

Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Territoriale

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile

Orientamento Infrastrutture di Trasporto



POLITECNICO MILANO 1863

Studio di fattibilità per la realizzazione di una fermata lungo la linea DD Firenze – Roma: il caso della fermata Medio Etruria

Relatore:

Prof. Ing. Roberto Maja

Correlatore:

Dott. Silvano E. Spada

Tesi di laurea di:

Ernesto Picardi

Matricola **871986**

Anno Accademico 2017/2018

INDICE

1.	SCOPO DELLO STUDIO.....	10
1.1.	Considerazioni iniziali	10
1.2.	Inquadramento del territorio	13
1.3.	Distribuzione della popolazione.....	16
1.4.	Le province attraversate o lambite dalla linea DD Roma – Firenze	18
2.	CIRCOLAZIONE DEI TRENI SULLA LINEA AV FIRENZE – ROMA	22
2.1.	Premessa	22
2.2.	La tratta AV Firenze – Roma	23
2.3.	Il servizio Perugia – Arezzo (su L.S.) e verso Firenze (su DD).....	25
3.	CARATTERISTICHE FONDAMENTALI DI UNA FERMATA AV	34
3.1.	Parametri fondamentali per la progettazione	34
3.2.	Le funzioni di supporto “stradale” ad una fermata AV.....	35
4.	METODI DI ANALISI TEORICA DELLA DOMANDA	36
4.1.	Inquadramento sull’analisi della domanda.....	36
4.1.1.	<u>DESCRIZIONE DELL’OFFERTA DI TRASPORTO</u>	<u>38</u>
4.1.2.	<u>DESCRIZIONE DELLA DOMANDA DI TRASPORTO</u>	<u>38</u>
4.2.	Metodologie per l’analisi della domanda	40

5.	MODALITÀ PERSEGUITA DI ANALISI DELLA DOMANDA	43
5.1.	Presentazione delle alternative proposte	43
5.2.	Analisi dei perditempo per effettuazione della fermata nelle diverse alternative proposte	53
5.2.1.	<u>PREMESSA</u>	53
5.2.2.	<u>UTILIZZO DI UNA STAZIONE ESISTENTE</u>	54
5.2.2.1.	<u>Stazione di Arezzo e suo potenziamento</u>	54
5.2.2.2.	<u>Stazione di Chiusi Chianciano Terme e suo potenziamento</u>	55
5.2.3.	<u>UTILIZZO DI UNA NUOVA FERMATA LUNGO LA LINEA DD</u>	57
5.2.3.1.	<u>Utilizzo di un deviatoio di piena linea DD da 60 km/h</u>	57
5.2.3.2.	<u>Utilizzo di un deviatoio di piena linea DD da 100 km/h</u>	58
5.3.	Analisi e scelte localizzative della fermata nei territori di Umbria e Toscana	61
5.3.1.	<u>ANALISI ALTERNATIVE</u>	61
5.3.1.1.	<u>Alternativa A: stazione di Arezzo</u>	61
5.3.1.2.	<u>Alternativa B: Stazione di Chiusi Chianciano Terme</u>	62
5.3.1.3.	<u>Alternativa C: Rigutino</u>	63
5.3.1.4.	<u>Alternativa D: Bettolle – Creti</u>	65
5.3.1.5.	<u>Alternativa E: Bettolle – Farneta</u>	67
5.3.1.6.	<u>Alternativa F: Salcheto</u>	69
5.3.1.7.	<u>Alternativa G: Chiusi Sud</u>	71
5.3.2.	<u>ANALISI MULTICRITERIO</u>	73
5.3.3.	<u>VALUTAZIONI MEDIANTE I CRITERI DI CONFRONTO</u>	76
5.3.4.	<u>RISULTATI DELL'ANALISI</u>	81
5.4.	Calcolo semplificato della domanda per la soluzione prescelta	84
5.4.1.	<u>INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO</u>	84

5.4.2.	<u>VALUTAZIONI ED ANALOGIE CON IL CASO DELLA MEDIO PADANA; RILEVAZIONI DIRETTE</u>	88
5.4.3.	<u>STIMA DEL NUMERO DI UTENTI ATTRIBUIBILI ALLA NUOVA FERMATA DELLA MEDIO ETRURIA</u>	96
6.	STUDIO DELL'INSERIMENTO DELLA FERMATA NELLA SITUAZIONE ATTUALE	100
6.1.	Simulazione delle tracce orario per 4 treni su una tratta della DD Roma-Firenze in presenza della fermata Medio Etruria	100
6.1.1.	<u>GENERALITÀ SULLA CAPACITÀ DELLA LINEA DD</u>	100
6.1.2.	<u>DESCRIZIONE DELLE FASI DI USCITA DALLA LINEA – EFFETTUAZIONE DELLA FERMATA – INGRESSO IN LINEA</u>	102
6.1.3.	<u>CASO 1 DISTANZIAMENTO STANDARD</u>	103
6.1.4.	<u>CASO 2 DISTANZIAMENTO FLESSIBILE</u>	105
6.1.5.	<u>CASO 3 DISTANZIAMENTO DOPPIO</u>	107
6.1.6.	<u>CASO 4 TIPOLOGIA DI DEVIATOI DELLA FERMATA SULLA DEVIATA</u> .	109
6.2.	Analisi dell'orario attuale e della capacità della linea Direttissima	112
6.3.	Simulazione dell'inserimento della fermata tra le tracce attuali (treni Pari)	124
6.4.	Simulazione dell'inserimento della fermata tra le tracce attuali (treni Dispari)	134
7.	TIPOLOGIA DELLA FERMATA	138
7.1.	Configurazione della fermata	138
7.2.	Localizzazione della fermata	140
7.3.	Organizzazione della fermata	141
7.4.	Dimensionamento dei fabbricati	142

7.5.	Dimensionamento del parcheggio	148
7.6.	Percorsi pedonali e accessibilità stradale	150
8.	SERVIZIO DI INTERSCAMBIO “PUBBLICO” DELLA FERMATA	154
8.1.	Generalità ed esempio della fermata Mediopadana	154
8.2.	Collegamento del territorio Medio Tosco – Umbro	157
9.	ANALISI COSTI E BENEFICI DELLA SOLUZIONE SCELTA: BETTOLLE – CRETI	164
9.1.	Analisi Costi	164
9.2.	Analisi benefici	165
10.	CONCLUSIONI	167
11.	ALLEGATI	173
A.1.	Cartina della Val di Chiana	173
A.2.	Le reti AV nel mondo	175
A.2.1.	<u>LA RETE AV ITALIANA</u>	175
A.2.2.	<u>LA RETE AV GIAPPONESE</u>	176
A.2.3.	<u>LA RETE AV FRANCESE</u>	178
A.2.4.	<u>LA RETE AV TEDESCA</u>	179
A.2.5.	<u>LA RETE AV SPAGNOLA</u>	180
A.3.	Costi di realizzazione delle strade per le alternative proposte	181

A.4.	Rappresentazione dei tempi medi di percorrenza via autobus dalle tre province verso tutte le alternative proposte	182
A.5.	Dati utili per il calcolo dei tempi e delle distanze per effettuare la fermata nelle diverse fasi analizzate	183
A.5.1.	<u>CARATTERISTICHE CINEMATICHE ASSUNTE.....</u>	183
A.5.2.	<u>ANALISI DEL MOTO SEMPLIFICATO PER UN TRENO ETR 500 / ETR 1000</u>	183
A.5.3.	<u>FERMATA NELLA STAZIONE DI AREZZO (FUORI LINEA) CON UTILIZZO DELLA IC DI AREZZO</u>	184
A.5.4.	<u>FERMATA NELLA STAZIONE DI CHIUSI CHIANCIANO TERME (FUORI LINEA) CON UTILIZZO DELLA IC DI CHIUSI</u>	185
A.5.5.	<u>FERMATA NELLA NUOVA STAZIONE MEDIO ETRURIA (IN LINEA) CON DEVIATOIO DA 60 km/h</u>	186
A.5.6.	<u>FERMATA NELLA NUOVA STAZIONE MEDIO ETRURIA (IN LINEA) CON DEVIATOIO 100km/h</u>	187
A.6.	Analisi AHP	188
A.6.1.	<u>CONFRONTO TRA I CRITERI MEDIANTE ASSEGNAZIONE DI UN PUNTEGGIO SOGGETTIVO E CALCOLO DEI RELATIVI PESI</u>	188
A.6.2.	<u>CONFRONTO TRA LE 7 ALTERNATIVE PROPOSTE E ASSEGNAZIONE DI UN PUNTEGGIO PER CIASCUNO DEI 6 CRITERI ANALIZZATI.....</u>	189
A.7.	Profilo piano – altimetrico della Direttissima	194
A.7.1.	<u>PROFILO PIANO – ALTIMETRICO DALLA pk 136 + 100 alla pk 154 + 300</u>	195
A.7.2.	<u>PROFILO PIANO – ALTIMETRICO DALLA pk 154 + 300 alla pk 170 + 900</u>	196
A.7.3.	<u>PROFILO PIANO – ALTIMETRICO DALLA pk 170 + 900 alla pk 189 + 200</u>	197
A.7.4.	<u>PROFILO PIANO – ALTIMETRICO DALLA pk 189 + 200 alla pk 198 + 900</u>	198

A.7.5.	<u>PROFILO PLANO – ALTIMETRICO DALLA pk 198 + 900 alla pk 200 + 200</u>	199
A.8.	Individuazione dei bacini di influenza (ME e MP) con analisi ex-post della MP	200
A.8.1.	<u>CAMPIONAMENTO PASSEGGERI FERMATA AV MEDIOPADANA</u>	200
A.8.2.	<u>SOLUZIONE PER LA FERMATA MEDIO ETRURIA (ABITANTI PER PROVINCIA E BACINO AFFERENTI LA FERMATA ME)</u>	202
A.8.3.	<u>VALUTAZIONE PER LA FERMATA MEDIOPADANA (ABITANTI PER PROVINCIA E BACINO AFFERENTI LA FERMATA MP)</u>	206
A.9.	Orario dei treni attuali pari e dispari (10 giugno – 8 dicembre 2018) che percorrono la linea DD	212
A.9.1.	<u>ORARIO DEI TRENI PER LA DIREZIONE PARI E INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE ORARIE PIÙ CARICHE</u>	212
A.9.2.	<u>ORARIO DEI TRENI PER LA DIREZIONE DISPARI E INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE ORARIE PIÙ CARICHE</u>	213
A.9.3.	<u>SIMULAZIONE DELLA MERCI DI 4 TRENI SULLA DD FI- RM IN PRESENZA DELLA FERMATA ME – CASO 3</u>	217
A.9.4.	<u>SIMULAZIONE DELLE TRACCE ORARIO PER LA RAPPRESENTAZIONE DELL’ORA PIÙ CARICA – CASO TRENI PARI</u>	219
A.10.	Capacità della linea Direttissima con il metodo UIC 450/R	221
A.10.1.	<u>CAPACITA’ CON DISTANZIAMENTO A SEZIONI DI BLOCCO FISSE – SDB DA 1.350 M</u>	221
A.10.2.	<u>CAPACITA’ CON DISTANZIAMENTO A SEZIONI DI BLOCCO MOBILI – SDB DA 1.500 M</u>	222
A.11.	Planimetria della fermata Medio Etruria proposta a Creti.	223

A.12. Orario autobus programmato per la fermata esistente Mediopadana	224
A.13. Orario treno AV FR 9500: Perugia – Arezzo - Firenze S.M.N. - BO AV- Reggio E. MP - Milano C.le - Torino PS AV - Torino PN	226
12. RIFERIMENTI.....	229
13. BIBLIOGRAFIA	230

RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento speciale va alla mia famiglia per il supporto che mi ha fornito in questi anni per poter proseguire lo studio, senza il cui contributo e incoraggiamento non sarebbe stato possibile.

Ringrazio di cuore il Prof. Roberto Maja, per i consigli e i contatti forniti al momento giusto e per il materiale fondamentale per lo svolgimento del presente lavoro.

Un grandissimo ringraziamento al Dott. Silvano Ernesto Spada, per il continuo e duraturo sostegno con materiale, informazioni e suggerimenti che sono stati tempestivamente forniti; per l'aiuto nel confronto tra le scelte, per la forma e per il migliore modo con cui descrivere ed esporre in modo conciso ed efficace l'intero lavoro.

Un particolare ringraziamento anche a RFI:

- *attraverso le Direzioni Produzione Territoriale:*
 - *di Roma nella persona dell'ing. Vito Episcopo e dei suoi collaboratori,*
 - *di Firenze nella persona dell'ing. Efsio Murgia e dei suoi collaboratori**per avere fornito i profili plano-altimetrici della linea DD senza i quali qualsiasi proposta di allocazione della Fermata corre il rischio di rimanere una "semplice dichiarazione politica di intenti"*

- *attraverso la Direzione Investimenti Centro, nella persona dell'ing. Marco Bin, per avere fornito una serie di informazioni sul traffico ferroviario della fermata MP – quale positivo paragone e riferimento – e su quello della linea AV/AC Milano –Bologna.*

SINTESI DELLO STUDIO

Il presente “**Studio di fattibilità**” prende spunto (come valutazioni territoriali e numeriche) dai più che lusinghieri risultati ottenuti – in 5 anni (Giugno 2013 - Dicembre 2018 ante cambio orario) – dalla fermata AV Medio PADANA di Reggio Emilia, dove ad oggi, fermano 59 treni/giorno sui 162 totali circolanti sulla tratta AV Milano-Bologna.

Scopo del lavoro è l’analisi avanzata di fattibilità integrata (inclusi cioè gli aspetti di sistema ferroviario e trasportistici in generale) per individuare **se esistano, lungo l’asse Roma-Firenze (attivato nel febbraio 1977), non solo flussi idonei di passeggeri – che giustifichino una fermata AV (in linea o fuori linea) – ma quali siano i vincoli/opportunità per il posizionamento** di tale fermata denominata, per semplicità, “**Fermata ME**”.

Questo “**Studio di fattibilità**” (dati a Dicembre 2018) parte quindi dall’**individuazione delle aree geografiche** e dei relativi bacini di abitanti presenti nei territori provinciali interessati – dall’attraversamento diretto o dall’essere lambiti – dalla DD lungo il suo sviluppo tra le stazioni di estremità di Firenze S.M.N. e di Roma Termini: in particolare, si tratta delle province di Rieti, Viterbo, Terni, Perugia, Grosseto, Arezzo, Siena.

Di queste 7 province, solo **3 capoluoghi (Perugia, Siena e Arezzo) quali principali generatori/attrattori di traffico del territorio, sono quasi “immediatamente adiacenti” al tracciato** esistente della DD oltre ad essere anche ben serviti da collegamenti quali la Siena-Bettolle, la (Foligno)-Perugia-Bettolle e l’Autostrada A1.

Il presente Studio vuole **valutare la possibilità di offrire**, in modo paritetico e “**diffondendo**” **ai 3 capoluoghi di Provincia** prima citati – in alternativa alla unica coppia di treni AV Perugia-Torino (via AR-FI-BO-MI) – **un servizio giornaliero di più treni AV diretti sia a Nord sia a Sud (RM e NA) – serviti con “Interscambio stradale” dalla nuova Fermata ME.**

Al fine di poter effettuare una scelta, si è utilizzata la metodologia dell’**Analisi Multicriterio** (o AHP), che consente di assegnare una priorità ad una serie di alternative decisionali.

Si sono – in particolare – selezionate **7 alternative localizzative; 2 sono stazioni “fuori linea DD”** già esistenti sulla linea storica Rm-Fi e **5 sono località “lungo linea DD”** (scelte in base alla loro accessibilità stradale) mentre **6 sono i criteri di valutazione** legati ad **aspetti ferroviari, costi di realizzazione e tempi di accesso.**

In particolare, queste ultime alternative “lungo linea” DD, nel tratto di interesse, vengono “lette” attraverso una prima selezione in base a 2 parametri fondamentali e strettamente ferroviari (lunghezza di un rettilineo di almeno 750 metri e pendenze non superiori al 1,2%).

Sono poi state effettuate una serie di simulazioni per le diverse situazioni e casistiche che potrebbero interessare la nuova fermata ME e l’effetto dell’inserimento dell’orario di fermata; infine sono state individuate le principali caratteristiche funzionali attribuite alla nuova fermata AV prescelta ed i servizi ad essa connessi.

Sulla base di queste scelte e criteri, la soluzione individuata – come migliore compromesso di tutte le esigenze – è quella, realizzata direttamente sulla linea DD, di Bettolle-Creti.

1. SCOPO DELLO STUDIO

1.1. Considerazioni iniziali e modalità di svolgimento

Il presente Studio prende spunto da uno studio di prefattibilità del 2014 (e come tale rimasto) sviluppato da una “Commissione congiunta toscano-umbra” ⁽¹⁾ che si è “soffermata” all’individuazione di alcune localizzazioni di una “Fermata Tosco-Umbra o Medio Etruria” (Fermata ME) senza privilegiare una proposta finale.

Tale Commissione doveva infatti rispondere alle esigenze manifestate, in precedenza dalle Amministrazioni Regionali di Toscana e Umbria ed il loro lavoro si è limitato ad indicare più alternative che possono servire, da una posizione circa baricentrica, il territorio di Arezzo, Siena e Perugia.

La possibile realizzazione di una Fermata ME lungo la Direttissima – sul modello della Mediopadana, entrata in servizio alcuni mesi prima del completamento delle valutazioni della “Commissione congiunta” sopra citata – rappresenta infatti un’importante strategia di sviluppo non solo per il territorio circostante ma anche in un’ottica di una futura estensione della rete AV italiana.

La presente proposta si è maggiormente rafforzata (rispetto alle valutazioni della Studio sopra citato) dai più che lusinghieri risultati ottenuti – in 5 anni (Giugno 2013 - Dicembre 2018 ante cambio orario) – dalla fermata Medio PADANA di Reggio Emilia (lungo la linea AV Milano-Bologna), dove ad oggi, fermano 59 treni/giorno.

A partire quindi da prime valutazioni territoriali sopra delineate, il presente Studio non solo approfondisce e completa tutti gli aspetti territoriali e trasportistici potenzialmente idonei ma definisce e valuta gli aspetti principali “ferroviari”,

Questi ultimi, come vedremo, sono assolutamente un “vincolo prioritario” per il posizionamento di una “Fermata ME” sia direttamente lungo la linea DD Rm-Fi sia, in alternativa, attraverso il potenziamento di stazioni esistenti (lungo la parallela linea storica Rm-Fi) attraverso l’uso di interconnessioni.

A questi aspetti ferroviari vanno aggiunti anche gli aspetti di potenziamento della rete stradale, circoscrivendo alla “fermata AV”, che concorrono e favoriscono l’alimentazione del traffico passeggeri stradale destinato all’intermodalità.

Non va dimenticato che, ferroviariamente parlando per il collegamento “mediano veloce” Nord-Sud rappresentato dalla DD, quest’ultima vede l’esistenza di due “concorrenti ferroviari classici” attrattori – di traffico circoscrivendo (anche se non AV) – da altre provincie limitrofe. Il primo più vicino – ad Ovest – è costituito dal “corridoio tirrenico” (la linea Civitavecchia-Grosseto-Livorno-Pisa con convergenza sulla LAV e DD a Firenze), il secondo più lontano – ad

Est – è costituito dal “corridoio adriatico” (la linea Ancona-Rimini con convergenza su Bologna).

Non va ancora dimenticato il fatto che **è presente (da febbraio 2018 e supportato da un contributo regionale umbro di circa 1,6 milioni euro/anno, essendo il trasporto AV non sovvenzionato) la relazione AV, diretta solo a Nord, tra Perugia e AR per FI/BO/MI/TO (e viceversa):** l’inserimento della linea classica, tra Perugia e la linea DD, avviene tramite l’Interconnessione di Arezzo Nord.

Ancora, tale relazione giornaliera AV (esclusa la domenica) è servita da 1 sola coppia di treni AV ETR 500 (con Partenza da Perugia alle 5.13 / treno FR 9500 e Ritorno alle 22.18 / treno FR 9555): altre combinazioni sono possibili solo con 1 interscambio ferroviario AV (ma a Firenze).

Arezzo è inoltre servita, come traffico AV, da una seconda coppia di treni/giorno sull’itinerario RM - linea DD - IC AR Sud - AR - IC AR Nord - linea DD - FI. Tale coppia di treni tuttavia si ferma a Firenze e Venezia, ed è necessario effettuare un cambio per raggiungere la città di Milano.

Il presente Studio vuole **valutare la possibilità di offrire, in modo paritetico e “diffondendo” ai 3 capoluoghi di Provincia** prima citati – in alternativa alla unica coppia di treni AV Perugia-Torino (via AR-FI-BO-MI) – **un servizio giornaliero (almeno 9 coppie) di più treni AV, serviti con “Interscambio stradale” dalla nuova Fermata ME, diretti sia Nord sia a Sud (RM e NA).**

A fronte ad un “costo di investimento” (una tantum) e di “esercizio” (anche stradale con bus di interscambio in particolari ore della giornata), attribuibile a tale nuova fermata, si vedrebbe:

- la **possibilità di risparmiare il contributo regionale annuale “perenne”** (poiché si sfrutterebbe la “fermata” di treni AV già circolanti sulla DD);
- un **aumento, in maniera molto decisa** (e quindi con maggiore attrattiva), della **“OFFERTA DI TRASPORTO”** di questa “nuova fermata” **sia verso il Nord sia verso il Sud** (oggi non presente) attraverso più treni AV (invece di 1+1 della PG-TO) e stimati in **9+9 treni/giorno.**

Per l’analisi della “DOMANDA DI TRASPORTO” potenziale interessante la nuova Fermata ME, si descrive sia una metodologia da seguire per poter svolgere uno Studio più approfondito (successivo e non trattato in questo lavoro) sia l’utilizzo di un approccio per definire i valori – che caratterizzano il caso della fermata Mediopadana – che sono stati adattati al nostro caso.

Al fine di poter effettuare una scelta, si utilizza la metodologia dell’analisi multicriterio (o AHP), che consente di assegnare una priorità ad una serie di alternative decisionali.

In base alle caratteristiche ferroviarie (rette e pendenze), alle quali deve “rigidamente” sottostare la collocazione di una nuova Stazione (dotata di 2 binari di corsa e 2 di sosta/precedenza e definita anche come Posto di Movimento), si sono:

- **individuate 7 località**

Di esse, selezionate, in prima istanza, in base alla loro accessibilità stradale:

- 2 sono stazioni già esistenti lungo la rete storica (Arezzo e Chiusi - Chianciano Terme)
- 5 sono zone lungo la DD (denominate Rigutino, Bettolle/Creti, Bettolle/Farneta, Bettolle/Salcheto, Chiusi Sud)

e si riferiscono ad un territorio di circa 50 km di estensione che va, all'incirca da Chiusi ad Arezzo ben servito dalla A1 e dai raccordi autostradali (a 2 corsie per senso di marcia) Perugia-Bettolle e Siena-Bettolle;

- **individuati 6 criteri di valutazione**

Attraverso di essi viene "pesata" la validità delle alternative con riguardo a:

- 1) Disponibilità di un rettilineo non inferiore a 750 metri possibilmente su livelletta bassa e poco interessato da attraversamenti trasversali;
- 2) Esistenza di una pendenza della linea non superiore a 1,2 ‰;
- 3) Costo complessivo dell'intervento per fabbricato, parcheggio di interscambio, viabilità di accesso;
- 4) Tempo di viaggio massimo dai bacini potenziali che insistono sulla nuova Fermata ME;
- 5) Minimizzazione del perditempo nell'effettuare la fermata rispetto al passaggio senza fermata;
- 6) Vicinanza di assi viari importanti.

In particolare, in base ai 6 criteri di valutazioni (di cui i primi due sono "vincoli fondamentali" ferroviari) nel tratto di interesse "lungo linea" DD, le 5 alternative sono state passate in rassegna attraverso una prima lettura di tali parametri.

Come sopra accennato, il territorio indagato (lungo la linea DD) è quello che va dal 1° bivio Sud dell'Interconnessione di Chiusi al 1° bivio Nord dell'Interconnessione di Arezzo dato che tale tratto ingloba anche le due soluzioni "fuori linea" DD.

Sulle possibili combinazioni, vengono effettuate una serie di simulazioni per le diverse situazioni e casistiche che potrebbero interessare la nuova fermata ME con il successivo inserimento (senza modifiche che spettano al gestore della linea) dell'orario di fermata all'interno dell'orario attualmente in vigore sulla rete di RFI.

Una volta effettuata la scelta, vengono individuate le principali caratteristiche funzionali attribuite alla nuova fermata AV e i servizi ad essa connessi.

1.2. Inquadramento del territorio

L'area interessata dalle valutazioni riguarda il territorio della Valdichiana, localizzato al confine sud-est tra Toscana e Umbria, ovvero tra le città di Arezzo e di Chiusi (vedi Fig. 1.2.A) per un'estesa di circa 50 km.

Il territorio della Val di Chiana è caratterizzato da un'importante valenza paesaggistica e naturalistica.

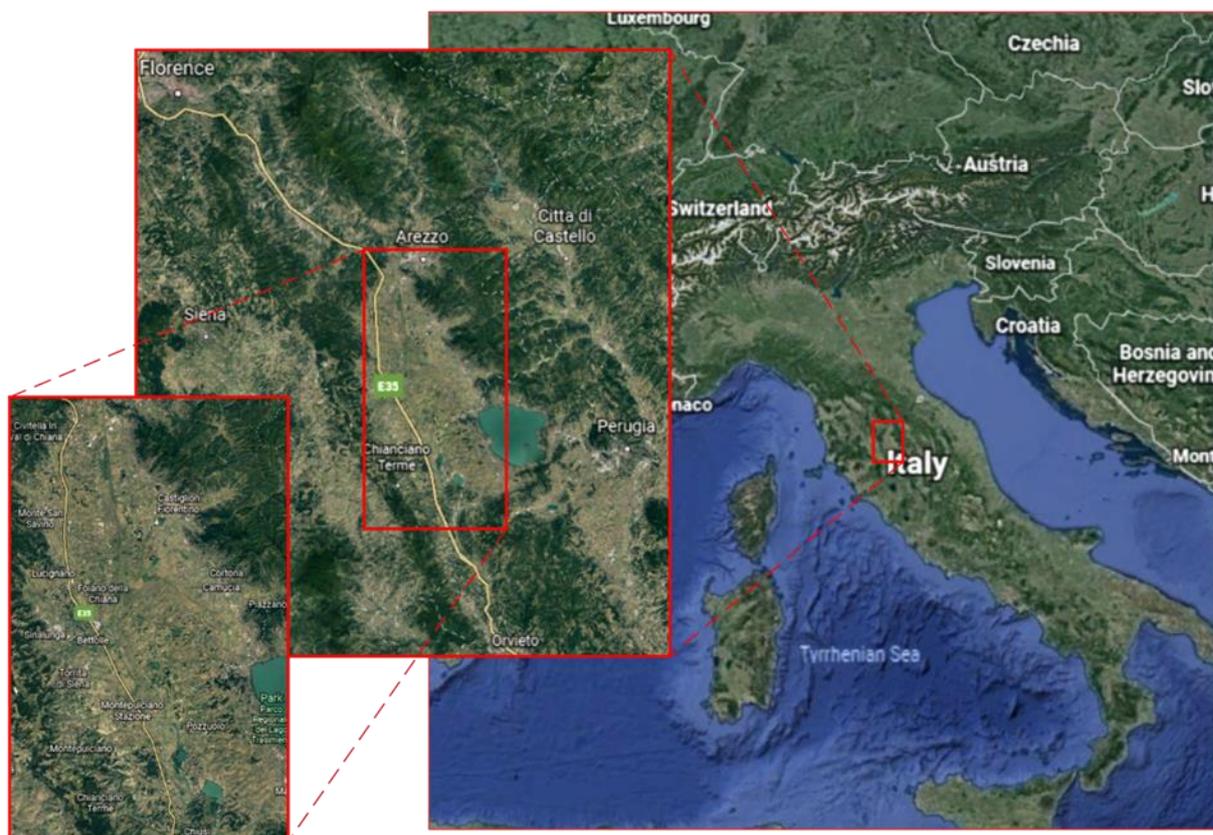


Fig. 1.2.A. Inquadramento del territorio.

Fonte: Google maps.

Il territorio della Val di Chiana è stato caratterizzato dalla bonifica leopoldina: infatti a partire dalla seconda metà del '700, grazie all'intervento di Pietro Leopoldo, fu possibile bonificare il vasto territorio oramai prosciugato a seguito della realizzazione della Chiusa dei Monaci.

La Val di Chiana è circondata, ad Ovest, da un ambiente collinare con vigneti e oliveti e, all'estremo sud, dalla catena Rapolano-Monte Cetone, caratterizzata dalla predominanza del manto forestale.

Ad Est sono presenti ripidi rilievi montani dell'Alpe di Poti, con un breve tratto di collina dove prevalgono oliveti, con sistemazioni a traverso, di grande importanza paesaggistica e scenica. A nord, la piana di Arezzo è collegata alla Val di Chiana dal sistema insediativo e dalla rete idraulica centrata sull'asse del Canale Maestro.⁽²⁾

Al denso reticolo idrografico della Val di Chiana è associata la presenza di numerose aree umide, naturali e artificiali, alcune delle quali interesse di conservazione e paesaggistico. Il sistema insediativo è organizzato attorno ad una rete radio centrica, che fa capo ad Arezzo, mentre lungo la Val di Chiana è strutturato su tre direttrici in direzione Nord-Sud: due pedecollinari, favorevoli ad insediamenti e all'agricoltura ed una di fondovalle parallela al Canale Maestro (vedi Fig. 1.2.B).

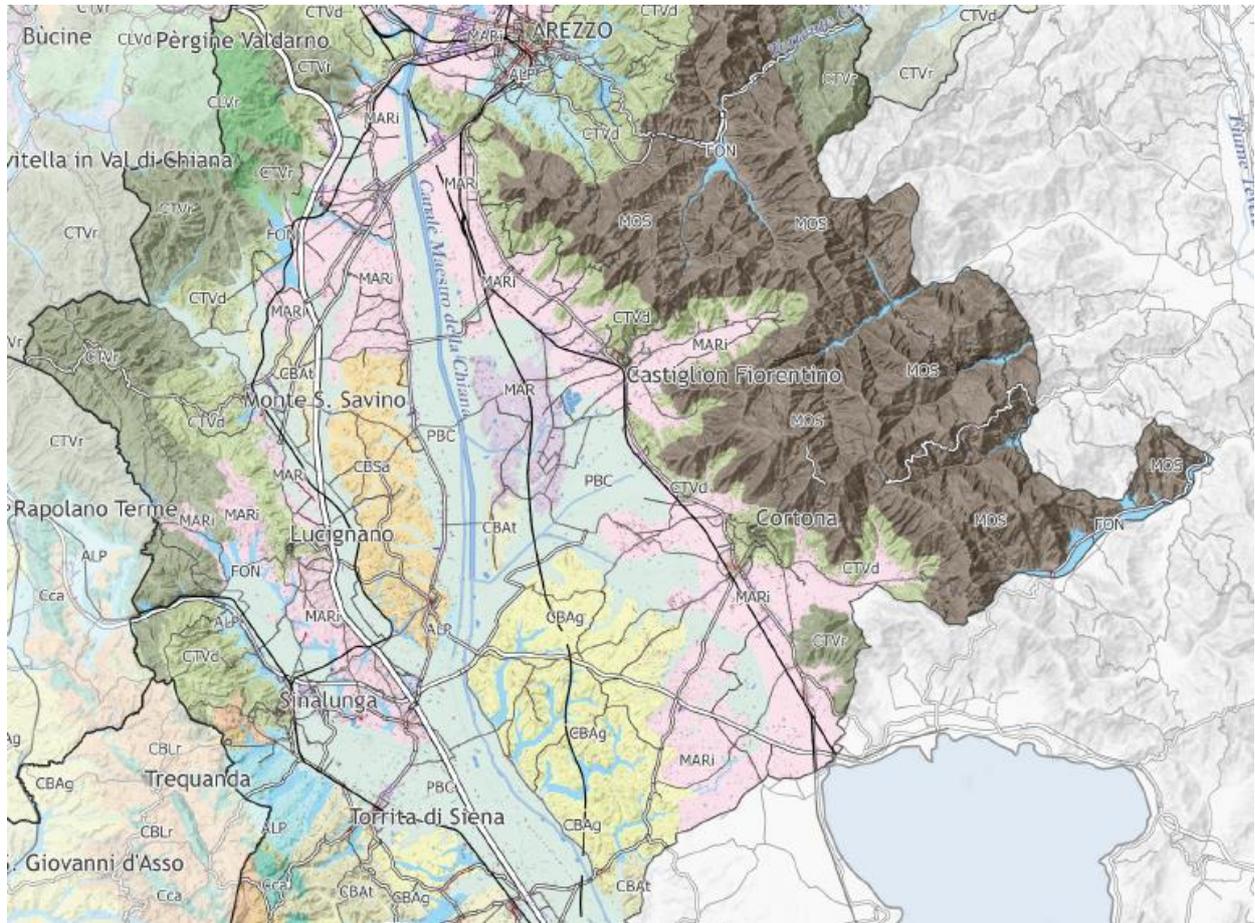


Fig. 1.2.B. Morfologia della Val di Chiana – Scala 1:50000.

Fonte: PIT Regione Toscana – scheda 15.

La catena montuosa, ad Est, è caratterizzata da un insieme di colline con la sola montagna di natura calcarea del Monte Cetone.

La catena diventa più compatta soltanto andando verso Nord.

Il territorio della Val di Chiana fa parte di un allineamento di depressioni tettoniche, a seguito dell'accumulo di sedimenti.

In particolare, nella zona di Farneta (frazione di Cortona) sono presenti argille.⁽³⁾

Si nota inoltre che la Direttissima transita in aree interessate da minori criticità, relative al rischio di deflussi inquinanti verso le aree umide, eccetto la zona di Farneta che presenta un rischio di erosione del suolo (vedi Fig. 1.2.C).

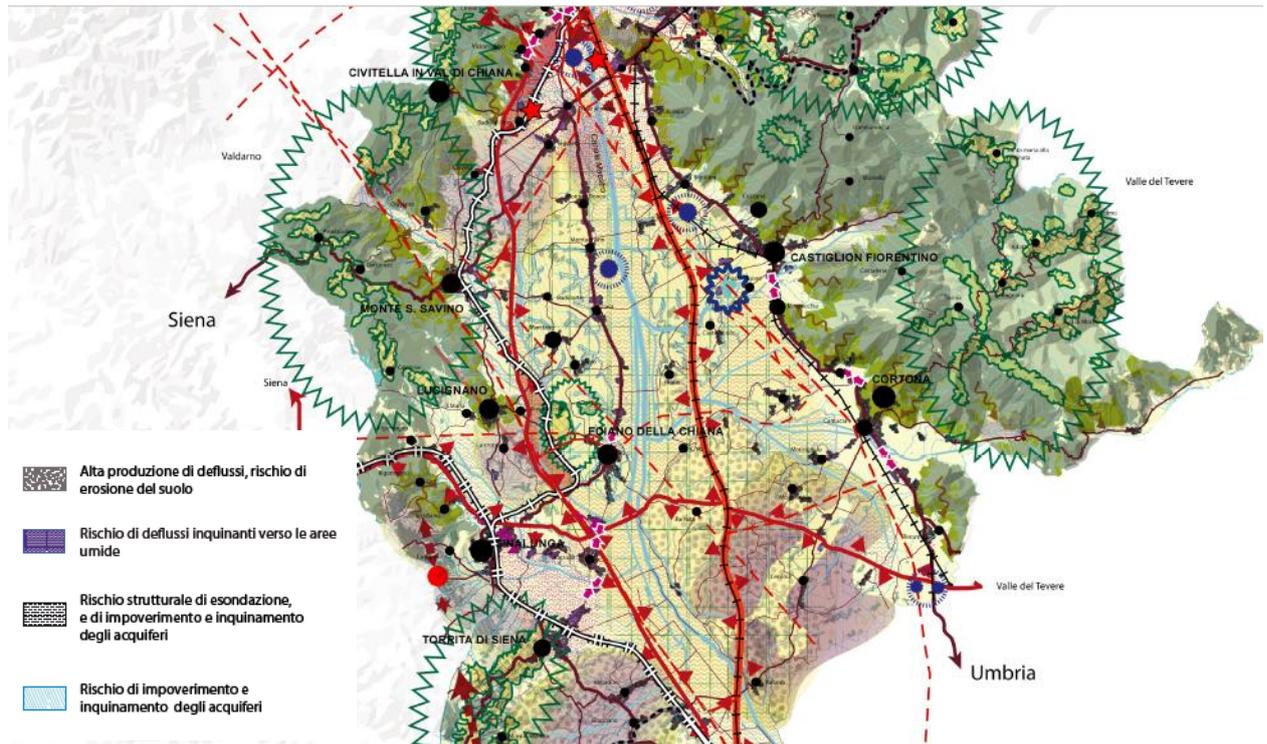


Fig. 1.2.C. Criticità della Val di Chiana.

Fonte: PIT Regione Toscana – scheda 15.

1.3. Distribuzione della popolazione

Ad oggi, le maggiori criticità sono diffuse nel fondovalle, in particolare tra la piana di Arezzo e l'area ad est della Val di Chiana, interessate da fenomeni di espansione urbana sia di tipo residenziale sia produttivo, con un'estensione lungo le principali arterie stradali.

In particolare, la strada regionale 71 (o SR 71) – che unisce Cortona con Castiglion Fiorentino – mostra un'edificazione quasi interrotta ai suoi lati.

In aggiunta, si nota come la presenza di grandi arterie infrastrutturali, sia su rilevato che su viadotto, costituiscano un fattore di frammentazione del paesaggio agrario, interessato dalle opere di bonifica per la realizzazione di colture varie (vedi Fig. 1.3.A).

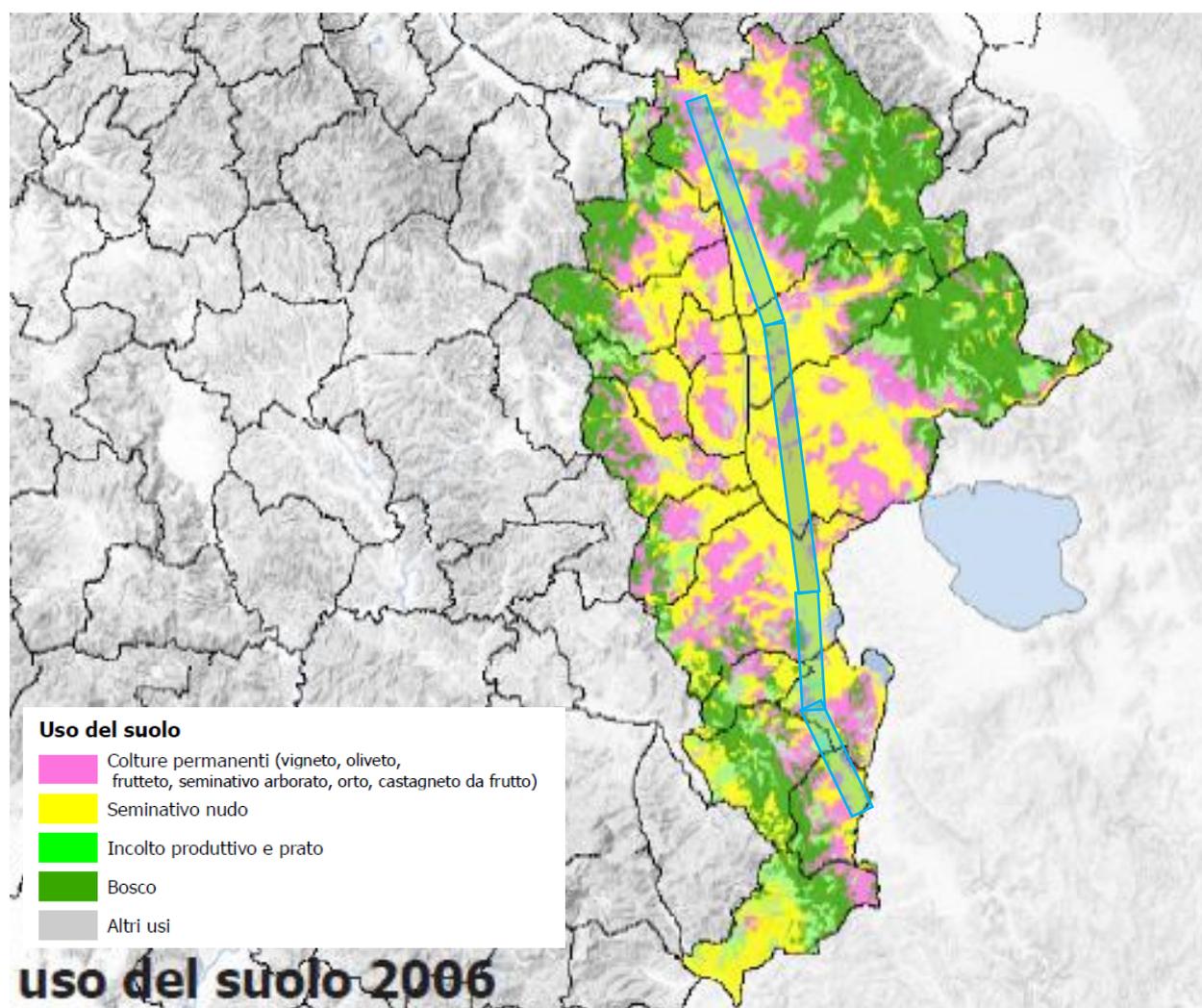


Fig. 1.3.A. Uso del suolo nella Val di Chiana.

Fonte: PIT Regione Toscana – scheda 15. In azzurro è evidenziata l'area in cui si sviluppa l'asse della linea Direttissima

È possibile osservare come il territorio sia in prevalenza coltivato mentre attorno all'asse della Direttissima non sono presenti colture permanenti ma bensì, prevalentemente, terreni destinati alla semina di cereali ed ortaggi.

Dal punto di vista dei beni paesaggistici del territorio, questi risultano essere distribuiti nelle zone densamente abitate o comunque al di fuori delle eventuali aree interessate dalla possibile localizzazione della Fermata come meglio evidenziato nella **Fig. 1.3.B.**

In **Allegato A.1.** è rappresentata la cartina della Val di Chiana in scala 1:50.000.

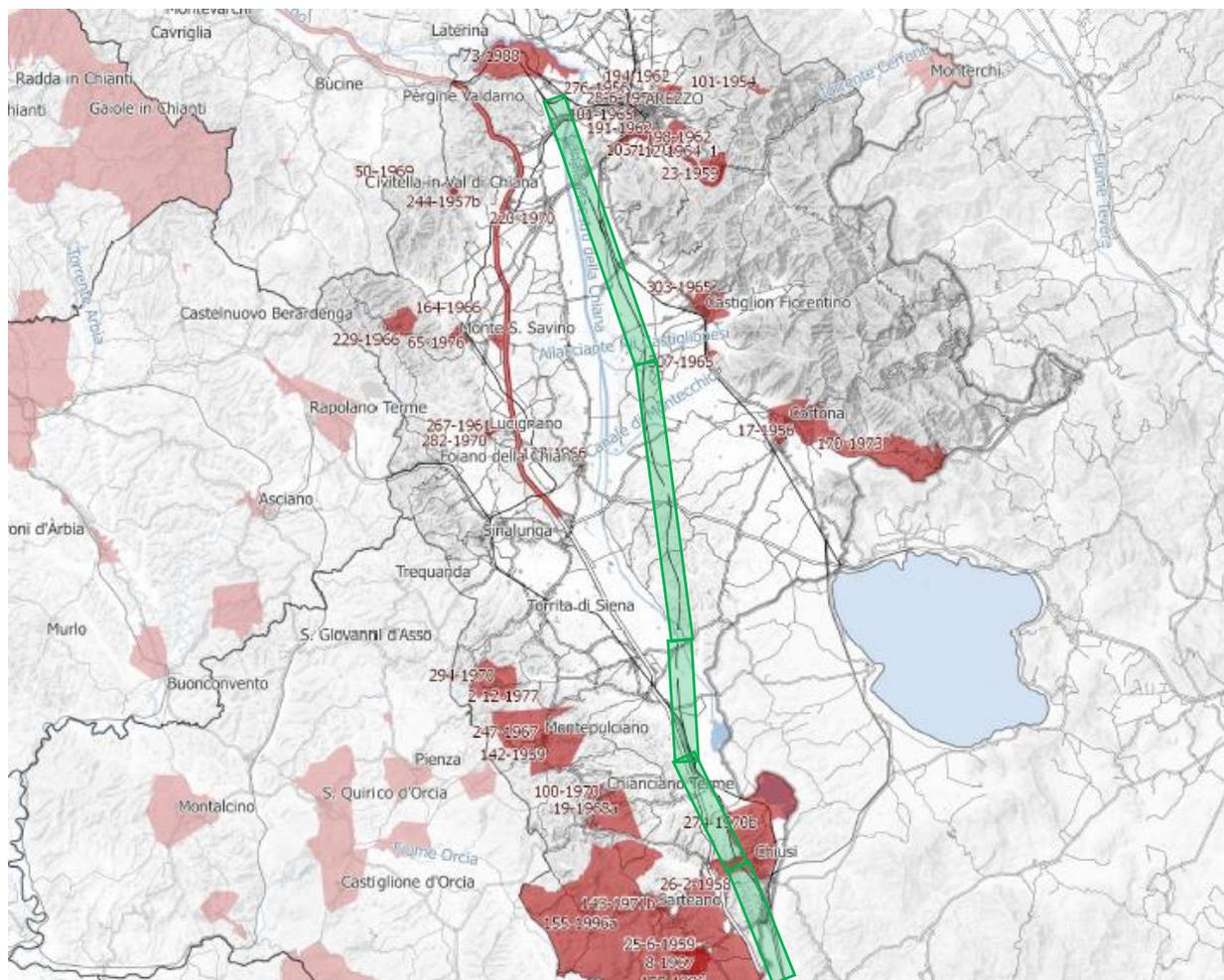


Fig. 1.3.B. Distribuzione beni paesaggistici della Val di Chiana.

Fonte: PIT Regione Toscana – scheda 15. – In verde è evidenziata la linea Direttissima.

L'asse della Direttissima (evidenziato in verde nella figura sovrastante) corre nella parte centrale del fondovalle e non risulta interessato da beni paesaggistici.

Ne consegue che la possibile localizzazione della fermata, anche direttamente in linea, non andrebbe ad interessare tali aree.

Anche il territorio di Chiusi - Chianciano Terme, quale eventuale localizzazione, sarebbe al di fuori dell'area segnalata come pure non sussistono problemi, ovviamente, per l'utilizzo della stazione di Arezzo.

