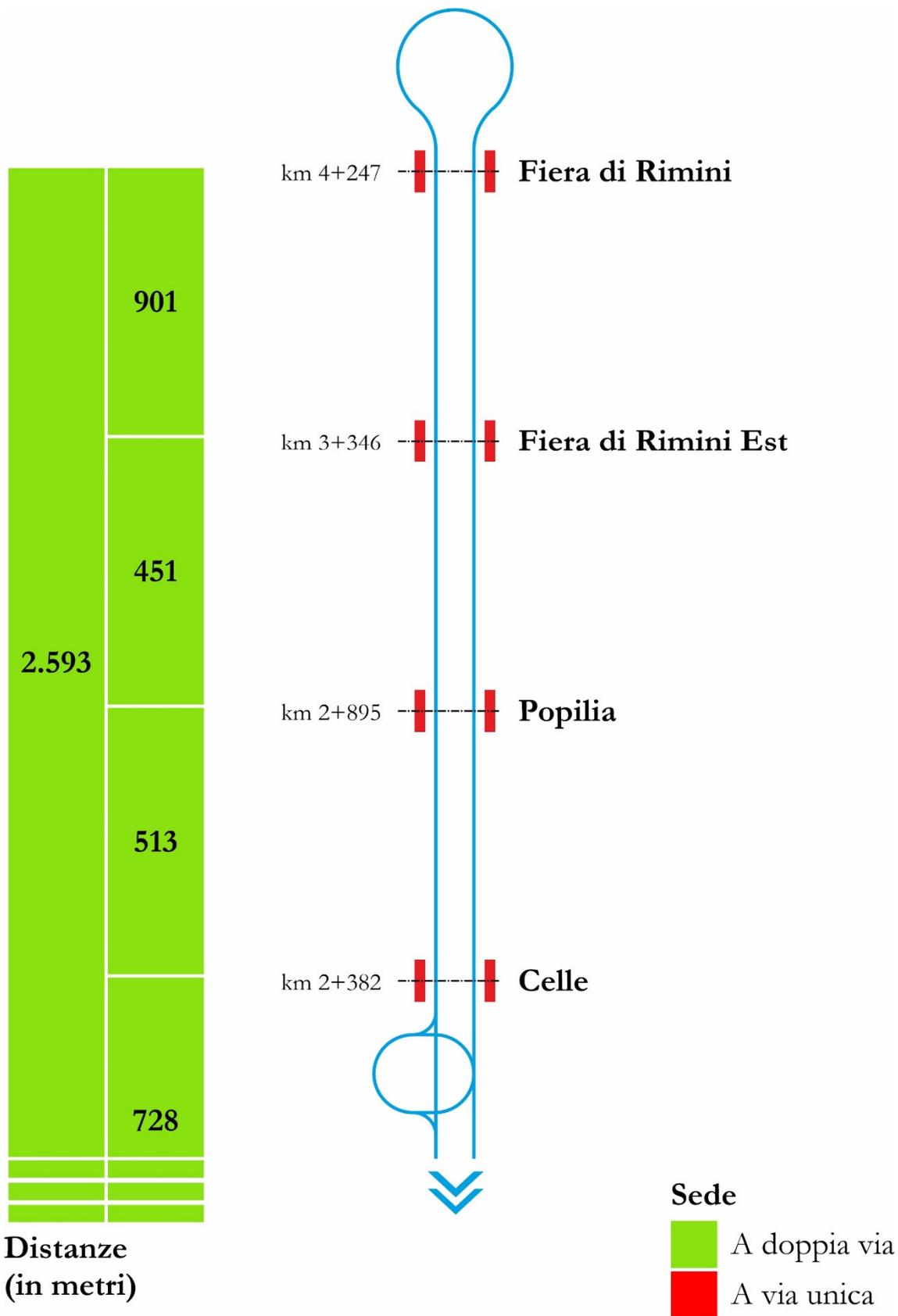
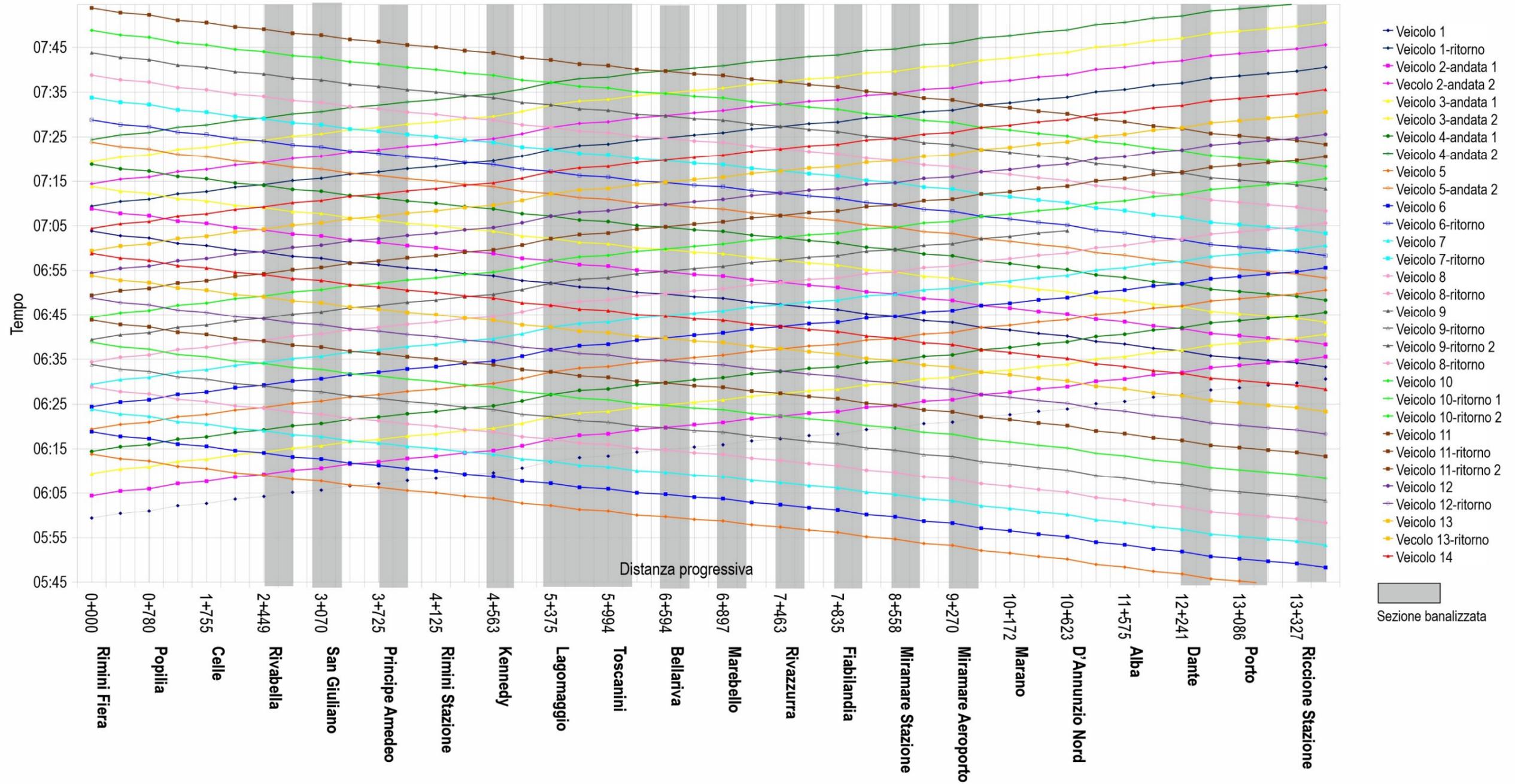