1.4. Le province attraversate o lambite dalla linea DD Roma-Firenze

Nella sua estensione tra Roma Termini e Firenze S. Maria Novella, la DD – oltre ad interessare parzialmente i territori delle province delle due stazioni limite di tratta – attraversa direttamente o lambisce quelli facenti capo alle province di Rieti, Viterbo, Terni, Perugia, Arezzo, Siena come meglio evidenziato nelle Fig. 1.4.A.



Fig. 1.4.A. Panoramica delle province attraversate dalla linea Direttissima.

Nelle Fig. 1.4.B, 1.4.C e 1.4.D delle pagine seguenti, sono specificamente evidenziate le reti ferroviarie rispettivamente delle regioni Toscana, Umbria e Lazio.

Sempre su tali cartine, viene anche riportata la configurazione delle Interconnessioni – tra linea DD e linea storica Rm-Fi – che concorreranno alla definizione delle alternative (fuori linea DD o in linea DD) prese in considerazione.



Fig. 1.4.B. Carta ferroviaria della Regione Toscana.

Fonte: <http://www.rfi.it/cms-file/immagini/rfi/Toscana.jpg>

DISTANZA TRA PUNTE DEVIATOI IC DI AREZZO SUD E IC DI AREZZO NORD:

- Via DD: **km 10,51**
- Via IC AR Sud – AR – IC AR Nord: **km 17,20**

DISTANZA TRA PUNTE DEVIATOI IC DI CHIUSI E IC CHIUSI NORD:

- Via DD: **km 19,88**
- Via IC Chiusi Sud – Chiusi – IC Chiusi Nord: **km 21,62**

Di fatto, il territorio potenzialmente interessato dalle varie soluzioni si estende su circa una cinquantina di chilometri ed interessa, per quasi la sua totalità, il territorio toscano.

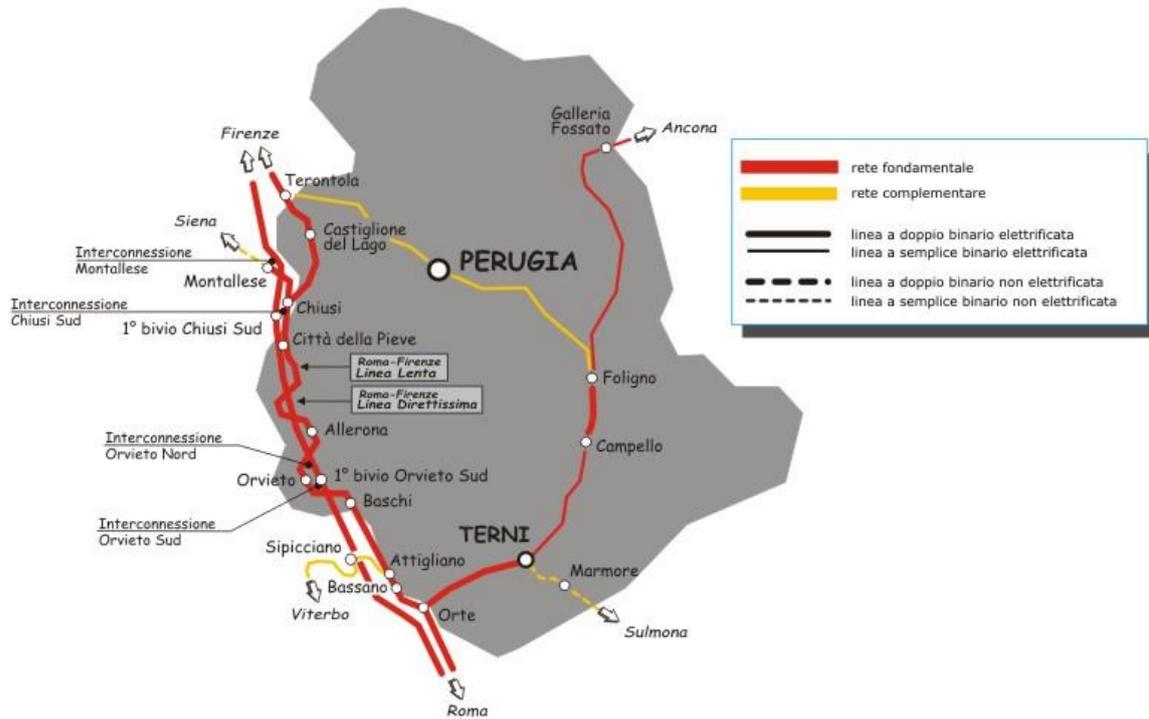


Fig. 1.4.C. Carta ferroviaria della Regione Umbria.
 Fonte: ww.rfi.it/cms-file/immagini/rfi/Umbria.jpg

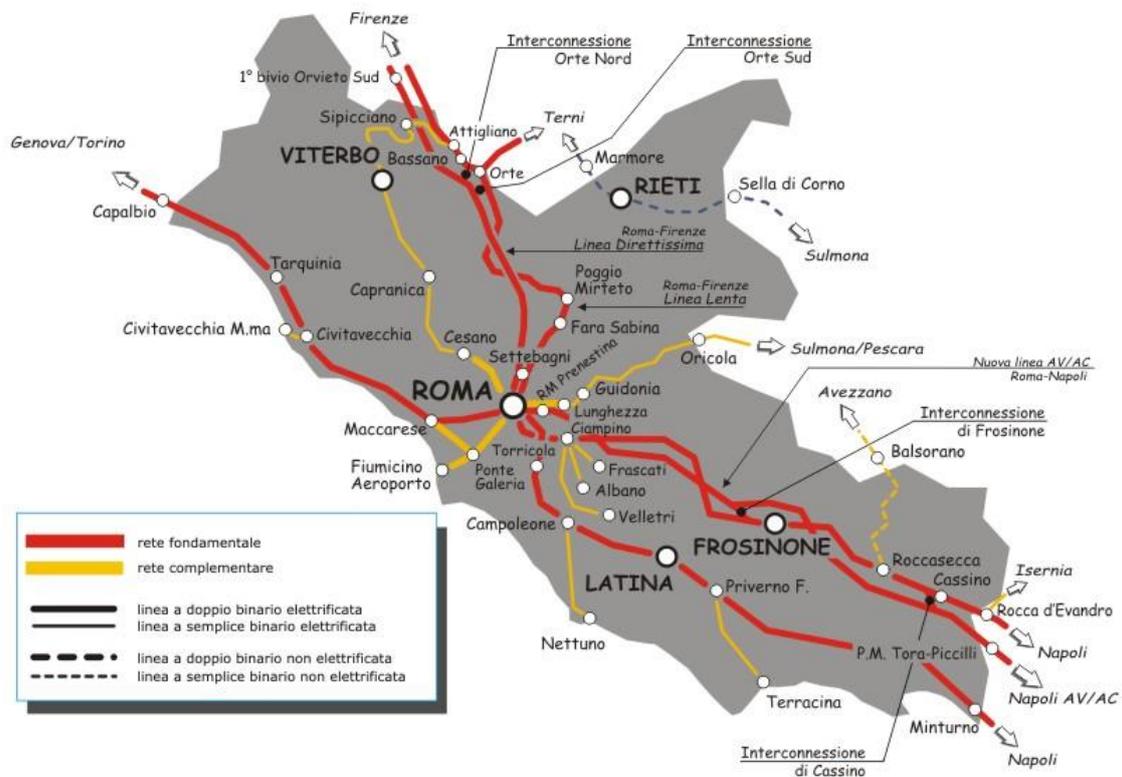


Fig. 1.4.D. Carta ferroviaria della Regione Lazio.
 Fonte: ww.rfi.it/cms-file/immagini/rfi/Lazio.jpg

Iniziando da Sud ed analizzando i capoluoghi di Provincia:

- Rieti è poco servita, da collegamenti stradali scorrevoli sia verso la A1 sia verso Roma;
- Viterbo pur essendo servita da collegamenti stradali scorrevoli verso la A1 vede interrotti i collegamenti ferroviari tra Viterbo ed Attigliano (Linea Storica Rm-Fi).

Inoltre, Rieti e Viterbo, come latitudine, sono troppo vicine a Roma ed una fermata, peraltro prossima alla capitale, taglierebbe completamente fuori i capoluoghi umbri e toscani.

- Terni è molto lontana dalla direttrice DD in termini ferroviari (bisogna scendere a Orte, riproponendo la problematica di Rieti e Viterbo, o salire a Perugia);
- Pisa, Grosseto e Livorno sono già servite direttamente dalla “direttrice tirrenica” che peraltro, da Pisa (via Empoli), converge già su Firenze.

Delle 7 provincie elencate precedentemente, possiamo considerare quindi come **“immediatamente adiacenti”** alla DD – da Nord a Sud – **solo i capoluoghi di Arezzo, Siena e Perugia** (di cui gli ultimi due quasi simmetrici sia rispetto alla DD sia alla A1) **quali principali generatori/attrattori di traffico.**

Soffermandoci ancora su questi **tre ultimi capoluoghi**, essi sono **ben serviti da collegamenti viari** come si vede nella Fig. 1.4.E.

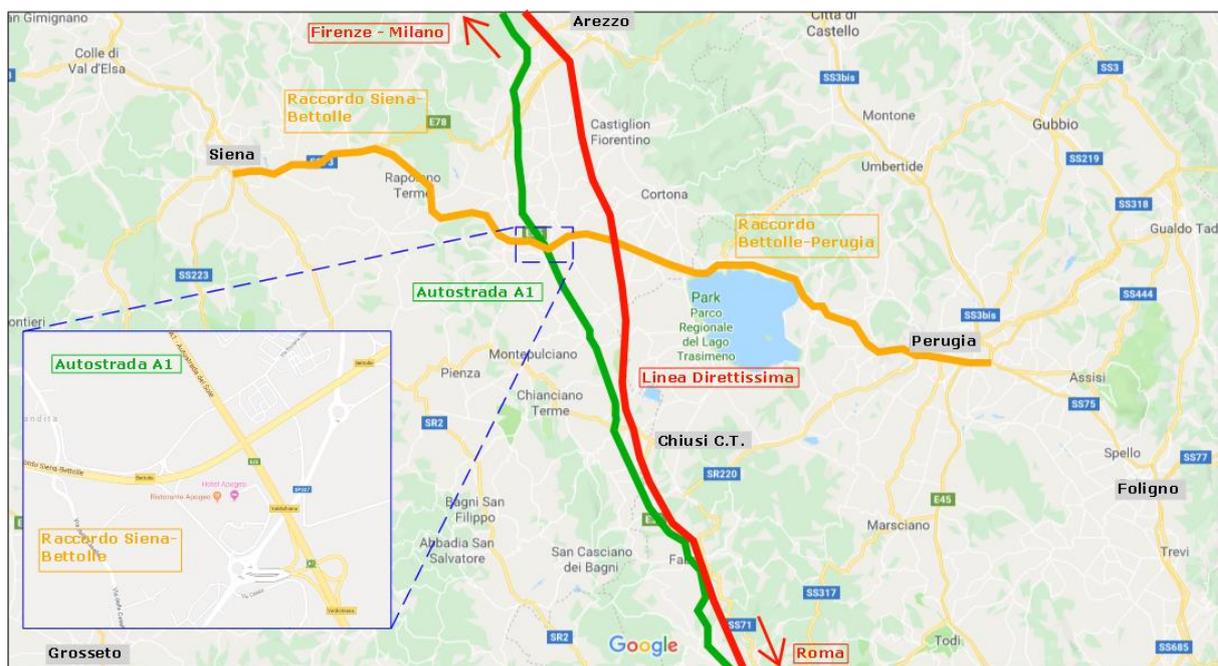


Fig. 1.4.E. Rete stradale principale della Val di Chiana.

2. Circolazione dei treni sulla linea AV Firenze – Roma

2.1. Premessa

L'Alta Velocità/Alta Capacità riveste un'importanza strategica nei piani di sviluppo della ferrovia sia in Italia che nel mondo.

Per linee ad "alta velocità" è ormai termine accettato ovunque quello relativo a linee che consentono, per treni passeggeri in servizio commerciale, non meno di 250 km/h. Tale valore è reso possibile anche dal 3 kV c.c. e dal segnalamento BACC a 9 codici (propri del sistema ferroviario italiano prima dell'introduzione del Progetto Rete AV da 300 km/h).

Da ricordare che, **prima nel mondo** ad attivare tale servizio su **scartamento standard** di 1435 mm, è **stata l'Italia** con le tratte:

- Roma - Città della Pieve di 138 km (TE 3 kV c.c. e BACC a 9 codici), inaugurata il 24/2/1977;
- Galleria del S. Donato (da km 240+767 a km 251+721; lunghezza m 10.954 m), inaugurata nel 1983;
- Città della Pieve – Arezzo, inaugurata nel 1985;
- Firenze Rovezzano – Valdarno (che comprende la Galleria del S. Donato del 1983), inaugurata il 30 maggio 1986;
- Arezzo – Valdarno (completamento dell'Itinerario Roma-Firenze di circa 253 km), inaugurata il 26 maggio 1992.

*Italia, prima nel mondo perché nel 1964 (13 anni prima) era stata sì inaugurata la linea **Shinkansen Tokio-Osaka** – di 510 km circa di lunghezza e realizzata tra il 1959 ed il 1964 – ma con **velocità massima**, in servizio commerciale su **scartamento standard**, di **210 km/h** (si ricorda che la rete giapponese non AV ha uno scartamento di 1067 mm).*

Su quest'ultimo scartamento "stretto o quasi metrico", il record di velocità – in servizio commerciale – è pari a 220 km/h, ottenuto dal Blue Train Sudafrica.

Il record di velocità, raggiunto da un locomotore prototipo, è pari a 245 km/h (152mph), raggiunti (1978) sempre in Sudafrica.

Purtroppo, appena dopo l'inaugurazione del 1977, sono mancati i fondi e ciò ha portato al completamento della DD solo 15 anni dopo ovvero nel 1992.

Solo per memoria, il tratto della LAV Milano Bologna (con tre interconnessioni attive su 8) è stato realizzato in 8 anni (agosto 2000, dicembre 2008).

Il tratto tra Chiusi-Chianciano Terme e Firenze Rovezzano consentirebbe, geometricamente parlando, velocità sino a 300 km/h ma attualmente (novembre 2018) non è possibile sia per problemi di captazione (sotto TE a 3 kV c.c.) sia per insufficienza del segnalamento (BACC a 9 codici).

In particolare, ai suoi tempi (1986), l'insufficienza a garantire i 300 km/h con il BACC a 9 codici, ha spinto l'Italia a studiare e realizzare, prima nel mondo (con la LAV Roma-Napoli) il sistema di segnalamento europeo, via radio, denominato ERTMS 2.

L'asse ferroviario Roma - Firenze – servito sia dalla linea storica sia dalla linea Direttissima (o DD) – vede oggi (novembre 2018) quest'ultima utilizzata quasi al limite.

Essa consente infatti, in alcune ore giornaliere di punta, la circolazione sino a 12 treni/h/direzione pari (pari ad un distanziamento di soli 5' / 6') che rappresenta il massimo della sua capacità mentre il traffico complessivo è di 117+119 treni/giorno.

La linea, sulla quale focalizziamo la nostra attenzione, è quindi la DD, un'importante asse che permette la messa in comunicazione veloce (1,5 h circa contro le 3,5h circa della linea storica) delle città di Firenze e Roma oltre che rientrare nei corridoi principali europei che formano la rete TEN - T.

La creazione e lo sviluppo quest'ultima rete infatti, mira all'interconnessione delle reti infrastrutturali nazionali assicurandone l'interoperabilità con interventi basati sulla definizione di "procedure" comuni per la rimozione di barriere tecniche.

Spesso un intervento, per linee ad AV, è affiancato da altri importanti interventi di natura trasportistica e di riqualificazione delle aree attraversate, mediante la realizzazione di nuove stazioni, servizi ferroviari metropolitani e di itinerari dedicati alle merci e ai passeggeri.

In **Allegato A.2.** si sintetizzano le caratteristiche di alcune reti AV (Italia, Giappone, Francia, Spagna, Germania).

2.2. La tratta AV Firenze – Roma

La progettazione della Direttissima Firenze – Roma (entrata in funzione nel 1977 – e completata nel 1992), che risale al secondo dopoguerra, è stata finalizzata al superamento del vecchio percorso che era caratterizzato da diverse tratte molto tortuose e aventi differenti esigenze di collegamento (V_{max} 150 / 160 km/h; grado di tortuosità sotto il 70%). ⁽⁴⁾

Ci si orientò verso l'esempio giapponese della nuova linea (ad alta velocità) Tokyo – Osaka, sulla quale erano già in funzione, dal 1964, treni che raggiungevano i 210 km/h.

Tuttavia, il progetto originario subì diverse modifiche finché si pensò ad un quadruplicamento interconnesso della linea esistente che consentiva di svolgere sia un servizio con treni veloci, sia con treni lenti.

Tale linea fu detta Direttissima, appunto perché senza stazioni (ad eccezione dei posti di Movimento di Orte e di Arezzo) e in tal modo si poterono raggiungere, mantenendole normalmente, velocità – in servizio commerciale – sino a 250 km/h.

Ad esempio, come riferimento di una linea quasi coeva la Parigi-Lille (420 km di estensione, 270 km/h) fu inaugurata – nella sua interezza – nel 1981 e realizzata in circa 5 anni.

Tornando alla nostra linea DD, essa è di competenza di 2 Direzioni Tecniche di Produzione (Roma e Firenze) ed è gestita – insieme alla tratta AV tra Milano (Melegnano) e Firenze – dal PCS di Bologna.

Fin dalla sua concezione, la nuova linea Direttissima voleva servire sia gli estremi, Firenze e Roma, sia il territorio tra essi compreso.

Infatti, grazie alle numerose interconnessioni con il vecchio tracciato, i paesi dell'area interessata videro un miglioramento del servizio ferroviario grazie alle fermate di treni rapidi.

Nel corso degli anni, l'ampliamento della rete ad alta velocità in Italia e la creazione di nuovi tratti che permettessero di raggiungere i 300 km/h, ha fatto variare le esigenze di mobilità. Infatti, si iniziarono a prediligere le distanze medio lunghe che permettessero di collegare nel minor tempo possibile le aree metropolitane principali.

Per cui la linea Direttissima è risultata come parte fondamentale ed integrante di un vasto sistema ferroviario ad alta velocità.

Tale nuova concezione ha tuttavia determinato la perdita della sua funzione iniziale, ovvero come ferrovia concepita per il territorio e quindi le fermate, fuori linea, persero consistenza.

La realizzazione di una fermata intermedia, come nel caso di Vendôme-Villiers-Sur-Loir in Francia (sulla LAV Parigi-Lille) e la fermata Mediopadana di Reggio Emilia (sulla LAV Milano-Bologna), hanno permesso di far riemergere nuovamente l'esigenza di collegamento anche per i territori intermedi.

Grazie alla presenza di queste realtà ben consolidate, si è potuto constatare come la realizzazione di una fermata lungo linea non comporti un deterioramento del servizio ad alta velocità nel suo complesso, bensì lo influenzi positivamente accrescendo la mobilità per territori intermedi e aumentando il flusso di utenti che giornalmente lo utilizzano.

Nell' **Allegato A.7** sono riportati i profili plano-altimetrici della DD relativi alla tratta che va dalla IC di Chiusi (1° Bivio Sud) alla IC di Arezzo (1° Bivio Nord) e che "delimitano" la zona geografica presa in considerazione per l'insediamento delle 2 + 5 soluzioni ipotizzate (distribuite su circa una cinquantina di chilometri).

I dettagli delle singole tratte interessate da ciascuna soluzione saranno poi riportati nel Capitolo 5, paragrafo 5.3.

2.3. Il servizio Perugia – Arezzo (su L.S.) e verso Firenze (su DD)

Attualmente le città di Perugia e di Arezzo non sono servite direttamente dalla linea AV bensì ricevono nelle stazioni della linea lenta alcuni treni che successivamente si immettono nella linea AV.

In particolare, per Perugia è presente una coppia di treni al giorno, mentre per Arezzo sono presenti due coppie di treni, oltre a quella da/per Perugia.

Il collegamento dalla città di Perugia (verso Fi, Bo, Mi, To) è stato attivato a partire dal Febbraio 2018, in una prima fase sperimentale che si conclude a Dicembre 2018.

Il servizio ha riscontrato un notevole successo tra la popolazione della provincia. Tuttavia, a fronte di questo è necessario individuare anche una serie di aspetti che riducono, secondo questo Studio, la potenzialità del servizio stesso.

In primo luogo – per Perugia – l’orario eccessivamente sfavorevole e limitante sia per la partenza mattinata (ore 5:13) sia per l’orario di rientro serale (ore 22.18).

A questo si aggiunge ancora che la mancanza di un numero adeguato di viaggiatori, implica la partecipazione finanziaria della Regione Umbria per poter garantire tale corsa giornaliera “unica e speciale”.

Infatti, la regione Umbria – per poter garantire tale servizio – è chiamata a versare a Trenitalia un contributo di circa 1,6 milioni di euro l’anno.⁽⁵⁾

A tutto questo si aggiunga ancora il tempo necessario al treno AV per percorrere gli 84,56 km della linea storica Perugia-Arezzo prima di potersi finalmente immettere sulla linea Direttissima.

Tale immissione avviene tramite il 2° Bivio Arezzo Nord (linea storica Rm-Fi), l’interconnessione di Arezzo Nord ed il 1° Bivio Arezzo Nord (DD): ciò ovviamente anche per il percorso al contrario.

Attualmente il quadro dell’offerta ferroviaria per i tre capoluoghi di provincia interessati cioè Perugia, Arezzo e Siena per poter raggiungere le città di Milano e di Roma, è caratterizzato da diverse soluzioni di viaggio.

Nella **Tabella 2.3.A**, di pagina seguente, sono state raggruppate tutte quelle soluzioni aventi una durata minima tra quelle attualmente disponibili.

In tale tabella non sono infatti presenti tutte le altre aventi una durata nettamente superiore. A fronte di una durata del viaggio piuttosto omogenea, sono offerte poche corse dirette e spesso in fasce orario molto limitate e pertanto non sono state ritenute idonee a servire una potenziale maggiore domanda di viaggiatori con un servizio di qualità quale quello offerto da collegamenti AV.

Origine	Destinazione	cambi		durata	n° treni	giorni
Perugia	Milano	frecciarossa	diretto	3h17m	1	6
		intercity + frecciarossa	1	3h47m	1	7
		intercity + frecciarossa	1	4h05m	2	7
Milano	Perugia	frecciarossa	diretto	3h33m	1	6
		frecciarossa + intercity	1	4h04m	++	7
Perugia	Roma	intercity	diretto	2h18m	1	6
		regionale + frecciabianca	1	2h18m	1	6
		regionale veloce	diretto	2h40m	++	7
Roma	Perugia	intercity	diretto	2h15m	1	6
		regionale veloce + regionale	1	2h50m	++	7
Arezzo	Milano	frecciarossa	diretto	2h26m	1	6
		frecciarossa + frecciarossa	1	2h43m	1	7
Milano	Arezzo	frecciarossa	diretto	2h23m	2	6
		frecciarossa	diretto	2h30m	1	6
		frecciarossa + regionale	1	3h00m	1	7
Arezzo	Roma	frecciarossa	diretto	1h10m	2	7
		intercity	diretto	1h55m	1	6
		regionale / intercity	diretto	2h40m	++	7
Roma	Arezzo	frecciarossa	diretto	1h10m	2	6
		intercity	diretto	2h13m	++	7
Siena	Milano	freccialink + frecciarossa	1	3h20m	1	7
		regionale + frecciarossa	1	4h25m	++	7
Milano	Siena	frecciarossa + freccialink	1	3h17m	1	7
		frecciarossa + regionale	1	3h20m	++	7
Siena	Roma	freccialink + frecciarossa	1	3h20m	1	7
		autobus + regionale	1	2h45m	1	6
		regionale + frecciarossa	1	3h25m	++	7
Roma	Siena	frecciarossa + freccialink	1	3h08m	1	7
		regionale + regionale	1	3h00m	++	7
		frecciarossa + regionale	1	3h15m	++	7

Tab. 2.3.A. Quadro dell'offerta ferroviaria giornaliera feriale per i tre capoluoghi di provincia verso Milano e Roma (a/r).

(++) indica la presenza di più corse per una data direzione.

Al fine di valutare meglio questi primi dati di viaggio relativi alle varie soluzioni attualmente proposte nel territorio della Val di Chiana, si è preferito procedere con un'ulteriore prima ed originale trattazione "sintetica" al fine di meglio comprendere le reali esigenze di mobilità.

- a) A partire dalla definizione di un sistema di riferimento cartesiano a tre assi X,Y,Z, si è assegnato a ciascuno di essi un'unità di misura:
- Asse X – distanza, tra “*polo origine*” e “*polo destinazione*”, espressa in chilometri;
 - Asse Y – “*tempo viaggio*” impiegato per un dato collegamento O/D, espresso in minuti;
 - Asse Z – costo del biglietto per un dato collegamento espresso in euro;

Sono quindi tutti valori noti.

b) Successivamente si è ricercato:

- il *vettore minimo*
- il *vettore medio*

della “disutilità” dell’utente intesa come la “somma vettoriale” delle componenti “*spesa del viaggio*”, contestuale “*tempo impiegato per il viaggio*” (o *tempo viaggio*) a fronte di una “*distanza tra poli O/D*” interessati dal viaggio.

In particolare, per i vettori:

- Il *vettore minimo* rappresenta la “disutilità minima” dell’utente ovvero quella di poter effettuare lo spostamento più rapido (in termini di tempo di viaggio) a fronte di una certa spesa per percorrere quella determinata distanza;
- Il *vettore medio* rappresenta la “disutilità media” dell’utente ovvero quella di poter effettuare lo spostamento (in termini di tempo di viaggio) valutato come la media del tempo impiegato da “N treni” che sono disponibili per ognuna delle 3 Origini (AR, PG, Si) verso ognuna delle 2 Destinazioni (RM, MI).

Ancora, il *tempo viaggio* per uno stesso spostamento, varia in base alla soluzione di viaggio scelta.

Più in dettaglio possiamo definire:

- Il *tempo viaggio minimo* è caratterizzato da uno spostamento diretto – verso Milano e verso Roma, eccetto il caso in cui non sia disponibile (come per i collegamenti dalla città di Siena).
- Il *tempo viaggio medio* è individuato considerando la somma del tempo di viaggio di N treni (sempre verso Milano e verso Roma), con una durata superiore a quella minima, divisa per il numero totale di treni individuati (con al massimo 1 cambio intermedio: esempio Arezzo-Firenze e Firenze-Milano o Siena-Firenze e Firenze-Milano).

Alcune di queste soluzioni sono dirette (ma con durata superiore alla minima), altre presentano 1 cambio.

Sono state invece escluse tutte le soluzioni di viaggio che prevedano 2 o più cambi (vista la durata eccessiva rispetto al *tempo viaggio minimo*).

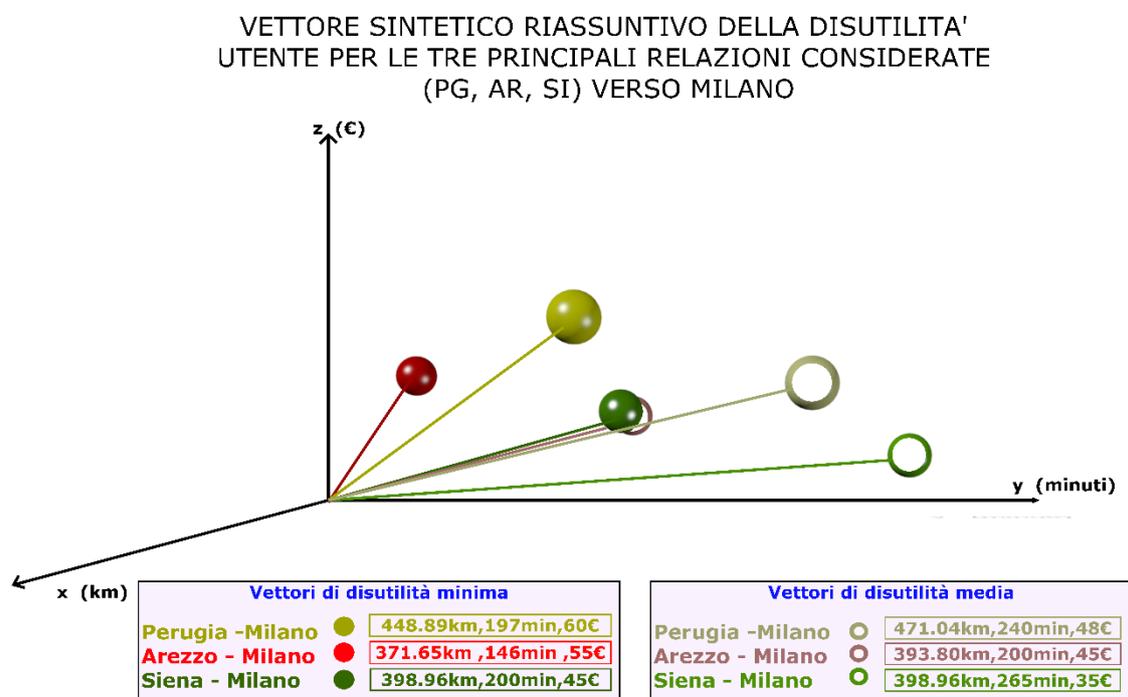
Associando quindi a X, Y, Z le tre componenti – attraverso i passi a) e b) – ogni soluzione analizzata, è rappresentata nel piano cartesiano da un punto avente una distanza nota dall’origine degli assi, valutata con la relazione $d = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$.

Per cui si è trovato per ciascuno spostamento in esame, la disutilità associata attraverso il *vettore minimo* ed il *vettore medio* della *disutilità utente*.

Gli spostamenti analizzati sono stati rappresentati e suddivisi in 4 grafici:

- Origine da Arezzo, Perugia e Siena verso la destinazione di Milano
- Origine da Arezzo, Perugia e Siena verso la destinazione di Roma
- Origine da Milano verso le destinazioni di Arezzo, Perugia e Siena
- Origine da Roma verso le destinazioni di Arezzo, Perugia e Siena.

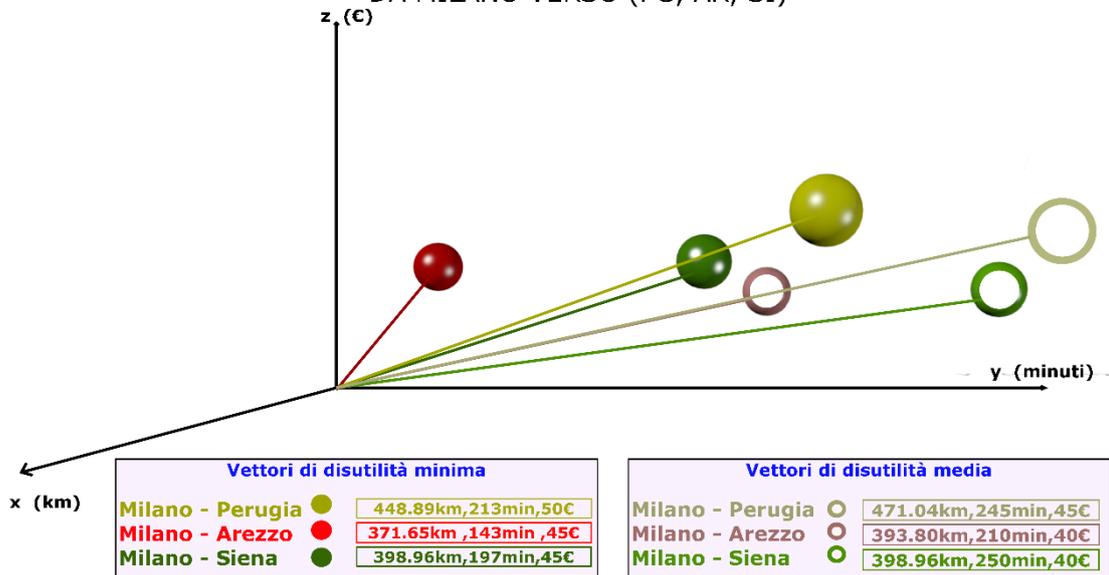
Come si evince, in sequenza, dalle **Figure 2.3.A, 2.3.B, 2.3.C, 2.3.E** (e relative Tabelle) la soluzione minima è caratterizzata solitamente da un prezzo elevato ma da una più breve distanza e durata del viaggio, viceversa per la soluzione media individuata.



Vettore disutilità utente						
O\D	tempo impiegato	x (km)	y (min)	z (€)	n° treni/gg	vettore
Perugia - Milano	minimo	448.89	197	60	1	493.87
	medio	471.04	240	48	6	530.83
Arezzo - Milano	minimo	371.65	146	55	1	403.07
	medio	393.80	200	45	32	443.96
Siena - Milano	minimo	398.96	200	45	1	448.55
	medio	398.96	265	35	32	480.23

Figura 2.3.A. Vettori disutilità minima e media per le relazioni da Perugia, Arezzo e Siena verso Milano e loro rappresentazione compatta (ultima colonna di destra).

ETTORE SINTETICO RIASSUNTIVO DELLA DISUTILITA'
 UTENTE PER LE TRE PRINCIPALI RELAZIONI CONSIDERATE
 DA MILANO VERSO (PG, AR, SI)



Vettore disutilità utente						
O\D	tempo impiegato	x (km)	y (min)	z (€)	n° treni/gg	vettore
Milano - Perugia	minimo	448.89	213	50	1	499.37
	medio	471.04	245	45	12	532.85
Milano - Arezzo	minimo	371.65	143	45	3	400.75
	medio	393.80	210	40	24	448.08
Milano - Siena	minimo	398.96	197	45	1	447.22
	medio	398.96	250	40	17	472.51

Figura 2.3.B. Vettore disutilità minima e media per le relazioni da Milano verso Perugia, Arezzo e Siena e loro rappresentazione compatta (ultima colonna di destra).

Si precisa che il collegamento Arezzo – Milano e viceversa è costituito dal percorso, nel caso di disutilità minima, su linea Direttissima per il tratto 1° Bivio IC Arezzo Nord – Firenze SMN, e su linea AV per la restante tratta Firenze SMN – Milano. Ovviamente, a questi si deve aggiungere il tratto iniziale Arezzo – 1° Bivio IC Arezzo Nord, che viene percorso al di fuori della Direttissima. Il percorso complessivo misura 371,65 km.

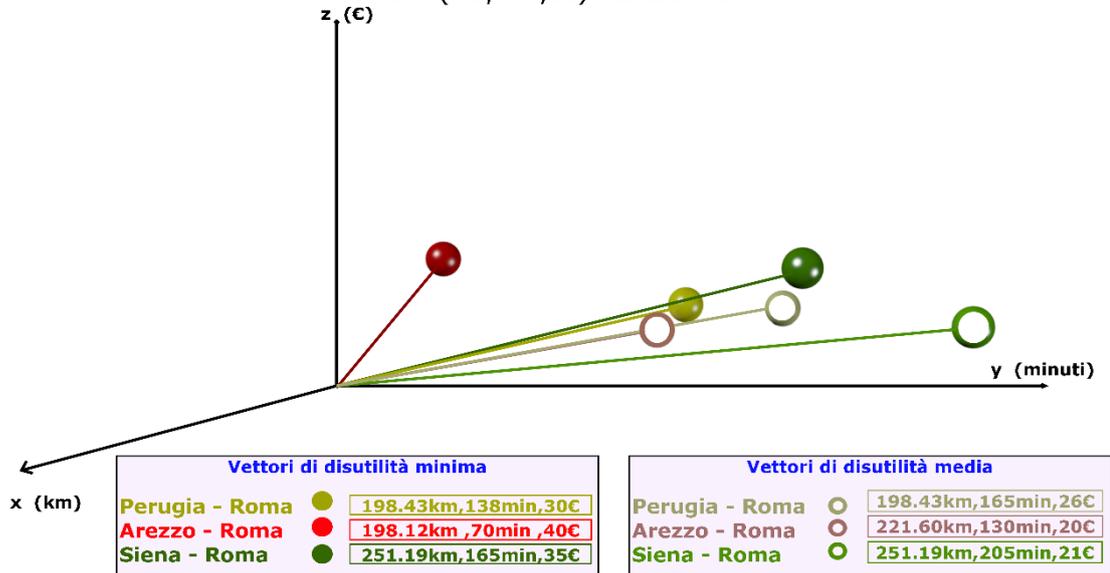
Per la disutilità media, il percorso avviene sulla linea storica soltanto per il tratto Arezzo – Firenze, mentre su linea AV, previo cambio treno, per la restante tratta Firenze – Milano. Il percorso si attesta a 393,80 km, ovvero circa 22 km in più rispetto al precedente.

Analogamente per il tratto Perugia – Milano e viceversa, soltanto la soluzione di disutilità minima prevede l'utilizzo della Direttissima, ovvero 1° Bivio IC Arezzo Nord – Firenze SMN, ovviamente anche in tal caso si deve percorrere il tratto Perugia – Arezzo – 1° Bivio IC Arezzo Nord su linea storica. Il percorso misura in tal caso 448,89 km.

Nel caso di disutilità media invece, si utilizza la linea lenta per l'intera tratta Perugia – Firenze SMN, passando da Arezzo. Soltanto poi, da Firenze SMN sarà possibile procedere su linea AV previo cambio treno. Il percorso si attesta a 471,04 km, ovvero anche in tale caso si notano sempre i 22 km in più essendo il tratto Arezzo – Firenze SMN in comune.

Infine, la soluzione di Siena prevede soltanto nel caso di disutilità minima, l'utilizzo di autobus + linea AV, con cambio a Firenze SMN. In tutti gli altri casi, per la disutilità media, si fa riferimento al percorso costituito dalla tratta su linea lenta Siena – Empoli – Firenze SMN, e dalla tratta su linea AV Firenze SMN – Milano. Il percorso misura 398,96 km.

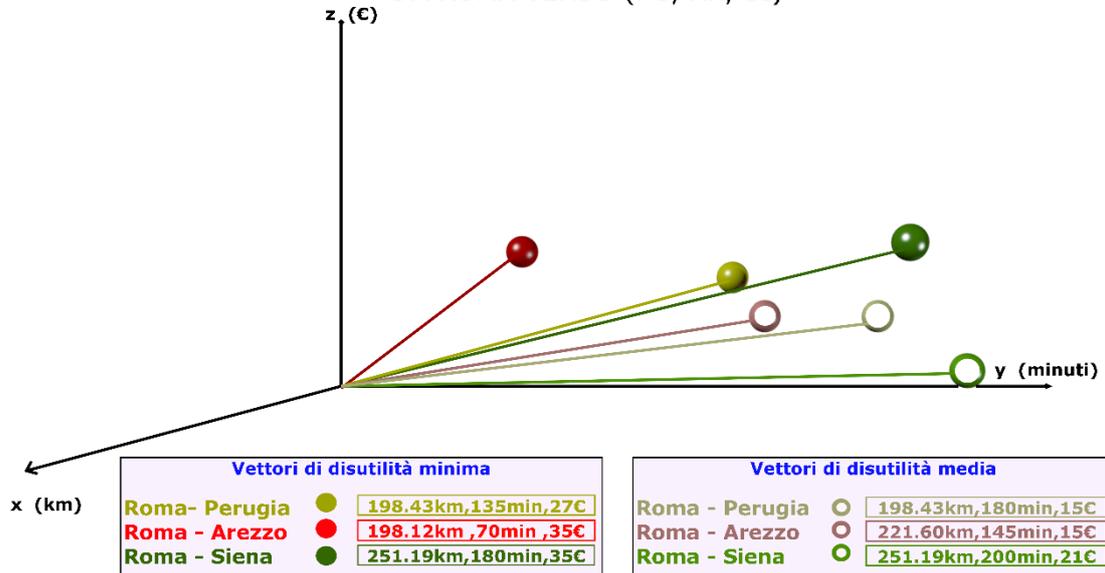
VETTORE SINTETICO RIASSUNTIVO DELLA DISUTILITA' UTENTE PER LE TRE PRINCIPALI RELAZIONI CONSIDERATE DA (PG, AR,SI) VERSO ROMA



Vettore disutilità utente						
O\D	tempo impiegato	x (km)	y (min)	z (€)	n° treni/gg	vettore
Perugia - Roma	minimo	198.43	138	30	1	243.55
	medio	198.43	165	26	18	259.38
Arezzo - Roma	minimo	198.12	70	40	2	213.90
	medio	221.6	130	20	17	257.69
Siena - Roma	minimo	251.19	165	35	1	302.57
	medio	251.19	205	21	34	324.90

Figura 2.3.C Vettori disutilità minima e media per le relazioni da Perugia, Arezzo e Siena verso Roma e loro rappresentazione compatta (ultima colonna di destra)

VETTORE SINTETICO RIASSUNTIVO DELLA DISUTILITA' UTENTE PER LE TRE PRINCIPALI RELAZIONI CONSIDERATE DA ROMA VERSO (PG, AR, SI)



Vettore disutilità utente						
O\D	tempo impiegato	x (km)	y (min)	z (€)	n° treni/gg	vettore
Roma - Perugia	minimo	198.43	135	27	1	241.51
	medio	198.43	180	15	27	268.33
Roma - Arezzo	minimo	198.12	70	35	2	213.02
	medio	221.6	145	15	15	265.25
Roma - Siena	minimo	251.19	180	35	1	311.00
	medio	251.19	200	21	31	321.77

Figura 2.3.D. Vettore disutilità minima e media per le relazioni da Roma verso Perugia, Arezzo e Siena e loro rappresentazione compatta (ultima colonna di destra).

Si precisa che il percorso Arezzo – Roma, e viceversa, soltanto nel caso di disutilità minima avviene su linea Direttissima nella tratta 1° Bivio IC Arezzo Sud – Roma, mentre nel caso di disutilità media, il treno con provenienza da Arezzo percorre interamente la linea storica, passando per Terentola. Qui il treno devia a sinistra, raggiungendo le città di Chiusi Chianciano Terme, Orvieto, Attigliano e quindi Roma. Nel primo caso, il percorso è di 198,12 km, mentre nel secondo circa 221,6 km ovvero si determina un allungamento di circa 23 km.

Il treno da Perugia invece, per entrambe le disutilità, minima e media, percorre inizialmente la linea storica passante per Foligno, Spoleto, Terni e quando giunge ad Orte si immette sul tratto di linea storica Firenze – Roma. Il percorso si attesta a circa 198,43 km.

Infine, il collegamento Siena – Roma e viceversa, comprende lo stesso percorso per entrambe le disutilità. Il primo tratto del percorso avviene sulla linea Empoli – Orte per poi immettersi sulla linea storica Firenze – Roma. Il percorso Siena – Roma si attesta a circa 251,19 km.

Considerando i tre piani cartesiani, distintamente tra loro, ognuno ha un proprio significato preciso.

Il vettore “sintesi” (rappresentate la *disutilità minima* o la *disutilità media*) è rappresentato da un numero adimensionale che però deve essere il minimo per quella data soluzione. Ancora: il valore di *disutilità media* è riferito alla quasi totalità delle corse per tutti quei collegamenti considerati.

Come ulteriore considerazione, se si analizzano i singoli piani cartesiani (XY, XZ e YZ), si può chiaramente rilevare che:

- quello orizzontale sia la rappresentazione della velocità (tempo sull’asse Y e distanza sull’asse X);

mentre gli altri due piani invece mostrano rispettivamente:

- la variazione del prezzo del biglietto in funzione della distanza (piano XZ)
- la variazione del prezzo del biglietto in funzione della durata del viaggio (piano YZ).

In linea generale, tra un’Origine e una Destinazione, non viene smentito il principio che il prezzo del biglietto diminuisca all’aumentare della durata del viaggio e all’aumentare della distanza, in base al tipo di collegamento utilizzato.

Come si evince da quanto analizzato, Arezzo risulta ovviamente la sola favorita essendo a ridosso della DD, presentando un vettore di sintesi di valore minimo più basso sia verso Milano sia verso Roma.

Ne consegue che la ricerca di una nuova soluzione baricentrica della fermata ME tenderà a riequilibrare l’offerta anche con un servizio intensificato rispetto alla situazione attuale, per tutto il territorio in cui si inserisce.

3. CARATTERISTICHE FONDAMENTALI DI UNA FERMATA AV

3.1. Parametri fondamentali per la progettazione

Premesso che saranno analizzate differenti alternative (alcune delle quali prevedono una fermata fuori linea), al fine di permettere il corretto inserimento di una fermata AV in linea senza modificare il tracciato ferroviario esistente, è necessario considerare alcuni parametri che ne vincolano la scelta dell'eventuale localizzazione.

È infatti necessario verificare che:

- Esista un **rettilineo di almeno 750 m**.
- La **pendenza massima del tracciato**, in questo tratto di 750 m, non superi l'**1,2‰**.
- **L'assenza o la minima presenza di cambi livelletta** (comunque all'interno del rettilineo e comunque al disotto della pendenza massima indicata);
- Sia possibile la **realizzazione su rilevato**, il più basso possibile e privo di viadotti (ovvero con il minimo numero) per non accrescere i costi di modifica.

La presenza del rettilineo avente una lunghezza di almeno 750 m dipende essenzialmente dalla tipologia di deviatori utilizzati e dalla lunghezza della banchina della fermata stessa. Questa a sua volta dipenderà dalla tipologia di treni che circolano o sono previsti su quella tratta.

La necessità di avere una continuità del rilevato deriva dal fatto di voler sia contenere i costi di realizzazione sia apportare il minor disturbo possibile (Rallentamenti e Interruzioni Esercizio) al tracciato attuale dovuto alla vicinanza dei lavori di modifica/adattamento. In presenza di un viadotto, sarebbe necessario un allargamento verso l'esterno dello stesso, con conseguente crescita dei costi e della durata dei lavori.

Infine, la pendenza massima dell'1,2‰, propria di RFI, deriva dalla necessità di permettere ad un treno fermo e non frenato di poter stazionare senza alcun avviamento involontario. Infatti, se la pendenza del tracciato fosse superiore a tale valore limite, sarebbe necessario, al fine di non variare il tracciato stesso, l'inserimento di deviatori complanari a quest'ultimo e utilizzare dei raccordi verticali per potersi connettere ai binari di fermata. Questo comporterebbe costi elevati e necessità di occupare uno spazio in rettilineo largamente superiore.

La progettazione di una nuova fermata AV inizia con la definizione di alcuni vincoli fondamentali che ne condizionano il suo posizionamento.

Una nuova fermata AV in cui si effettua un servizio di media e lunga percorrenza con una frequentazione di viaggiatori medio - bassa, rientra nella tipologia di piccoli impianti ferroviari.

Fermo restando che le dimensioni e le dotazioni funzionali dei principali servizi di una fermata dovranno essere valutati in base ai dati di frequentazione prevedibili e confrontati con altre

soluzioni analoghe o simili, è possibile individuare la tipologia prevista di fermata che potrà essere utilizzata.

Per una linea a doppio binario, la fermata potrà avvenire o direttamente lungo i binari di corsa o su due binari esterni alla linea sui quali si possa effettuare anche la precedenza.

La scelta se utilizzare una tipologia piuttosto che l'altra, dipende essenzialmente dalle scelte proprie del gestore e da scelte del progettista.

Nella successiva trattazione, si è ipotizzato di utilizzare una fermata in linea con funzionamento da Posto di Movimento ovvero classicamente dotata anche dei due binari esterni (Sosta e Precedenza).

3.2. Le funzioni di supporto “stradale” ad una fermata AV

Una fermata AV deve essere completamente integrata nel territorio in cui si colloca per poter permettere un facile ed immediato accesso e quindi il collegamento verso le principali destinazioni (Milano, Roma).

L'accessibilità stradale deve essere garantita tramite il posizionamento della nuova fermata presso importanti assi viari o mediante la realizzazione di nuove arterie di collegamento. Allo stesso modo, nel caso di una fermata fuori linea, si dovrà sfruttare la viabilità locale esistente, in previsione di un aumento dei flussi di traffico.

Nel caso in esame, è stato considerato per ciascuna alternativa proposta, il reticolo stradale del sito e i collegamenti alle grandi aree urbane della Val Di Chiana.

Ad esempio, la Fermata Medio Padana è a qualche chilometro dal Casello di R.E., sulla A1, ed è facilmente raggiungibile tramite viabilità ordinaria

Si rimanda al **Capitolo 7** per una descrizione approfondita del sistema stradale e dell'accessibilità alla fermata per la soluzione individuata.

4. METODI DI ANALISI TEORICA DELLA DOMANDA

Questo capitolo vuole ricordare brevemente le modalità classiche che vengono seguite per sviluppare un'analisi completa del fenomeno "Domanda di Trasporto" basata ovviamente sulla disponibilità di risorse sia in termini di persone dedicate sia in termini di tempo (e quindi costi complessivi) commisurati all'entità del problema.

Nel nostro caso, per ovvie ragioni, abbiamo invece proceduto in maniera "speditiva" ma a partire dai parametri ricavati, come "lezione positiva" dall'esperienza della Fermata Medio Padana (si è proceduto a ricavare cioè delle indicazioni di tale fermata esistente – analisi ex-post – da applicare, proporzionandone i valori, alla nostra nuova Fermata ME).

4.1. Inquadramento teorico sull'analisi della domanda

La realizzazione di un sistema di trasporto – o di un suo componente – oppure il potenziamento di un sistema esistente, richiedono l'impiego di risorse di varie tipologie. È fondamentale l'importanza della pianificazione finalizzata all'individuazione degli interventi progettuali più opportuni, a questa segue la fase del dimensionamento, quindi della progettazione sino all'appalto e alla realizzazione dei lavori.

Il processo di pianificazione è finalizzato a definire l'utilità del sistema di trasporto e serve per poter quantificare il numero di utenti che effettivamente utilizzeranno il servizio futuro. La fase più critica consiste proprio nel bisogno di conoscere il numero, le esigenze e le aspettative degli utenti attuali e potenziali.

Al fine di poter redigere un piano dei trasporti completo, si possono individuare delle fasi operative:

- Analisi della situazione attuale;
- Definizione degli scenari di intervento;
- Simulazione degli interventi e valutazione dei loro effetti;
- Attuazione degli interventi;
- Rilevazione e osservazione degli effetti reali;
- Interazione pianificatori-decisori-comunità, correzioni.

In particolare, la simulazione è uno strumento molto importante per l'analisi e la pianificazione del sistema di trasporto in quanto consente di studiare il suo funzionamento riproducendo il fenomeno reale mediante delle tecniche di laboratorio e quindi valutare gli effetti di varie ipotesi di intervento che altrimenti sarebbero difficilmente prevedibili.

Il processo di simulazione si articola in tre operazioni:

- Rappresentazione dell'offerta di trasporto
- Analisi della domanda di trasporto
- Interazione domanda/offerta

Al fine di poter realizzare la fase di simulazione, è necessario identificare le due componenti fondamentali del sistema stesso, ovvero il sistema della domanda e il sistema dell'offerta. Il sistema dell'offerta è composto da elementi fisici, infrastrutturali e organizzativi. Il sistema della domanda è costituito dall'insieme degli utenti che devono utilizzare il servizio offerto da un sistema di trasporto avente certe caratteristiche. L'interazione tra il sistema dell'offerta e della domanda genera il sistema dei traffici ovvero l'insieme dei flussi di traffico circolanti sugli elementi dell'offerta.

L'offerta viene quindi rappresentata da un insieme di dati e di informazioni che vengono visualizzate nel grafo della rete di trasporto, ovvero uno schema che rappresenta la rete. La domanda viene rappresentata da una tabella che prende il nome di matrice origine destinazione (OD) nella quale sono contenuti il numero degli spostamenti attuali o potenziali tra le varie zone del territorio, detti flussi di domanda (come nella **Fig. 4.1.A**).

L'assegnazione dei flussi di domanda alle reti di trasporto consiste nel risultato della simulazione, il grafo così ottenuto si definisce assegnato o carico.



Fig. 4.1.A. Grafo assegnato o carico, risultato di una simulazione.

Fonte: Dispense di Tecnica ed Economia dei trasporti – Prof. Roberto Maja.

4.1.1. DESCRIZIONE DELL'OFFERTA DI TRASPORTO

L'offerta di trasporto è finalizzata a svolgere due funzioni:

- Consentire la simulazione delle prestazioni dei vari servizi di trasporto disponibili per gli utenti attribuendone gli attributi di livello di servizio, quali il costo di viaggio, il tempo di viaggio, l'attesa ecc.
- Permettere la simulazione dei flussi di traffico quantificando il numero di veicoli o di persone che in un dato periodo di riferimento impegnano i diversi elementi del sistema di offerta, quali strade e linee di trasporto.

Di conseguenza, il modello di offerta deve essere costruito seguendo una serie di fasi:

- Delimitazione dell'area di piano e dell'area di studio
- Zonizzazione
- Individuazione degli elementi dell'offerta che formano le reti di base.
- Costruzione del grafo di base della rete di trasporto attuale.
- Costruzione del grafo di scenario della rete di trasporto futura.
- Individuazione delle funzioni di costo e di prestazione degli elementi dei grafi.

In particolare, si definisce grafo una configurazione associata a elementi numerici che rappresenta la struttura e le caratteristiche di una rete di trasporto.

Gli elementi del grafo sono integrati con caratteristiche quantitative e funzionali.

La rete reale che viene rappresentata con il grafo può essere riferita a una qualsiasi modalità di trasporto e ai servizi offerti.

Infine, il grafo risulterà essere costituito da un insieme di "n" punti detti nodi fisici, i quali sono collegati da un insieme di "L" linee dette lati o archi del grafo.

I nodi rappresentano eventi significativi degli spostamenti, ovvero punti particolari come piazze, intersezioni, stazioni ecc.

Gli archi servono per riprodurre i tratti di infrastruttura o dei servizi di trasporto della rete. Ogni arco del grafo sarà poi caratterizzato da un flusso che rappresenta il numero delle unità di trasporto che percorrono il dato arco.

4.1.2. DESCRIZIONE DELLA DOMANDA DI TRASPORTO

La domanda di trasporto deriva dalla necessità degli utenti di consumare beni e servizi in un luogo diverso da quello nel quale si trovano e risulta dalla configurazione che il sistema delle attività e dell'offerta di trasporto assumono nell'area di studio.

La domanda di trasporto dipende da diverse funzioni del territorio:

- La residenza della popolazione;

- L'occupazione ovvero la tipologia e le dimensioni di insediamenti e delle attività produttive;
- La presenza dei servizi commerciali, finanziari e sociali;
- L'istruzione nei territori interessati dal servizio;
- Le attività del tempo libero;
- Le attrattività turistiche.

Al fine di caratterizzare la domanda di trasporto è necessario identificare alcuni elementi denominati segmenti di domanda:

- Origine dello spostamento;
- Destinazione dello spostamento;
- Categoria di utente;
- Motivo dello spostamento;
- Unità di tempo o fascia oraria nella quale avviene lo spostamento;
- Modalità di trasporto utilizzate per effettuare lo spostamento;
- Percorso seguito, dipendente dalla modalità di trasporto;
- Ricorrenza dello spostamento pendolare o occasionale;
- Frequenza dello spostamento, tutti i giorni, alcuni giorni al mese;
- Attualità dello spostamento ovvero se si sta verificando nel momento in cui si analizza la domanda oppure se si manifesterà soltanto in un riferimento temporale successivo a quello attuale.

Per poter definire la matrice OD, è necessario suddividere il territorio in aree e in zone la cui delimitazione condiziona la struttura della domanda stessa.

Si definiscono:

- area di piano (o di intervento): è la porzione del territorio interessata dagli interventi progettuali oggetto della pianificazione;
- area di studio: è la porzione di territorio esterna all'area di piano e non interessata direttamente da interventi progettuali;
- zone OD: costituiscono le porzioni elementari del territorio dalle quali si suppone che si abbia l'origine e la destinazione degli spostamenti.

Definite le aree di piano e di studio, esse devono essere poi suddivise in zone OD (come riportato nella seguente **Fig.4.1.2.A.**).

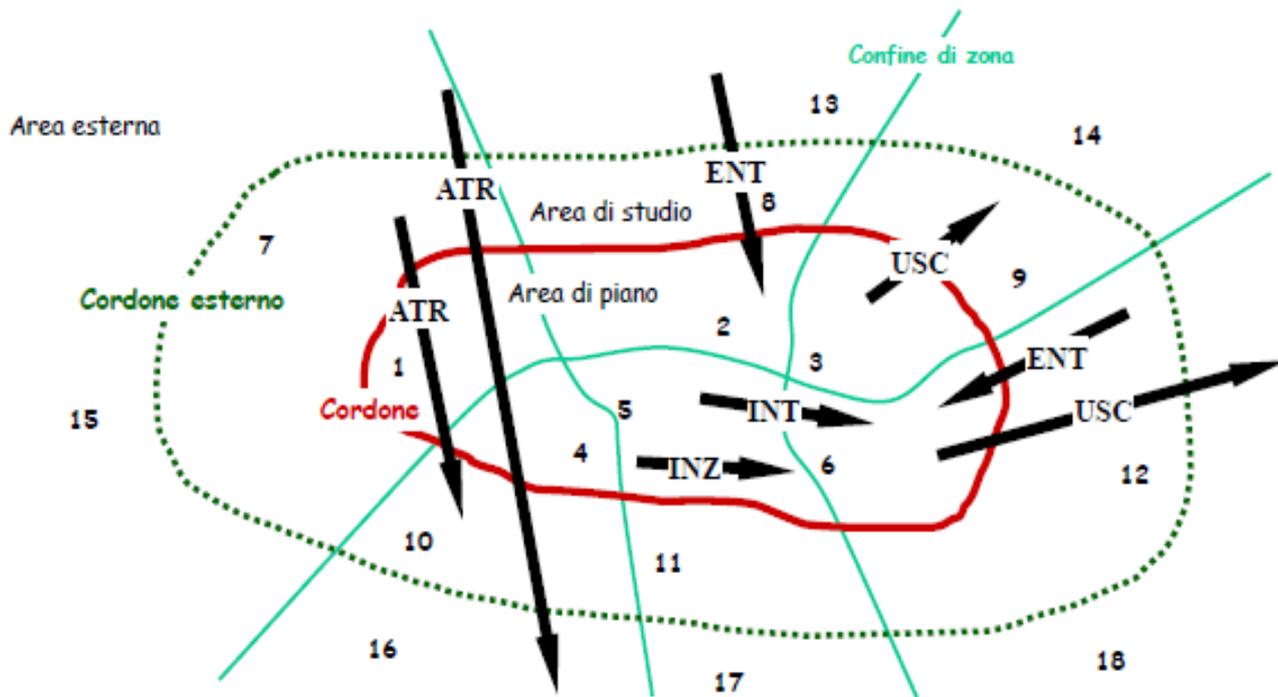


Fig. 4.1.2.A. *Suddivisione del territorio interessato in aree di piano e di studio, a loro volta ripartite in zone OD.*

Fonte: Dispense di Tecnica ed Economia dei trasporti – Prof. Roberto Maja.

4.2. Metodologie per l'analisi della domanda

Analizzare la domanda di trasporto significa comprendere, interpretare e descrivere i fattori che la determinano e le loro relazioni reciproche e serve come base di partenza per tutte le future ipotesi realizzative e progettuali.

L'analisi della domanda, per una sua stima, si effettua mediante tre diverse metodologie fondamentali: la modellizzazione, l'osservazione e l'aggiornamento delle matrici.

L'utilizzo di una metodologia piuttosto che un'altra dipende dagli obiettivi dello studio, dalla necessità di individuare la domanda potenziale e dalle informazioni disponibili.

- Stima della domanda

La matrice del sistema di trasporto attuale può essere costruita con il metodo della stima diretta o anche detto osservazione. Tale metodo impiega l'utilizzo di indagini disaggregate o anche chiamate RP, per poter raccogliere informazioni aggregate che descrivono il comportamento degli utenti per soddisfare le proprie esigenze di mobilità.

- Modellizzazione della domanda

Al fine di poter costruire una matrice in grado di rappresentare il comportamento che gli utenti manifestano in una situazione futura è necessario fare uso della modellizzazione della domanda.

La costruzione di un modello si articola in tre fasi:

- La prima consiste nella formulazione della forma funzionale del modello e delle variabili che compaiono. Le variabili esplicative, cioè quelle indipendenti che descrivono quantitativamente gli elementi che condizionano la domanda, sono presenti nelle equazioni del modello sotto forma di attributi, a ciascuno di essi è associato un parametro moltiplicativo.
Gli attributi sono definiti dal progettista e servono per rappresentare la realtà del territorio interessato con tutte le caratteristiche annesse. Il valore degli attributi socio-economici viene reperito da banche dati disponibili oppure viene definito dal progettista.
- La seconda fase consiste nella calibrazione del modello, ovvero nell'attribuzione di valori opportuni ai parametri che compaiono nelle equazioni, cioè ai coefficienti delle variabili indipendenti. Il valore degli attributi è ora noto, mentre è incognito il valore dei loro coefficienti. Per poter quantificare il valore delle variabili dipendenti è necessario disporre di informazioni raccolte con l'osservazione della realtà mediante delle indagini disaggregate svolte su un campione di utenti. Per calibrare un modello per la simulazione di scenari futuri, si utilizzano delle indagini SP (preferenze dichiarate).
- La terza fase consiste nella validazione che viene svolta soltanto a valle della formulazione e dalla calibrazione del modello. Tale fase è formata dalla verifica della capacità del modello di riprodurre la realtà con i dati disponibili. Anche per la validazione è necessario disporre di informazioni raccolte con l'osservazione della realtà del territorio interessato, mediante indagini aggregate.

Concluse tutte e tre le fasi, il processo di calcolo viene impiegato per il suo scopo ovvero quello di costruire le matrici e per la stima dei flussi di traffico.

- Aggiornamento di matrici

Tale tecnica prevede l'aggiornamento di una matrice OD non più attuale, datata e quindi non più realistica. Tale aggiornamento avviene mediante l'utilizzo di modelli che applicano delle stime aggregate dei flussi di traffico provenienti da conteggi svolti in alcuni tratti della rete stradale.

Ad ogni modo, a prescindere dalla metodologia utilizzata, è sempre necessario la raccolta delle informazioni che caratterizzano la domanda.

In questo lavoro di Tesi – per ovvie ragioni di “risorse disponibili” – si è omessa una dettagliata analisi della domanda (come quella sopra descritta) ma si è preferito utilizzare i parametri ricavati da un’analogia con una soluzione attualmente in funzione e ben collaudata che ha riscontrato nel giro di pochi anni un inatteso successo ovvero la Fermata Medio Padana.

Non va dimenticato infatti che da Giugno 2013, a partire da un’offerta iniziale di 20 treni/giorno (10 coppie) che effettuavano la Fermata MP, si è passati all’attuale offerta di 59 treni/giorni (incluso 1 treno che ferma soltanto per la direzione sud, in accordo all’orario estivo, da Giugno 2018 sino al “cambio orario” delle 0.00 del 9 Dicembre 2018).

Un aumento del 195% in 5 anni (giugno 2013-giugno 2018, inizio validità dell’orario estivo) significa all’incirca un aumento medio del 24% annuo, (come meglio analizzato al punto 5.4.2).

5. MODALITÀ PERSEGUITA DI ANALISI DELLA DOMANDA

5.1. Presentazione delle alternative proposte

A seguito delle valutazioni di tipo trasportistico e di accessibilità nel territorio interessato, sviluppate nel Cap. 1, sono quindi state individuate diverse ipotesi localizzative.

Alcune di esse prevedono il potenziamento delle stazioni esistenti situate sulla linea lenta, oltre la realizzazione di una nuova fermata lungo linea.

- **POTENZIAMENTO DELLE STAZIONI ESISTENTI**

Tali ipotesi consistono nell'utilizzare le infrastrutture attualmente presenti sul territorio per realizzare una fermata a servizio della linea Direttissima: esse si confermano, come per lo Studio precedente, in Arezzo e Chiusi Chianciano Terme.

1) Stazione di Arezzo

Attualmente la stazione di Arezzo è utilizzata come fermata intermedia tra Firenze e Roma con due coppie di corse giornaliere verso Roma e un'unica corsa diretta verso Milano.

In previsione di un aumento del traffico ferroviario a seguito dell'istituzione di tale fermata, sarebbero necessario provvedere ad una serie di ammodernamenti strutturali e tecnologici della stazione.

Le valutazioni possono così essere sintetizzate:

- La stazione dispone di un rettilineo adeguato ad accogliere i treni della Direttissima.
- La lunghezza delle banchine è superiore ai 400 m, mentre l'altezza è da adeguare a 0,55m in conformità allo standard di RFI.
- I deviatori attualmente presenti sui binari di corsa sono da 30km/h e dovrebbero essere adeguati ad almeno 60km/h con aggiornamento del PRG di stazione.
- Infine, l'installazione di sistemi di informazione al pubblico, attrezzaggio locali e ampliamento dei parcheggi limitrofi.

Da un punto di vista stradale, la stazione è servibile dal Casello di Arezzo della A1.

2) Stazione di Chiusi - Chianciano Terme

A differenza di quella di Arezzo, la stazione di Chiusi Chianciano Terme non è attualmente utilizzata come fermata intermedia per il servizio della Direttissima.

In previsione di un'utilizzazione di tale stazione deve prevedersi un potenziamento dell'infrastruttura, analogamente al caso precedente, attraverso ammodernamenti strutturali e tecnologici simili a quelli della stazione di Arezzo.

Da un punto di vista stradale, la stazione è servibile dal Casello di Chianciano della A1.

Per entrambe le alternative proposte, i costi sono stati inizialmente stimati considerando le principali voci e lavorazioni necessarie come mostrato nella **Tabella 5.1.A** di pagina seguente.

Costo indicativo potenziamento stazioni esistenti		
Descrizione	quantità	costo
Adeguamento fabbricato	a corpo	€ 1,000,000.00
Modifica apparato IS stazione	a corpo	€ 2,000,000.00
Adeguamento impianti	a corpo	€ 750,000.00
Parcheggi aggiuntivi limitrofi	225 n°	€ 900,000.00
Attrezzaggio locali/uffici	a corpo	€ 2,000,000.00
Totale parziale		€ 6,650,000.00

Tabella 5.1.A. Stima del costo per il potenziamento di una stazione esistente.

Passiamo ora ad analizzare le località direttamente poste lungo la linea.

- **REALIZZAZIONE DI NUOVA FERMATA LUNGO LA LINEA DIRETTISSIMA**

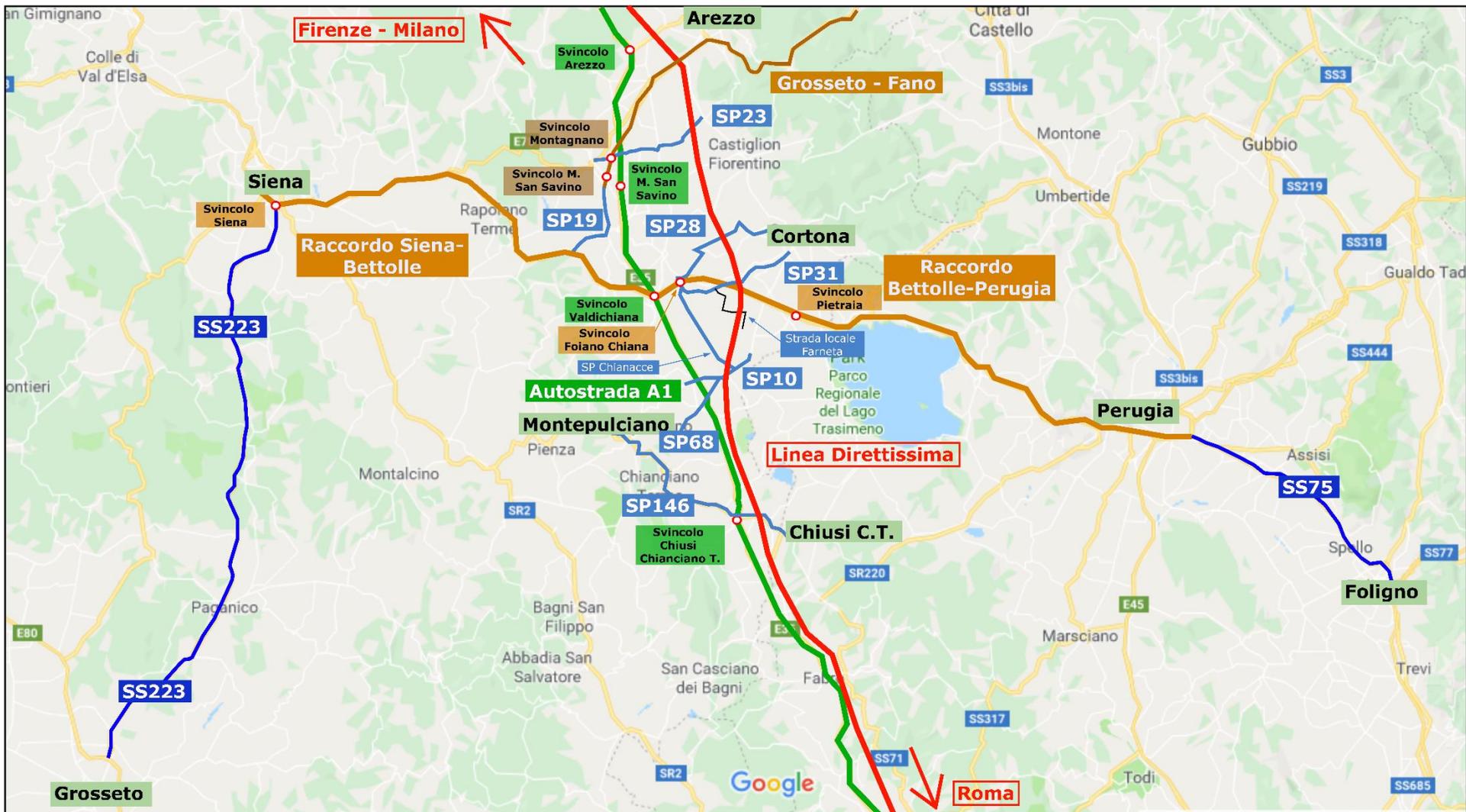
Per facilitare la prosecuzione dell'analisi, si riporta – nella **Figura 5.1.B.** – la situazione degli assi stradali di tale territorio su cui potrà convergere il traffico di interscambio delle varie soluzioni.

Le altre ipotesi localizzative prevedono la realizzazione di una nuova fermata lungo la linea Direttissima.

Sono state individuate alcune aree del territorio della val di Chiana che, in prima battuta, sembrerebbero idonee ad accogliere tale infrastruttura.

Per ciascuna delle ipotesi proposte è stata condotta un'analisi al fine di valutarne tutti gli aspetti.

Procedendo da Nord verso Sud (continuando la numerazione del punto A per consentire poi il rapido confronto tra alternative) si individuano – come prima “scrematura” delle soluzioni – una serie di “idonei rettilinei” (all'aperto) a cui associano i vari siti.



Legenda

Autostrada

Raccordo autostradale

Direttissima

Strada scorrimento veloce

Strada provinciale

Strada statale

Strada locale

Svincolo autostrada / raccordo / viabilità locale

Figura 5.1.B. Dettagli della rete stradale nella zona della Val di Chiana

3) Rigutino (frazione di Arezzo)

Questo sito si localizza a nord dell'omonimo PC, in corrispondenza della località di Rigutino, nel punto in cui la direttissima si affianca alla linea storica.

Il sito localizzativo è caratterizzato da una discreta rete stradale locale, ma è al di fuori della posizione baricentrica rispetto alle tre province interessate e avente una distanza non trascurabile dai raccordi e dalle uscite autostradali.

Il sito individuato non necessita quindi di nuove strade, essendo collegato alla SP23.

Gli interventi necessari per la viabilità si suddividono in:

- Realizzazione di un nuovo accesso: strada – parcheggio della fermata AV;
- Tratta su strada esistente: caratterizzata dalla SP23, doppio senso di marcia, necessita di un adeguamento della larghezza della carreggiata e della segnaletica orizzontale per un tratto di circa 4500 m.

Le prossime alternative (la n° 4 e la n° 5) – frazioni di Cortona – sono state accomunate dalla località Bettolle, diffusamente nota per essere sede di attestazione dei raccordi autostradali Siena-Bettolle e Perugia Bettolle.

Il casello, immediatamente adiacente, è quello della A1 e conosciuto come Valdichiana.

4) Bettolle-Creti

Procedendo verso Sud lungo la DD, si individua il sito di Bettolle Creti che sorge nel centro della Val di Chiana. (Creti, amministrativamente, è una frazione di Cortona).

Esso dista circa 11,7 km dallo svincolo del raccordo Bettolle-Autostrada A1 ed in particolare si situa a circa 6,4 km dall'uscita Foiano della Chiana del raccordo autostradale Bettolle Perugia.

Il sito è collocato in posizione circa baricentrica rispetto alle tre Province interessate di Arezzo, Perugia e Siena.

Gode di un'accessibilità diretta, grazie alla presenza della SP28, che lo collega direttamente allo svincolo autostradale.

Gli interventi necessari per la viabilità si suddividono in:

- Nuovo accesso: strada – parcheggio della fermata AV.
- Tratta su strada esistente caratterizzata dalla SP28, doppio senso di marcia: necessita di un adeguamento della carreggiata e della segnaletica orizzontale per un tratto di circa 5.700 m.

5) Bettolle-Farneta

Questo sito localizzativo è stato individuato circa 5 km più a Sud del sito precedente, all'altezza dell'ex PC Farneta Nord (Farneta è una frazione di Cortona, nota per la sua Abbazia).

Geograficamente più vicino al raccordo Bettolle – Autostrada A1, tale sito risulta essere caratterizzato da una mediocre accessibilità.

Si individua infatti la sola presenza della SP31 distante circa 1,85 km dal sito localizzativo.

Gli interventi necessari per la viabilità si suddividono in:

- Tratta attualmente esistente interessata anche dalla presenza di strada sterrata: necessita di un rifacimento della stessa e della segnaletica orizzontale per una lunghezza complessiva di circa 1.550 m.
- Tratta su strada esistente (SP31): non necessita di ulteriori modifiche.

6) Salcheto (frazione di Montepulciano)

Se ci si sposta lungo la DD, ancora verso Sud per circa 11 km e precisamente poco più a nord del PC di Montallese – nella località di Salcheto – si individua la presenza di un lungo tratto rettilineo in cui si potrebbe localizzare la nuova fermata AV.

Il sito è caratterizzato da una bassa accessibilità a causa della mancanza di uno svincolo, nonostante la vicinanza all'autostrada A1 che dista circa 1,2 km in linea d'aria.

Non sono presenti altre arterie viarie di una certa importanza ma soltanto una rete di strade locali e a tratti sterrate.

Gli interventi necessari per la viabilità si suddividono in:

- Tratta stradale attualmente esistente con presenza di una strada sterrata: necessita di un rifacimento della stessa e della segnaletica orizzontale per una lunghezza complessiva di almeno 1.800 m.
- Tratta su strada esistente: caratterizzata dalla SP68 e SP10, entrambi a doppio senso di marcia, la prima distante circa 1,2 km.

7) Chiusi Sud

Proseguendo sempre a Sud lungo la DD, si è individuata un'ulteriore località lungo linea, in corrispondenza della città di Chiusi-Chianciano Terme.

Il sito individuato non gode di una posizione baricentrica rispetto alle tre province; Inoltre si colloca in un'area industriale caratterizzata da una viabilità che necessita di ammodernamento.

L'accessibilità al sito è piuttosto bassa, e avente una distanza di circa 8,2 km dal casello Chiusi – Chianciano T. dell'autostrada A1.

Gli interventi necessari per la viabilità si suddividono in:

- Nuovo accesso: strada – parcheggio della nuova fermata AV
- Tratta su strada esistente: caratterizzata da viabilità locale, con strade che necessitano di un allargamento della carreggiata e rifacimento della segnaletica orizzontale.

I costi per la realizzazione della fermata in linea, relativamente alla sola parte Fabbricato di stazione, non dipendono dal sito scelto per cui li abbiamo assunti essere i medesimi per tutte le cinque alternative lungo linea e sono stati stimati come illustrato nella **Tabella 5.1.C**.

Costo indicativo nuova stazione - su rilevato			
Descrizione	quantità		costo
Opere civili rilevato binari S/P aggiuntivi	1600	m	€ 3,200,000.0
Deviatoi di linea AV a c.m.	4	n°	€ 600,000.0
Deviatoi tronchini sicurezza a c. f.	4	n°	€ 300,000.0
Paraurti	4	n°	€ 30,000.0
Armamento di linea	1600	m	€ 1,200,000.0
Modifica impianti IS (ACEI / BLOCCO) e TLC	a corpo		€ 3,000,000.0
Ampliamento TE (pali, portali, regolazioni, ecc.)	1600	m	€ 1,600,000.0
Fabbricato stazione principale con torre, secondario con torre, passaggio a "cavaliere", banchine e tettoie	/	/	€ 10,000,000.0
Impianti tecnologici di fabbricati di stazione	a corpo		€ 1,500,000.0
Attrezzaggio locali/uffici/spazi esterni	a corpo		€ 500,000.0
Parcheggio piano campagna inclusi espropri	300	n°	€ 900,000.0
Totale parziale (inclusi espropri)			€ 22,830,000.0

Costo lavori integrativi			
Progetto, direzione lavori, oneri per sicurezza	10%	€	2,283,000.0
imprevisti	15%	€	3,766,950.0
Totale stimato			€ 28,879,950.0

Tabella 5.1.C. Stima dei costi per la realizzazione di una fermata AV in linea.

La voce impianti tecnologici di fabbricati di stazione, include anche l'impianto di illuminazione, la forza motrice, l'ascensore, le telecamere, gli impianti di diffusione sonora, e le telecomunicazioni.

Il costo per la realizzazione del parcheggio include anche gli espropri, il sistema di controllo degli accessi con telecamere collegate alla stazione, una rete di protezione, e la viabilità interna.

Il numero degli stalli dipende dal numero di treni e dal flusso di passeggeri previsto, in tal caso è stato ottenuto soltanto dopo aver effettuato un'analisi della domanda potenziale, come mostrato nei paragrafi successivi.

I costi relativi alla realizzazione di nuove strade o al rifacimento di strade esistenti, sono stati ripartiti in base alle reali condizioni del tracciato, come illustrato in **Allegato A.3**.

Il costo complessivo dell'intervento si attesta a circa 29 milioni di euro al quale va ad aggiungersi il costo per le nuove strade o il rifacimento di quelle esistenti, dipendente dall'alternativa scelta.

Un altro parametro importante, per giudicare la validità della localizzazione, è quello dei **tempi di percorrenza** a partire dalla viabilità attualmente presente e considerando i tratti per eventuali strade di nuova costruzione (come descritto precedentemente).

Si è perciò calcolato il tempo di percorrenza stradale dai tre capoluoghi di provincia di Arezzo, Perugia e Siena verso ciascuna alternativa proposta.

Naturalmente si sono considerati, per ciascuna delle 7 alternative di localizzazione, due valori del tempo di accesso: via autobus e via auto.

Per i dettagli sui vari segmenti di viabilità considerati si rimanda all'**Allegato A.4**.

Come prima attività si riporta il risultato delle valutazioni effettuate, per il trasporto via autobus, come indicato nella **Figura 5.1.D**.

Come tempi con autobus, si sono assunti quelli di percorrenza dell'auto opportunamente incrementati.

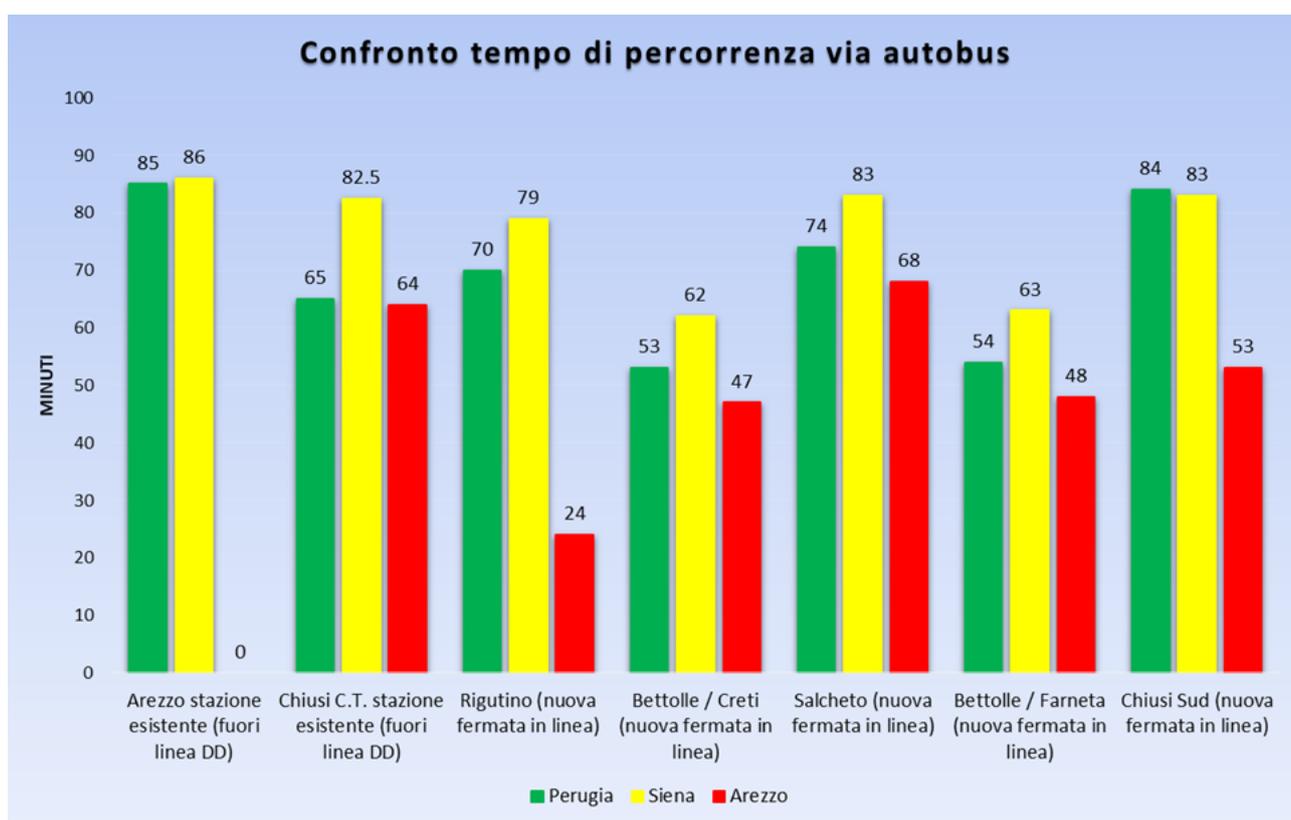


Figura 5.1.D. Tempi di percorrenza via autobus dalle province di Perugia, Siena e Arezzo verso le sette alternative proposte di localizzazione dei siti

I numeri individuati per ciascuna soluzione, indicano ovviamente la durata del viaggio espressa in minuti.

Analizzando i vari risultati, si osserva come cambi la durata del viaggio a seconda delle diverse soluzioni ipotizzate.

In particolare, per le soluzioni “lungo linea” DD (esclusa Chiusi Sud) si osserva:

- Bettolle (Farneta e Creti): in particolare le 2 ipotesi localizzative mostrano dei tempi di percorrenza molto omogenei tra le province.
Infatti, tali soluzioni si collocano in posizione baricentrica favorendo la massimizzazione del bacino di influenza.
- Salcheto (Montepulciano): tale sito mostra una durata di viaggio quasi omogenea verso le tre province, ma con un elevato incremento della stessa.
- Rigutino (Arezzo): tale sito invece mostra chiaramente una marcata preferenza per la sola città di Arezzo, sfavorendo le altre due principali aree urbane (Perugia e Siena).

In particolare, per le soluzioni “fuori linea” DD si osserva che ovviamente la Fermata “fuori linea” di Arezzo, che utilizzerebbe la stazione esistente, favorisce solo ed esclusivamente se stessa.

Infine, per entrambe le alternative di Chiusi, sia in linea che fuori linea, si nota un deciso aumento dei tempi di percorrenza per tutti i capoluoghi di provincia interessati.

Dopo questa prima analisi, si è passati ai medesimi calcoli con auto privata; si è ipotizzato il medesimo itinerario ed i risultati sono riportati nella **Figura 5.1.E**.

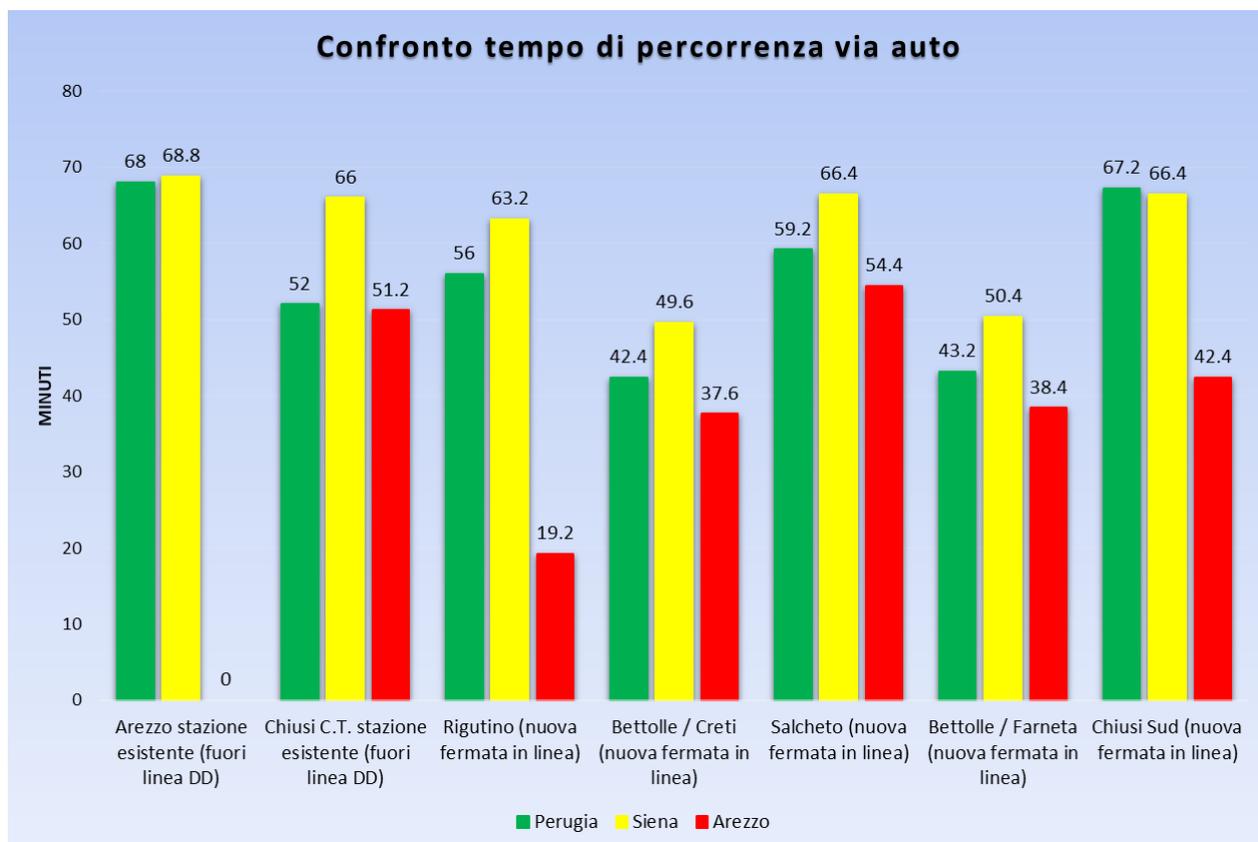


Figura 5.1.E. Tempi di percorrenza via auto dalle province di Perugia, Siena e Arezzo verso le sette alternative proposte di localizzazione dei siti

In aggiunta alle alternative appena elencate, sono state individuati anche altri 4 siti localizzativi – trattati sulla stampa locale – che a seguito di ulteriori approfondimenti, sono quindi stati scartati dalla nostra analisi.

Si riportano le motivazioni e le osservazioni scaturite durante l'analisi di questi ulteriori siti:

1. LOCALITA' SAN ZENO

Il primo sito in questione sorge nella località San Zeno e più precisamente si colloca tra il 1° Bivio Sud e il 1° Bivio Nord dell'interconnessione di Arezzo.

Tale tratto di Direttissima è caratterizzato da un lungo rettilineo interrotto a metà dal **Viadotto San Zeno**.

Il primo tratto di rettilineo, a Sud di tale viadotto, si estende su rilevato per circa 3 km, il secondo tratto, a Nord dello stesso viadotto, si estende invece per circa 1,8 km. In entrambi i casi con pendenza nulla.

Tuttavia, sono state effettuate le seguenti considerazioni:

- La località di San Zeno si trova a pochi chilometri dalla città di Arezzo, per cui una localizzazione della fermata in tale area sarebbe un vantaggio quasi esclusivo per la stessa, a scapito delle città di Siena e di Perugia che vedrebbero dilatarsi tempi e costi per il viaggio. Questo si traduce con una diminuzione del bacino di influenza e quindi con meno passeggeri potenziali. Le aree a nord di Arezzo e di San Zeno, infatti, sono meno densamente abitate rispetto alla parte centro - meridionale della Valdichiana, oltre al fatto che salendo verso nord, si incontra il bacino di Firenze.
- La viabilità della località San Zeno non è ottimale per le lunghe percorrenze, ossia da Siena e da Perugia, bensì a diretto vantaggio della sola città di Arezzo. Infatti, provenendo da sud mediante l'A1, si dovrebbe utilizzare lo svincolo di Arezzo che si trova a circa 8 km dal sito, o in alternativa, si potrebbe utilizzare più a sud quello di M. San Savino a circa 17,8 km.
In aggiunta, la strada SGC Grosseto - Fano che passa in prossimità del sito, non presenta alcuno svincolo o raccordo con l'autostrada A1, per cui sarebbe sempre necessario utilizzare lo svincolo di M. San Savino e quindi mediante viabilità locale immettersi sulla Grosseto - Fano, oppure utilizzare soltanto viabilità locale sia da Siena che da Perugia.
In ogni caso si avrebbe un aumento sostanziale dei tempi di percorrenza.
- Infine, il sito di San Zeno si colloca tra i due bivi per le interconnessioni di Arezzo, per cui su un tratto di linea DD di soli 10 km si verrebbero a trovare 2 bivi e anche una fermata in linea.

2. LOCALITA' SAN GIULIANO

Allo stesso modo, è da scartare l'ipotesi che vede la realizzazione della fermata presso il comune di San Giuliano, situato presso lo svincolo autostradale di Arezzo. Tale sito sorge

poco più a nord della località di San Zeno e risulta afflitto dalle stesse problematiche precedentemente descritte, oltre ad essere in conflitto con tutti i vincoli geometrici.

Infatti, si nota la presenza del **Viadotto Chiana** che si estende per 1.425,54 m (primo viadotto a nord del Viadotto San Zeno) oltre ad avere una pendenza dell'1,8‰.

A causa di questa caratteristica geometrica, della presenza degli scambi sul viadotto, che non sono normalmente accettati da RFI, e della necessità di modifiche profonde al viadotto stesso con pesantissime conseguenze sulla circolazione dei treni (rallentamenti della circolazione) unitamente ad un costo certamente più elevato rispetto a quello su rilevato basso, ci ha spinto a scartare tale ipotesi.

3. LOCALITA' BETTOLLE BATTIFOLLO (comune di Cortona)

Un altro sito potenziale è stato individuato nella località di Bettolle Battifollo, situato tra i siti precedentemente elencati di Bettolle Creti e di Bettolle Farneta.

La località di Battifollo è dotata di una buona localizzazione geografica, quasi al pari delle località di Farneta e di Creti, distante poche centinaia di metri dal raccordo Bettolle – Perugia e dall'uscita Foiano della Chiana.

In tale tratto la linea Direttissima sembrerebbe presentare un rettilineo appena sufficiente per poter ospitare una fermata in linea.

Tuttavia, dall'analisi del profilo plano-altimetrico della linea, si osserva che a causa della presenza dei raccordi planimetrici, il rettilineo così individuato si riduce a soli 173 m, oltre ad avere delle pendenze di molto superiori rispetto a quella massima ammessa.

A fronte di queste considerazioni, e poiché tale alternativa è dominata dalla "quasi gemella" Bettolle – Farneta, si è optato per non considerarla nell'analisi AHP.

4. STAZIONE ESISTENTE DI ORTE (comune di Cortona)

Infine, a fronte di fornire una valida panoramica e per poter chiarire meglio le motivazioni che ci hanno portato a focalizzare l'attenzione sulla Valdichiana, è stato preso in considerazione anche un'area collocata geograficamente molto più a sud, ovvero tra le province di Viterbo, di Terni e di Rieti (venuta "politicamente" alla ribalta nel mese di novembre 2018).

L'area in questione è situata nel comune di Orte, qui infatti, si individua la presenza di un'interconnessione per la linea lenta che, al pari di quella di Arezzo e di Chiusi, collega la stazione di Orte alla linea DD.