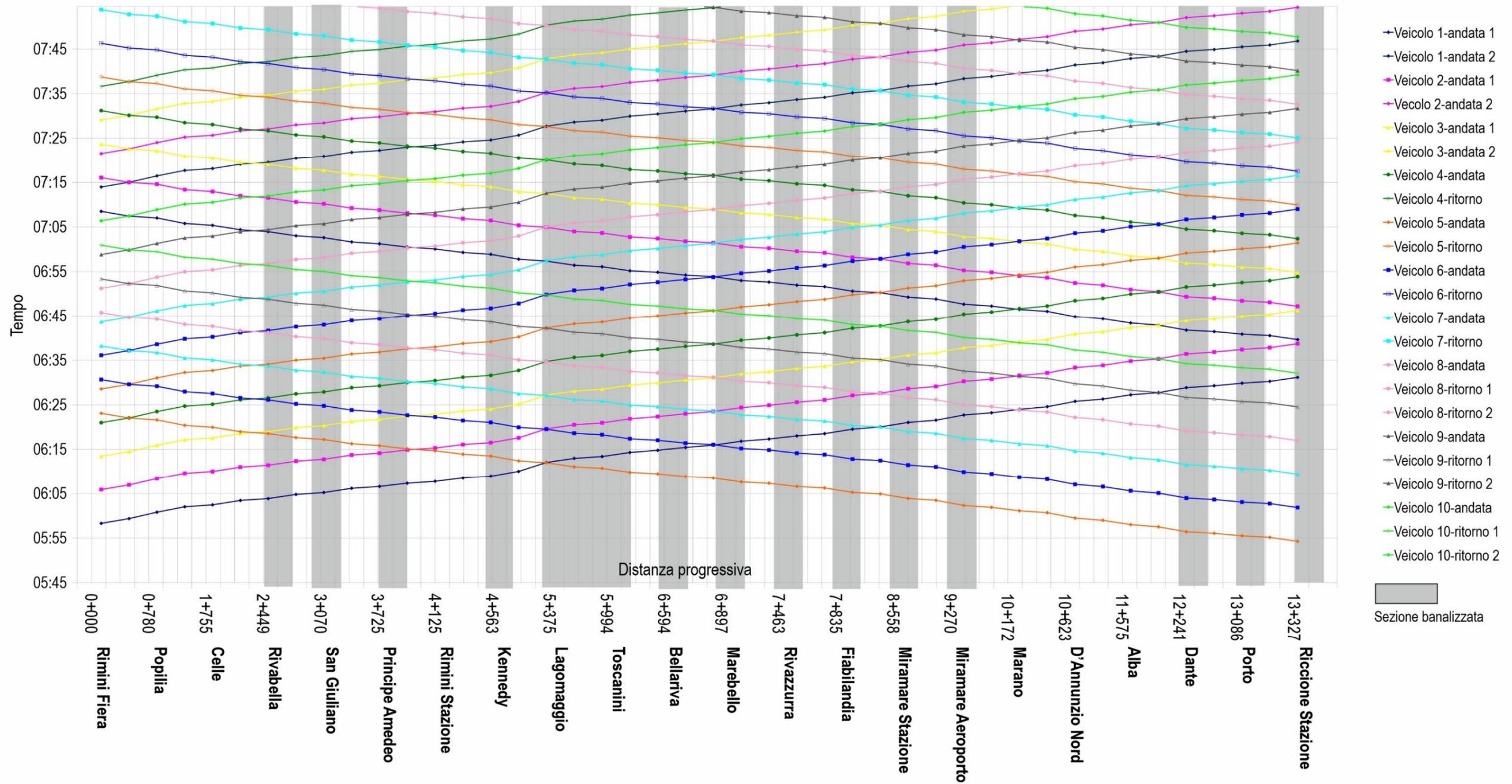