In aggiunta, ad Orte, è presente anche un importante snodo ferroviario della linea lenta che si suddivide in due importanti arterie: quella della linea storica Roma – Orte – Firenze e quella della linea Roma – Orte – Ancona.

Tuttavia, anche per tal caso, sono state effettuate le seguenti considerazioni:

- si nota fin da subito la presenza in tali aree, di numerosi viadotti e gallerie, motivo per cui le possibilità di accogliere una fermata in linea si riducono drasticamente;
- in aggiunta, la localizzazione di una fermata in tale area, avrebbe un limitato bacino di influenza poiché, come spiegato nel Capitolo 1.4., le principali città della zona sono

troppo vicine a Roma e sarebbero necessari nuovi collegamenti stradali idonei (da Rieti e Viterbo) verso la Direttissima;

- inoltre, una fermata localizzata in tale area taglierebbe completamente fuori i capoluoghi di Arezzo, Perugia, Siena (assunti perché circa baricentrici ed ugualmente ben serviti da valide infrastrutture stradali esistenti).

A causa delle motivazioni appena esposte, si è preferito scartare fin da subito queste ipotesi e concentrare l'analisi su quelle che mostrano, almeno in questa prima parte di trattazione, una migliore potenzialità ad accogliere la nuova fermata AV, (2 località "fuori linea DD" e 5 località "lungo linea DD").

5.2. Analisi dei perditempo per effettuazione della fermata nelle diverse alternative proposte

5.2.1. PREMESSA

Questo capitolo tratta dei perditempo che un treno (isolato) subisce – durante la sua marcia alla massima velocità – se dovesse rallentare, fermarsi per effettuare la fermata, e accelerare per raggiungere la velocità massima propria della linea.

A seguito dell'individuazione delle possibili soluzioni localizzative, si è effettuata un'analisi per il calcolo del perditempo che interessa il treno qualora effettuasse una fermata nelle località proposte.

Abbiamo due casi: soluzioni di "fermata fuori linea" DD e soluzioni di "fermata lungo linea".

- Per le soluzioni fuori linea: è stato necessario valutarle entrambe separatamente poiché interessate da tratte di interconnessione differenti.
- Per le soluzioni in linea: si è valutato un singolo caso poiché il perditempo impiegato per effettuare la fermata in linea è indipendente dalla progressiva chilometrica a cui la fermata si colloca (a meno che il treno sia in fase di accelerazione o decelerazione ma non è il nostro caso).

Per il calcolo del tempo impiegato mediamente da un treno per effettuare la fermata sia in linea sia fuori linea, si è considerato:

- 1) Una decelerazione del treno pari a $0,423 \text{ m/s}^2$, valore assunto più elevato rispetto a quanto avviene lungo linea ma idoneo con le caratteristiche del treno e del tracciato, al fine di limitare il più possibile il perditempo complessivo del treno.
Tale valore di decelerazione consente ad un treno, che viaggia a 250km/h, di decelerare sino a 60 km/h in 4 sezioni di blocco (pari a $1.350 \times 4 = 5.400$ metri).

- 2) Un'accelerazione del treno pari a $0,25 \text{ m/s}^2$ sino a 60 km/h , $0,15 \text{ m/s}^2$ sino a 250 km/h , quale approssimazione media dell'accelerazione reale che decresce con l'aumento della velocità.

I valori utilizzati dipendono dalle tipologie di treni che transitano sulla linea Direttissima.

Si tratta di treni ETR 500 e di elettrotreni AGV 575, ETR 675, ETR 1000.

In **Allegato A.5.1** sono riassunti i principali dati utilizzati per i calcoli successivi.

5.2.2. UTILIZZO DI UNA STAZIONE ESISTENTE

5.2.2.1. Stazione di Arezzo e suo potenziamento

Il potenziamento dell'infrastruttura esistente permetterebbe di utilizzare la configurazione esistente, servendosi dell'interconnessione di Arezzo per effettuare l'uscita e l'ingresso nella linea Direttissima.

Verrebbero utilizzati rispettivamente il 1° Bivio di Arezzo Nord ed il 1° Bivio di Arezzo Sud.

La lunghezza complessiva del raccordo, inclusa la tratta di linea lenta e della stazione di Arezzo, si attesta a $17,2 \text{ km}$.

I deviatori posti sulla Direttissima sono deviatori da 100 km/h a cuore mobile, per cui il treno può uscire ed entrare dalla linea con una discreta velocità.

Al fine di poter calcolare il tempo impiegato dal treno per effettuare tale fermata, sono state simulate le varie fasi del moto e vengono riassunti, di seguito, i singoli parametri associati alla marcia (immaginando di avere un treno isolato che effettui tali manovre).

In **Allegato A.5.2** sono riportati i calcoli dettagliati per ogni tratta individuata.

- ❖ Tempo impiegato per la decelerazione in linea DD da 250 km/h ($69,44 \text{ m/s}$) a 100 km/h ($27,78 \text{ m/s}$) con decelerazione $0,423 \text{ m/s}^2 = 99 \text{ s}$.
- ❖ Spazio impiegato per la decelerazione in linea DD da 250 km/h ($69,44 \text{ m/s}$) a 100 km/h ($27,78 \text{ m/s}$) con decelerazione $0,423 \text{ m/s}^2 = 4.788 \text{ m}$.

- ❖ Distanza tratta di interconnessione IC 1° Bivio Sud – IC 2° Bivio Sud = 1.550 m
- ❖ Tempo di percorrenza tratta IC 1° Bivio Sud – IC 2° Bivio Sud con velocità media 90 km/h (25 m/s) = 62 s .
Il valore della velocità media è stato ottenuto a partire da una V_{max} di 160 km/h (come indicato nel FCL di Firenze – Attigliano per la linea lenta), una $V = 100 \text{ km/h}$ assunta al passaggio sui deviatori di uscita/ingresso in linea e una V_{min} di 20 km/h nel tratto della stazione.

- ❖ Distanza tratta di interconnessione IC 2° Bivio Sud – Stazione Arezzo = 7.965 m .
- ❖ Tempo di percorrenza tratta IC 2° Bivio Sud – Arezzo con velocità media 90 km/h (25 m/s) depurato del tratto in cui comincia a decelerare fino a 30 km/h ($8,3 \text{ m/s}^2$), si ha = 319 s .

- ❖ Distanza tratta complessiva della stazione (compresa tra i segnali di protezione) = 884 m .
- ❖ Tempo per percorrere la tratta della stazione a v media di 20 km/h ($5,56 \text{ m/s}$) = 106 s .

- ❖ Tempo fermata stazione di AREZZO (per salita/discesa passeggeri come la fermata MP) = 120 s.
- ❖ Distanza tratta Arezzo – IC 2° Bivio Nord = 4.260 m.
- ❖ Tempo di percorrenza tratta Arezzo – IC 2° Bivio Nord con velocità media 90 km/h (25 m/s), si ottiene = 171 s.
- ❖ Distanza tratta IC 2° Bivio Nord – IC 1° Bivio Nord = 2670 m
- ❖ Tempo di percorrenza tratta IC 2° Bivio Nord – IC 1° Bivio Nord con velocità media 90 km/h (25 m/s), si ottiene = 107 s.
- ❖ Spazio necessario per far scodare il treno in linea = 450 m.
- ❖ Tempo per far scodare il treno nella DD, a v costante di 100 km/h (27,78m/s), è di 16 s.
- ❖ Tempo per accelerazione in linea DD da 100 km/h (27,78m/s) a 250 km/h (69,44m/s) con accelerazione 0,15 m/s² = 278 s.
- ❖ Spazio per accelerazione in linea DD da 100 km/h (27,78m/s) a 250 km/h (69,44m/s) con accelerazione 0,15 m/s² = 13.503 m.

Il tempo complessivamente impiegato per effettuare la **fermata di Arezzo**, si attesta a 1.276 secondi ovvero circa **21 minuti**.

Per poter calcolare il perditempo impiegato dal treno per effettuare il passaggio e la fermata di Arezzo, si è individuato il tempo necessario per percorrere la stessa tratta di Direttissima compresa tra i due bivi senza effettuare la fermata.

- ❖ Tratta equivalente sulla linea DD avente una lunghezza di 29.251 m, avendo incluso lo spazio che il treno fermante utilizzerebbe per decelerare ed accelerare in linea.
- ❖ Tempo impiegato per **percorrere** tale tratta equivalente alla **piena velocità** di 250 km/h (69,44m/s) = 421 s ovvero circa **7 minuti**.

In conclusione, è quindi possibile stimare in circa **14 minuti (21' – 7')** il **perditempo** attribuibile ad un treno che effettui la **fermata di Arezzo**, rispetto ad un “passaggio diretto sulla DD.

Ad oggi due coppie di treni/giorno AV, effettuano la “Fermata di Arezzo”, così come sopra descritta, uno dei quali termina la sua corsa a Firenze, l'altro prosegue fino a Venezia.

Si ricorda che il tempo di percorrenza diretto tra Roma Tiburtina e Firenze S.M.M è mediamente di 84 minuti.

5.2.2.2. Stazione di Chiusi Chianciano Terme e suo potenziamento

Analogamente al caso precedente, il potenziamento dell'infrastruttura esistente permetterebbe di utilizzare la configurazione esistente, servendosi dell'interconnessione di Chiusi per effettuare l'uscita e l'ingresso nella linea Direttissima.

La lunghezza complessiva del raccordo, inclusa la tratta di linea lenta e della stazione di Chiusi Chianciano Terme, si attesta a 21,62 km.

I deviatori posti sulla Direttissima sono deviatori da 100 km/h a cuore mobile, per cui il treno può uscire ed entrare dalla linea con una discreta velocità.

Anche in tal caso al fine di poter simulare il tempo impiegato dal treno per effettuare tale Fermata fuori linea, sono state valutate le varie fasi del moto, come per il caso precedente di Arezzo, pervenendo ai seguenti risultati:

- ❖ Tempo per decelerazione in linea DD da 250 km/h (69,44m/s) a 100 km/h (27,78m/s) con decelerazione $0,423 \text{ m/s}^2 = 99 \text{ s}$.
- ❖ Spazio per decelerazione in linea DD da 250 km/h (69,44m/s) a 100 km/h (27,78m/s) con decelerazione $0,3 \text{ m/s}^2 = 4.788 \text{ m}$.

- ❖ Distanza tratta interconnessione 1° Bivio Chiusi Sud – 2° Bivio Chiusi Sud = 1.100 m.
- ❖ Tempo di percorrenza tratta IC 1° Bivio Chiusi Sud – 2° Bivio Chiusi Sud con velocità media 90 km/h (25 m/s) = 44 s.

- ❖ Distanza tratta IC 2° Bivio Chiusi Sud – Chiusi = 8.200 m.
- ❖ Tempo di percorrenza tratta IC 2° Bivio Chiusi Sud – Chiusi con velocità media 90 km/h (25 m/s) = 328 s.

- ❖ Distanza tratta stazione di Chiusi Chianciano T. circa = 884 m
- ❖ Tempo di percorrenza tratta Stazione Chiusi con velocità media 20 km/h (5,56 m/s) = 106 s.
Si è ipotizzata una velocità media assunta pari a 20 km/h approssimata per l'intero tratto della stazione.

- ❖ Tempo fermata stazione di Chiusi Chianciano T.= 120 s.

- ❖ Distanza tratta Chiusi – IC 1° Bivio Chiusi Nord = 11.470 m.
- ❖ Tempo di percorrenza tratta Chiusi – IC 1° Bivio Chiusi Nord con velocità 90 km/h (25 m/s), si ottiene = 459 s.

- ❖ Spazio per far scodare il treno in linea assunto = 450 m.
- ❖ Tempo per far scodare il treno nella DD, a v costante di 100 km/h (27,78m/s) = 16 s.

- ❖ Tempo per accelerazione in linea DD da 100 km/h (27,78 m/s) a 250 km/h (69,44 m/s) con accelerazione $0,15 \text{ m/s}^2 = 278 \text{ sec}$.
- ❖ Spazio per accelerazione in linea DD 100 km/h (27,78 m/s) a 250 km/h (69,44 m/s) con accelerazione $0,15 \text{ m/s}^2 = 13.503 \text{ m}$.

Il tempo complessivamente impiegato per effettuare la **fermata di Chiusi Chianciano T.**, si attesta a 1.449 s ovvero circa **24 minuti**.

Per poter calcolare il perditempo impiegato dal treno per effettuare il passaggio e la fermata di Chiusi-Chianciano Terme, si è individuato il tempo necessario per percorrere la stessa tratta di Direttissima compresa tra i due bivi senza effettuare la fermata.

- ❖ Tratta equivalente sulla direttissima avente una lunghezza di = 38.621 m, avendo incluso lo spazio che il treno fermante utilizzerebbe per decelerare e accelerare in linea.
- ❖ Tempo impiegato per **percorrere** tale tratta a 250 km/h (69,44m/s) = 556 s ovvero circa **9 minuti**.

In conclusione, è quindi possibile stimare in circa **15 minuti (24' – 9')** il **perditempo** attribuibile ad un treno che effettui la **fermata di Chiusi-Chianciano Terme**, rispetto ad un “passaggio” diretto sulla DD.

In **Allegato A.5.3** sono riportati i calcoli dettagliati per ogni fase individuata.

5.2.3. UTILIZZO DI UNA NUOVA FERMATA LUNGO LA LINEA DD

5.2.3.1. Utilizzo di un deviatoio di piena linea DD da 60 km/h

A differenza dei casi precedenti, la fermata in linea permette di avere un notevole risparmio del perditempo per tutti i treni che fermano (rispetto all'uso delle Interconnessioni e di pesare in % meno sul tempo totale diretto Fi-Rm), oltre a massimizzare gli utenti dei bacini di influenza.

I deviatoi posti lungo linea sono da 60 km/h a cuore mobile, come attualmente disposto da RFI, tuttavia si è simulato anche il caso in cui si utilizzassero deviatoi da 100 km/h a cuore mobile (per ridurre i tempi di entrata in deviata).

- ❖ Tempo per decelerare da 250 km/h (69,44 m/s) a 60 km/h (16,67 m/s) con una decelerazione di $0,423 \text{ m/s}^2 \cong 125$ secondi.
- ❖ Spazio per decelerare in linea DD, da 250 km/h (69,44 m/s) a 60 km/h (16,67 m/s) = 5.372 m (praticamente equivalente a 4 sezioni di blocco).
- ❖ Spazio della tratta tra il segnale di protezione e quella dell'inizio di stazione = 600 m.
- ❖ Tempo per percorrere tale tratta a 60 km/h (16,57m/s) = 36 s.
- ❖ Spazio entro cui il treno può ancora viaggiare a 60km/h prima di iniziare a decelerare, paro a circa 220 m.
- ❖ Tempo per percorrere tale spazio a 60km/h = 13 s.
- ❖ Spazio per binario di sosta/precedenza della fermata almeno 450 m depurato dal tratto in cui il treno continua a viaggiare a 60 km/h, si riduce a circa 330 m.
- ❖ Tempo impiegato per decelerare da 60 km/h a 0 km/h = 40 s.
- ❖ Tempo di fermata AV 120 sec.
- ❖ Tempo per accelerazione da 0km/h a 60 km/h (16,57 m/s) con accelerazione di $0,25 \text{ m/s}^2$ = 66 s.

- ❖ Distanza percorsa durante l'accelerazione sino a 60 km/h (16,57 m/s) = 556 m, il treno scoda anche in linea.
- ❖ Tempo per accelerazione in linea DD da 60 km/h (16,57 m/s) a 250 km/h (69,44 m/s) con accelerazione $0,15 \text{ m/s}^2 = 352 \text{ s}$.
- ❖ Spazio per accelerazione in linea da 60 km/h (16,57 m/s) a 250 km/h (69,44 m/s) $\cong 15.149 \text{ m}$

Il tempo complessivamente impiegato per effettuare la **fermata in linea**, si attesta a 752 s ovvero circa **12 minuti e 30'' (arrotondato a 13')**

Per poter calcolare il perditempo impiegato dal treno, si è individuato il tempo necessario per percorrere la stessa tratta di Direttissima senza effettuare la fermata.

- ❖ Tratta equivalente sulla direttissima avente una lunghezza di = 22.309 m, avendo incluso lo spazio che il treno fermante utilizzerebbe per decelerare e accelerare in linea.
- ❖ Tempo impiegato per percorrere tale tratta a 250 km/h (69,44m/s) = 320 s pari a circa **5 minuti e 20'' (arrotondato a 6')**.

In conclusione, è quindi possibile stimare il **perditempo** impiegato da un treno che effettua la **fermata in linea** ed è pari circa $(752 - 320) = 432$ secondi assunti pari a **7 minuti**.

In **Allegato A.5.4** sono riportati i calcoli dettagliati per ogni tratta individuata.

5.2.3.2. Utilizzo di un deviatoio da 100 km/h

In alternativa si è anche simulato il caso di fermata in linea ipotizzando di utilizzare dei deviatoi da 100 km/h a cuore mobile.

In tal caso il treno dovrebbe decelerare sino a 100 km/h e percorre la tratta a partire dal segnale di protezione della stazione proprio a tale velocità.

Tuttavia, al fine di potersi arrestare entro il limite della banchina, nel momento in cui il treno passa sul deviatoio di uscita dovrà già essere in fase di decelerazione ad una velocità non superiore a 80 km/h.

Ripercorrendo la medesima metodologia precedente si avrebbe:

- ❖ Tempo per decelerare da 250 km/h (69,44 m/s) a 100 km/h (27,78 m/s) con una decelerazione di $0,423 \text{ m/s}^2 \cong 99 \text{ s}$.
- ❖ Spazio per decelerare in linea DD, da 250 km/h (69,44 m/s) a 100 km/h (27,78 m/s) = 4.788 m.
- ❖ Spazio della tratta tra il segnale di protezione e quella dell'inizio di stazione = 600 m ma al fine di fermarsi entro la banchina, il treno dovrà iniziare a decelerare prima di giungere sul deviatoio di ingresso, per cui lo spazio che potrà percorrere a 100km/h è = 362 m.
- ❖ Tempo per percorrere tale tratta a 100 km/h (27,78 m/s) = 13 s.

- ❖ Spazio per binario di sosta/precedenza della fermata almeno 450 m, a cui si aggiunge lo spazio occupato dai deviatori di ingresso (circa 100m) e lo spazio necessario al treno per decelerare utilizzando parte dei 600m a disposizione = 912 m.
- ❖ Tempo impiegato per decelerare da 60 km/h a 0 km/h = 66 s.
- ❖ Tempo di fermata AV = 120 sec
- ❖ Tempo per accelerazione da 0 km/h a 60 km/h (16,57 m/s) con accelerazione di 0,25 m/s² = 66 s.
- ❖ Distanza percorsa durante l'accelerazione sino a 60 km/h (16,57 m/s) = 556 m, il treno scoda anche in linea.
- ❖ Tempo per accelerazione in linea DD da 60 km/h (16,57 m/s) a 250 km/h (69,44 m/s) con accelerazione 0,15 m/s² = 352 sec.
- ❖ Spazio per accelerazione in linea da 60 km/h h (16,57 m/s) a 250 km/h (69,44 m/s) \cong 15.149 m.

Il tempo complessivamente impiegato per effettuare la **fermata in linea**, si attesta a 716 s arrotondato a 720" pari a **12 minuti**.

Come in precedenza, per poter calcolare il perditempo impiegato dal treno, si è individuato il tempo necessario per percorrere la stessa tratta di Direttissima senza effettuare la fermata.

- ❖ Tratta equivalente sulla linea DD avente una lunghezza di = 21.767 m, avendo incluso lo spazio che il treno fermante utilizzerebbe per decelerare e accelerare in linea.
- ❖ Tempo impiegato per **percorrere** tale tratta a 250 km/h (69,44m/s) = 313 s arrotondato a 300" pari circa **5 minuti**.

In conclusione, è quindi possibile stimare il **perditempo** impiegato da un treno che effettua la **fermata in linea** è pari a 716" – 313" = 403" ovvero poco meno di **7 minuti**.

In **Allegato A.5.5.** sono riportati i calcoli dettagliati per ogni tratta individuata.

Si può affermare che l'utilizzo del deviatoio con c.m. da 100 km/h non riduce in modo sensibile il perditempo, in aggiunta tale tipologia di deviatoio determina un aumento sostanziale del costo iniziale e del costo della manutenzione che risulta molto più frequente e costosa rispetto a quello con c.m. da 60 km/h.

Riassumendo tutte le diverse casistiche trattate, si ottiene il grafico di **Figura 5.2.3.2.A.**

Da tenere presente anche il valore assoluto del perditempo per fermata e quello % rispetto alla durata di circa 84 minuti per una percorrenza "diretta" (senza fermata) tra Roma Tiburtina e Firenze S. Maria Novella.

Nella parte bassa dello stesso grafico viene perciò riportata anche l'incidenza percentuale del tempo di Fermata nelle varie ipotesi:

- specifica “fuori linea” linea (Arezzo, Chiusi);
- generica, lungo linea, dato che il perditempo non è correlato alla posizione della Fermata ME.

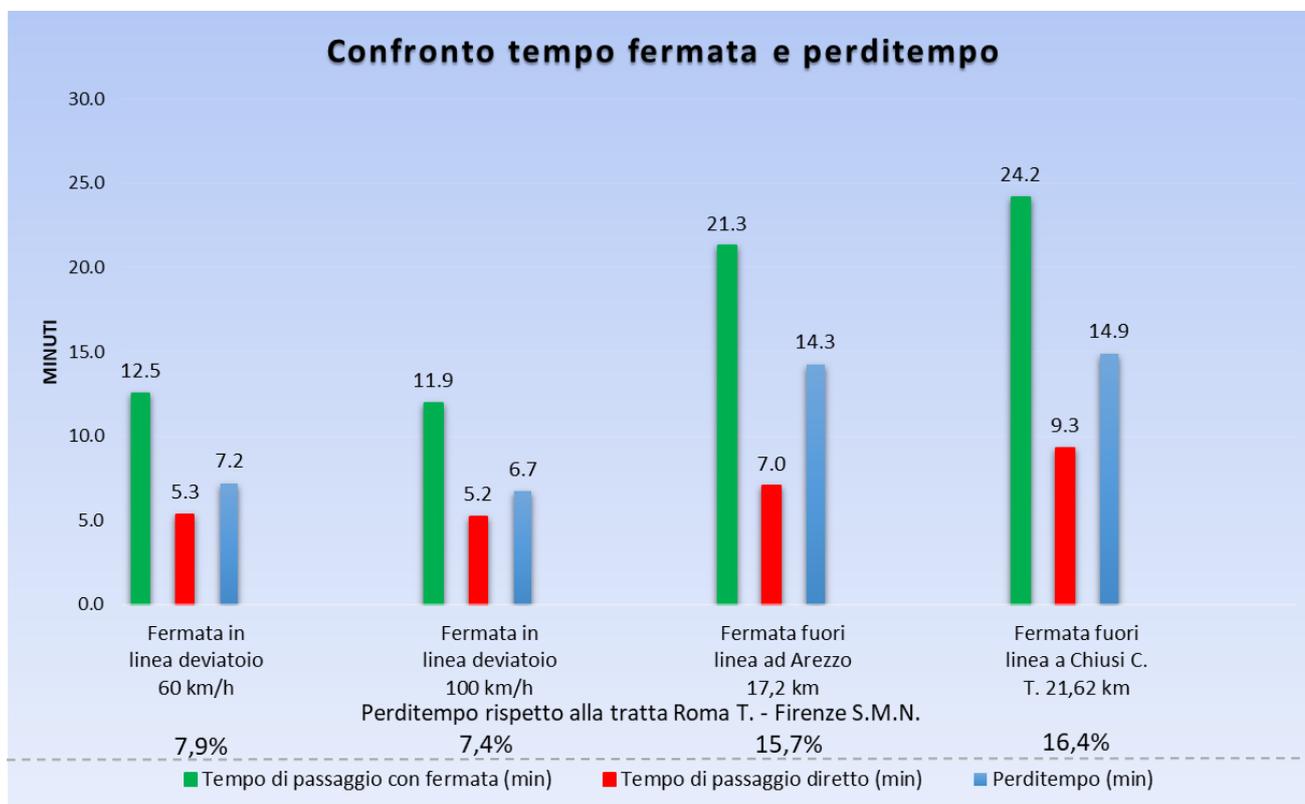


Figura 5.2.3.2.A. Confronto del tempo e del perditempo per le diverse soluzioni analizzate

Le soluzioni che prevedono la fermata fuori linea, sono caratterizzate da un elevato perditempo pari a circa il doppio rispetto a quello della fermata in linea.

Tale perditempo risulta essere molto impattante rispetto alla tipologia del servizio AV offerto.

Con l'utilizzo:

- di una fermata lungo linea si avrebbe un incremento, rispetto al tempo di percorrenza per il passaggio diretto di 84 minuti nella tratta Roma Tiburtina – Firenze S.M.N., di 7,9% o di 7,4%, ovvero di 7,2 minuti o di 6,7 minuti a seconda della tipologia di deviatioio scelta.
- di una fermata fuori linea (ovvero sfruttando una stazione già esistente sulla linea storica Rm-Fi), si avrebbe un incremento del tempo di percorrenza di 15,7% o di 16,4% ovvero di 14,3 minuti o di 14,9 minuti a seconda della stazione utilizzata (sempre rispetto alla percorrenza diretta di 84 minuti tra Roma Tiburtina e Firenze S. Maria Novella).

5.3. Analisi e scelte localizzative della fermata nei territori di Umbria e Toscana

Per poter valutare le singole alternative (2 lungo linea + 5 fuori linea), precedentemente definite, procediamo alla verifica della validità – ferroviariamente parlando – delle singole mediante la consultazione del profilo plano-altimetrico della Direttissima Roma – Firenze, fornito dalla Direzione Territoriale Produzione di Firenze (RFI) ad Ottobre 2018.

La successione delle 7 stazioni è quella del Capitolo 5.1 ed è qui riportato per comodità:

Stazioni esistenti **A)** Stazione di Arezzo; **B)** Stazione di Chiusi Chianciano T.

Località lungo linea: **C)** Rigutino (frazione di Arezzo); **D)** Bettolle-Creti (frazione di Cortona);
E) Bettolle-Farneta (frazione di Cortona); **F)** Salcheto (frazione di Montepulciano); **G)** Chiusi Sud.

5.3.1. ANALISI ALTERNATIVE

5.3.1.1. Alternativa A: stazione di Arezzo

La posizione dell'alternativa è illustrata nella **Figura 5.3.1.1.A.**



Fig. 5.3.1.1.A. Vista dal satellite dell'interconnessione di Arezzo – fonte Google Maps

Questa alternativa considera di utilizzare la stazione esistente di Arezzo, mediante un potenziamento della stessa per permettere la fermata dei treni AV mediante l'utilizzo dell'interconnessione di Arezzo (da 1° Bivio Sud Arezzo a 1° Bivio Nord Arezzo).

5.3.1.2. Alternativa B: Stazione di Chiusi Chianciano Terme

La posizione dell'alternativa è illustrata nella **Figura 5.3.1.2.A.**

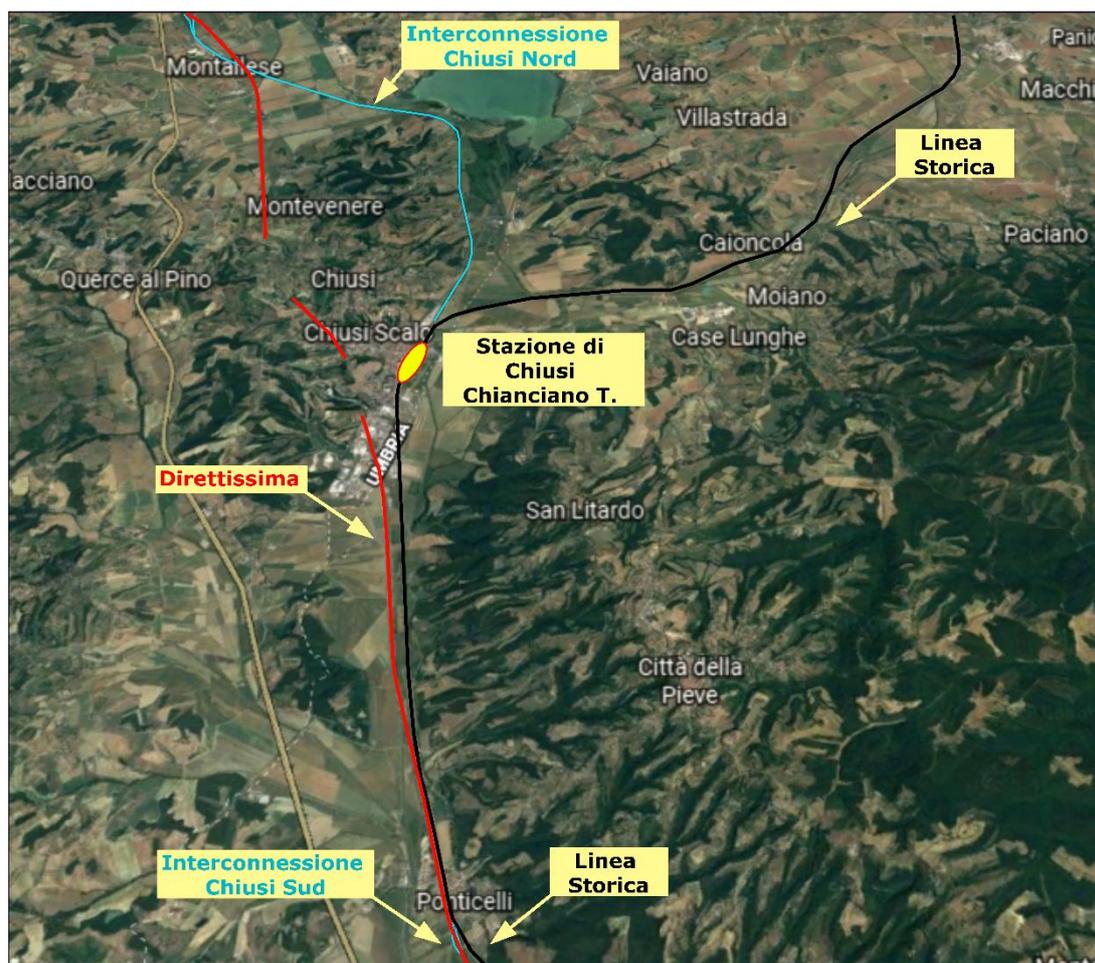


Fig. 5.3.1.2.A. Vista dal satellite dell'interconnessione di Chiusi Chianciano T.
Fonte Google Maps

Questa alternativa considera di utilizzare la stazione esistente di Chiusi, mediante un potenziamento della stessa per permettere la fermata dei treni AV mediante l'utilizzo dell'interconnessione di Chiusi (da 1° Bivio Sud Chiusi a 1° Bivio Nord Chiusi).

5.3.1.3. Alternativa C: Rigutino

La posizione dell'alternativa è illustrata nella **Figura 5.3.1.3.A.**

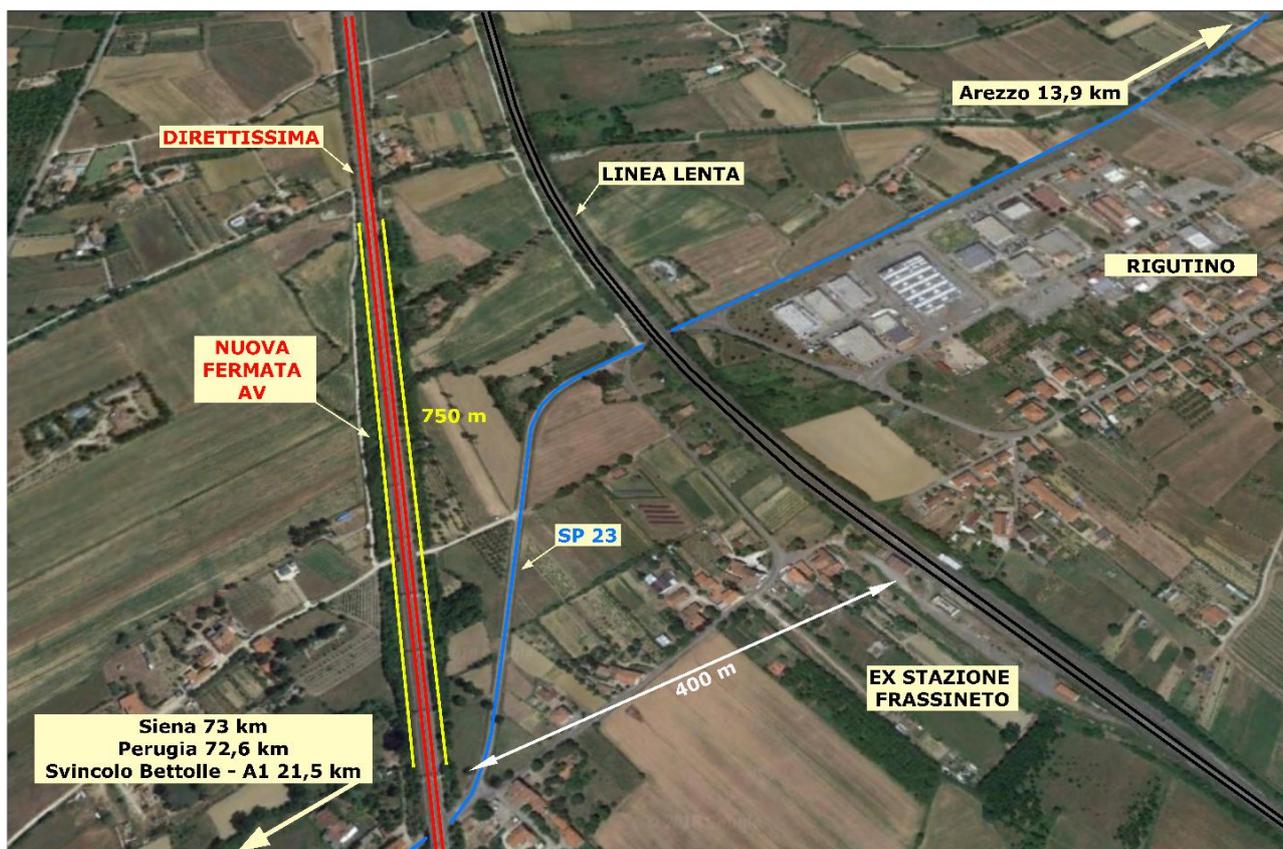


Fig. 5.3.1.3.A. Vista dal satellite della tratta Rigutino – fonte Google Maps

Dal punto di vista planimetrico, si individua la presenza di un ampio tratto rettilineo che si estende dalla progressiva chilometrica 186+100 sino a 188+150 come in **Figura 5.3.1.3.B.**



Fig. 5.3.1.3.B. Planimetria della tratta Rigutino, compresa tra le progressive pk 186+100 e 188+150. Fonte: RFI, tavola L514 - Km154 – 189.

Escludendo i due tratti estremi del rettilineo, aventi pendenza ampiamente superiore al 1,2‰, il tratto restante si riduce a 863 m e con una pendenza dello 0,02‰ come si individua dalla **Figura 5.3.1.3.C.** (vedi **Allegato A.7.3.** per maggiori dettagli).

Si nota inoltre, che l'ampio rettilineo con pendenza dello 0,02‰ è delimitato dai due tratti a pendenza superiore al 1,2‰.

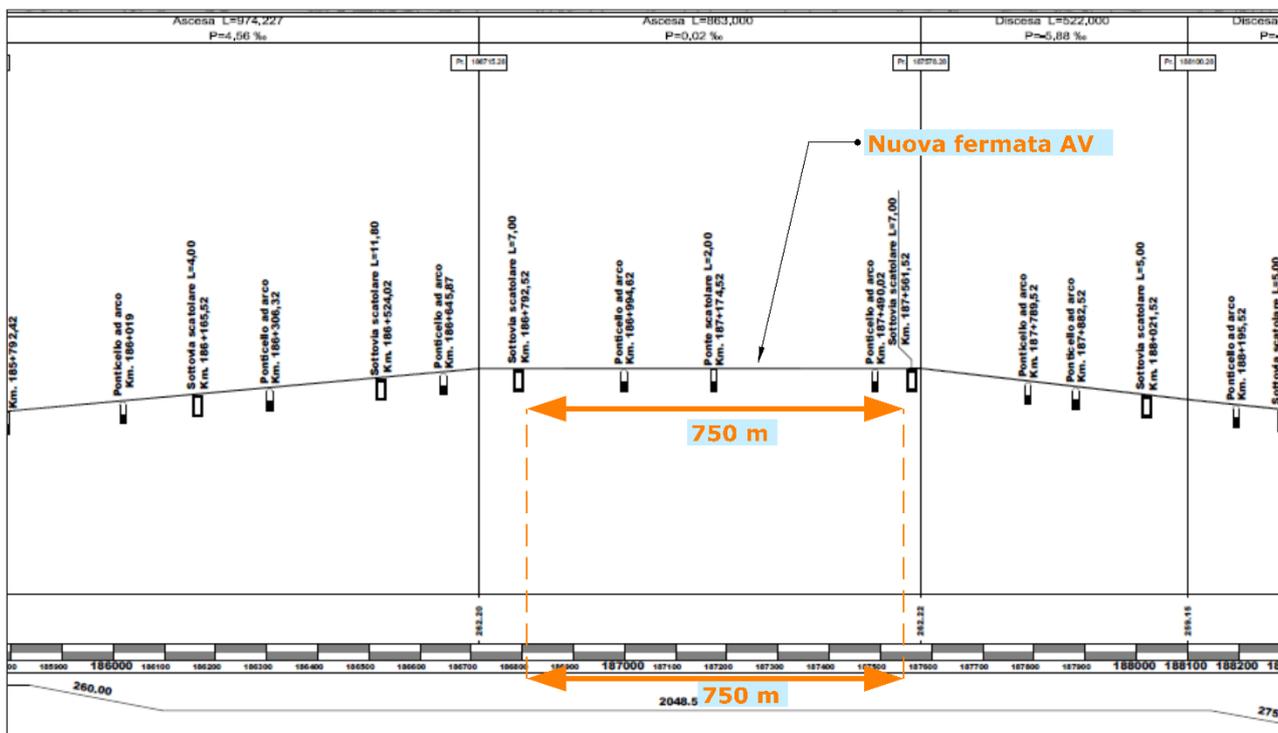


Fig. 5.3.1.3.C. Altimetria e andamento della tratta nel sito di Rigutino
Fonte: RFI, tavola L514 – Km 154 – 189.

5.3.1.4. Alternativa D: Bettolle-Creti

La posizione dell'alternativa è illustrata nella **Figura 5.3.1.4.A.**

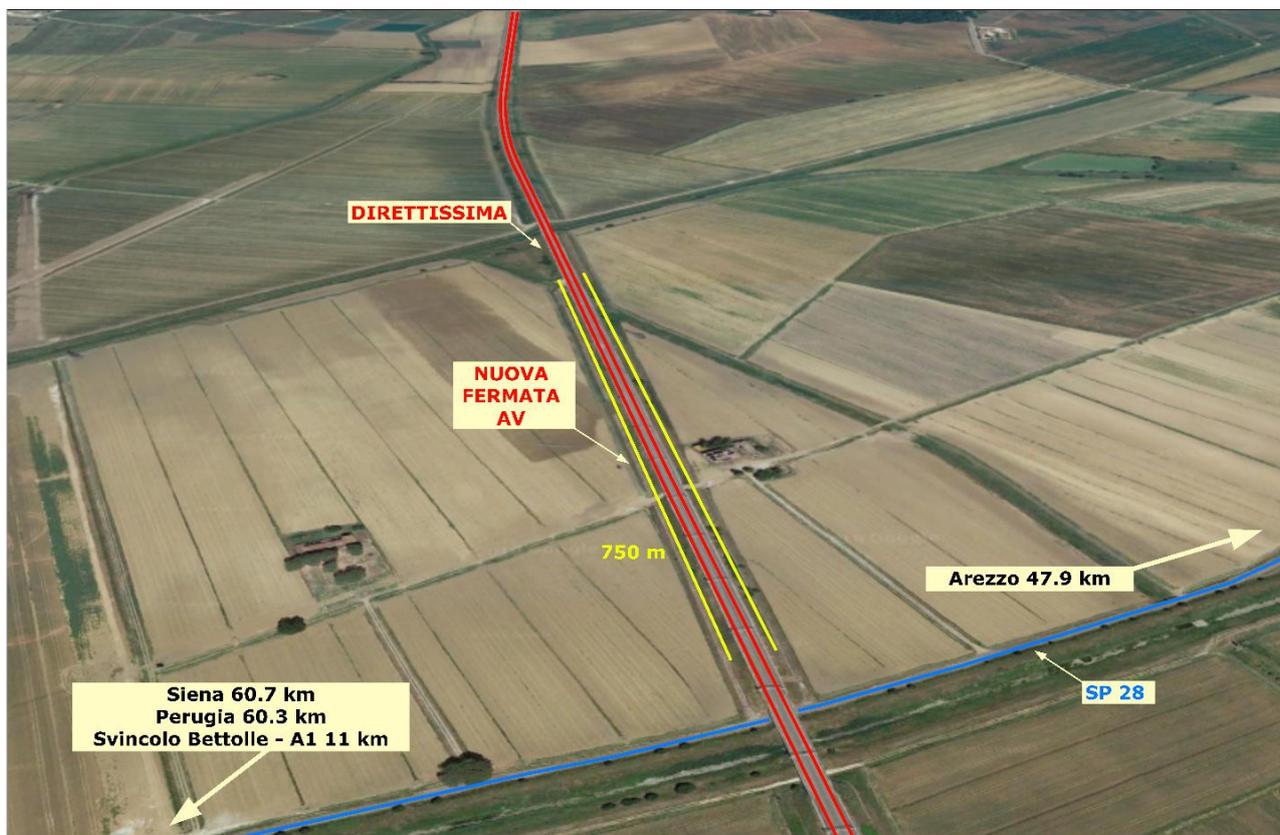


Fig. 5.3.1.4.A. Vista dal satellite della tratta Bettolle Creti – fonte Google Maps.

La soluzione di Bettolle/Creti, che si localizza tra le progressive pk 174 e 175, risulta essere una valida scelta sia dal punto di vista progettuale sia da quello localizzativo.

Infatti, sono rispettati tutti i requisiti minimi richiesti per la progettazione di una fermata (stazione) lungo una linea ad alta velocità, oltre ad avere una posizione baricentrica rispetto alle tre province circostanti.

Analizzando il profilo plano-altimetrico della tratta di linea si osserva che tra la progressiva km 173+950 e km 176+050, la presenza di un tratto in rettilineo su rilevato e con pendenza nulla, avente una lunghezza di 2.117,69 m, e quindi idoneo ad ospitare il manufatto della stazione e i due binari aggiuntivi (vedi anche **Allegato A.7.3.**).

Tale valore, in prima battuta, risulta idoneo ad ospitare una fermata essendo superiore al minimo necessario di 750 m come illustrato nella **Figura 5.3.1.4.B.**

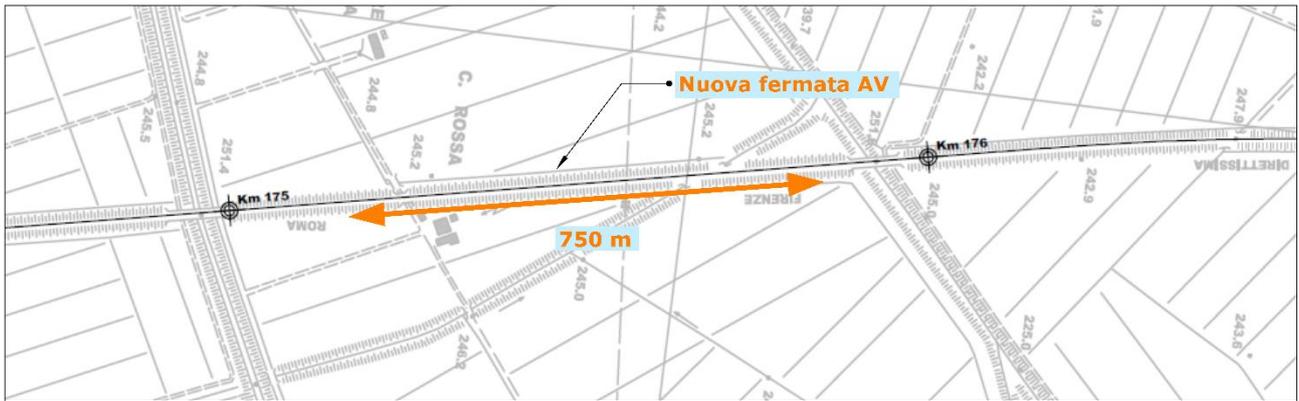


Fig. 5.3.1.4.B. Planimetria della tratta Bettolle Creti, compresa tra le progressive pk 174+955 e 176+050. Fonte: RFI, tavola L514 - Km154 – 189.

Nella **Figura 5.3.1.4.C.** è riportato il profilo altimetrico della tratta.

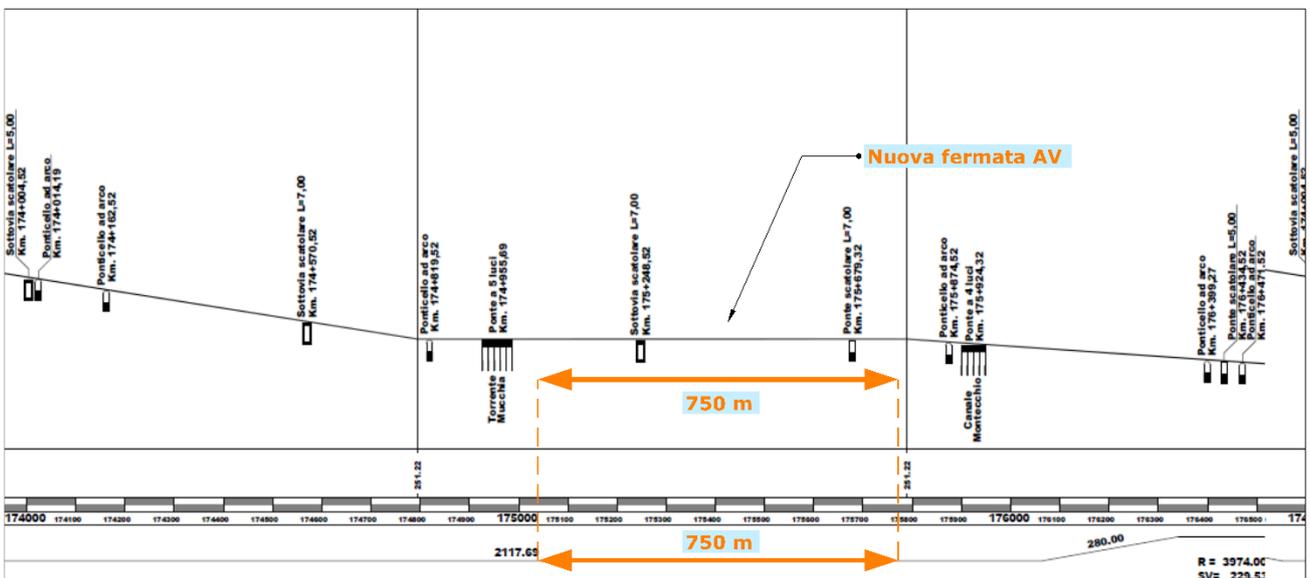


Fig. 5.3.1.4.C. Altimetria e andamento della tratta Bettolle Creti
Fonte: RFI, tavola L514 Km154 – 189.

Analizzando il profilo, si evince che alle progressive pk 174+955 e km 175+924 siano presenti due ponti, rispettivamente a 5 e 4 luci.

Per cui, al fine di limitare le alterazioni, lo spazio realmente utilizzabile si riduce a quello compreso tra questi due ulteriori vincoli, ovvero un rettilineo disponibile di 969m.

Ancora, al fine di avere uno sviluppo della fermata interamente nel tratto a pendenza costante, si effettua un'ulteriore riduzione del tratto di rettilineo primitivo.

Ne risulta che il rettilineo effettivamente disponibile per la realizzazione di tale Fermata si attesta a **834 m** di rettilineo ma con pendenza costante nulla.

5.3.1.5. Alternativa E: Bettolle-Farneta

La posizione dell'alternativa è illustrata nella **Figura 5.3.1.5.A.**

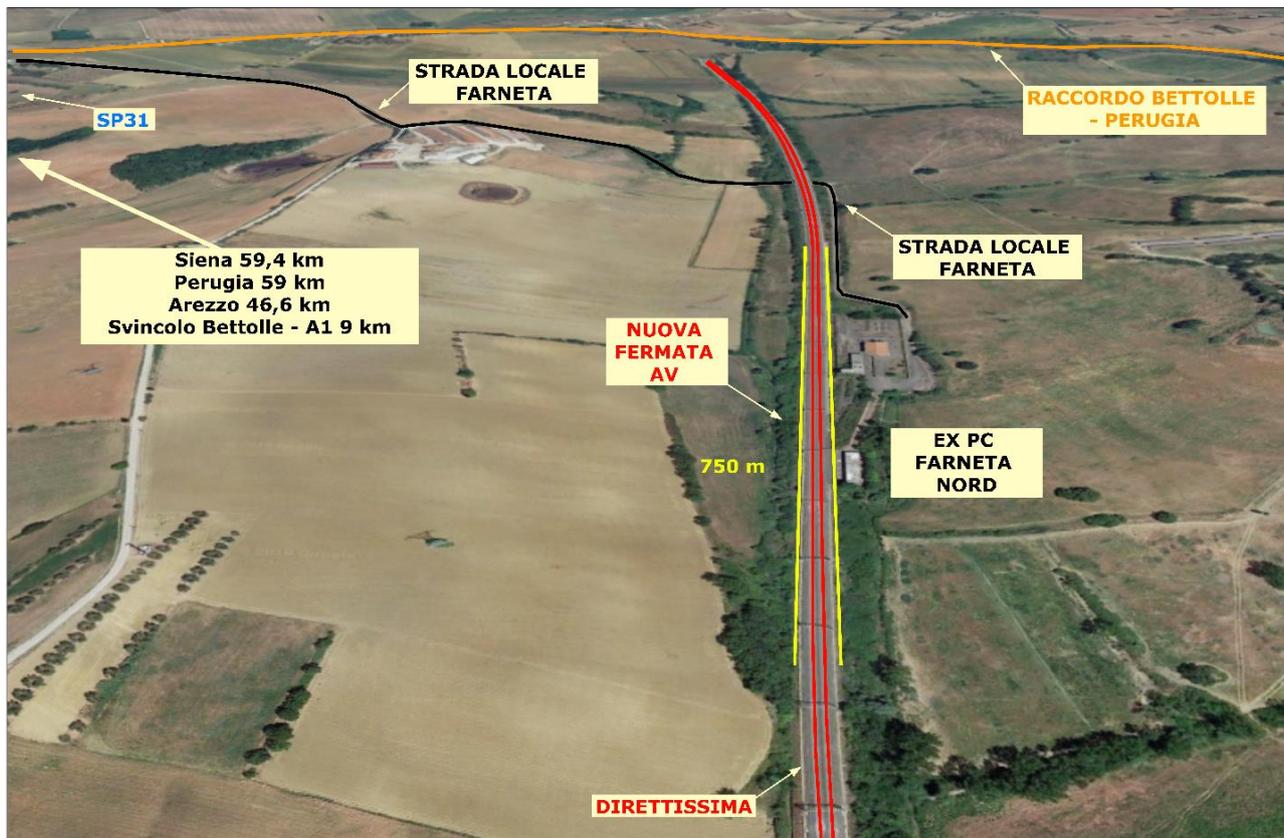


Fig. 5.3.1.5.A. Vista dal satellite della tratta Bettolle Farneta – fonte Google Maps.

Mentre da un punto di vista dell'accessibilità risulta servita molto bene dalla viabilità esistente, purtroppo non lo è per quanto riguarda, prima di tutto, la disponibilità di rettilineo idoneo essendo, tra l'altro compresa tra gallerie.

Nella **Figura 5.3.1.5.B.** è riportata la planimetria ferroviaria della località mentre nella **Figura 5.3.1.5.C.** compare il profilo piano-altimetrico.

Tale tratto è perciò improponibile sia per la presenza di un rettilineo di soli 226 metri, con raccordi parabolici opposti sia per la presenza di una pendenza superiore al 7‰.

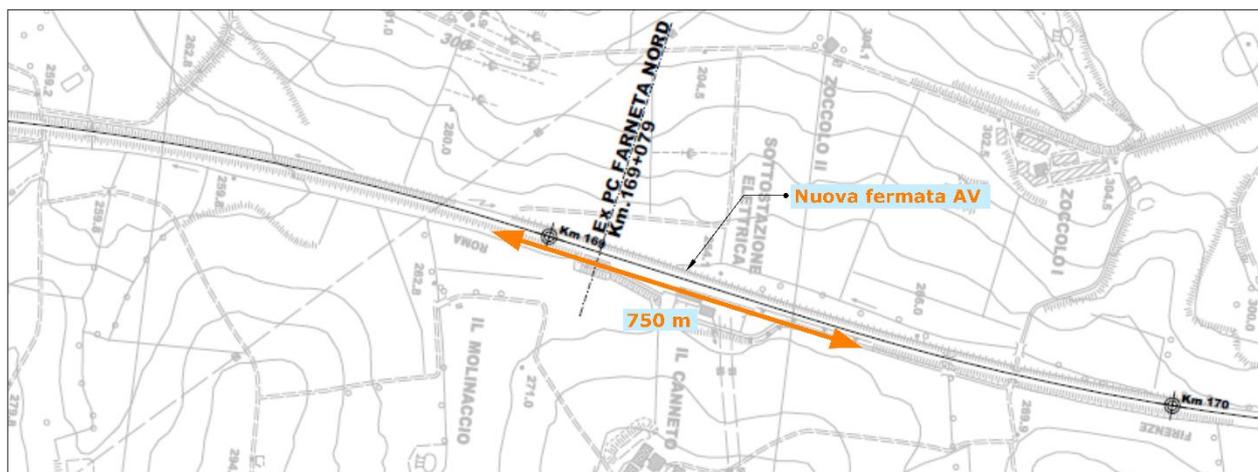


Fig. 5.3.1.5.B. Planimetria della tratta Bettolle Farneta, compresa tra le pk 168,800 e 169,550. Fonte: RFI, tavola L514 - Km154 – 189.

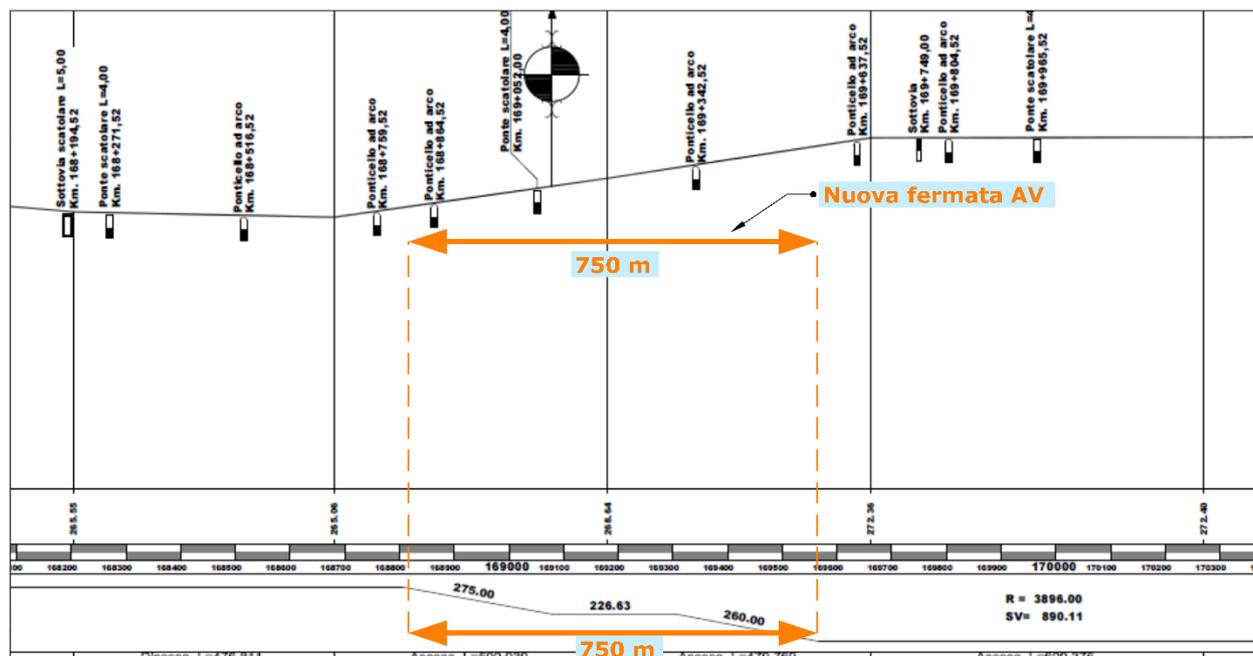


Fig. 5.3.1.5.C. Altimetria e andamento della tratta Bettolle Farneta. Pendenza del tratto superiore al massimo ammissibile per la progettazione di una fermata. Fonte: RFI, tavola L514 - Km154 – 189.

5.3.1.6. Alternativa F: Salcheto (frazione di Montepulciano)

La posizione dell'alternativa è illustrata nella **Figura 5.3.1.6.A.**

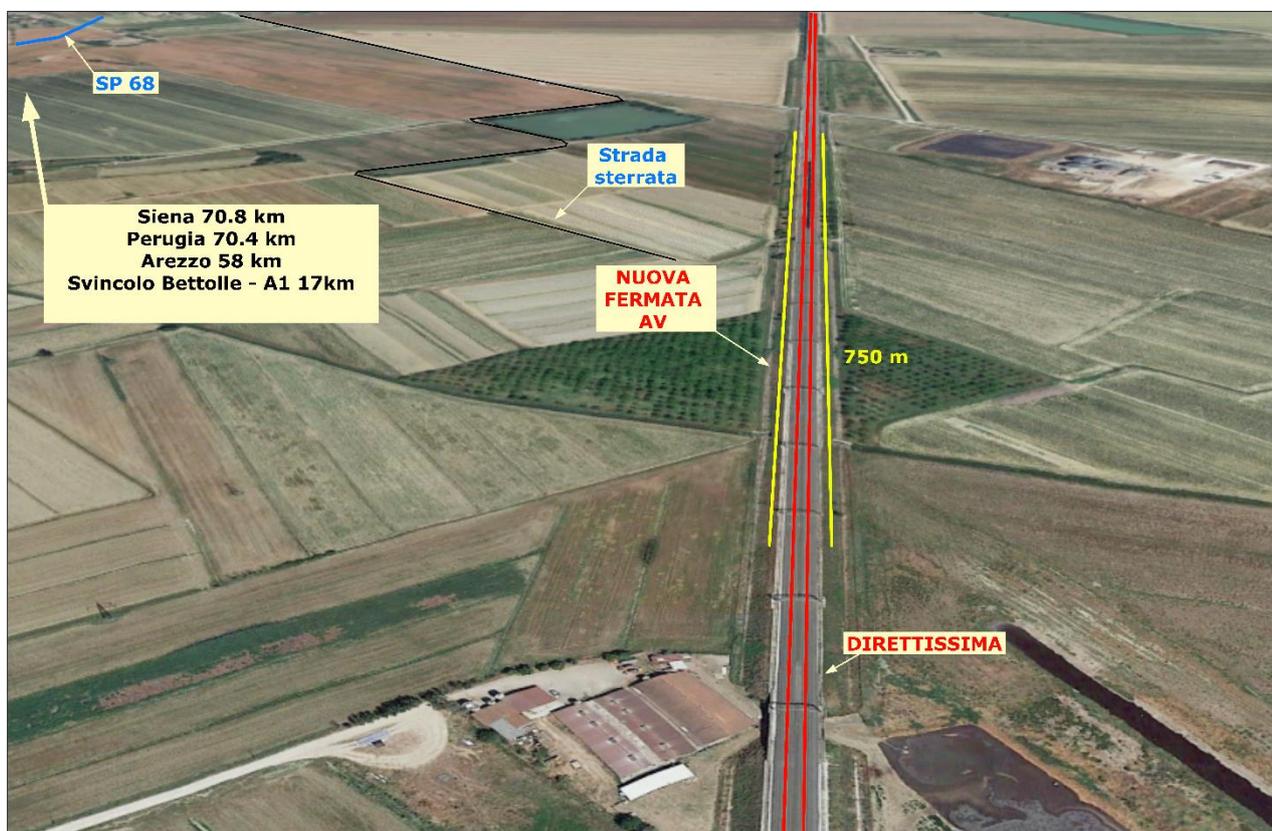


Fig. 5.3.1.6.A. Vista dal satellite del sito Salcheto – fonte Google Maps.

Il sito di Salcheto, si colloca tra le progressive 157+700 e 159+000 (come meglio illustrato nell'Allegato A.6.2.).

Questo sito è caratterizzato da ottime caratteristiche geometriche del tracciato, come si osserva da alcuni estratti del profilo, riportati rispettivamente nella **Figura 5.3.1.6.B.** (Planimetria) e nella **Figura 5.3.1.6.C.** (Profilo).

Dalla planimetria si evidenzia la presenza rispettivamente di un rettilineo di circa 1.150 m mentre dal profilo si rileva una pendenza variabile dallo 0,13 ‰ allo 0,21 ‰.

Tale pendenza, in tale tratto di linea individuato, è quindi inferiore al limite massimo dell'1,2‰ previsto per la progettazione di una fermata.

Ancora, si nota la presenza di un viadotto a Nord (Viadotto Valdichiana 1) della tratta considerata ma ciò non determina alcun tipo di disturbo.

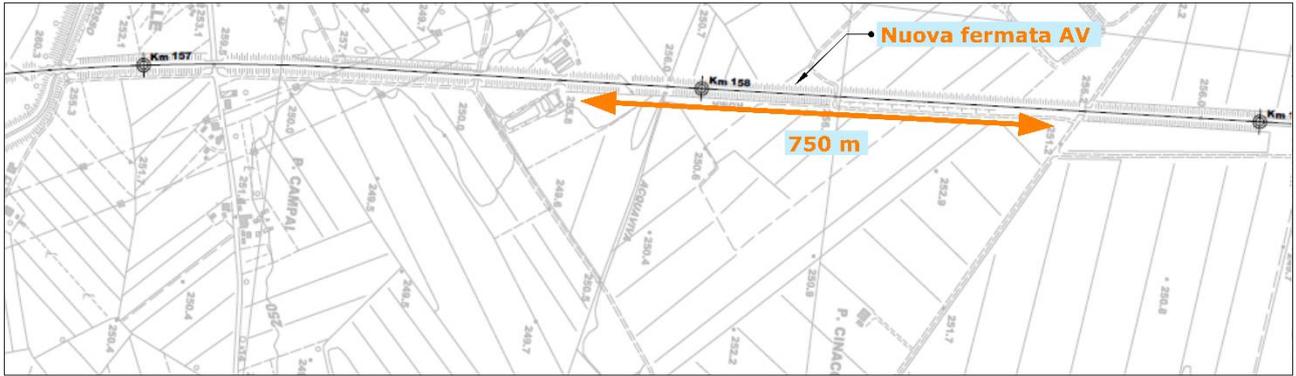


Fig. 5.3.1.6.B. Planimetria della tratta Salcheto, compresa tra le progressive pk 157+700 e 159+000.
Fonte: RFI, tavola L514 - Km154 – 189.

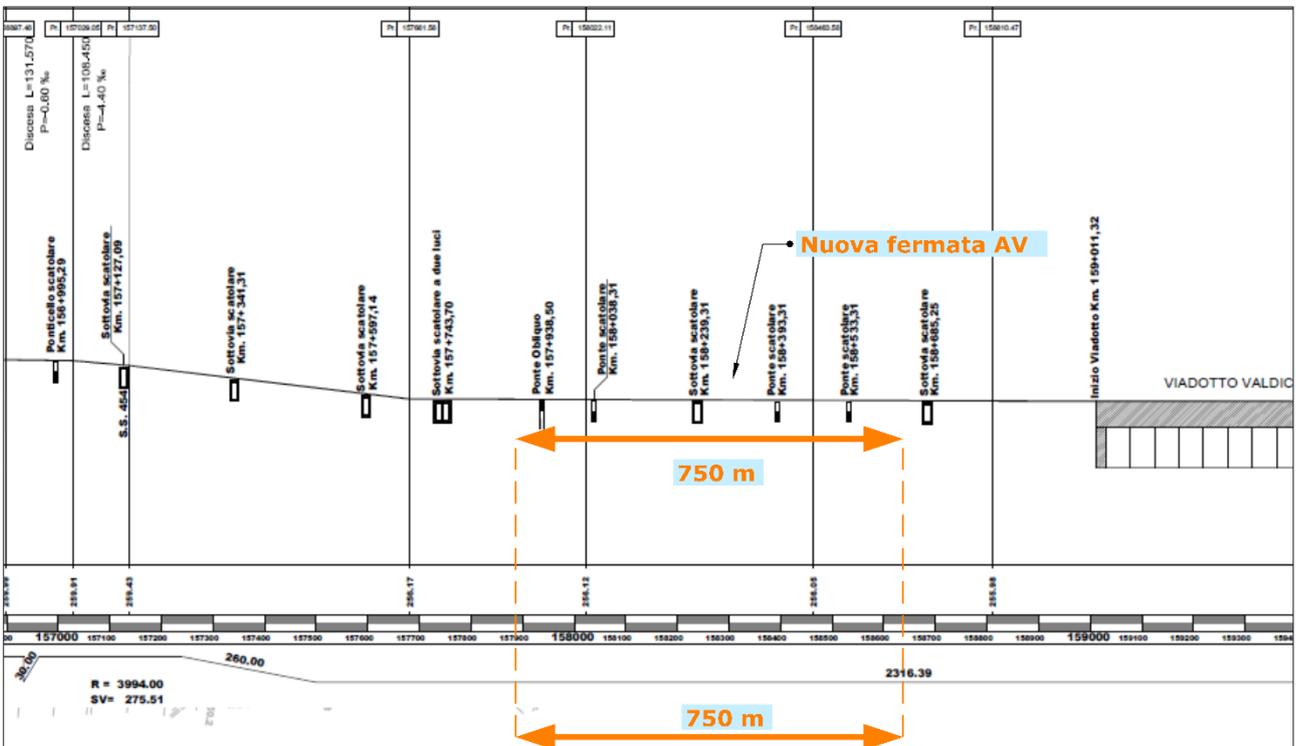


Fig. 5.3.1.6.C. Altimetria e andamento della linea nella tratta Salcheto.
Fonte: RFI, tavola L514 - Km154 – 189.

5.3.1.7. Alternativa G: Chiusi Sud

La posizione dell'alternativa è illustrata nella **Figura 5.3.1.7.A.**

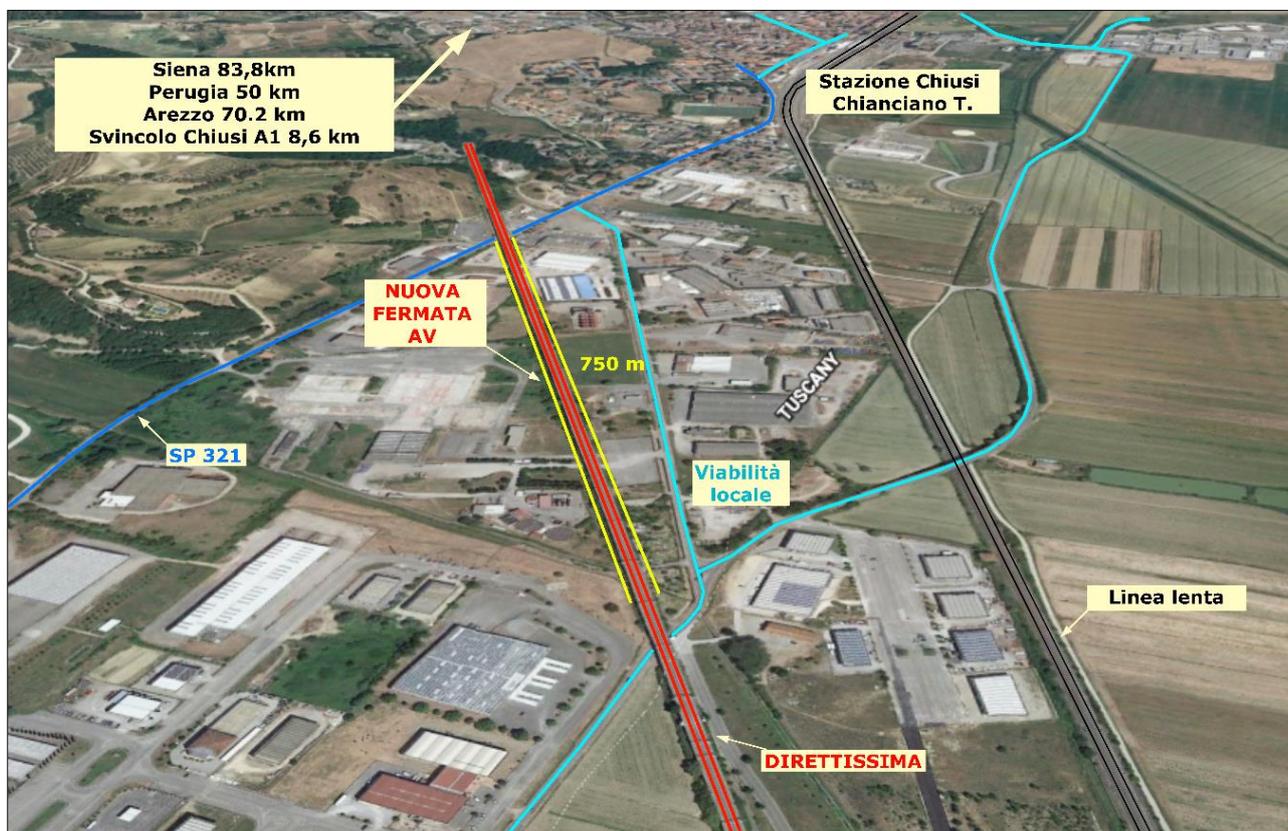


Fig. 5.3.1.7.A. Vista dal satellite della tratta Chiusi Sud – fonte Google Maps.

Questo sito è caratterizzato dalle caratteristiche geometriche del tracciato e del profilo, riportati rispettivamente nella **Figura 5.3.1.7.B** (Planimetria) e nella **Figura 5.3.1.7.C** (Profilo).

Dalla planimetria, si evince la tratta interessata si estende dalla progressiva pk 141+850 sino al 143+600 all'interno di un'area abitata.

Si individua la presenza di un rettilineo di circa 1.743 m idoneo all'inserimento della fermata ma purtroppo questo è solo il primo dei 2 parametri interessati (lunghezza minima rettilineo e pendenza massima inferiore all'1,2‰).

Infatti, risulta evidente la presenza di un viadotto (Viadotto Chiusi) che si estende per la quasi totalità del rettilineo interessata: presenta una pendenza superiore a quella ammissibile del 1,2‰ ed un cambio livelletta a circa metà viadotto.

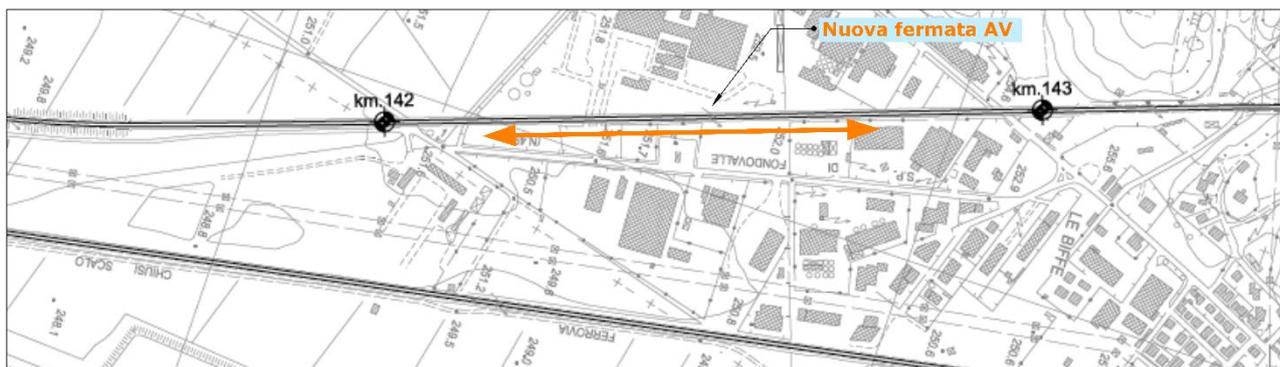


Fig. 5.3.1.7.B. Planimetria della tratta Chiusi Sud, compresa tra le pk 141,850 e 143,600.
Fonte: RFI, tavola L514 - Km134 – 154.

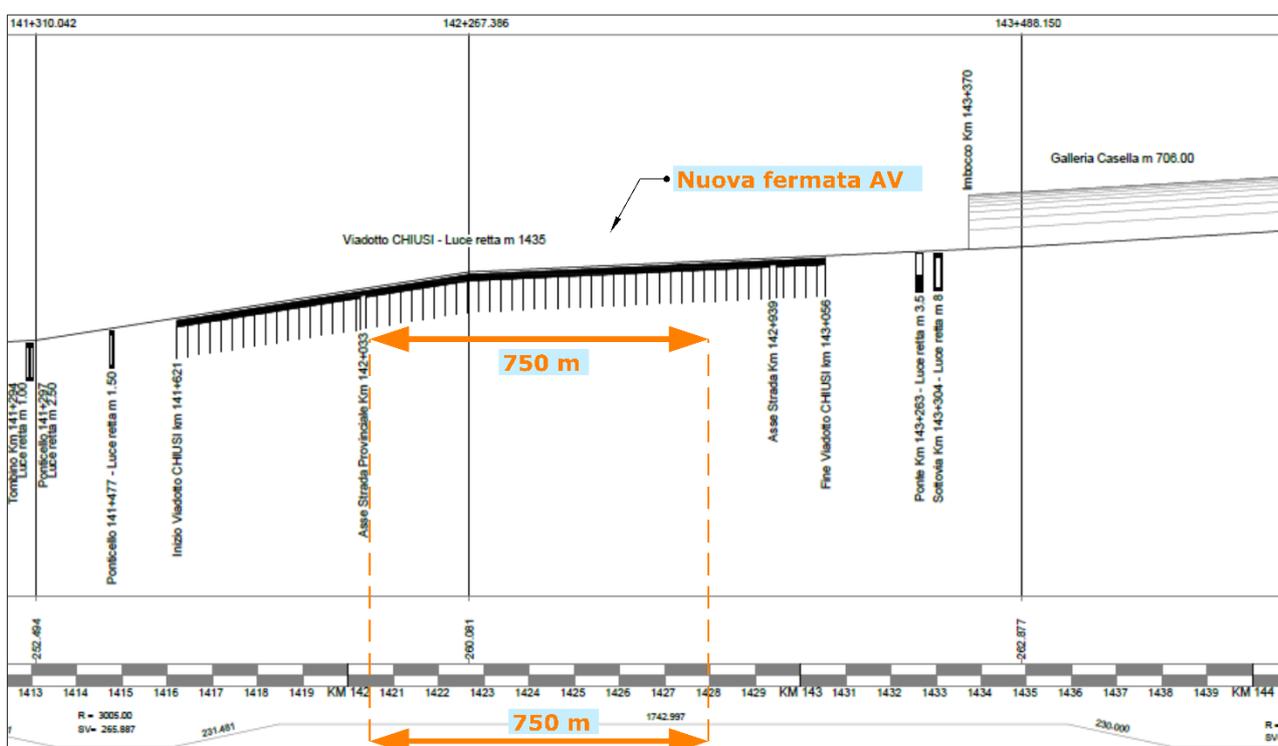


Fig. 5.3.1.7.C. Altimetria e andamento della tratta nell'area di Chiusi Sud.
Fonte RFI, tavola L514 - Km134 – 154.

Raddoppiare un viadotto – ancorché fattibile – sotto esercizio implicherebbe, oltre ad elevati costi, pesanti soggezioni di esercizio sotto forme di rallentamenti ed Interruzioni su una linea tra le più utilizzate in Italia per il traffico AV.

5.3.2. ANALISI MULTICRITERIO

L'analisi multicriterio, denominata Analytic Hierarchy Process (AHP) ⁽⁶⁾, consente di tradurre in termini quantitativi valutazioni di tipo qualitativo e quindi di mettere in diretta relazione giudizi qualitativi ed indicatori quantitativi non direttamente confrontabili.

L'analisi multicriterio per scopi decisionale è una disciplina orientata a supportare il decisore qualora si trovi ad operare con valutazioni numerose e conflittuali, consentendo di ottenere una soluzione di compromesso in modo trasparente e naturale.

La scelta circa l'utilizzo di tale metodologia non è casuale, ma deriva dal fatto che la tradizionale analisi costi benefici è risultata essere non molto affidabile, o anche non idonea, per quanto riguarda la scelta tra diverse alternative.

Infatti, in queste situazioni, risulta essere più indicata proprio l'analisi multicriterio che pur essendo più discrezionale, contiene alcuni parametri numerici "pregni" tali da considerare tutti gli aspetti interni, esterni e ambientali. ⁽⁷⁾

L'analisi multicriterio fornisce un metodo che permette di processare contemporaneamente due tipi di informazioni in ingresso: quelle "oggettive", espresse nella matrice del confronto tra criteri e alternative, e quelle "soggettive", rappresentate nella matrice confronto dei criteri con l'assegnazione di un punteggio.

Per cui il metodo AHP non rappresenta un processo di ottimizzazione vero e proprio bensì permette di identificare una sorta di classifica delle alternative preferenziali, mediante l'assegnazione di un punteggio sintetico per ogni progetto.

Per la formulazione del problema, è necessario calcolare il peso di ogni criterio determinando il vettore dei pesi (W_i) che indica l'importanza relativa di ciascun criterio all'interno del processo decisionale.

Questo componente riflette la parte soggettiva delle informazioni in ingresso all'analisi AHP, in quanto riflette la prospettiva personale del *decision-maker*.

L'importanza relativa di un criterio rispetto ad un altro è espressa attraverso un sistema di pesi, per cui ad ogni criterio j -esimo è associato un peso relativo w_j , tale per cui risulta verificata la condizione:

$$\sum_{j=1}^J w_j = 1$$

L'analisi qui svolta si articola nei seguenti passi:

- Definizione dell'obiettivo dell'analisi
- Individuazione dei criteri da utilizzare e confronto a coppie
- Confronto a coppie tra le alternative
- Risultato e classificazione delle alternative

L'obiettivo dell'analisi multicriterio, utilizzata nel presente lavoro di tesi, è quello di determinare la scelta migliore non in termini assoluti bensì come il **miglior compromesso** che soddisfi tutti i criteri considerati simultaneamente. Infatti, il punteggio finale deriva dall'elaborazione di informazioni sia oggettive che soggettive (**Figura 5.3.2.A**).

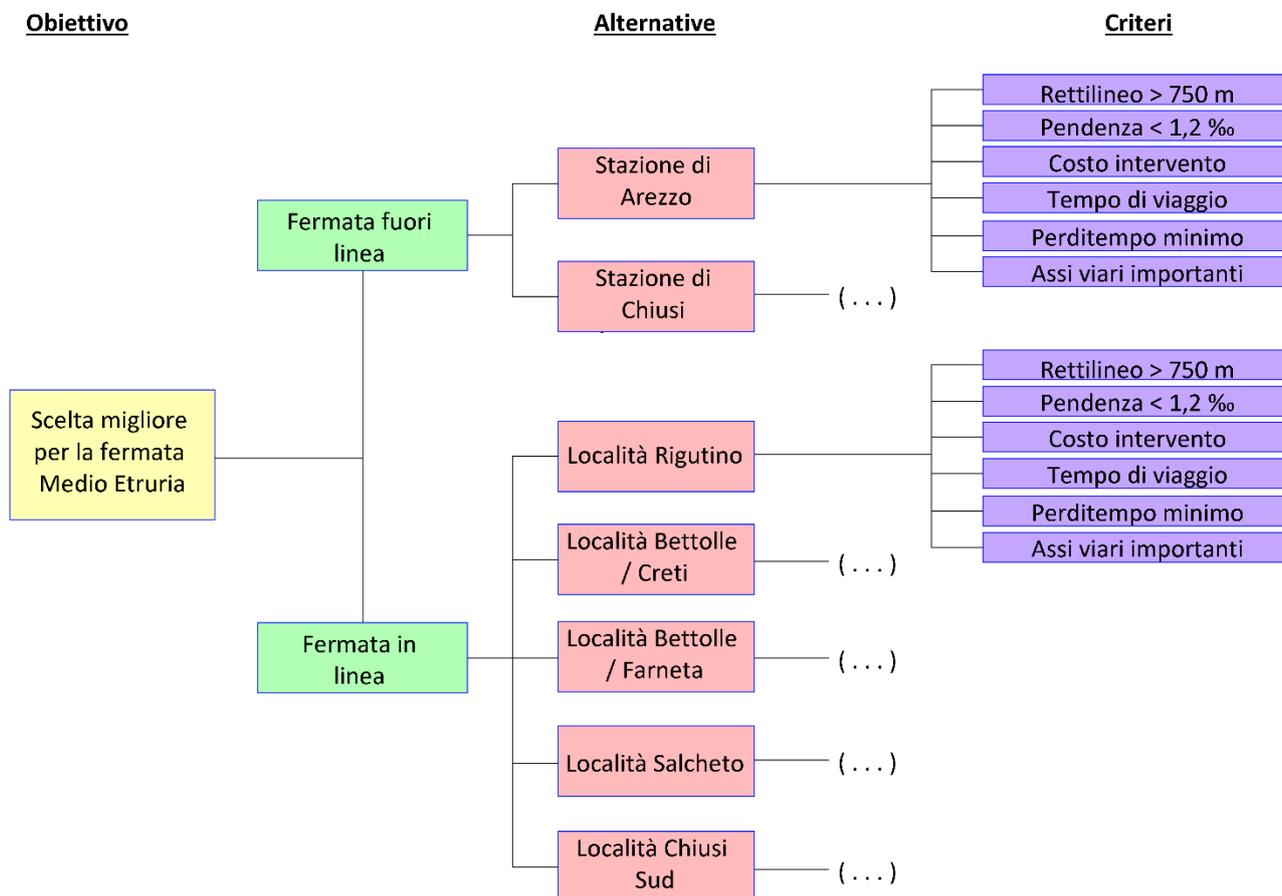


Fig. 5.3.2.A. Gerarchia AHP per il caso studio della Medio Etruria.

La valutazione comparativa è stata svolta a partire dalla definizione di alcuni criteri, come riassunto nella **Tabella 5.3.2.B**.

Si ricorda che i criteri individuati sono 6: e sono stati definiti a seguito delle alternative proposte, al fine di valutare quegli aspetti fondamentali che ne influenzano la scelta finale.

- 1) **Disponibilità di un rettilineo di almeno 750 m**, come descritto nel capitolo 3, su livelletta il più basso possibile e il più possibile libero da infrastrutture trasversali civili di sotto-attraversamento (quali strade, canali condotte) o di scavalcamento (quali ponti, viadotti, elettrodotti, linee telefoniche ecc.).
- 2) **Pendenza della linea inferiore o al massimo pari all' 1,2‰** al fine di evitare sostanziali modifiche al tracciato, come descritto nel capitolo 3.
- 3) **Costo complessivo dell'intervento**, che si articola prevalentemente in due parti:
 - il costo della stazione, per il caso di una nuova fermata lungo linea piuttosto che il costo del solo ammodernamento per il caso di una stazione esistente.

- il costo per la realizzazione di strade nuove o per il loro ammodernamento.
- 4) **Il tempo di viaggio dai bacini potenziali**, dipendente dal sito localizzativo dell'alternativa scelta, come descritto nel capitolo 5.1.
 - 5) **La minimizzazione del perditempo per la fermata**, ovvero la differenza tra il tempo impiegato da quel treno che dovrà effettuare la fermata rispetto al tempo necessario per un passaggio diretto. Si rimanda al capitolo 5.2 ad una descrizione dettagliata del tempo impiegato per le diverse soluzioni analizzate.
 - 6) **La vicinanza di assi viari importanti** è strettamente legata all'accessibilità al sito localizzativo e all'attrattività della domanda potenziale. La presenza di importanti direttrici stradali permette una omogenea diffusione del servizio nel territorio oltre a limitare la realizzazione di nuovi collegamenti e arterie stradali.

In particolare, i primi due sono stati utilizzati per l'analisi delle singole planimetrie e profili interessanti le varie località a loro volte selezionate quali più o meno equidistanti dai tre capoluoghi di provincia.

Criteri analizzati	
h	Disponibilità rettilineo >750m
i	Pendenza della linea < 1,2 ‰
j	Costo complessivo dell'intervento
k	Tempo di viaggio dai bacini potenziali
l	Minimizzazione del perditempo per fermata
m	Vicinanza di assi viari importanti

Tab. 5.3.2.B. Tabella riepilogativa dei criteri utilizzati per l'analisi AHP

Tali criteri sono stati individuati sulla base di un'attenta valutazione delle alternative proposte, come descritto nel **Capitolo 5.1**.

Si è quindi definita una scala di valutazione al fine di poter attribuire a ciascun criterio un punteggio per poi utilizzarlo nei confronti a coppie **Tabella 5.3.2.C**.

Scala di valutazione (aij)			
1	i e j sono equamente importanti	1/3	i è poco meno importante di j
3	i è poco più importante di j	1/5	i è abbastanza meno importante di j
5	i è abbastanza più importante di j	1/7	i è decisamente meno importante di j
7	i è decisamente più importante di j	1/9	i è assolutamente meno importante di j
9	i è assolutamente più importante di j		

Tab. 5.3.2.C. Scala di valutazione di Saaty⁽⁸⁾, utilizzata per il confronto tra due criteri generici "i" e "j" e per un certo numero di n criteri.

In assenza di un decisore, che dovrebbe assegnare a ciascun confronto tra criteri un punteggio, si è ipotizzato di attribuire a ciascun criterio un punteggio derivante dalla prospettiva personale come studente di ingegneria civile in infrastrutture e trasporto.

Il risultato di tutti i confronti tra il criterio i e il criterio j (pari a: $\frac{n*(n-1)}{2}$) permette di generare la matrice (nxn) che è stata utilizzata per calcolare il vettore dei pesi percentuali di ogni singolo criterio e il cui risultato è mostrato in **Tabella 5.3.2.D**.

A partire dal confronto tra i criteri e dall'assegnazione di un valore, si è normalizzata la matrice così ottenuta e si è calcolato il vettore dei pesi dei criteri (vedi **ALLEGATO A.6.1**).

Criteri analizzati		%
h	Disponibilità rettilineo >750m	31.5%
i	Pendenza della linea < 1,2 ‰	17.3%
j	Costo complessivo dell'intervento	5.2%
k	Tempo di viaggio dai bacini potenziali	14.5%
l	Minimizzazione del perditempo per fermata	25.2%
m	Vicinanza di assi viari importanti	6.2%

Tab. 5.3.2.D. Vettore dei pesi dei criteri.

5.3.3. VALUTAZIONI MEDIANTE I CRITERI DI CONFRONTO

Passiamo ora valutare le singole soluzioni alla luce dei criteri sopra esposti (in ordine “fuori linea” e “lungo linea”, da Nord a Sud).

Alternative fuori linea:

- Alternativa A: AREZZO

A fronte di un minore costo realizzativo dell'opera, si sono valutati degli incrementi sostanziali del perditempo dovuto alla percorrenza dell'interconnessione e quindi all'uscita dalla linea Direttissima.

Si è stimato un costo di realizzazione di circa 6,65 milioni di euro, pari al 77% in meno rispetto alla soluzione di realizzare una nuova stazione lungo la linea.

A fronte di un incremento del perditempo di oltre il 100% rispetto alla soluzione di fermata lungo linea.

Si tratta di un perditempo complessivo per percorrere l'interconnessione di 14,3 minuti, rispetto ad un perditempo per la fermata in linea di 7 minuti.

Inoltre, la localizzazione nell'area di Arezzo, comporterebbe un incremento del tempo di percorrenza dalle provincie di Perugia e di Siena, con un tempo di viaggio su gomma

rispettivamente di circa 85 e 86 minuti via bus (ovvero 68 e 69 minuti via auto) rispettivamente del 60,4% e del 38,7%, rispetto alla soluzione di Bettolle Creti (assunta come riferimento poiché baricentrica alle 3 province).

Quest'ultima caratterizzata da un tempo di percorrenza da Perugia e da Siena, rispettivamente di 53 e 62 minuti via bus (ovvero 43 e 50 minuti via auto).

- Alternativa B: CHIUSI CHIANCIANO T.

Analogamente, risulta di discreta importanza l'alternativa riguardante la soluzione del potenziamento della stazione di Chiusi Chianciano Terme.

A fronte di una riduzione del costo di realizzazione, si avrebbero degli elevati incrementi di perditempo per tutti i treni che effettuerebbero tale fermata e del tempo necessario a raggiungere tale stazione dalle tre province del bacino.

Infatti, il perditempo della fermata di Chiusi Chianciano T. sarebbe di circa il 114% rispetto alla fermata in linea.

Si tratta di un perditempo complessivo per percorrere l'interconnessione di 14,9 minuti, rispetto ad un perditempo per la fermata in linea di 7 minuti.

La localizzazione della fermata nella città di Chiusi, comporta un impoverimento del bacino di utenza, infatti aumentano di molto i tempi di percorrenza dalle tre province Arezzo, Perugia e Siena, rispettivamente di 36,2%, 22,6%, 33,0% rispetto all'alternativa di Bettolle Creti (assunta come riferimento poiché baricentrica alle 3 province).

Infatti, per raggiungere Chiusi Chianciano T. dalle province di Arezzo, Perugia e Siena, si è calcolato un tempo di viaggio su gomma rispettivamente di circa 64, 65 e 82,5 minuti via bus (ovvero 52, 53 e 66 minuti via auto).

Per contro, il tempo di percorrenza stradale per raggiungere la località di Bettolle Creti è di circa 47, 53 e 62 minuti via bus (38, 43 e 50 minuti via auto).

Alternative in linea:

- Alternativa C: RIGUTINO

L'area circostante alla tratta individuata è costituita dalla presenza di terreni coltivati e di qualche abitazione sparsa

L'alternativa di Rigutino rientra tra quelle soluzioni di maggior interesse, tuttavia presenta una localizzazione più penalizzante.

Infatti, si allontana dal baricentro delle tre province, privilegiando per lo più la sola città di Arezzo.

A fronte di questo, si individuano ottime caratteristiche geometriche per permettere l'inserimento della fermata.

Nel precedente studio del *tavolo tecnico su Medio Etruria*, l'alternativa di Rigutino risulta essere considerata proprio grazie alla sua vicinanza con la linea lenta, distante circa 400 m che, secondo i proponenti avrebbe consentito di poter realizzare un interscambio pedonale (ferro – ferro) con l'ex stazione di Frassineto (PM Rigutino).

Tuttavia, a fronte di questi vantaggi, la localizzazione geografica di Rigutino risulta essere più penalizzante per le province di Perugia e di Siena.

Infatti, queste si troverebbero a fronteggiare un tempo di viaggio su gomma rispettivamente di circa 70 e 79 minuti via bus (ovvero 56 e 64 minuti via auto), pari ad un incremento del 32,1% e 27,4% rispetto alla soluzione di Bettolle – Creti (assunta come riferimento poiché baricentrica alle 3 province).

Quest'ultima è caratterizzata da un tempo di percorrenza da Perugia e da Siena, rispettivamente pari a 53 e 62 minuti via bus (ovvero 43 e 50 minuti via auto).

Il reticolo viario del sito di Rigutino è caratterizzato dalla presenza di una fitta rete stradale, tra cui si individua la presenza della SP23 che permette un collegamento diretto:

- verso Nord, con la città di Rigutino e tramite la SR 71 e SS73 sino ad Arezzo
- verso Ovest con la strada SP327.

Tuttavia, la distanza dagli svincoli autostradali dell'A1 (quali Monte S. Savino e Valdichiana) e dal raccordo Bettolle Perugia (quale Foiano della Chiana) è molto elevata, rispettivamente di km 12,5, di 21,5 e di 19,3 km.

- Alternativa D: BETTOLLE CRETI

L'area circostante alla tratta individuata è costituita dalla presenza di terreni coltivati e adiacente alla linea ferroviaria sul lato est, è presente un fabbricato, distante circa 8 m dalla base del rilevato.

L'accessibilità al territorio è garantita dalla presenza della SP 28 Siena – Cortona.

Oltre ad incontrare tutti i vincoli progettuali richiesti, tale soluzione è caratterizzata dal vantaggio localizzativo.

Infatti, la località di Bettolle Creti si trova in una posizione baricentrica rispetto alle tre province circostanti ed essendo caratterizzata da un'ottima accessibilità stradale, sia per la presenza del raccordo tra l'autostrada A1 e l'autostrada Siena – Bettolle – Perugia, distante 11,7km e sia per la presenza della strada SP28 che collega il territorio interessato.

Si è calcolato un tempo complessivo di percorrenza dalle tre province di Arezzo, Perugia e Siena rispettivamente pari a 47, 53 e 62 minuti via bus (ovvero 38, 43 e 50 minuti via auto).