Fig. 11 | Diagramma orario con intertempo pari a 5' ovvero 12 corse ora per direzione



A 12 corse ora per direzione – 5' di intertempo - il fabbisogno in linea è di 14 vetture.

Fig. 12 | Diagramma orario con intertempo pari a 7,5' ovvero 8 corse ora per direzione



A 8 corse ora per direzione - 7,5' di intertempo - il fabbisogno in linea è di 10 vetture.

### 3. Capacità di adeguamento all'utilizzo di bisnodati da 24 metri

La possibilità di utilizzare mezzi di trasporto pubblico di maggiore capacità è diventata più che mai pressante in questo ultimo anno a causa dell'emergenza Covid-19. Il 2 settembre 2021 il Consiglio dei ministri approvando il decreto-legge "Infrastrutture", tra le altre cose, ha introdotto la seguente modifica al Codice della Strada:

1. Al decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, sono apportate le seguenti modificazioni:

[...]

b) all'articolo 61:

1. al comma 2, le parole: "16,50 m" sono sostituite dalle seguenti: "18 m";
2. dopo il comma 2 è inserito il seguente: "2-bis Gli autosnodati e i filosnodati destinati a sistemi di trasporto rapido di massa possono raggiungere la lunghezza massima di 24 m su itinerari autorizzati in sede riservata dal Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili."