- Alternativa E: BETTOLLE FARNETA

L'alternativa di Bettolle Farneta risulta meno propensa ad ospitare la fermata AV.

Dagli elaborati plano-altimetrici si evincono una serie di problematiche che limitano la possibilità di realizzare qualsiasi tipo di intervento.

Tale alternativa si localizza in corrispondenza dell'asse del fabbricato PC Farneta Nord alla progressiva pk 169+200.

Tuttavia, il rettilineo che, ad una prima analisi sembrerebbe poter ospitare una fermata in linea, non risulta essere sufficiente, poiché si riduce a 226,63 m essendo gli estremi di 275 m e di 260 m occupati dai raccordi planimetrici delle curve adiacenti (*visibili soltanto grazie all'analisi del profilo, Fig. 5.3.1.5.B. e Fig. 5.3.1.5.C. già citate.*) oltre a non rispettare il valore massimo ammissibile di pendenza del 1,2‰.

Dal punto di vista dell'accessibilità, il sito di Bettolle Farneta è collocato in posizione baricentrica, e dista soltanto 5,1 km e 9,4 km rispettivamente dallo svincolo di Foiano della Chiana e dallo svincolo e raccordo dell'A1 di Valdichiana.

Il sito di Farneta è accessibile mediante la strada SP31, distante circa 1,85 km, come descritto nel capitolo 5.1.

Si è quindi giunti, ad un esito negativo per tale soluzione, poiché non è compatibile con i vincoli progettuali precedentemente descritti, volti ad evitare qualsiasi variazione dell'attuale tracciato plano-altimetrico della Direttissima.

- Alternativa F: SALCHETO

A fronte di ottime caratteristiche geometriche, tale alternativa localizzativa non gode di una buona accessibilità stradale poiché, dista:

- circa 16,5 km dall'uscita di Foiano della Chiana (raccordo autostradale Bettolle – Perugia).
- ben 19 km dal raccordo A1 Siena - Bettolle - Perugia.

Questo si traduce in un aumento dei tempi di viaggio dalle province interessate.

In aggiunta, non sono presenti strade locali che permettano un accesso diretto se non piccole strade agricole e sterrate.

Rispetto alla soluzione di Bettolle - Creti, per raggiungere il sito di Salcheto – dalle province di Arezzo, Perugia e Siena – si è calcolato un tempo di viaggio su gomma rispettivamente di circa 68, 74 e 83 minuti via bus (ovvero 54, 59 e 66 minuti via auto).

Ciò rappresenta un incremento rispettivamente del 45%, 40% e 34%, contro un tempo di percorrenza –per raggiungere la località di Bettolle Creti – di circa 47, 53 e 62 minuti via bus (ovvero 38, 43 e 50 minuti via auto).

- Alternativa G: CHIUSI SUD

Nonostante la presenza del rettilineo, avente una lunghezza che si attesta su circa 1000 m opportunamente depurato dalle tratte aventi forti cambi di pendenze e dalle tratte in tunnel, questo tratto si sviluppa quasi interamente su viadotto, rendendo irrealizzabile – di fatto – il posizionamento di una fermata (per via di costi proibitivi rispetto ad altre soluzioni lungo linea).

Infatti, sarebbe necessario allargare il viadotto stesso per permettere l’inserimento dei binari aggiuntivi, oltre ad intervenire direttamente sul profilo della linea, determinando un sostanziale innalzamento dei costi e dei tempi di realizzazione.

Questa alternativa di Chiusi Sud è stata valutata perché era stata proposta anche nel precedente studio del tavolo tecnico su Medio Etruria che valutava tale ipotesi come valida poiché ipotizzava, semplicemente come dichiarazione d’intenti, un interscambio con la stazione di Chiusi Chianciano Terme mediante un servizio navetta autobus.

Grazie all’analisi del profilo piano-altimetrico della linea, si è evidenziata la presenza di alcune problematiche che si traducono con l’attribuzione di un basso valore del peso come mostrano i risultati dell’analisi AHP.

Ancora, la localizzazione geografica di Chiusi Sud risulta essere più penalizzante per tutte e tre le province.

Infatti, queste si troverebbero a fronteggiare un tempo di viaggio su gomma rispettivamente di circa 53, 84 e 83 minuti via bus (ovvero 43, 67 e 66 minuti via auto), pari ad un incremento del 12,8%, 58,5% e 33,9% rispetto alla soluzione di Bettolle-Creti.

Quest’ultima caratterizzata da un tempo di percorrenza da Arezzo, Perugia e da Siena, rispettivamente di 47, 53 e 62 minuti via bus (ovvero 38, 43 e 50 minuti via auto).

5.3.4 RISULTATI DELL'ANALISI

Il risultato finale (vedi **Tabella 5.3.4.A.**) è ottenuto considerando i vettori normalizzati derivanti dal confronto tra le alternative in funzione di ciascun criterio valutato e moltiplicandoli per il vettore dei pesi dei criteri, ovvero

$$[\text{matrice A (Tab. 5.3.4.A)}] \times [\text{matrice B (Tab. 5.3.4.B)}]$$

Per i calcoli effettuati si rimanda all'**Allegato A.6.2.**

La **Matrice A** è quella riportata nella seguente **Tabella 5.3.4.A.**

Alternative \ Criteri	h - Disponibilità rettilineo >750m	i - Pendenza della linea < 1,2 ‰	j - Costo complessivo dell'intervento	k - Tempo di viaggio dai bacini potenziali	l - Minimizzazione del perditempo per fermata	m - Vicinanza di assi viari importanti
A - Arezzo (fuori linea)	0.18	0.19	0.35	0.02	0.03	0.08
B - Chiusi C.T. (fuori linea)	0.18	0.19	0.35	0.03	0.02	0.07
C - Rigutino (in linea)	0.18	0.19	0.06	0.16	0.19	0.16
D - Bettolle Creti (in linea)	0.18	0.19	0.06	0.31	0.19	0.28
E - Bettolle Farneta (in linea)	0.02	0.02	0.06	0.30	0.19	0.28
F - Salcheto (in linea)	0.16	0.19	0.06	0.12	0.19	0.05
G - Chiusi Sud (in linea)	0.10	0.02	0.06	0.06	0.19	0.08

Tab. 5.3.4.A. Matrice A: Risultato dell'analisi (matrice confronto alternative e criteri).

La **Matrice B** è quella riportata nella seguente **Tabella 5.3.4.B.**

Criteri		
h	Disponibilità rettilineo >750m	0.31
i	Pendenza della linea < 1,2 ‰	0.17
j	Costo complessivo dell'intervento	0.05
k	Tempo di viaggio dai bacini potenziali	0.15
l	Minimizzazione del perditempo per fermata	0.25
m	Vicinanza di assi viari importanti	0.06

Tab. 5.3.4.B. Matrice B – Vettore dei pesi dei criteri.

La Matrice risultato, che consente di evidenziare la graduatoria delle soluzioni è riportata nella **Tabella 5.3.4.C.**

Classifica alternative		
A - Arezzo (fuori linea)	0.122	12.2%
B - Chiusi C.T. (fuori linea)	0.121	12.1%
C - Rigutino (in linea)	0.174	17.4%
D - Bettolle Creti (in linea)	0.203	20.3%
E - Bettolle Farneta (in linea)	0.122	12.2%
F - Salcheto (in linea)	0.156	15.6%
G - Chiusi Sud (in linea)	0.102	10.2%

Tab. 5.3.4.C. Matrice del risultato finale

I risultati mostrano che l'alternativa D (Bettolle - Creti), con il 20,3%, presenta il punteggio più alto ed è quindi il miglior compromesso per localizzazione della nuova fermata Medio Etruria.

Quella successiva è l'alternativa C (Rigutino) con il 17,4%. Seguono tutte le altre con punteggi decrescenti.

L'abilità del metodo AHP consiste nel poter valutare la consistenza.

L'idea che sta alla base del metodo AHP per il calcolo della consistenza è quella della transitività cardinale.

Per esempio, se il requisito A è considerato essere due volte più importante del requisito B, e il requisito B è considerato essere tre volte più importante del requisito C, allora la perfetta consistenza cardinale vorrebbe implicare che il requisito A sarà considerato 6 volte più importante di quello C.

In tal modo se il decisore giudica il requisito A meno importante di C, ciò implica che esiste un errore di giudizio e che la matrice non è consistente. L'indice di consistenza è definito come $CI = (\lambda - n)/(n-1)$;

Si definisce poi l'indice RI (Random Consistency Index) individuato mediante una tabella che associa un valore a seconda della dimensione della matrice.

Quindi si calcola l'indice CR ovvero il rapporto di consistenza (CI/RI) che, al fine di poter essere considerato accettabile, dovrà essere <0,1.

Nel caso in esame, tutti gli indici di consistenza che sono stati valutati per i criteri e le alternative soddisfacevano tale requisito (vedi **Allegato A.6. nella sua totalità**).

In conclusione, dall'analisi multicriterio qui sviluppata per la valutazione di differenti alternative localizzative della fermata Medio Etruria, si può affermare che la soluzione avente il **miglior compromesso** è rappresentata dalla località di **Bettolle – Creti**.

Inoltre, si sono effettuate ulteriori valutazioni di carattere tecnico ed economico per le 5 soluzioni in linea DD e per le 2 soluzioni fuori linea (Arezzo e Chianciano C.T.).

Sebbene la realizzazione di una nuova fermata in linea comporti un aumento dei costi dell'intervento rispetto al potenziamento delle stazioni attuali, si avrebbe una diminuzione media del perditempo di almeno il 50%.

Infatti, mentre il perditempo per la soluzione in linea si attesta a soli 7 minuti, per le soluzioni fuori linea di Arezzo e di Chiusi Chianciano T. si avrebbe rispettivamente 14 e 15 minuti di perditempo, ricordando che il tempo di viaggio tra Roma Tiburtina e Firenze S.M.N è di circa 84 minuti.

Infine, rispetto alla soluzione di Rigutino – idonea nel soddisfare tutti i requisiti geometrici alla futura possibilità di un interscambio ferro-ferro con la linea-lenta, la soluzione di Bettolle Creti è caratterizzata da un'accessibilità diretta e in grado di garantire minori ed omogenei tempi di percorrenza da tutte le province interessate.

Questo si traduce in un possibile incremento del bacino di utenza, e di poter disporre di ampie aree per il parcheggio.

Partendo da una "valutazione generica", si è sviluppato un "progetto di fattibilità" vero e proprio, **fornendo una classifica di alternative individuate attraverso un'analisi completa da un punto di vista trasportistico** che ha permesso di fornire delle valide motivazioni di supporto alle scelte proposte.

A seguito di questo risultato, si è proseguito con un'analisi sul bacino di utenza per il calcolo della domanda potenziale, come mostrato nel paragrafo successivo.

Ovviamente, per la definizione del bacino di influenza si è proceduto per "analogia" con il "positivo esempio" della Fermata Medio Padana mediante una sua analisi ex-post supportata, come vedremo, anche da indagini proprie fatte sul campo dall'estensore della Tesi.

5.4. Calcolo semplificato della domanda per la soluzione prescelta

5.4.1. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO

Per calcolare il numero di passeggeri afferenti la fermata ME abbiamo eseguito il concetto dell'analisi ex-post, ovvero l'analisi che consente, mediante le misure dirette effettuate su un altro sito funzionante e ben collaudato, di modellizzare l'applicazione per il nostro caso in esame. ⁽⁹⁾

In primo luogo, si sono valutati i bacini di popolazione che sarebbero interessati dal nuovo servizio.

Per poter fare ciò si è condotta un'analisi della popolazione complessivamente residente nelle province interessate dalla futura localizzazione della fermata di Bettolle-Creti, ottenuta mediante l'analisi multicriterio.

Come precedentemente descritto ed illustrato, delle sette province attraversate o lambite dalla linea Direttissima, quali Viterbo, Terni, Rieti, Grosseto, Perugia, Siena, Arezzo, solo le ultime 3 si prestano ad un servizio completamente incentrato sulla DD.

Di conseguenza si è focalizzata l'attenzione su quelle di Arezzo, di Perugia e di Siena quali "alimentatrici" della Fermata ME.

A queste si è aggiunta una piccola porzione della provincia di Terni, che comprende la parte dell'estremo sud della Val di Chiana.

(Una lista dei comuni considerati per ciascuna è riportata nell'Allegato A.8.2.).

I dati relativi all'attuale numero complessivo di abitanti residenti nelle province interessate, sono stati a loro volta suddivisi, al fine di eseguire una dettagliata valutazione. ⁽¹⁰⁾

A seguito dell'analisi precedentemente condotta, per valutare la durata del viaggio da ogni singola provincia sino al sito localizzativo della fermata, ipotizzando l'utilizzo dell'autobus indirizzato al sito di Bettolle Creti, si è ottenuta una possibile suddivisione dell'area in due distinti bacini.

Prendendo a riferimento l'esempio della Fermata MP, innanzi tutto si sono stabiliti due valori del tempo di accesso alla nuova Fermata ME: 62' e 100'.

Tali valori ci consentono di definire due bacini denominati rispettivamente:

- **primo bacino** (o "primario" come influenza essendo il più vicino) che si estende sino a comprendere una durata di viaggio massima di 62 minuti via autobus.
La scelta di considerare 62 minuti, e non 60, dipende dall'effettiva percorrenza via autobus dalla città di Siena, affinché questa possa ricadere nel primo bacino di influenza.
- **secondo bacino** (o "secondario) che si estende sino a comprendere una durata massima di 100 minuti.

La durata del viaggio è inferiore se si considera uno spostamento con mezzo privato.

In particolare, la zona baricentrica di Bettolle-Creti (**vedi Figura 5.4.1.A.**) vede come collegamenti stradali:

- l'Autostrada A1 per il collegamento da Arezzo
 - i raccordi autostradali, a due corsie per senso di marcia, quali:
 - la Siena-Bettolle, ad Ovest;
 - la (Foligno)-Perugia-Bettolle ad Est
- con i bacini "primario" su sfondo blu e "secondario" su sfondo rosso.

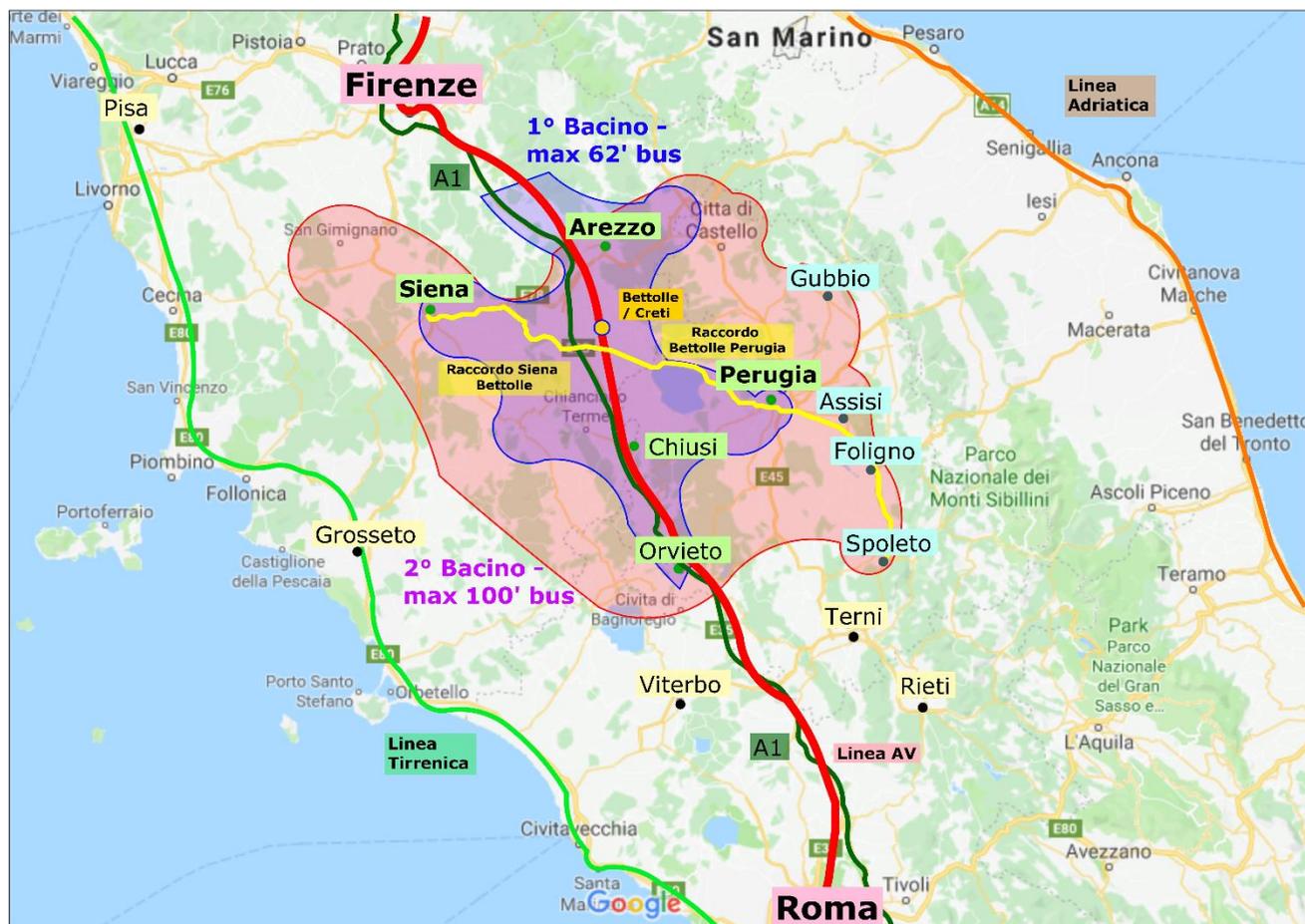


Fig. 5.4.1.A. Bacini di influenza individuati rispetto alla soluzione localizzativa di Bettolle - Creti.

Come già descritto al paragrafo 1.4., l'esistenza ad Ovest della direttrice tirrenica e ad est di quella adriatica, determinano un primo impoverimento delle potenziali zone attratte dal futuro servizio della Medio Etruria.

Come osservazioni sui bacini di influenza:

- Il "primo bacino di influenza", caratterizzato da una durata del viaggio massima di **62 minuti via autobus**, si estende sino a comprendere le città di Perugia e di Siena, quasi simmetriche ed ugualmente ben servite, oltre – ovviamente Arezzo più vicina – con buona parte del loro territorio provinciale.

Tali città godono di collegamenti diretti sia verso il raccordo Siena-Bettolle-Perugia, sia verso l'autostrada A1.

In particolare, Perugia e Siena sono i due capoluoghi distanti circa 60 km dall'asse della A1 (ed in particolare del casello di Valdichiana, origine dei due raccordi autostradali) Arezzo invece, dista soli 10 km dall'asse dell'A1, e circa 36km dal casello di Valdichiana.

La città di Orvieto, posta al limite meridionale di tale primo bacino, è servita da un collegamento diretto verso l'autostrada A1 e risulta anch'essa all'interno del primo bacino, limitatamente per gli spostamenti in direzione Nord.

In direzione Sud, invece, essendo collocata a metà strada tra la nuova fermata e la città di Roma, risulta più conveniente l'utilizzo diretto dell'autostrada A1 o del collegamento ferroviario diretto sulla linea storica Orvieto – Roma.

- Il **“secondo bacino di influenza”**, caratterizzato da una durata del viaggio massima di **100 minuti via autobus**, si estende ad Est – verso la zona centrale dell'Umbria – fino a includere città come Spoleto, Foligno, Assisi e Gubbio.
Le prime tre città sono servite dal collegamento diretto mediante il raccordo autostradale (2 corsie per senso di marcia) Perugia-Bettolle.
La città di Gubbio è invece più penalizzata disponendo di collegamenti di viabilità secondaria che confluiscono nel raccordo di Perugia – Bettolle.
- Verso Ovest, invece, il secondo bacino di influenza è molto più limitato a causa della vicinanza della direttrice tirrenica. La città di Grosseto, pur essendo ai margini dei 100 minuti di viaggio via autobus, è esclusa dal secondo bacino di influenza poiché è direttamente collegata verso nord con Firenze e verso sud con Roma.
- Analogamente, come descritto al paragrafo 1.4, le città di Viterbo, Terni e Rieti non rientrano in alcuno dei due bacini di influenza.

Una prima scrematura viene quindi fatta considerando solo il numero di abitanti che risiedono nelle aree facenti parte dei due bacini di influenza, escludendo tutti i paesi esterni ad essi, come riassunto nella **Tabella 5.4.1.B**.

Totale abitanti delle province	
1494298	
Totale abitanti bacini	
1172702	
1° bacino (ab)	2° bacino (ab)
646559	526143

Tab. 5.4.1.B. Numero di abitanti residenti all'interno del primo e del secondo bacino di influenza di Bettolle-Creti.

Si osserva che degli oltre 1,49 milioni di abitanti complessivi delle province di Perugia, Arezzo, Siena e della porzione Nord della provincia di Terni, possiamo ragionevolmente attribuire solo 1,17 milioni ai due bacini di influenza della nuova fermata Medio Etruria.

Di questi, circa 650 mila abitanti (poco più del 55%) si trovano all'interno dell'area avente una distanza dalla nuova fermata che varia da pochi chilometri sino a circa 60 (pari ai 62' del collegamento con autobus).

Un discorso a parte merita **la provincia di Grosseto** (lambita ad oriente dalla DD) ed in particolare il capoluogo, servito direttamente – come visto in precedenza – dalla dorsale ferroviaria tirrenica quale concorrente, ad occidente, dell'asse costituito dalla linea DD.

Il capoluogo Grosseto si trova ai margini del secondo bacino di influenza, in termini di durata del viaggio (circa 110 minuti via autobus), per la soluzione di Bettolle Creti.

Se si controllano le principali soluzioni ferroviarie di viaggio attualmente disponibili, verso Milano e verso Roma, si nota che:

- Per l'itinerario ferroviario Grosseto – Milano, ignorando tutte le soluzioni di durata superiore, esistono attualmente come meglio specificato:
 - 1) 1 collegamento giornaliero con 1 interscambio in 4h43'
 - 2) 1 collegamento giornaliero senza interscambio in 4h56'
 - 3) 1 collegamento giornaliero senza interscambio in 5h40'.
- Per l'itinerario Grosseto-Roma esistono più collegamenti diretti in 1h39'. Nella direzione Sud (Roma), pertanto l'utilizzo della fermata Medio Etruria non risulterebbe vantaggioso in alcuna situazione.

Più interessante la direzione Nord perché si avrebbe contemporaneamente:

- una riduzione "minima" del tempo di viaggio di non meno di 5-10 minuti rispetto alla soluzione attuale più veloce;
- un'offerta di non meno di 9 treni/giorno – come sarà poi meglio descritto nel capitolo successivo – (senza interscambio ferroviario) contro i 3 treni attuali più veloci sopra definiti in (1;2;3;).

Infatti, il nuovo tempo di viaggio di 4h e 35' (ovvero 275' contro i 4h43' del collegamento più veloce ma con 1 interscambio) dell'itinerario Grosseto-Milano (via Fermata ME) sarebbe così definito:

- 120 minuti via autobus fino alla Medio Etruria (Bettolle-Creti);
- 20 minuti attesa massima (come descritto nel capitolo 8);
- 30 minuti circa per la tratta Medio Etruria – Firenze;
- 105 minuti circa per la tratta Firenze – Milano.

Tale durata complessiva di 4h e 35' (con 1 interscambio nella Fermata ME) consente i seguenti confronti contro le "omologhe" soluzioni sopra citate:

- 1) per le 4h43' (a parità di 1 interscambio) si avrebbe un risparmio di 8';
- 2) per le 4h56' (senza interscambio) si avrebbe un risparmio di 21';
- 3) per le 5h40' (senza interscambio) risparmio 1h 05';

ma ben 9 corse giornaliere offerte.

Se poi considerassimo l'utilizzo dell'auto privata, la durata dello stesso viaggio (Grosseto-Fermata ME-Milano), si accorcerebbe di almeno ulteriori 10' – 15'.

Il tempo totale di viaggio – con il solo interscambio gomma-ferro di Bettolle-Creti – scenderebbe infatti a 4h20' generando rispettivamente un risparmio di 23', 36', 1h20'.

5.4.2. VALUTAZIONI ED ANALOGIE CON IL CASO DELLA MEDIO PADANA; RILEVAZIONI DIRETTE

Al fine di poter giungere alla stima di un numero realistico di potenziali utenti per il servizio proposto della Fermata ME, si è valutato quanto avvenuto, in 5 anni, nel caso della fermata Medio Padana.

Tale fermata, inizialmente pensata per servire prevalentemente la città di Reggio Emilia e una piccola porzione di territorio adiacente, ha riscontrato nel giro di pochi anni un notevole successo.

La fermata di Reggio Emilia, denominata anche Medio Padana, è stata inaugurata nel giugno del 2013.

In 5 anni il numero di treni, che effettuano la fermata, è cresciuto **da 20 treni al giorno sino a 59 treni attuali (contro i 162 totali)**, tali da garantire mediamente almeno due corse per direzione all'ora.

Si tratta di circa il 195% di aumento, pari all'incirca al 24% annuo.

Ad oggi il bacino di influenza della stazione Mediopadana si estende sino a comprendere le province di Parma, di Cremona e di Modena fino a lambire la città di Mantova.

A seguito di un'indagine (anno 2017) condotta dalla società Irteco sas, per conto della Regione Emilia Romagna, è stato effettuato il conteggio dei passeggeri saliti in 51 stazioni della regione. ⁽¹¹⁾

Tale conteggio (per tutte le stazioni) si è svolto nel periodo compreso tra il 13 novembre 2017 e il 15 dicembre 2017 ed ha interessato la fascia oraria 06:00 – 22:00.

Da tale indagine stato quindi possibile ricavare i dati relativi al numero di “passeggeri saliti” nella sola fermata della Mediopadana.

Dal conteggio risultano **1.880 passeggeri saliti** su un totale di 42 treni rilevati ovvero circa 45 passeggeri per treno (per cui possiamo dedurre che altrettanti potrebbero essere quelli discesi).

Ogni treno AV vedrebbe perciò un carico medio (saliti/discesi) di 90 passeggeri/treno. Questo valore servirà come riferimento anche per le nostre valutazioni.

A) RILEVAZIONE PASSEGGERI – CONDOTTA DALL’ESTENSORE DELLA TESI – NELLA FERMATA MEDIO PADANA (22/11/18)

In aggiunta ai dati già ottenuti dalle precedenti rilevazioni e poiché il traffico passeggeri e ferroviario ha continuato a crescere ulteriormente, si è ritenuto indispensabile effettuare – da parte dell’estensore della Tesi – un’ulteriore rilevazione aggiornata (ovviamente limitata nel tempo e nelle risorse impiegate).

Attualmente il numero di treni che fermano è aumentato a 59 su un totale di 162 treni (81 coppie) che transitano nella tratta Milano – Bologna, riferito al giorno più carico ovvero il venerdì.

Ciò significa che circa il 36.4% dei treni che transitano lungo la linea AV effettua la fermata Mediopadana.

A fronte di questo, si è ritenuto indispensabile avere un riscontro aggiornato sul numero di passeggeri che utilizzano giornalmente la fermata (i 1.880 saliti dell’Indagine della Regione Emilia-Romagna).

Il giorno 22 Novembre 2018 è stata condotta una rilevazione presso la fermata AV Mediopadana.

Il giorno scelto è un tipico giorno lavorativo, ovvero il giovedì.

La rilevazione è stata svolta dalle ore 7:30 sino alle ore 20:30, ovvero per un periodo di 13 ore, al fine di ottenere un campione sufficientemente ampio di dati. I treni rilevati sono stati 43, pari al 74% del totale giornaliero ovvero 58 treni.

Si ricorda che soltanto al venerdì i treni che si fermano sono 59.

La fermata Mediopadana è costituita da un ingresso principale sul lato del parcheggio e da un ingresso secondario posto frontalmente al primo, lato autostrada A1.

In aggiunta, sono presenti due accessi minori, uno per lato, che mettono in comunicazione diretta con l’area ristorazione, biglietterie-sale d’attesa e servizi igienici.

L’accesso alle banchine avviene mediante scale e ascensori posizionati lateralmente e all’esterno della stazione, accessibili direttamente dal parcheggio senza dover passare dall’ingresso.

Si ricorda che a rigore, tale rilevazione dovrebbe essere condotta da almeno 2 unità, disposte ciascuna su una banchina ed in grado di conteggiare il numero effettivo di passeggeri che salgono e scendono da un dato treno.

Per ovviare a questo, il sottoscritto si è collocato presso l’ingresso della fermata, in una posizione tale da poter osservare entrambi gli accessi principali alla banchina e riducendo così i possibili errori.

In **Allegato A.8.1.** si riporta il numero stimato di passeggeri saliti / scesi per ciascun treno rilevato.

Naturalmente non essendo collocato sulle banchine, non è stato possibile sapere con esattezza il numero di passeggeri per ciascun treno (in alcune ore fermano più treni in pochi minuti), ma soltanto quello complessivo per una data fascia orario.

In **Figura 5.4.2.A. e 5.4.2.B.** è rappresentato un grafico che mostra l'andamento dei passeggeri saliti e scesi per entrambe le direzioni nelle fasce orario rilevate.

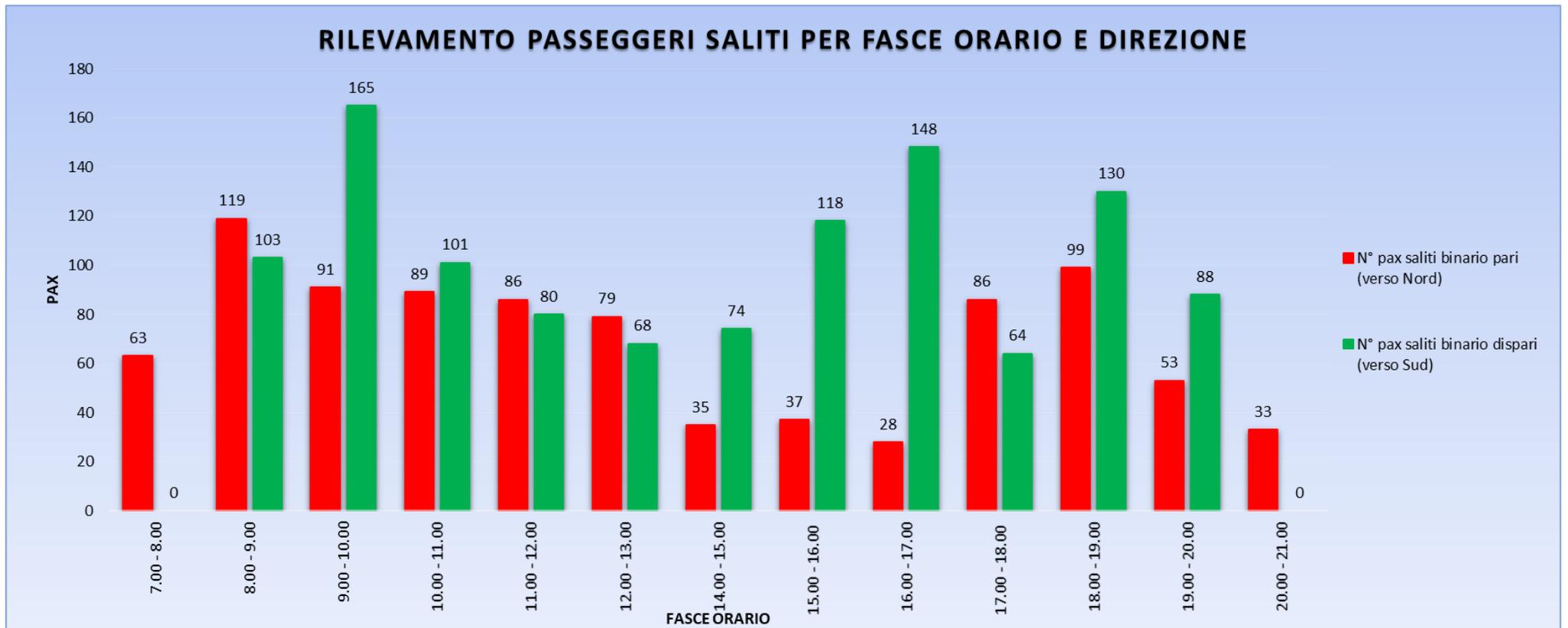


Fig. 5.4.2.A. Rilevamento passeggeri saliti.

Si osserva un picco di passeggeri saliti e diretti verso sud sia al mattino tra le ore 9:00 e le ore 10:00 sia al pomeriggio tra le ore 15:00 e le ore 17:00. Più omogenei sono invece i passeggeri diretti verso nord, con un picco al mattino tra le ore 8:00 e le ore 9:00.

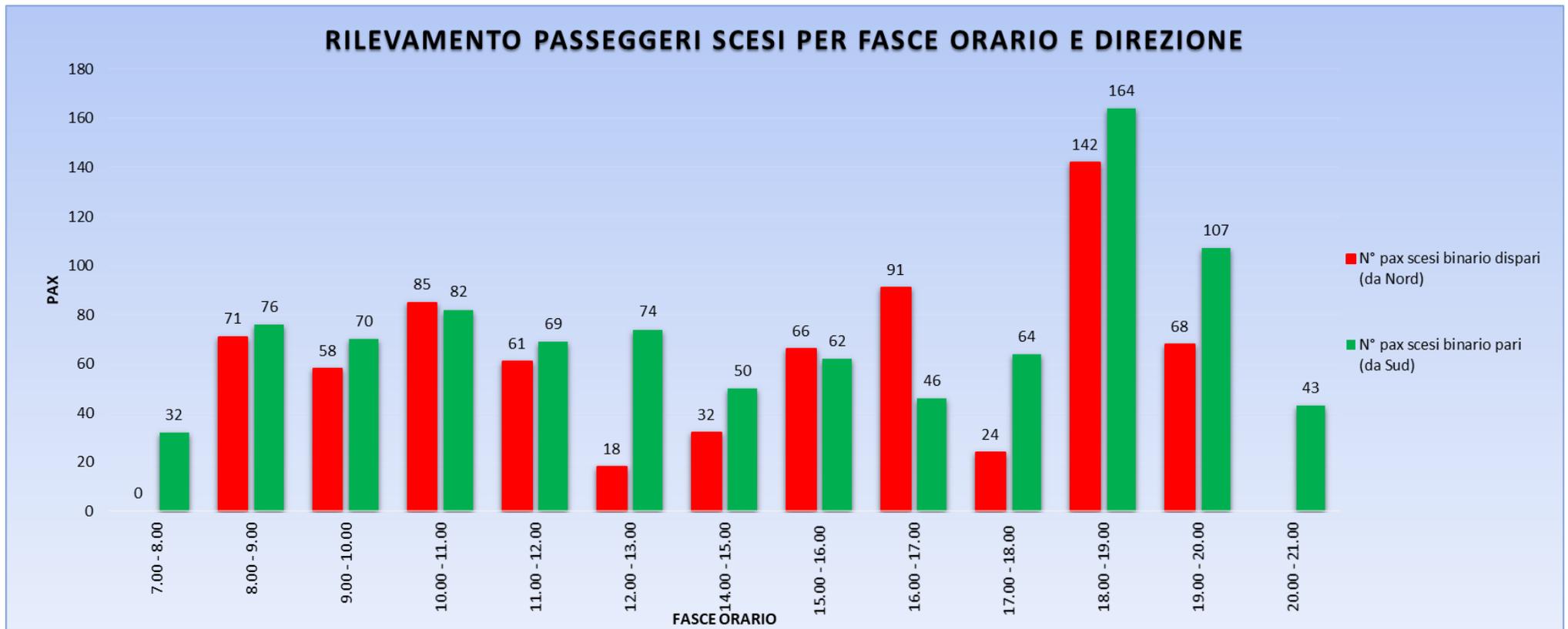


Fig. 5.4.2.B. Rilevamento passeggeri scesi.

Al contrario, per i passeggeri scesi si nota chiaramente un forte aumento nelle ore serali tra le ore 18:00 e le ore 20:00, per entrambe le direzioni. Nel resto delle ore, i valori si mantengono abbastanza omogenei.

Complessivamente, per entrambe le direzioni (Nord, Sud), sono stati rilevati su **43 treni in fermata: 2.122 passeggeri saliti e 1.727 passeggeri scesi**.

Anche se con i limiti dell'indagine integrativa (1 sola persona), si può confermare ulteriormente sia la validità dei dati derivanti dall'indagine del 2017 sia la tendenza di crescita annuo per la Mediopadana.

Si è passati da 1.880 pax nel Dicembre del 2017 (su 42 treni) a circa 2.122 pax del Novembre 2018 (su 43 treni pari a circa 2.072 su 42 treni) con una ulteriore crescita che, seppure su un solo giorno di analisi, si attesterebbe attorno all'10% annuo.

Infine, si riporta nella **figura 5.4.2.C.** la suddivisione complessiva dei passeggeri saliti/ scesi in entrambe le direzioni.

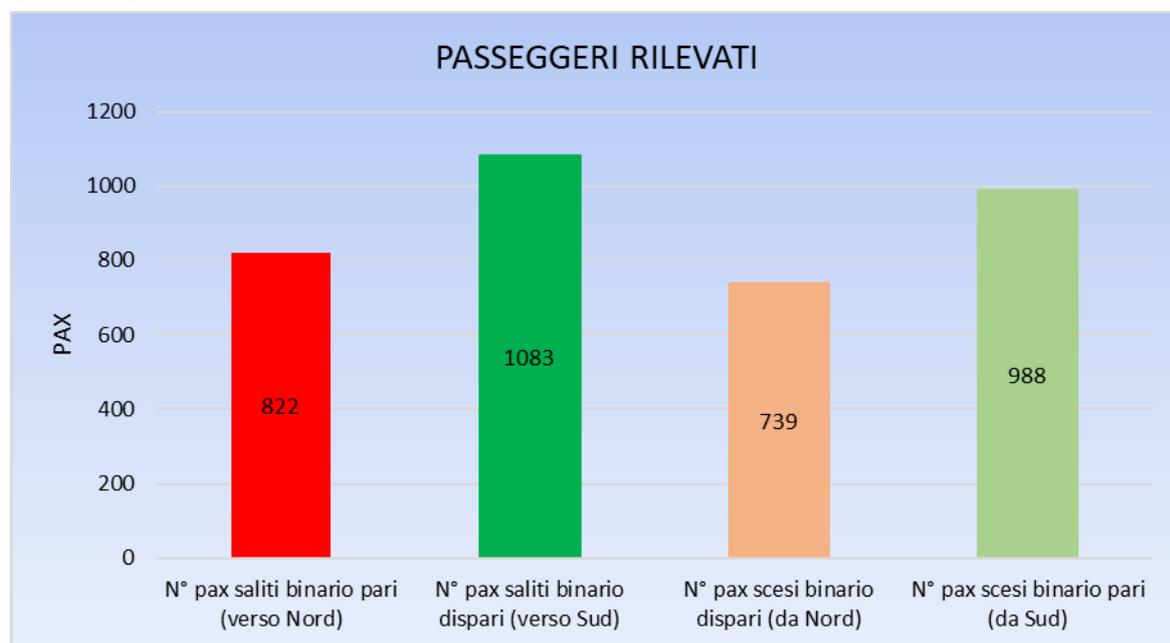


Fig. 5.4.2.C. Passeggeri complessivamente rilevati.

Si osserva come il numero dei passeggeri saliti e scesi sia superiore per la direzione sud. La fermata ME risulta essere frequentata specialmente per le percorrenze da e verso sud dove maggiori sono le distanze in gioco rispetto ai poli, serviti direttamente, di Milano, Torino .

Una volta consolidate le informazioni sull'utenza, si è passati all'individuazione dei bacini di influenza della fermata Medio Padana.

Analogamente a quanto già fatto per il caso in esame, si sono individuati due bacini di influenza riferiti al tempo medio di percorrenza via autobus dalle province alla fermata MP.

Il tempo di percorrenza via autobus non è stato ipotizzato, bensì deriva dalle tabelle orario dei vettori ferroviari che offrono collegamenti bus verso la fermata (come riportato in **Figura 5.4.2.D.**).

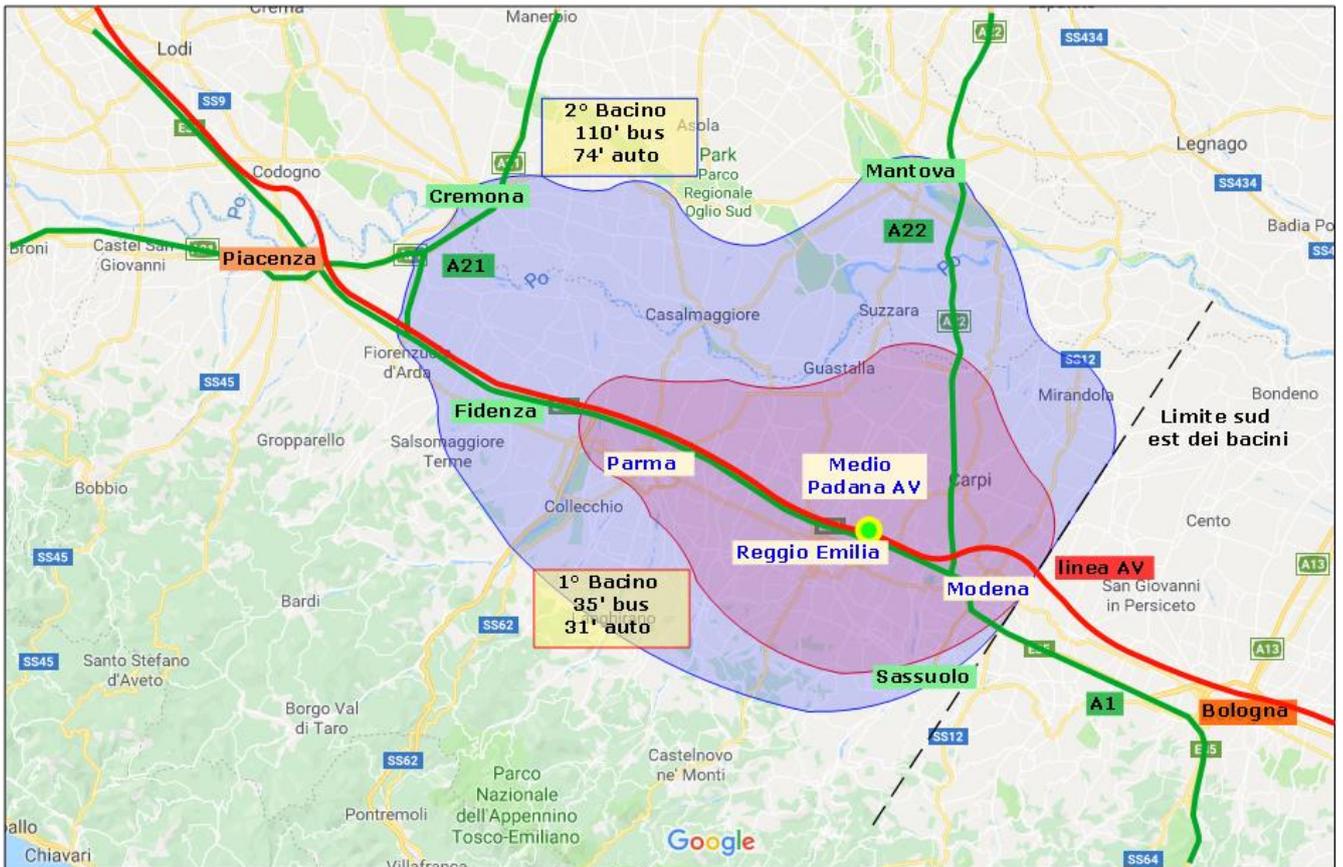


Fig. 5.4.2.D. Bacini di influenza per la fermata Mediapadana: tempo di percorrenza via autobus e via auto.

Il primo bacino di influenza si estende prevalentemente attorno all'area urbana di Reggio Emilia e di Modena, ed è caratterizzato da un tempo medio di percorrenza via autobus di 35 minuti.

Tale bacino si estende baricentricamente alla fermata, tuttavia il lato Sud – Est è bruscamente interrotto poco dopo la città di Modena.

Infatti, in tale porzione di territorio si ha la sovrapposizione di due bacini, quello della Medio Padana, appena citato, e quello della stazione di Bologna che ne limita l'estensione.

Il secondo bacino di influenza, invece, risulta più marcatamente orientato verso Nord, Nord - Est, in direzione degli assi viari principali e dei poli urbani maggiori quali Parma, Cremona e Mantova.

Buona parte della provincia di Modena gravita attorno alla fermata Medio Padana nonostante si determini un lieve aumento della percorrenza per la sola direzione sud. Infatti, si dovrà prima procedere verso nord (raggiungendo la fermata Medio Padana) e poi proseguire verso sud con il treno.

In aggiunta, una serie di interviste dirette hanno confermato questa "strana" propensione (a prima vista) per gli abitanti di Modena e località vicine.

Questo è essenzialmente dovuto all'ottima accessibilità della Medio Padana, tale da renderla molto competitiva essendo esterna all'area urbana, e permettendo di godere di un ampio parcheggio gratuito.

Infatti, da Modena Nord, ad esempio, arrivare al casello di Reggio Emilia o, all'incirca al bivio A1-A14, necessita lo stesso tempo ma, una volta arrivati al casello dell'A1 di RE, bastano pochi minuti per raggiungere il parcheggio limitrofo alla MP.

Al contrario, per raggiungere la stazione di Bo AV, dal bivio innanzi citato, possono servire anche 20 minuti / 30 minuti (nell'ora di punta) oltre a dover poi pensare al costo del parcheggio.

Tutto ciò si spiega un aumento del bacino di influenza oltre le aspettative permettendo anche alle province di Cremona e di Mantova, pur distando rispettivamente 106 km e 103 km (riferiti all'autolinea operante), di rientrare nel bacino di secondo livello.

Analogamente a quanto fatto per il caso della Medio Etruria, si è calcolato allora il numero degli abitanti totale delle province e quello facente parte dei bacini di influenza (come in **Tabella 5.4.2.A.**, la lista dei comuni considerati appartenenti al primo o al secondo bacino è riportata in allegato **A.8.3.**).

Totale abitanti delle province	
2034086	
Totale abitanti bacini	
1620878	
1° bacino (ab)	2° bacino (ab)
1033061	587817

Tab. 5.4.2.A. Numero di abitanti residenti nell'area di influenza della Medio Padana.

Nel territorio in esame, sono presenti circa 2 ,03 milioni di abitanti, di cui 1,62 milioni fanno parte del bacino di influenza di primo e di secondo livello.

Dal confronto con il caso della fermata Medio Etruria, si osserva come per la fermata Medio Padana il 76,6% degli abitanti complessivi delle province interessate rientra all'interno dei bacini di influenza mentre per la fermata Medio Etruria tale valore sale leggermente al 78,5%. Abbiamo quindi scoperto che possiamo parlare di "percentuali allineate o simili".

Come secondo lavoro di analisi sul campo, si è deciso di approfondire la frequentazione del treno AV Perugia-Arezzo-DD-Fi-Bo-Mi-To.

Il miglior punto di osservazione è ovviamente Arezzo in quanto è possibile contare sia i passeggeri provenienti da Perugia sia quelli che si imbarcano sullo stesso treno diretti, ovviamente, a Nord.

L'estensore della Tesi è salito ad Arezzo su tale treno (FR 9500) e vi è rimasto sino a Reggio Emilia dove è sceso per proseguire l'indagine nella MP citata al precedente punto A).

B) RILEVAZIONE PASSEGGERI – CONDOTTA DALL'ESTENSORE DELLA TESI – NELLA STAZIONE DI AREZZO (22/11/18)

Al fine di poter ulteriormente rafforzare le nostre valutazioni, si è effettuata anche una rilevazione, condotta il giorno 22 Novembre ovvero un giovedì, per cui i dati non risentono delle punte dovute ai giorni di inizio e di fine settimana.

La rilevazione è stata condotta presso la stazione di Arezzo al fine di conteggiare il numero di passeggeri in attesa e quelli provenienti da Perugia con il treno Frecciarossa 9500.

Tale treno, come già ampiamente descritto, parte da Perugia alle ore 5:13 e giunge nella stazione di Arezzo alle ore 6:02 per poi procedere verso Firenze (Bo-Mi-To) ma con arrivo (e fermata) nella MP alle ore 7.42 (vedo Allegato A.13)

A fronte di numerose "voci" (ovvero non suffragate da alcun conteggio) circolanti a riguardo, il numero di passeggeri effettivamente conteggiato si attesta a **81 saliti a Perugia e 74 saliti ad Arezzo**.

In aggiunta, grazie ad una "micro-intervista" condotta in loco, si è appreso che il numero di passeggeri provenienti da Perugia e da Arezzo diretto verso nord, si attesta rispettivamente a circa 50 / 70 pax e a circa 40 / 70 pax giornalieri, con punte più elevate nei giorni di inizio e fine settimana.

Si conferma perciò la stima fatta, prima dell'inizio del servizio da Trenitalia, che valutava il traffico in circa 50 passeggeri/giorno diretti giornalmente a Nord con partenza da Perugia.

5.4.3. STIMA DEL NUMERO DI UTENTI ATTRIBUIBILI ALLA NUOVA FERMATA DELLA MEDIO ETRURIA

Mediante i dati ricavati e le rilevazioni effettuate in luogo, si è utilizzato, come riferimento, il numero medio di passeggeri saliti che giornalmente utilizzano la fermata Medio Padana.

Tale numero medio di passeggeri è stato ottenuto a partire dalla media tra i dati riferiti all'indagine condotta nel Novembre del 2017 e i dati ottenuti dalla rilevazione da noi svolta nel Novembre del 2018.

Si è allora calcolato il coefficiente dato dal rapporto tra i passeggeri saliti e il numero complessivo degli abitanti del bacino di primo e di secondo livello della Medio Padana per poi trasferirlo, per analogia nella Medio Etruria.

Applicando tale coefficiente al numero di abitanti del corrispettivo bacino della Medio Etruria, è stato possibile stimare il numero di utenti potenziali che utilizzerebbero il nuovo servizio (come in **Tabella 5.4.3.A.**).

Stima pax per confronto della Mediopadana		
Totale abitanti bacino Medio Padana	N° medio pax saliti (rilevazioni 2017 e 2018)	Rapporto n° medio pax saliti/bacino tot
1620878	1977	0.00122
Totale abitanti bacino Medio Etruria	N° medio pax saliti stimato per confronto	Stima n° pax per treno per Medio Etruria
1172702	1430	79

Tab. 5.4.3.A. Stima del numero di utenti previsto per la Medio Etruria a partire dal confronto con la Medio Padana (rilevamento del 2017 e del 2018).

A partire dal valore medio di pax saliti, ovvero **1.977 su 42 treni** (si è utilizzato lo stesso numero di treni rilevati nel 2017 e non più 43 come visto precedentemente), si ottengono all'incirca **79 passeggeri/treno** (riferito al numero di passeggeri saliti).

Tale valore fa riferimento ad un impiego però di 9 coppie di treni/giorno, come sarà poi illustrato nel capitolo successivo.

Il numero di passeggeri così stimato risulta essere abbastanza realistico, anche se è necessario fare una serie di considerazioni.

- In primo luogo, si devono valutare le caratteristiche **socio – economiche** dei territori considerati.

La fermata Medio Padana sorge in una delle aree più produttive ed economicamente ricche dell'Italia, il territorio circostante gode di importanti centri di produzione e di distribuzione sia verso l'Italia che verso l'estero.

Questo si traduce in un numero elevato di lavoratori che giornalmente utilizzano il servizio offerto dalla direttrice AV.

Il territorio emiliano è densamente abitato e grazie alla vicinanza di numerose città quali Milano, Bologna, Firenze è caratterizzato da un importante flusso di viaggiatori.

Infine, va aggiunto l'elevato numero di utenti occasionali che si recano anche per motivi di svago o culturali nell'area interessata da numerose attività e attrazioni turistiche.

Al contrario, l'area in cui si localizza la Medio Etruria è caratterizzata prevalentemente da territori agricoli, con la presenza di piccole imprese soltanto in corrispondenza dei maggiori agglomerati urbani.

Si segnala la presenza di qualche centro ricreativo in presenza dello svincolo di Bettolle.

- A questo, si aggiunge poi la **collocazione nel territorio** della fermata rispetto ai grandi centri urbani.

Anche per tale aspetto, la fermata Medio Padana risulta molto ben inserita, infatti pur essendo al di fuori dell'area urbana di Reggio Emilia, dista soltanto 10 minuti dal centro città.

Inoltre, è collegata mediante l'autostrada A1, con lo svincolo che dista circa di 2 km, alle città di Modena e di Parma ed è facilmente raggiungibile dall'intero territorio grazie ad una densa ed omogenea rete stradale.

La fermata Medio Etruria, sia per la località di Bettolle Creti sia per quella di Rigutino, si pone al di fuori dell'area urbana con la presenza di centri di piccole dimensioni e avente distanze modeste dalle province circostanti.

- Infine, si dovrà considerare **l'accessibilità** e **l'interscambio** offerto dalle infrastrutture locali.

Tale aspetto risulta essere ben definito in entrambe le fermate.

Per la Medio Padana l'accessibilità è caratterizzata dalla presenza diretta dello svincolo autostradale A1, dalla rete stradale extraurbana di Reggio Emilia e dall'interscambio con la ferrovia lenta.

La fermata Medio Etruria, nella soluzione localizzativa proposta risulta essere ben accessibile sia dall'autostrada A1, sia dal raccordo Siena – Bettolle – Perugia, e in aggiunta si delinea una rete di strade provinciali e locali che permettono una distribuzione capillare nel territorio della Val di Chiana.

Sulla base di tali osservazioni si è quindi stimato un numero di passeggeri, che differisce dal valore precedente (**fig. 5.4.3.A.**).

Stima pax saliti ME per confronto con MP	
Pax saliti stimati R.E. MP (Nov. 2017)	1880
Pax saliti stimati R.E. MP (Nov. 2018)	2122
Media pax saliti stimati R.E. MP (su 42 treni)	1977
Media pax saliti stimati/treno R.E. MP	47
N° treni stimati per ME	18
Stima pax saliti ME per confronto mediante coeff. (0,00122) calcolato per la MP	Stima pax saliti ME per confronto n° pax medio/treno valutato in MP
1430	847

Fig. 5.4.3.A. Stima del numero di passeggeri saliti per la nuova fermata ME.

Si osserva che a fronte di un a stima iniziale che vede circa 1.430 passeggeri saliti, a seguito di un'ulteriore stima che mette a confronto il numero di pax medi saliti per ciascun treno nel caso della Mediopadana, ovvero **47 pax per treno**, applicandolo al caso della Medio Etruria con 9 coppie di treni, si ottiene un valore di circa **850 pax saliti**.

Quest'ultimo valore, più conservativo, permette di tenere conto delle considerazioni di carattere economico e territoriale, citate pocanzi, per cui si considerano da qui in avanti per tutte le nostre considerazione e dimensionamenti, **800 pax saliti**.

Si può quindi affermare che la nuova fermata AV Medio Etruria avrebbe, almeno inizialmente e ragionevolmente, un flusso di circa **1.600 passeggeri al giorno** (saliti e scesi).

A fronte delle valutazioni e delle stime effettuate, si osserva che:

- eliminando il treno "speciale" 9500 da Perugia a Milano, si avrebbero circa 80 + 70 pax saliti dirottati verso la fermata ME, pari a circa 300 pax giornalieri, ovvero il 19 % del valore attualmente stimato di 1.600 pax;
- In aggiunta, poiché si avrebbero 9 treni distribuiti durante il giorno, come specificato nel capitolo 6, si avrebbe un'offerta varia e ricca tale da determinare un ulteriore incremento di passeggeri potenziali.
- In fine, è necessario aggiungere le ulteriori porzioni di bacino che attualmente sono tagliate fuori, quali l'area della provincia Senese, e i territori a sud della Valdichiana.

I costi ed i benefici di questa scelta sono meglio evidenziati al Cap. 9.

Nel prossimo Capitolo procederemo con l'analisi ferroviaria della circolazione – in senso stretto – conseguente alla presenza della Fermata AV.

6. STUDIO DELL'INSERIMENTO DELLA FERMATA NELLA SITUAZIONE ATTUALE

6.1. Simulazione delle tracce orario per 4 treni su una tratta della DD Roma-Firenze in presenza della fermata Medio Etruria

6.1.1. GENERALITÀ SULLA CAPACITÀ DELLA LINEA DD

Al fine di poter rappresentare la perturbazione che la fermata adduce alla linea ad alta velocità, sono state fatte opportune simulazioni mediante l'utilizzo di fogli elettronici – creati e messi appositamente a punto per questo Studio – immaginando di far circolare 4 treni su una generica tratta della linea DD.

Di questi, un treno effettua una fermata lungo la linea che ricordiamo essere dotata di sistema di B.A.C.C. (Blocco automatico a Correnti Codificate a 9 codici) tipico delle linee italiane sino a 250 km/h.

Per poter simulare al meglio la situazione reale, analogamente a quanto fatto precedentemente, si è utilizzata una decelerazione pari a $0,423 \text{ m/s}^2$, che è poco più alta rispetto a quella che si avrebbe durante una normale frenata lungo linea, poiché il treno che effettua la fermata dovrà limitare il più possibile il perditempo.

In ogni caso, tale valore, è perfettamente in linea con le prestazioni di un treno ETR.

Tale valore di decelerazione è quello che consente di rallentare un treno da 250 km/h a 60 km/h in non più di 4 sezioni di blocco (pari a $1,350 \times 4 = 5.400$ metri).

Per quanto riguarda l'accelerazione invece, non essendo costante durante le varie fasi reali del moto, a fini semplificativi si sono considerati due valori, uno di $0,25 \text{ m/s}^2$ valido sino a 60 km/h ed uno di $0,15 \text{ m/s}^2$ valido sino a 250 Km/h.

La prima parte della simulazione consiste nell'analizzare la perturbazione della fermata, non ancora localizzata lungo la progressiva chilometrica reale, considerando per semplicità 4 treni che si rincorrono con un distanziamento individuato facendo riferimento alla massima capacità della linea.

Infatti, la linea DD, ammette a piena capacità, la circolazione di treni distanziati a 6' pari a 25 km di separazione spaziale.

Tale capacità, ad oggi viene sfruttata soltanto in alcune fasce orario, denominate di punta. Nelle fasce di morbida il distanziamento tra i treni presenti in linea aumenta.

Il calcolo del distanziamento a piena capacità della linea è stato effettuato considerando opportuni incrementi tali da garantire una stabilità di orario.

Teoricamente, sulla linea DD, sarebbe possibile far circolare i treni con un distanziamento minimo di 3' – pari a 11.300 m di separazione spaziale – ottenuti come:

- tempo di arresto da una velocità in piena linea di 250 km/h (69,44 m/s) a 0 km/h, con decelerazione (normale) di $0,4 \text{ m/s}^2 = 174 \text{ s}$.
In tale tempo vengono percorsi circa $0,5 \cdot (69,44 \text{ m/s}) \cdot 174 \text{ s} = 6.041 \text{ m}$.
- poiché una sezione di binario (sdb) è di 1.350 m, sono necessarie $6.041/1.350 \approx 5 \text{ sdb}$.
A queste si aggiungono 1 sdb per l'avviso, 1 sdb per sovrapposizione del treno su 2 sdb adiacenti e 1 sdb (tampone) per sicurezza.
Complessivamente si hanno 8 sdb = 10.800 m a cui si aggiungono ulteriori 500 m per tenere conto della lunghezza del treno arrivando ad un valore di 11.300 m.

Tuttavia, un tale distanziamento lungo la linea ad alta velocità, implicherebbe che quando un treno rallenta, anche tutti gli altri che lo seguono sarebbero vincolati, per cui frenando il primo dovranno istantaneamente frenare tutti gli altri treni successivi.

Per poter garantire sia la stabilità dell'orario sia dello stesso moto dei treni, si utilizza un distanziamento minimo pari almeno al doppio di quello individuato.

Il doppio di 11.300 m, è pari a 22.600 m equivalenti a 325 secondi.

Visto che gli orari ferroviari sono giustamente impostati su minuti (interi), i 325 secondi (poco meno di 5,5 minuti) vengono arrotondati all'intero superiore cioè a 6 minuti.

In effetti alcuni treni possono inseguirsi a 5' ed alcuni a 6' (in modo che si sfruttino al massimo i 5' 30" di distanziamento).

A 250 km/h (69,44 m/s), i 6 minuti di distanziamento temporale, sulla DD (dotata di BACC a 9 codici) corrispondono a:

$$69,44 \text{ m/s} \times 360 \text{ s} \approx 25.000 \text{ metri.}$$

Per curiosità, questo è lo stesso distanziamento spaziale pratico minimo tra 2 treni AV a 300 km/h (83,33 m/s) su linee però dotate di ERTMS; Il distanziamento temporale conseguente è però di:

$$25.000/83,33 = 300 \text{ secondi ovvero 5 minuti}$$

Tornando alla linea DD, il distanziamento di mediamente 6 minuti, rappresenta la massima capacità della linea: ad oggi viene utilizzata solo in pochissime ore della giornata (ore di punta) dove, al massimo circolano 12 treni/h/direzione.

Se già all'istante $t=0$ transita il primo treno e osservo 11 passaggi successivi – mediamente intervallati di 5,5 minuti – dopo il 12° treno sono passati 60,5 minuti (e ovviamente è passata l'ora di punta).

6.1.2. DESCRIZIONE DELLE FASI DI USCITA DALLA LINEA – EFFETTUAZIONE DELLA FERMATA – INGRESSO IN LINEA

Il treno inizialmente ad una velocità di 250 km/h (69,44 m/s), comincia a decelerare lungo linea fino a portarsi a 60 km/h (16,67 m/s).

Supposto che si utilizzino deviatori da 60 km/h e che la lunghezza della tratta del segnale di protezione della stazione sia di circa 600 m, il treno percorre tale tratta alla stessa velocità di ingresso.

A partire dal momento in cui il treno transita sui deviatori di ingresso alla fermata, decelerando da 60 km/h (16,67 m/s) sino a 0 km/h, il treno impiega circa 40 secondi.

Considerata allora una velocità media di 30 km/h, sono necessari circa 333 m per l'arresto.

Poiché si hanno a disposizione 450 m della banchina più circa 100 m dei due deviatori di ingresso, si considera che il treno può percorrere il tratto iniziale di 220 m (tra il deviatore e l'inizio della stazione), ancora alla velocità di ingresso di 60 km/h, avendo poi tutto lo spazio per poter decelerare fino a fermarsi.

- 1) Tale fase di decelerazione e ingresso fino all'arresto completo del treno ha una durata di 219 s.
- 2) La fermata ha una durata di 120 secondi.

Successivamente, il treno ricomincia ad accelerare per inserirsi in linea, effettuando l'ingresso dopo circa 100 m (percorrendo, in deviatore predisposta, i due deviatori di uscita).

Poiché il treno raggiunge i 60 km/h (16,67 m/s) soltanto dopo 460 m dall'ingresso in linea, si considera completamente scodato, per cui può continuare ad accelerare riportandosi a 250 km/h (69,44 m/s).

- 3) Tale fase di avviamento, uscita in linea accelerazione sino a 250 km/h dura circa 418 s.

Complessivamente il **tempo impiegato per effettuare la fermata in linea** (tempi 1+2+3) è di **757 secondi** ovvero circa 12 minuti e mezzo.

Dal confronto con il tempo che il treno impiegherebbe per percorrere la stessa tratta di 22.309 m (corrispondenti a alla somma del tempo di decelerazione, fermata, avviamento) a velocità costante pari a 250 km/h, si ricaverebbero circa 5 minuti.

Il perditempo della fermata in linea DD, indipendentemente dalla posizione, è perciò di circa 7 minuti.

Nei prossimi paragrafi si valuterà il grafico orario di un gruppo di 4 treni "isolati": in questo modo si potranno fare le considerazioni necessario per "inserire", i treni aggiunti, nell'orario attuale della DD (senza modificarlo).

I quattro treni, denominati T1, T2, T3, T4 saranno mantenuti all'interno di due "tracce orarie", rigidamente parallele tra loro, delimitare rispettivamente da T1 e T4.

6.1.3. CASO 1: DISTANZIAMENTO STANDARD

Si è valutato l'inserimento della fermata considerando un distanziamento rigido di 6' per ogni treno, ovvero simulando di far effettuare una fermata durante l'ora di punta.

Il treno T1 percorre la linea ad una velocità costante di 250 km/h (69,44 m/s) senza perturbazioni.

Il treno successivo T2, distanziato di 6' (ovvero spazialmente di 25.000 m) da T1, ad un istante arbitrario, comincia a decelerare per portarsi a 60 km/h (16,67 m/s), uscire dalla linea, effettuare la fermata e inserirsi nuovamente in linea.

Come precedentemente descritto, il treno T2 impiega 757 secondi per completare tale operazione.

Nel frattempo, il treno T3 immediatamente successivo al T2, distanziato di 6' e che viaggia con moto uniforme a 250 Km/h, si è avvicinato al T2 (**Figura 6.1.3.A.**).

In particolare, i risultati della simulazione mostrano, a causa del ritardo accumulato dal T2, il treno T3 non si limita ad avvicinarsi al T2 ma, all'incirca appena quest'ultimo entrasse in linea, verrebbe tamponato, con effetti devastanti.

Ovviamente questo non sarebbe possibile in realtà: il treno T3 verrebbe rallentato dall'impianto di segnalamento obbligando a rallentare, in una catena continua, anche tutti i treni che, a distanza costante minima, si stanno seguendo sulla linea (a partire da T4).

Sempre sullo stesso grafico, si osserva come l'inserimento della fermata in linea per il treno T2 comporti la perdita della traccia orario successiva ma non determini perturbazioni per il treno T4 (l'ultimo del gruppo che abbiamo considerato).

Il perditempo del treno T2 è di 7 minuti mentre il treno T3 ha un distanziamento di 6' divenendo incompatibile con tale soluzione.

Ogni qualvolta un treno effettua una fermata in linea, in condizioni di massima capacità (6'), si determina la perdita di 1 traccia nell'orario in un gruppo di 4 treni.

Il treno T4, resta invariato, muovendosi con 6' di ritardo rispetto al treno T3.

Fra il treno T1 ed il treno T4 ci sarebbero all'incirca 18' ovvero 1.080 secondi.

In conclusione, si deduce che **nell'ora di punta non è possibile far effettuare la fermata** senza sconvolgere l'intera batteria di treni perdendo, in aggiunta, 1 traccia nell'orario.

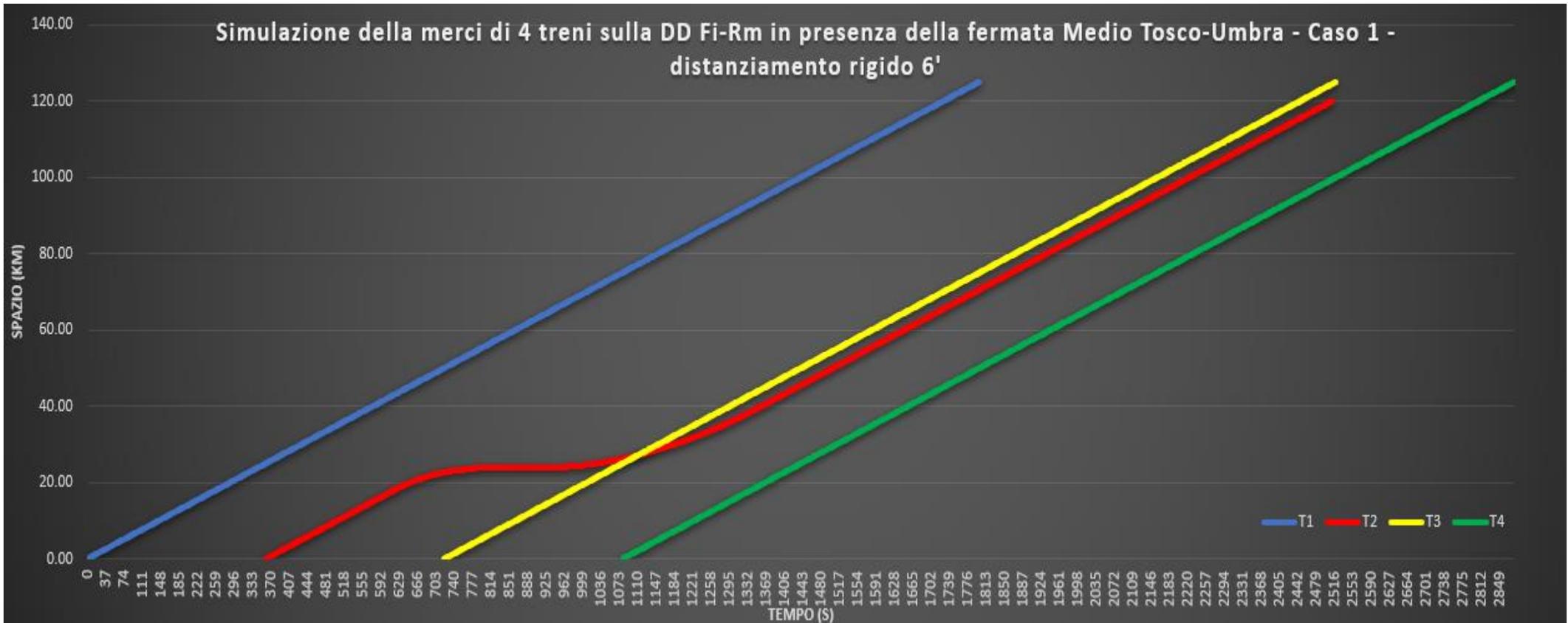


Figura 6.1.3.A. Simulazione dell'inserimento della fermata in linea nel caso di distanziamento standard.

6.1.4. CASO 2: DISTANZIAMENTO FLESSIBILE

In tale simulazione si è considerato un distanziamento flessibile, ipotizzando che il treno T3 sorraggiunga con un ritardo superiore al distanziamento di 6' precedentemente individuato. Infatti, al distanziamento minimo previsto di 6' (25.000 m), si è aggiunta un'ulteriore distanza minima pari a 8 sdb ovvero 10.800 m (come in **Figura 6.1.4.A.**)

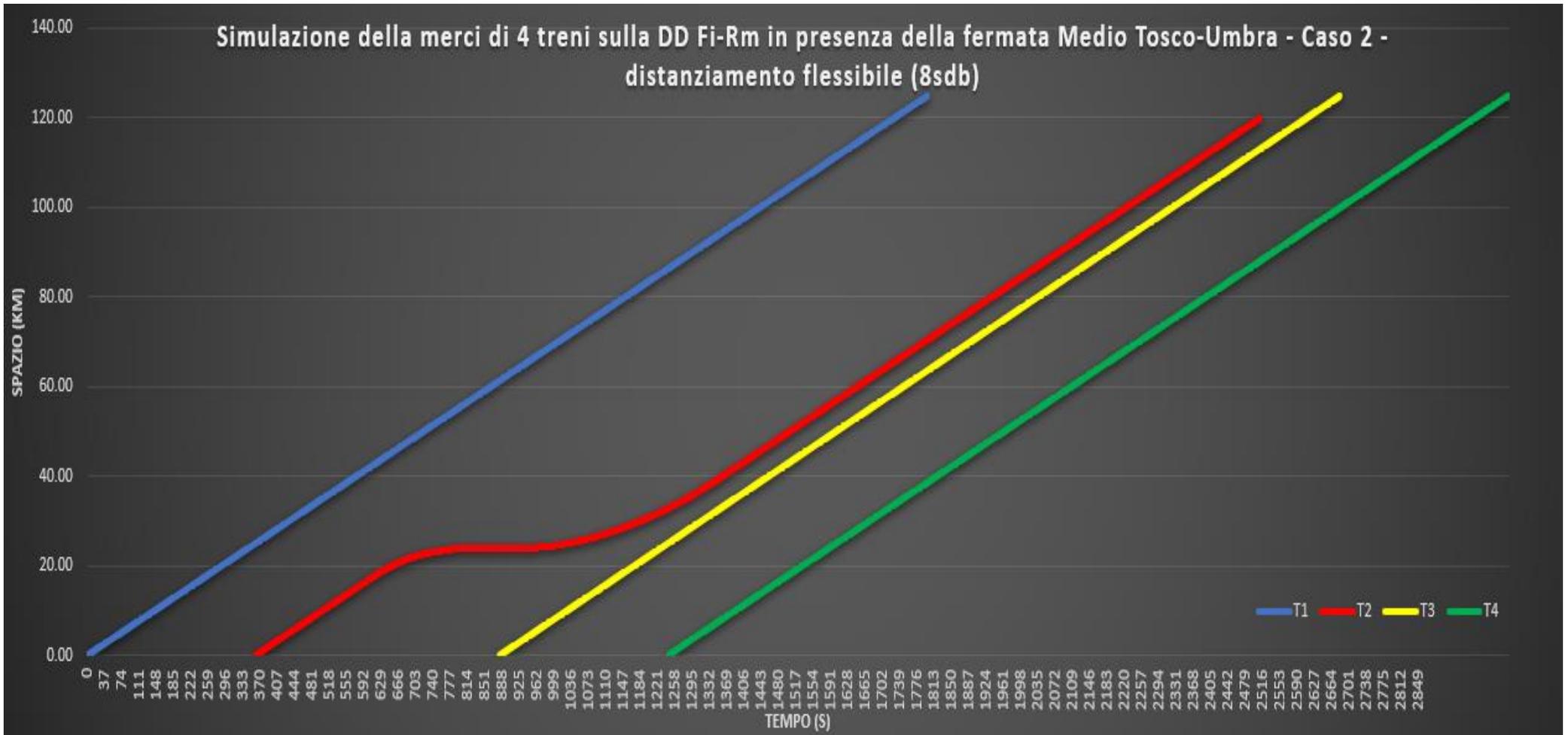
Si osserva come il treno T3 mantenga un distanziamento costante dal T2 ma insufficiente per poter effettuare l'arresto.

In tal modo il treno T3 sorraggiunge con un ritardo complessivo dal T2 di 522 s, garantendo che tra i due treni sia presente, dopo il rientro in linea del T2, una certa distanza che si riduce per poi assestarsi a circa 6.826 m.

Naturalmente, il treno T1, e T2 non subiscono alcuna variazione, mentre il T4 risulta traslato.

Fra il treno T1 ed il treno T4 ci sarebbero all'incirca 21' (1.260 secondi).

Anche tal caso non è realizzabile poiché, anche se i due treni restano distanziati, non viene rispettato quel distanziamento minimo previsto per l'arresto treno T3.



6.1.5. CASO 3: DISTANZIAMENTO DOPPIO TRA T1 e T3

Si è rappresentata la condizione in cui il treno T3, sopraggiunga con un ritardo idoneo per poter sempre garantire, quando rientrato in linea il treno T2, i 6' m di distanziamento da quest'ultimo, rispettando tutti i requisiti per una marcia in sicurezza e stabile.

Il ritardo con cui il treno T3 deve sopraggiungere al fine di permettere la realizzazione di tale condizione, si attesta a 770 s ovvero circa 13'.

Infatti, con tale intervallo di tempo:

- il treno T2 potrà effettuare la fermata e inserirsi in linea raggiungendo la velocità massima di 250 km/h,
- il treno T3 che sopraggiunge a velocità costante, si distanzia proprio a 25.000 m dal T2.

Il processo di marcia dei soliti 4 treni, è riportato nella **Figura 6.1.5.A**. A titolo di esempio, in **allegato A.9.1.**, è riportato il foglio elettronico creato appositamente per la rappresentazione delle tracce orario relativamente al caso 3. Stesse rappresentazioni sono state svolte anche per tutti gli altri casi esaminati.

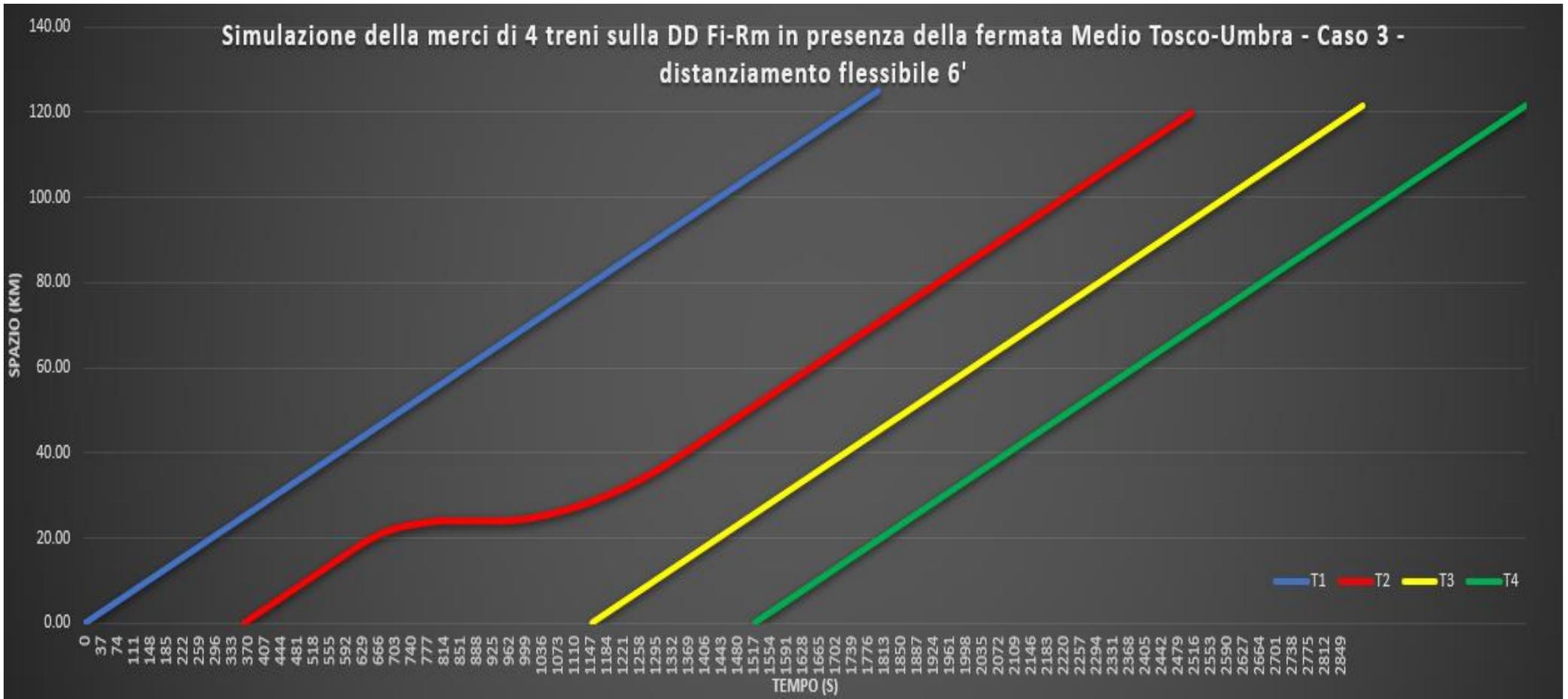
Fra il treno T1 ed il treno T4 ci sarebbero all'incirca 25' (1.500 secondi).

Naturalmente, il treno T1, e T2 non subiscono alcuna variazione, mentre il T4 risulta traslato.

L'inserimento della fermata in linea per il treno T2 comporti la perdita della traccia orario successiva.

Il treno T3 è inizialmente distanziato di circa 13', ma nel momento in cui il treno T2 si inserisce nuovamente in linea il distanziamento si riduce a 6', compatibilmente con la marcia in sicurezza.

Per cui, la soluzione mostrata è **perfettamente realizzabile** ma comporta la **perdita di 1 traccia orario** ed in particolare della traccia orario del treno successivo, che risulta a sua volta traslato.



6.1.6. CASO 4: VARIAZIONE TIPOLOGIA DI DEVIATOI DELLA FERMATA SULLA DEVIATA

Si è rappresentata infine, la condizione analoga al caso precedente ma con l'utilizzo dei deviatoi da 100 km/h, anche in tal caso il tratto del segnale di protezione sarà percorso alla velocità pari a quella massima consentita dal deviatoio stesso, permettendo di risparmiare un po' di tempo.

Infatti, sarebbe consentito al treno di avvicinarsi, dal corretto tracciato di linea alla punta scambi in deviata, ad una velocità superiore ai 60 km/h precedenti ovvero, "teoricamente" a 100 km/h.

"Teoricamente" perché tale velocità, in deviata, sarebbe purtroppo tale che il treno non riuscirebbe ad arrestarsi nel rettilineo previsto (di circa 450 metri).

Ciò obbligherebbe comunque a diminuire, sino a circa 80 km/h la velocità in deviata (vanificando perciò questo "metodo di superamento dei 60 km/h).

Quindi, dai calcoli effettuati, si osserva che affinché il treno possa arrestarsi entro il limite della fermata, dovrà transitare sui deviatoi ad una velocità inferiore ai 100 km/h, pari a circa 80 km/h, durante la fase di decelerazione sino a 0 km/h come riportato nella **Figura 6.1.6.A**.

L'inserimento della fermata in linea per il treno T2 comporta la perdita della traccia orario successiva.

Analogamente al caso 3, il treno T3 è distanziato di almeno 13' al fine di garantire sempre il distanziamento minimo di 6' quando il T2 rientra in linea.

Infine, anche utilizzando il deviatoio da 100 km/h, non si notano sostanziali differenze, poiché si avrebbe una riduzione del tempo complessivo per effettuare la fermata in linea di circa 30 secondi, passando da 757 s per il deviatoio da 60 km/h a 724 s per quello da 100 km/h ovvero una riduzione del 4,6%.

Questo a fronte di elevati costi da sostenere per l'utilizzo e la manutenzione di deviatoi a cuore mobile da 100 km/h (rispetto a quelli da 60 km/h che rimangono quelli "prescelti").

Tra il treno T1 ed il treno T4 ci sarebbero circa all'incirca 25' (1.500 secondi).

Prima di procedere con l'analisi dell'orario e della capacità della linea, si vuole sottolineare che la fermata in linea è stata impostata con una configurazione tipo posto di movimento.

È quindi stata scartata l'ipotesi realizzativa di una fermata in linea vera e propria (tipo metropolitano), poiché il treno fermante, in caso di imprevisti durante la fermata, andrebbe a penalizzare con un effetto domino tutti gli altri treni circolanti.

Allo stesso modo, è stata esclusa la possibilità che un treno che effettui la fermata, venga superato dal treno immediatamente successivo:

- sia perché i treni scelti per effettuare la fermata sono treni “isolati” non facenti parte di una batteria da 6' di distanziamento;
- sia perché a causa della necessità di garantire un distanziamento minimo di 6' nella situazione più critica, ovvero quando il treno T2 si trova a 60 km/h (pronto ad uscire dalla linea) e il treno T3 a velocità costante di 250 km/h, il treno T3 deve viaggiare con un distanziamento di almeno 8' (ovvero almeno 2' necessari al T2 per decelerare sino a 60 km/h + 6' di distanziamento minimo del T3).

Infatti, supponendo di dare la precedenza, a partire dal momento in cui il T2 esce dalla linea per fermarsi, il treno T3 impiegherebbe almeno 6' solo per giungere alla chilometrica della fermata.

Nel frattempo, però, il treno T2 sarebbe già pronto a rientrare in linea ma – a causa della precedenza – dovrebbe attendere almeno 3' prima di potersi reimmettere sulla linea allungando, di conseguenza, la durata complessiva della fermata.

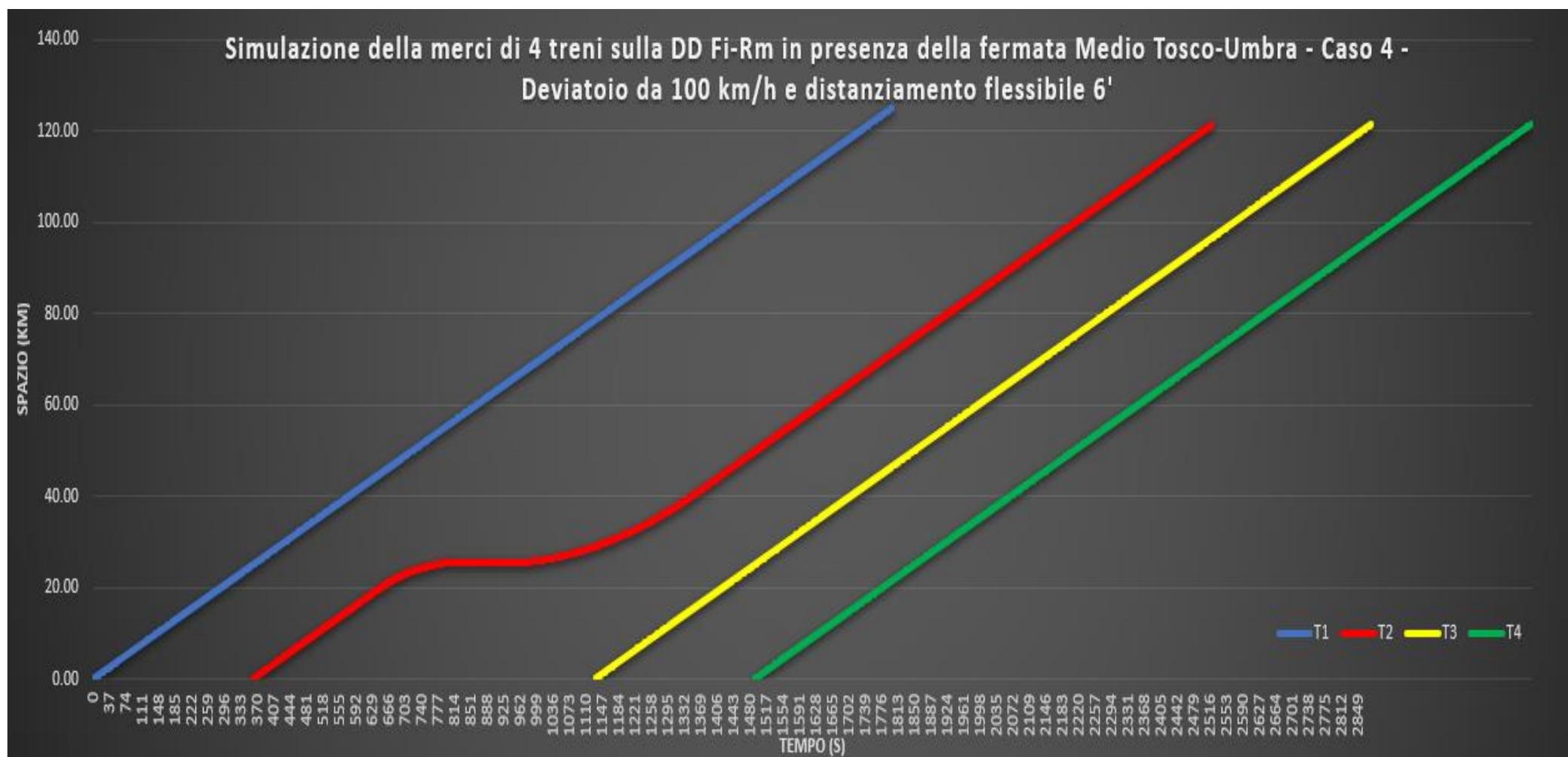


Figura 6.1.6.A. Simulazione dell'inserimento della fermata in linea nel caso di distanziamento doppio con deviatoio da 100 km/h.

6.2. Analisi dell'orario attuale e della capacità della linea Direttissima

Si è quindi proseguito lo Studio mediante una approfondita analisi dell'utilizzo sulla Direttissima (ovvero analizzando gli orari giornalieri nelle due direzioni).

A partire dall'individuazione di tutti i treni che circolano nell'arco di 24h, si è costruita una tabella in cui sono riportati, per ogni direzione, le partenze dei treni e le fermate lungo la tratta Roma-Firenze.

Mediante la consultazione del quadro orario di RFI per le stazioni di Roma Termini, Roma Tiburtina, Firenze SMN e Firenze CM, con validità dal 10 Giugno all'8 Dicembre 2018, sono stati individuati complessivamente 236 tracce orario che giornalmente occupano la Direttissima.

Tali tracce sono suddivise a loro volta in 117 per la direzione pari (verso nord) e in 119 per quella dispari (verso sud), come riportato in **Tabella 6.2.A**.

Tutte le ipotesi effettuate e i ragionamenti esposti, nel presente capitolo, sono stati svolti in modo tale da non modificare l'orario esistente (giugno – dicembre 2018) o dove ciò non fosse possibile, si è modificato solo in minima parte.

Confronto treni sulla linea Direttissima		
pari	direzione	dispari
37	AVG 575/ ETR 675	37
64	ETR 500 / ETR 1000	65
16	ETR 600	17
117	totale	119

Tab. 6.2.A. Totale dei treni individuati nella Direttissima, in un giorno lavorativo.

Oltre alla valutazione dei treni che effettivamente transitano sulla Direttissima, si è anche valutata, in aggiunta alla modalità pratica esposta al punto 6.1.1., la capacità teorica oraria della stessa, utilizzando il metodo UIC.

Ciò al fine di fornire una controprova sull'effettiva situazione attuale di quasi saturazione (ovviamente rispetto alle ore giornaliere in cui è utilizzata che non possono essere 24).

Non è dunque possibile prevedere l'inserimento di ulteriori treni se non **al di fuori dei periodi di punta**.

Il **metodo UIC 450/R** consente di determinare, tramite una semplice equazione matematica, la capacità (N) di una linea sul periodo di esercizio quotidiano T, a partire dalla definizione di una serie di parametri che definiscono l'intervallo medio tra due treni.

$$N = \frac{T}{t_{fm} + t_r + t_d}$$

- Il t_{fm} rappresenta la media pesata dell'intervallo di distanziamento tra due treni;
- il t_r è il margine di estensione;
- il t_d è il tempo supplementare;

Il t_r è valutato come $0,67 t_{fm}$ (ore morbida) e $0,33 t_{fm}$ (ore punta), mentre il t_d è valutato come $0,25 \cdot a$, dove a è il numero delle sezioni di blocco della linea nella quale la tratta è suddivisa.

Tuttavia, poiché il metodo UIC tende a contenere la capacità reale di una linea e poiché l'utilizzo della Direttissima si avvicina alla sua massima capacità, oltre al fatto che i treni viaggiano giustamente con un distanziamento minimo pari al doppio di quello "tecnico" necessario (ovvero da 8sdb a 16 / 18 sdb), si è utilizzata una formula riduttiva che vede la definizione di un valore t_d fissato a 90 secondi.

$$t = t_{fm} + t_r + 90$$

A partire dai dati considerati, per un ETR 500, quali accelerazione e decelerazione, tempo e spazio di arresto, velocità massima della linea, numero di sezioni di blocco necessarie per l'arresto, per il ricoprimento e per la sicurezza, si è valutato il valore della "capacità massima giornaliera" della linea.

Infatti, le ore di punta giornaliere, che abbiamo considerate essere circa 5 ore, sono molto limitate rispetto alle ore totali di circolazione, pari a 17 ore, e comunque inferiori alle 24 ore giornaliere, poiché bisogna anche tenere conto della capacità di smaltimento dei nodi. E' inutile cioè inviare un numero elevato di treni in linea se la stazione preposta non può ricevere tale quantità di treni.

Nelle **Tabelle 6.2.B.** e **6.2.C.** sono riportati i valori di sintesi mentre per i calcoli completi si rimanda all'**Allegato A.10.**

Capacità oraria per direzione (5,5 ore di punta)	Capacità giornaliera per direzione (5,5 ore di punta)	Capacità oraria per direzione (11,5 ore di morbida)	Capacità giornaliera per direzione (11,5 ore di
$C(h)=3600/T$	17h	$C(h)=3600/T$	17h
11.75	64	9.95	114

Tab. 6.2.B. Capacità oraria e giornaliera della linea per le ore di punta e le ore di morbida, calcolata con il metodo UIC 450/R.

Capacità giornaliera della linea per direzione	Capacità giornaliera della linea
17h	17h
178	356

Tab. 6.2.C. Capacità giornaliera della linea per direzione e complessiva, calcolata con il metodo UIC 450/R.

Si osserva come il valore teorico individuato della capacità giornaliera per direzione sia pari a 178, e non si discosta di molto da quello attuale, pari a 117 e 119 rispettivamente per la direzione pari e per quella dispari.

Per cui la linea Direttissima è effettivamente utilizzata molto intensamente rispetto alla sua capacità.

Attualmente **circolano 236 treni** ovvero pari a circa il **66% della capacità su 17 ore della linea**. Tuttavia, non è possibile aumentare la capacità ulteriormente (salvo piccoli incrementi) poiché si avrebbe un numero di ore di punta giornaliere (con 11 treni o più) superiore alle 5. Ai fini della stabilità dell'orario, della gestione della circolazione dei treni nelle stazioni e della domanda, la capacità attuale (su 17 ore) è prossima alla massima possibile per tale linea Direttissima.

Nella **Figura 6.2.A.** è rappresentato lo schema della rete AV e di quella storica per le principali destinazioni quali Milano – Bologna – Venezia – Firenze – Roma in riferimento all'orario pubblicato da RFI e valido nel periodo 10 giugno – 8 dicembre 2018.