È il caso di rilevare che ammettere per gli autosnodati e filosnodati lunghezze superiori a quelle attualmente previste dal codice (18,00 metri ovvero 18,75 secondo la bozza di riforma) e conformi a quanto previsto dalle direttive europee, oltre a non determinare alcun problema di sicurezza o di circolazione, apporta immaginabili benefici in termini di risorse umane (un solo autista guiderebbe un veicolo con una capacità maggiore), passeggeri trasportati e, più in generale, miglioramento delle performance offerte.

Nel particolare, come mostrato dall'esercizio in oltre 15 città tra Austria, Belgio, Francia, Germania, Svizzera è provato che un bisnodato da 24 metri (4 assi) ha la medesima sagoma di ingombro, in rettilineo e in curva, di uno snodato da 18 metri (3 assi) e un equivalente raggio minimo di sterzata, pari a 12,5 metri. Gli approcci regolamentativi adottati nei vari Paesi europei sono sostanzialmente due:

1. Eliminazione de-facto del limite di lunghezza per i mezzi adibiti al trasporto pubblico;
2. Possibilità di deroga, da valutare sul singolo caso. In questo caso si osserva a una richiesta di riservatezza e/o parziale protezione della sede di circolazione sulla quale saranno immessi i veicoli da 24 metri.

Il primo approccio è quello dei due Paesi alpini mentre il restante è quello adottato da Francia, Germania e recentemente in Spagna (Barcellona<sup>2</sup>, nello specifico). Da quanto è stato comunicato, sembra che sarà l'approccio proposto anche per l'Italia.

#### 3.1. Compatibilità delle banchine di fermata

Una banchina da 20 metri permette l'incarozzamento per una vettura da 18 metri (distanza massima tra le porte pari a 14 metri) così come di una vettura da 24 metri (distanza massima tra le porte pari a 18 metri). Per consentire l'accordamento di due vetture, la misura minima è di 35 metri in caso di servizio con snodati e 42 metri con bisnodati. Le banchine di progetto

<sup>2</sup> Sperimentazione del 2013 di 3 mezzi su corridoio segregato nella *Gran Via*, cui non ha fatto seguito al momento l'acquisto di ulteriori mezzi: <https://www.lavanguardia.com/local/barcelona/20130305/54369006015/barcelona-buses-biarticulados-nuevas-lineas-red-ortogonal.html>

hanno lunghezze variabili al minimo di 25 metri: risultano pertanto pienamente compatibili con la sosta di veicoli da 24 metri (senza accodamento simultaneo).

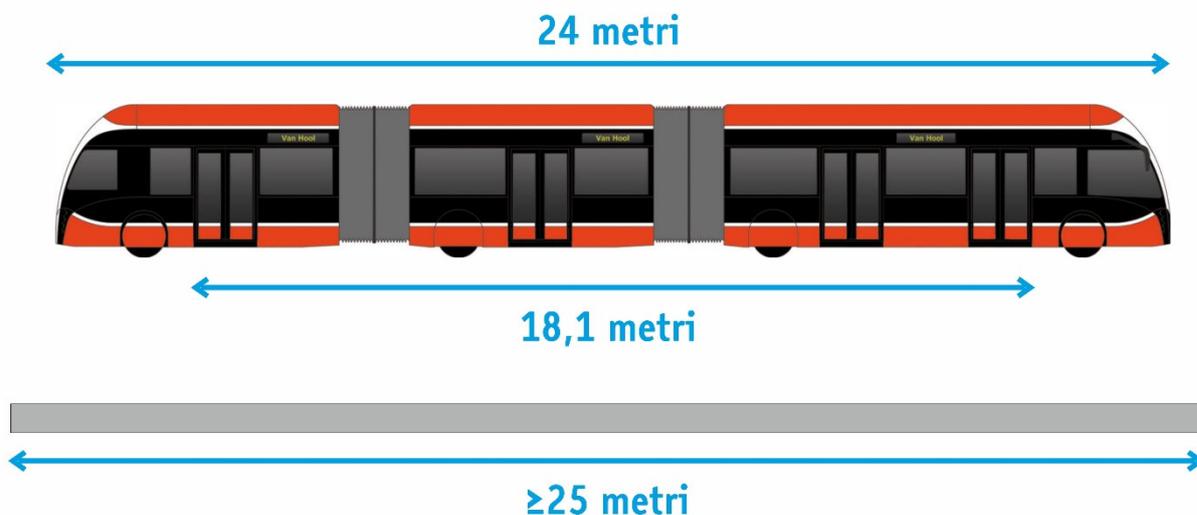


Fig. 13 | Verifica della compatibilità tra banchine e l'eventuale immissione in servizio di bisnodati

## 2.1 Compatibilità degli spazi di circolazione del deposito

Come detto, la sagoma dinamica di un 24 metri è la stessa di un 18/18,75 metri. Nella redazione del progetto definitivo si sta tenendo conto degli spazi di parcheggio per veicoli da 24 m. Le fosse di visita per la manutenzione potranno essere previste di dimensioni idonee per postazioni da 24 m, ipotizzandone eventualmente la parziale temporanea chiusura con coperture scorrevoli carrabili certificate, di idonea portata, a livello del pavimento, dotate di sistema di controllo di posizione.

## 2.2 Compatibilità del sistema di controllo e segnalamento

Anche gli elementi del segnalamento – visibilità dei segnali, posizione delle spire, ecc. - possono essere predimensionati sia per l'esercizio degli snodati che dei bisnodati limitando l'aggiornamento necessario alla sola parte software di controllo della marcia.

## 2.3 Compatibilità del sistema di alimentazione

I diagrammi indicativi di assorbimento di uno snodato e di un bisnodato sono riportati di seguito. Il consumo unitario a parità di indice di carico, accumulatori di bordo ponderati sulle medesime distanze da coprire senza bifilare, velocità e condizioni al contorno per un bisnodato è maggiore di uno snodato del 33-35%.

A parità di dimensionamento della TE e in particolare del sistema di alimentazione, si ritiene che il sistema possa coprire – senza interventi integrativi sulla potenza delle SSE – una quota massima del 30% di veicoli a 24 metri sulla flotta complessiva in circolazione nell'ora di punta.

## Indici delle figure e delle tabelle

### Indice delle figure

FIG. 1   SCHEMA DI LINEA DELL'IMPIANTO TRC RIMINI FS – RICCIONE FS, PARTE 1.....	6
FIG. 2   SCHEMA DI LINEA DELL'IMPIANTO TRC RIMINI FS – RICCIONE FS, PARTE 2.....	7
FIG. 3   SCHEMA DI LINEA DELL'IMPIANTO TRC RIMINI FS – RICCIONE FS, PARTE 3.....	8
FIG. 4   TRC: SISTEMA DI CONTROLLO DELLA MARCIA.....	9
FIG. 5   VISTA DELL'IMPIANTO SULLA TRATTA A DOPPIA VIA DI CORSA PRESSO LA FERMATA KENNEDY E IL PASSAGGIO A LIVELLO DEL BINARIO PER LE OFFICINE GRANDI RIPARAZIONI.....	10
FIG. 6   SCHEMA DEL SISTEMA DI RILEVAMENTO E SEGNALAMENTO DI UNA FERMATA.....	10
FIG. 7   SCHEMA DI PRENOTAZIONE DELLA ROTTA 1-3 (DIREZIONE RICCIONE FS).....	11
FIG. 8   SCHEMA DI PRENOTAZIONE DELLA ROTTA 2-4 (DIREZIONE RIMINI FS).....	12
FIG. 9   SCHEMA DI LINEA DEL LOTTO 2 DELL'IMPIANTO TRC, PARTE 1.....	14
FIG. 10   SCHEMA DI LINEA DEL LOTTO 2 DELL'IMPIANTO TRC, PARTE 2.....	15
FIG. 11   DIAGRAMMA ORARIO CON INTERTEMPO PARI A 5' OVVERO 12 CORSE ORA PER DIREZIONE.....	16
FIG. 12   DIAGRAMMA ORARIO CON INTERTEMPO PARI A 7,5' OVVERO 8 CORSE ORA PER DIREZIONE.....	17
FIG. 13   VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ TRA BANCHINE E L'EVENTUALE IMMISSIONE IN SERVIZIO DI BISNODATI.....	19

### Indice delle tabelle

TAB. 1   LOTTO 2 DEL TRC/METROMARE: CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO.....	13
--	----