Di fianco alle linee AV e alle storiche, sono riportati il numero di treni giornalmente transitanti in ciascuna direzione in riferimento al giorno settimanale più carico (Venerdì).

La tratta Milano – Bologna ha visto crescere il traffico ferroviario, in 10 anni, da 14 coppie al giorno, sino a 81 coppie al giorno nella situazione odierna.

Ciò significa un incremento complessivo del 478% (pari a 5,78 volte) ovvero significa un aumento medio annuale dell'offerta treni (su 10 anni) di circa il 19%.

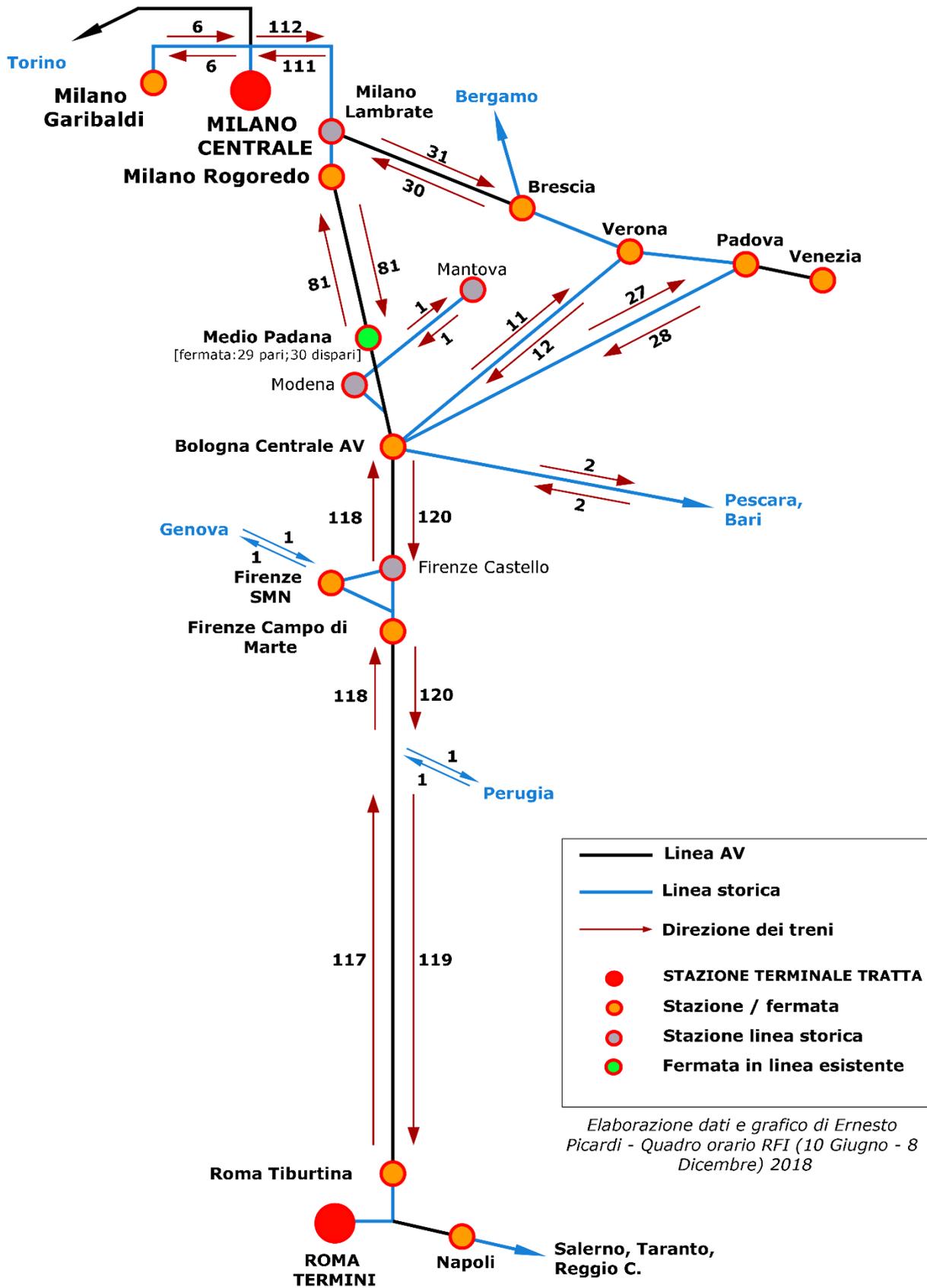


Fig. 6.2.A. Rete AV Milano – Bologna – Firenze – Roma in riferimento al quadro orario con validità dal 10 giugno all' 8 dicembre 2018.

In aggiunta alle valutazioni mostrate, si è ritenuto utile fornire una rapida panoramica sulla situazione tecnologica degli impianti presenti sulla linea Direttissima e dell'Alta Velocità in Italia.

Attualmente è infatti utilizzato un sistema di controllo di tipo "classico" mediante il sistema BACC, che fornisce soltanto dati variabili quali aspetto del segnale posto all'inizio della sezione di blocco e situazioni di anomalie a valle del treno e l'unico provvedimento in caso di problemi è l'intervento della frenatura di emergenza.

Il BACC presenta una carenza di informazioni quali la posizione del punto di arresto, che è soltanto approssimata, l'estensione e la velocità di rallentamenti temporanei, cambi di velocità della linea e variazioni di pendenza.

Il sistema ETCS, o anche definito ERTMS, è un sistema di gestione, controllo e protezione del traffico ferroviario con un segnalamento a bordo treno, realizzato per sostituire i tanti sistemi di circolazione e di sicurezza utilizzati nei diversi paesi europei.

Tale sistema consente di garantire l'interoperabilità ferroviaria e si adatta molto bene alle linee ad alta velocità.

Lo scopo principale del sistema ETCS è il rilevamento della velocità del treno e l'attivazione della frenatura automatica quando le velocità superano il limite presente ad un dato istante.

Il sistema ETCS si compone di 3 differenti livelli funzionali, ciascuno dei quali dipende dalle dotazioni della linea e dalla modalità di trasmissione delle informazioni tra il treno e il posto di controllo.

Il sistema ETCS di livello 1 è caratterizzato da una trasmissione dei dati in modo discontinuo. Le comunicazioni vengono trasmesse mediante delle boe "Eurobalise" che comunicano con il treno. Tale sistema può essere integrato con il GSM-R dedicato al trasporto ferroviario.

Il controllo della marcia è affidato al macchinista secondo l'aspetto dei segnali luminosi.

È dunque presente il segnalamento di tipo luminoso lungo la linea, il rilevamento avviene con rilevatori disposti a terra e il distanziamento è effettuato con blocco elettrico a sezioni fisse.

Le boe possono essere di tipo fisso, trasmettono dati permanenti quali velocità massima e pendenza della linea, inizio e fine di rallentamenti ecc. oppure di tipo commutabili, cioè trasmettono dati variabili quali aspetto dei segnali, curve di sicurezza ecc.

I vantaggi di tale sistema sono rappresentati dalla disponibilità dell'interfaccia uomo-macchina (DMI) a bordo e dal controllo della velocità mediante la curva di sicurezza.

Il sistema ETCS di livello 2 è invece caratterizzato dal Radio Block Center (**Fig. 6.2.B.**) ovvero un posto centrale che, tramite l'utilizzo di trasmettenti a terra, permette di effettuare il distanziamento dei treni.

Tale sistema permette di effettuare in continuità, mediante un collegamento GSM-R, il controllo della marcia tramite le autorizzazioni al movimento (MA) e il controllo della circolazione.

Il segnalamento è assente e si utilizzano rilevatori disposti a terra.

I vantaggi sono rappresentati dalla semplificazione degli apparati di terra e dalla sicurezza di marcia del treno completamente assistita.

Euroradio e Radio Block Center

Funzioni



- acquisire lo stato della linea
 - occupazione/liberazione delle sezioni, itinerari, ...
- definire le Movement Authority (MA) per ogni treno
- inviare dati ai treni tramite il BTS e la rete GSM-R
- BTS = Base Transceiver Station
- impostare rallentamenti
- gestire i cambi di fase
- gestire i cambi di sistema
- gestire le emergenze

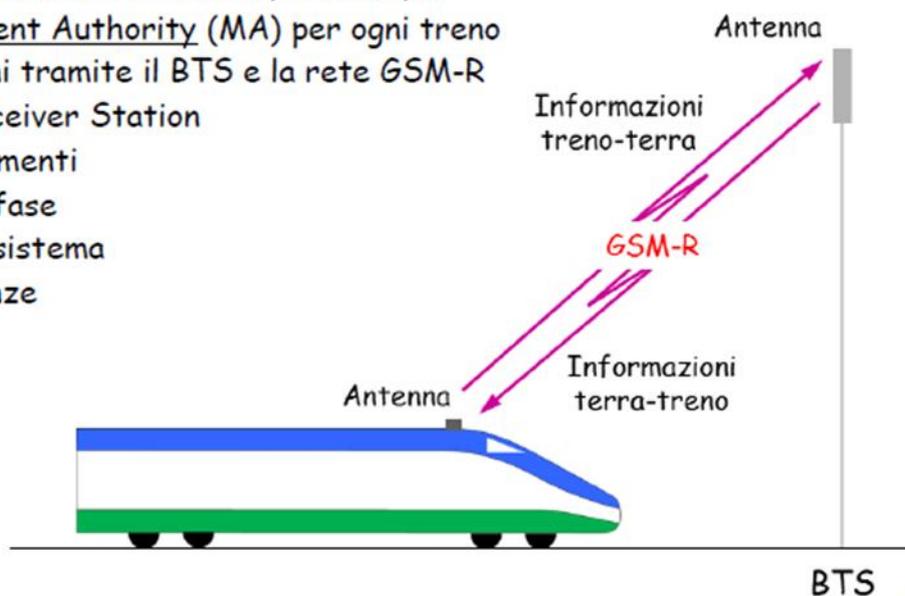


Fig. 6.2.B. Schema del Radio Block Center. Fonte: Circolazione Impianti Tecnologici – Prof. Roberto Maja.

Infine, è stato introdotto il sistema ETCS di livello 3 che elimina tutti gli apparati di terra garantendo le comunicazioni mediante degli apparati di bordo che dialogano in continuità con un Posto Centrale.

Inoltre, si abbandona il sistema che prevede le sezioni di blocco fisse e si introducono quelle mobili, ovvero basate non sulla suddivisione dello spazio fisico ma create in funzione delle esigenze della circolazione.

I vantaggi sono rappresentati dall'assenza di apparati di terra e dalla sicurezza di marcia del treno completamente assistita.

In **Figura 6.2.C.** è rappresentato lo schema funzionale dell'ETCS.

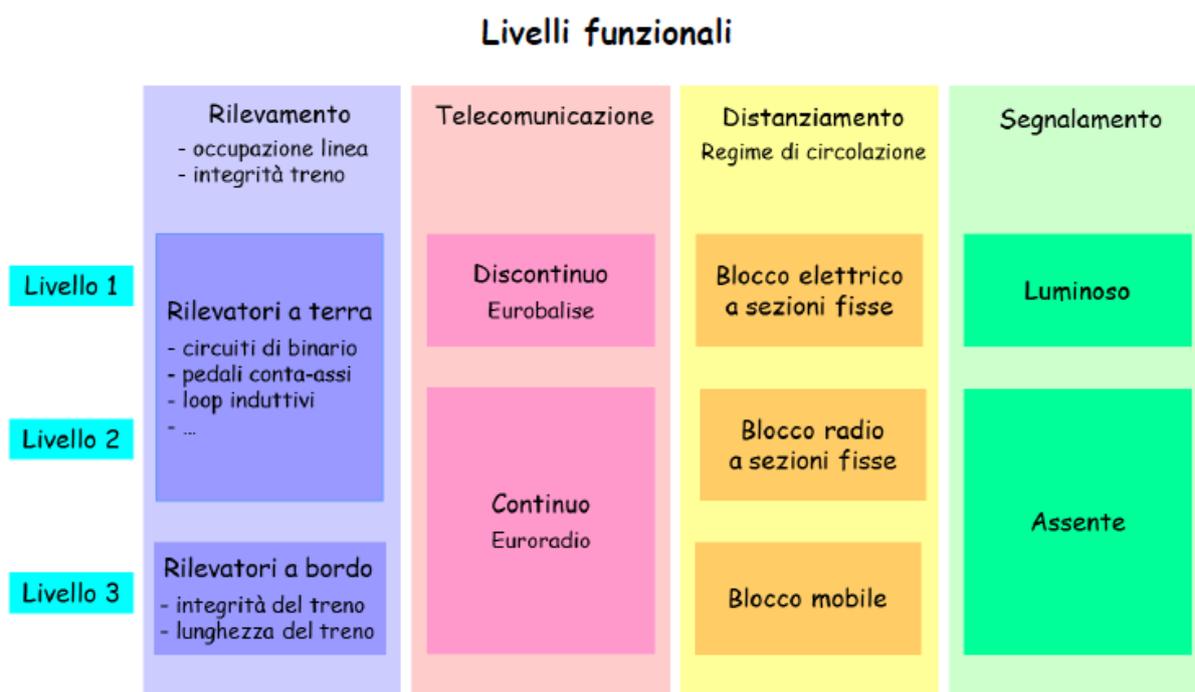


Fig. 6.2.C. Livelli funzionali del sistema ETCS. Fonte: Circolazione Impianti Tecnologici – Prof. Roberto Maja.

Completano il sistema ETCS i sottosistemi di bordo (SSB) ai quali è affidato il compito di sorvegliare il movimento corretto e sicuro del treno.

A fronte di queste osservazioni, si è valutata l'ipotesi di un futuro aggiornamento della linea Direttissima, mediante l'introduzione del sistema ETCS 3.

Si procede quindi l'analisi con il metodo UIC, utilizzando la formula semplificata e delle sezioni di blocco aventi una lunghezza di 1500 m.

Nelle **Tabelle 6.2.F. e 6.2.G.** sono riportati i valori di sintesi mentre per i calcoli completi si rimanda all'**Allegato A.10.2.**

Capacità oraria per direzione (5,5 ore di punta)	Capacità giornaliera per direzione (5,5 ore di punta)	Capacità oraria per direzione (11,5 ore di morbida)	Capacità giornaliera per direzione (11,5 ore di
$C(h)=3600/T$	17h	$C(h)=3600/T$	17h
13.24	72	11.30	130

Tab. 6.2.F. Capacità oraria e giornaliera della linea per le ore di punta e le ore di morbida, calcolata con il metodo UIC 450/R.

Capacità giornaliera della linea per direzione	Capacità giornaliera della linea
17h	17h
202	404

Tab. 6.2.G. Capacità giornaliera della linea per direzione e complessiva, calcolata con il metodo UIC 450/R.

A parità delle caratteristiche del treno e supponendo di avere la stessa distribuzione di ore di punta e di morbida, rispettivamente di 5,5 ore e di 11,5 ore, si avrebbe un incremento delle tracce orario giornaliere pari a 13,5%, ovvero da 356 tracce teoriche per la situazione attuale a 404 tracce teoriche con il blocco mobile.

Anche in tal caso è chiaro che in realtà il numero di tracce orario effettivamente realizzabile è inferiore a tali valori poiché, come spiegato precedentemente, bisogna garantire una stabilità di orario e di gestione della circolazione.

È interessante notare che anche se si considerasse una velocità di percorrenza della linea di 300 km/h, sempre ipotizzando il blocco mobile e sempre con tale distribuzione delle ore di punta e di morbida, si avrebbe un incremento della capacità giornaliera del 2,5%, ovvero da 404 a 414 tracce.

Quest'ultima casistica risulta di remota realizzazione poiché l'attuale tracciato della Direttissima consentirebbe delle velocità di 300 km/h soltanto in alcuni tratti.

Soffermiamoci ad analizzare ora la linea DD Roma-Firenze.

1) Direzione pari: da Roma verso Firenze

Per tale direzione sono stati individuati 117 treni che giornalmente, partendo da Roma Termini, percorrono la tratta.

Alcuni effettuano le fermate intermedie di Tiburtina e di Firenze Santa Maria Novella, altri proseguono senza fermarsi verso nord, mentre altri ancora effettuano la fermata di Firenze Campo di Marte.

*(Per maggiori dettagli sono riportati in **Allegato A.9.2.** gli orari dei treni individuati lungo la linea DD).*

In **Figura 6.3.D.** è riportata la fiancata dispari dello schema della Direttissima che si è utilizzata per le nostre simulazioni nella direzione Firenze SMN – Roma Termini; Allo stesso modo la fiancata pari da Roma Termini a Firenze SMN.

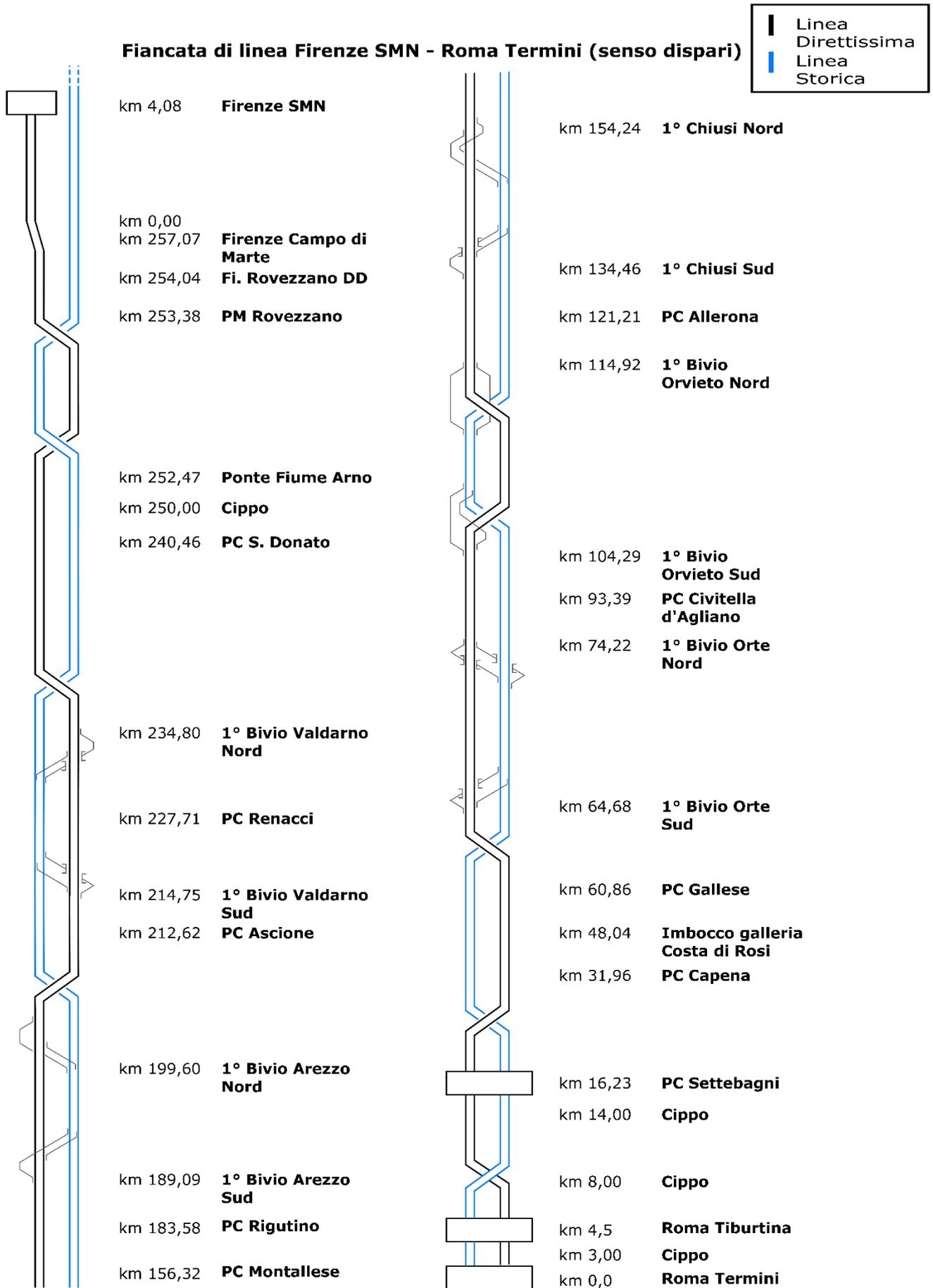


Figura 6.3.D. Schema della Direttissima – Fiancata dispari. In nero la linea Direttissima e in blu la linea storica.

I treni che percorrono la tratta sono costituiti da ETR 500, ETR675, ETR 1000 e AVG 575, assunti avere le medesime caratteristiche di accelerazione e decelerazione per velocità fino a 250 km/h.

La prima parte dell'analisi è consistita nell'individuazione della fascia oraria più carica. Nell'arco delle 15h e 30' in cui avvengono le partenze da Roma Termini, si sono individuate diverse fasce da 60 minuti ciascuna. Al fine di prendere in considerazione tutti i treni presenti e di individuare la fascia oraria più carica, alcune di queste si sovrappongono (come mostrato nell'**Allegato A.9.2.**).

La fascia oraria più carica è risultata essere quella pomeridiana, in particolare dalle ore 17:30 alle ore 18:30 in cui si sono individuati 12 treni.

Ciò comporta un impegno della linea al massimo della sua capacità reale (*i treni sono infatti distanziati mediamente di $60' / 11 = 5.45'$ ma con punte che possono scendere sino a 5' come evidenziato in **Tabella 6.2.D.***

Ora più carica di circolazione (12 treni)						
successione	Orario	treno		Rm-Tib	Fi-SMN	Fi-CM
0'	17.30	9648	frrossa	/	/	/
0'	17.30	9444	frrossa	/	/	/
15'	17.45	8526	frargento	/	/	19.01
15'	17.45	9948	italo	17.53	19.17	/
20'	17.50	9446	frrossa	17.58	19.22	/
30'	18.00	9650	frrossa	/	/	/
35'	18.05	9580	frrossa	18.13	19.36	/
40'	18.10	9986	italo	18.17	/	/
45'	18.15	8926	italo	18.23	19.46	/
50'	18.20	9592/9552 frrossa		18.27	19.51	/
59'	18.29	8552	frargento	18.37	20.02	/
60'	18.30	9652/9690 frrossa		/	/	/

Tab. 6.2.D. Orario di partenza dei 12 treni da Roma Termini e di arrivo alle stazioni intermedie.

Nella prima colonna è riportata la successione dei treni in partenza da Roma nei 60' individuati come i più carichi.

Per questa fascia oraria, si sono costruite le tracce orario dei 12 treni su un grafico spazio/tempo come riportato nella **Figura 6.2.E.**

In base a quanto riportato e tenuto conto delle considerazioni espone nel Capitolo 6.1.5 (che spiegava le condizioni "reali" per poter effettuare una fermata in linea), si evince come in tale fascia oraria, l'intera linea sia occupata dalla batteria di treni omotachici e non sia possibile né inserire un ulteriore treno, né effettuare una fermata.

La nostra analisi quindi rappresenta l'orario grafico attuale nell'ora di punta mentre, subito dopo, si passerà ad analizzare l'inserimento dei treni al di fuori di tale ora di punta e destinati alla Fermata ME.

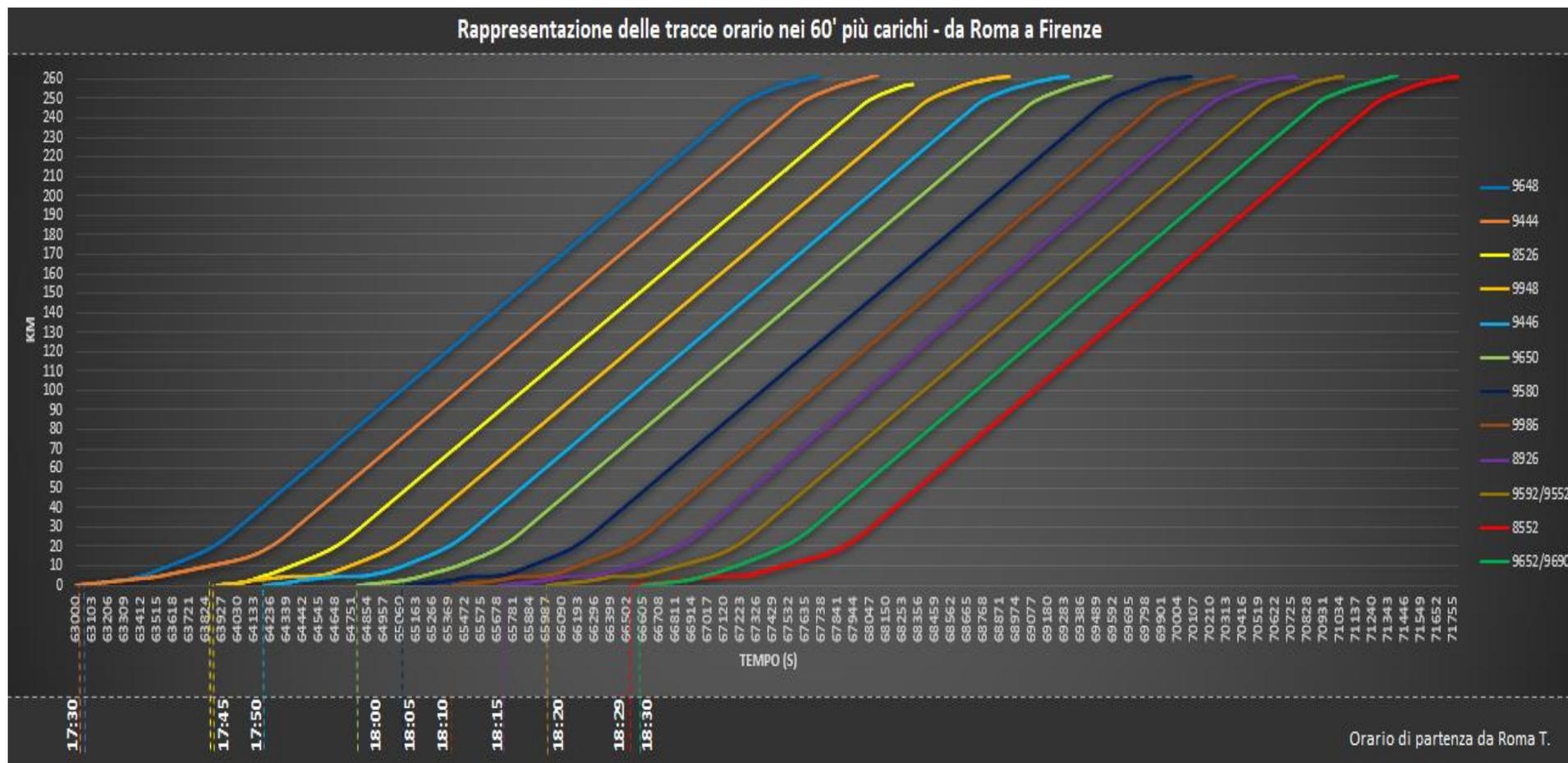


Figura 6.2.E. Rappresentazione delle tracce orario reali dei 12 treni nei 60' più carichi nella tratta DD RM Termini – FI SMN /FI CdM

Si osserva come tutti i treni siano distanziati almeno di 6', con conseguente impossibilità di inserimento di un'ulteriore traccia orario. Alcuni treni fermano nelle stazioni intermedie (RM Tib., Fi CdM e Fi SMN), altri proseguono senza fermarsi. Si ricorda la presenza del raddoppio della linea tra RM Termini e la pk 16,23 RM Settebagni.

Mediante lo studio degli orari di ciascun treno lungo la tratta della Direttissima, è stato possibile realizzare la traccia orario di ciascun treno.

Al fine di rispettare il reale andamento dei treni, si è cercato sempre di mantenere il distanziamento minimo di 6', ridotto a circa 5' in pochi casi particolari (pari a quanto avviene nella realtà).

Infatti, in alcuni casi sono presenti dei treni che – grazie al Quadruplicamento tra Roma Termini e Roma Settebagni per un'estesa di 16,23 km – partono allo stesso orario (da Roma Termini), e si inseriscono sulla linea DD assicurando però il distanziamento minimo.

Per rappresentare questa particolare situazione, si è assunto, come in realtà avviene, che uno dei due treni, sia soggetto a perditempo che permettano al treno in testa di guadagnare il giusto intervallo.

Si ricorda che, come da orario, un treno AV impiega 8 minuti per andare da Roma Termini a Roma Tiburtina (esempio treno FR 9560 Rm-Mi: partenza h 19.35, arrivo h 19.43 e partenza da Rm Tiburtina h 19.45).

6.3. Simulazione dell'inserimento della fermata tra le tracce attuali (treni pari)

La seconda parte dell'analisi consiste nell'inserimento della fermata all'interno dell'orario reale.

Al fine di poter realizzare tale inserimento, è stato necessario sia studiare l'orario di partenza di ciascun treno nell'arco della giornata, sia valutare la progressiva chilometrica lungo cui inserire la fermata.

A valle dei risultati dell'analisi delle alternative proposte, si è considerata la soluzione di Bettolle Creti, avente l'asse del fabbricato viaggiatori situata alla pk 175+370.

Sono poi state escluse tutte le fasce orario in cui sono presenti 12 e 11 treni, poiché non sarebbe possibile poter effettuare una fermata senza apportare delle sostanziali modifiche o alterazioni all'orario attuale.

Sono state quindi considerate tutte quelle fasce aventi 10 o meno treni, sempre cercando di limitare il più possibile le variazioni dell'orario o, dove non è stato possibile, limitandole ai soli treni adiacenti.

(In **Allegato A.9.3.** sono evidenziati in blu più chiaro i gruppi di treni interessati dalle modifiche dell'orario e in blu più scuro i treni che effettuano la fermata).

Compatibilmente con il numero di passeggeri potenziali previsto per la fermata Medio Etruria, e senza sconvolgere l'orario attuale dei treni, si è cercato di ottenere una fermata circa ogni ora da parte di un numero di treni selezionati già in circolazione.

Escludendo a priori le fasce orario più cariche, ovvero dalle ore 08:00 alle 10:00, e dalle 15:30 alle 18:30.

Sono stati individuati 9 possibili treni per la direzione pari (e analogamente per quella dispari), che potrebbero effettuare la fermata in linea FERMATA (ME), limitando le alterazioni e non introducendo alcun nuovo treno.

Per ciascuno dei 9 treni pari, così individuati, si è simulato l'inserimento della fermata, con le relative variazioni dell'orario per i treni adiacenti.

In particolare, per alcuni treni non è stato necessario effettuare alcun cambiamento di orario in quanto sono già opportunamente distanziati e anche con l'introduzione della fermata in linea, il distanziamento resta garantito.

Per tutti gli altri treni individuati, è stato necessario effettuare delle piccole variazioni, mediante anticipo e/o posticipo delle partenze dei treni immediatamente precedenti e successivi.

Anche in tale caso è stato quindi garantito il rispetto del distanziamento minimo di 6'.

Le 9 coppie di treni che sono stati individuati (all'interno di treni già circolanti) per poter effettuare la fermata in linea, sono stati distribuiti in modo da coprire interamente una giornata lavorativa (vedi pagine seguenti con riportate le indicazioni dei singoli nuovi treni).

Al fine di garantire la massima scelta per gli Operatori ferroviari che operano sulla linea DD, tutti i treni esaminati sono stati rinominati inserendo un valore da 1 a 117: all'interno di questo sono stati selezionati i 9 treni ovvero: n° 2, 8, 17, 36, 49, 59, 71, 102, 113.

1. Treno n°2

Come 1° treno è stato possibile far effettuare la Fermata ME al treno n° 2 senza effettuare alcuna modifica dell'orario come in **Tabella 6.3.A.** e **Figura 6.3.A.**

Orario partenza	treno n°	Rm-Tib	Fi-SMN	Fi-CM	modifica orario	nuovo orario	Fermata Medio T.U.
5.35	1	5.43	7.07	/	<i>invariato</i>	/	/
5.45	2	5.51	7.17	/	<i>invariato</i>	/	6.44
6.00	3	/	/	/	<i>invariato</i>	/	/

Tab. 6.3.A.- Orario dei treni interessati da eventuali modifiche.

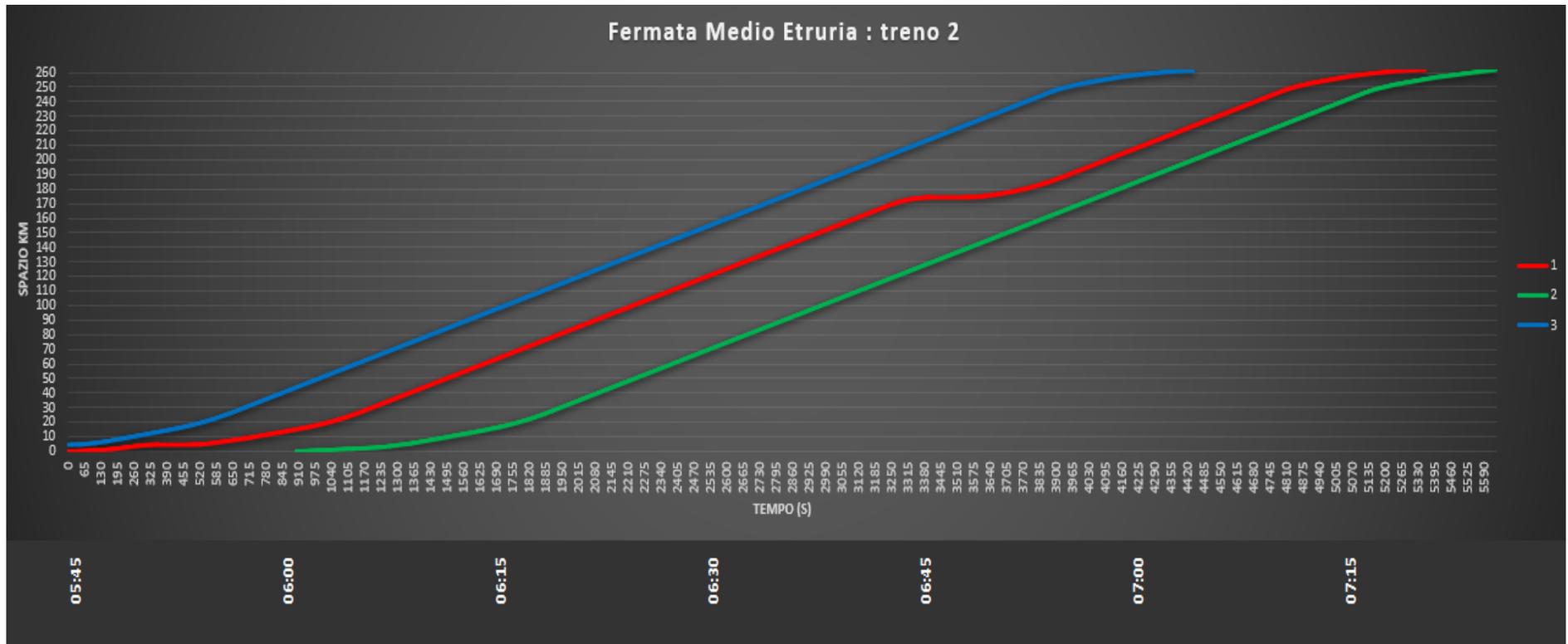


Figura 6.3.A. Rappresentazione della fermata in linea per il treno n° 2 compatibilmente con i treni adiacenti.

2. Treno n°8

Il treno che effettua la fermata in linea impiega 725 secondi, per cui il treno che segue deve trovarsi almeno a 720 secondi di ritardo ovvero 12 minuti. Ulteriori regolazioni sono effettuate caso per caso a seconda della tipologia del treno (no stop, tutte le fermate). In questo caso, al fine di permettere al 2° treno (n°8) di effettuare la Fermata ME, è stata apportata una modifica all'orario prevedendo un anticipo della partenza in concomitanza ad un altro treno. Allo stesso modo si è cercato di limitare altre variazioni dell'orario come in **Tabella 6.3.B** e **Figura 6.3.B**.

Orario	treno	Rm-Tib	Fi-SMN	Fi-CM	modifica orario	nuovo orario	Fermata Medio T.U.
6.30	6	/	/	/	invariato	6.30	/
6.45	7	/	/	8.01	anticipo 7'	6.38	/
6.45	8	6.53	8.17	/	anticipo 7'	6.38	7.34
6.50	9	6.58	8.22	/	invariato	6.50	/

Tab. 6.3.B. Orario dei treni interessati da eventuali modifiche.

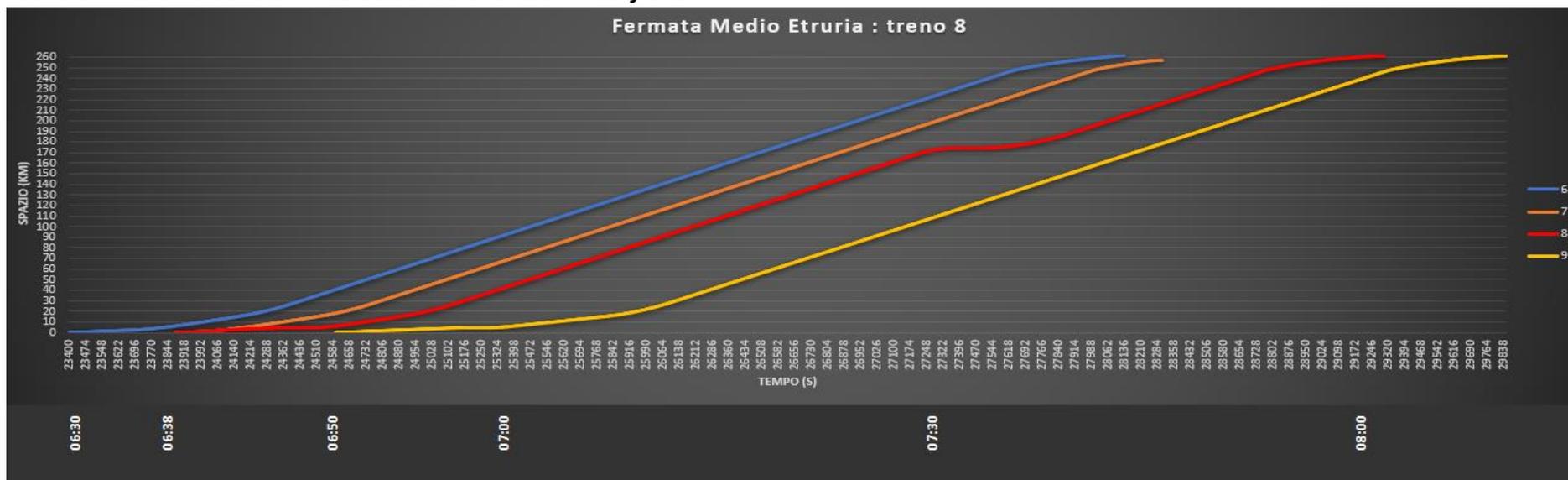


Figura 6.3.B. Rappresentazione della fermata in linea per il treno n°8 compatibilmente con i treni adiacenti.

3. Treno n° 17

Al fine di poter permettere di effettuare la fermata in linea per il 3° treno (n°17) è stato necessario modificare l'orario di partenza di altri due treni in tale fascia come in **Tabella 6.3.C** e in **Figura 6.3.C**.

Orario	treno	Rm-Tib	Fi-SMN	Fi-CM	modifica orario	nuovo orario	Fermata Medio T.U.
7.30	15	/	/	/	invariato	7.30	/
7.45	16	7.53	9.17	/	anticipo 10'	7.35	/
7.50	17	7.58	9.22	/	anticipo 7'	7.43	8.42
8.00	18	/	/	/	invariato	8.00	/

Tab. 6.3.C. Orario dei treni interessati da eventuali modifiche.

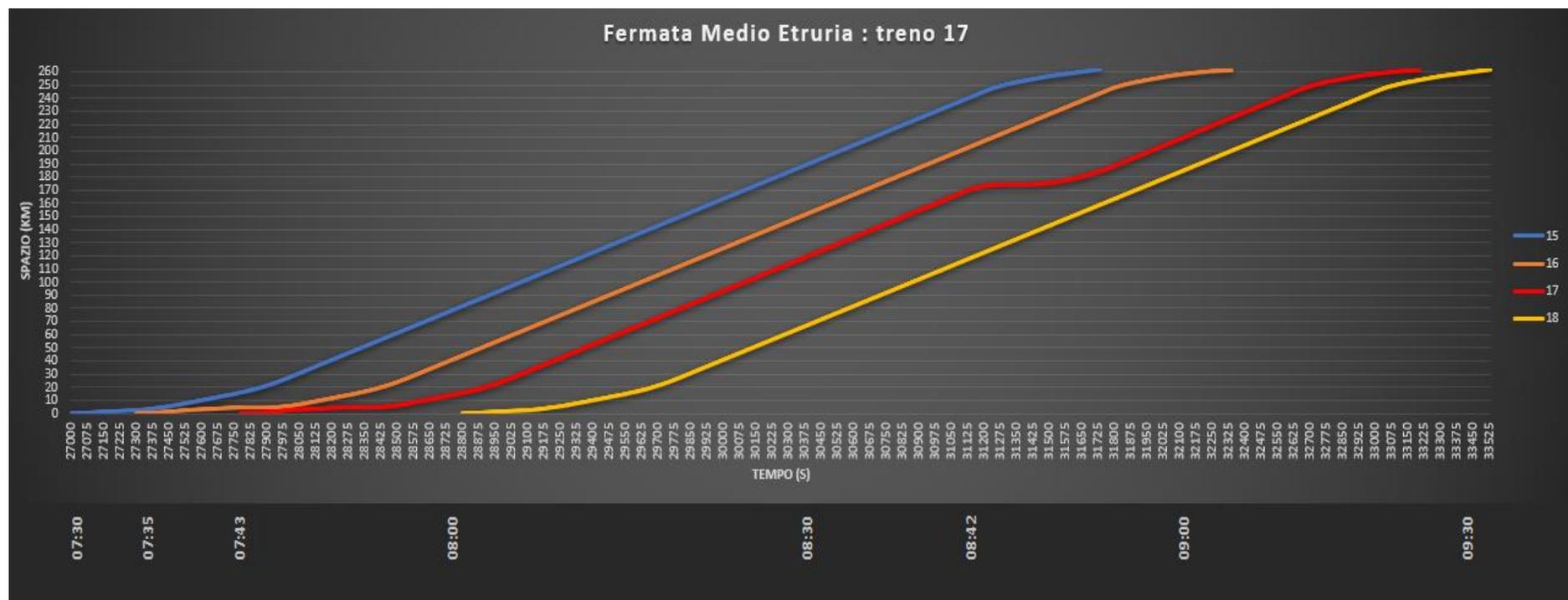


Fig. 6.3.C. Rappresentazione della fermata in linea per il treno n°17 compatibilmente con i treni adiacenti.

4. Treno n°36

Per tale 4° treno (n° 36), non è stato necessario modificare l'orario di partenza in quanto si trova all'inizio di una fascia di morbida come riportato in **Tabella 6.3.D** e in **Figura 6.3.D**.

Orario	treno	Rm-Tib	Fi-SMN	Fi-CM	modifica orario	nuovo orario	Fermata Medio T.U.
10.00	35	/	/	/	invariato	/	/
10.05	36	10.13	11.36	/	invariato	/	11.04
10.20	37	10.27	11.51	/	invariato	/	/

Tab. 6.3.D. Orario dei treni interessati da eventuali modifiche.

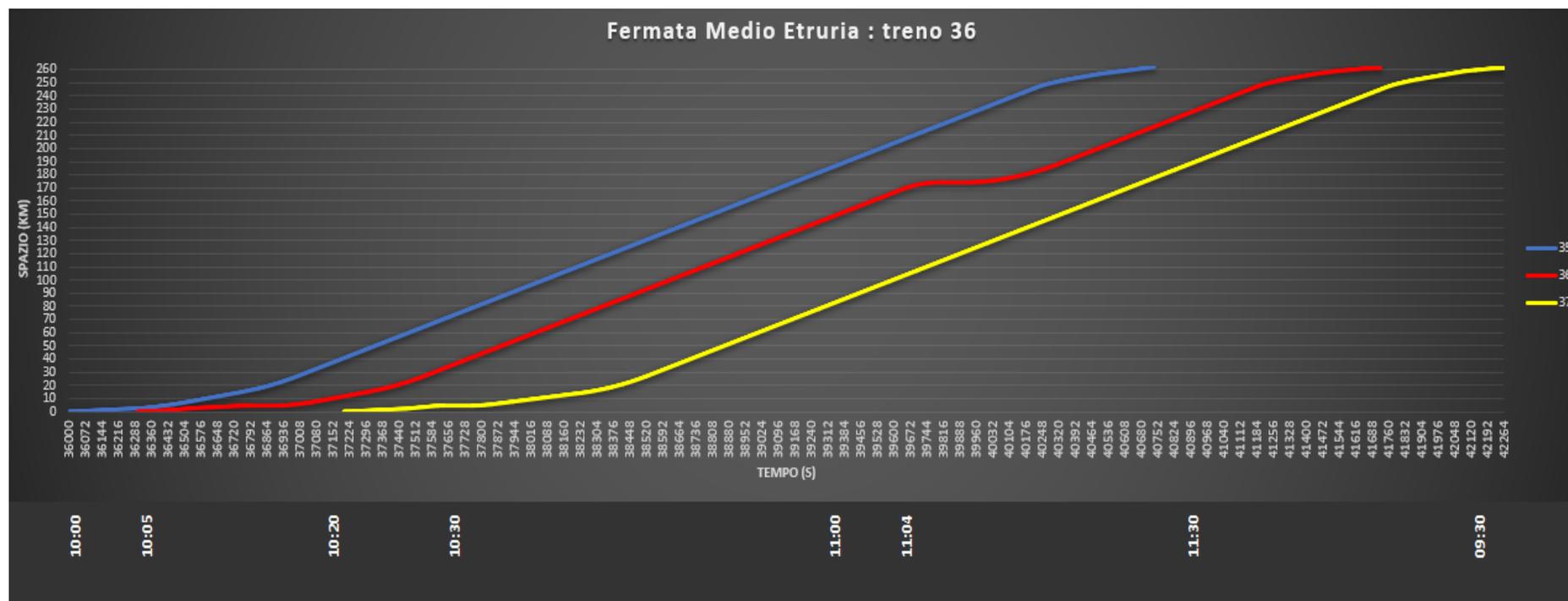


Fig. 6.3.D. Rappresentazione della fermata in linea per il treno n°36 compatibilmente con i treni adiacenti.

5. Treno n°49

L'inserimento della fermata in linea, per tale 5° treno (n° 49), è possibile solo a seguito della variazione dell'orario di partenza dei treni immediatamente successivo e precedente. Ciò può essere fatto poiché si è in una fascia di morbida (vedi **Tabella 6.3.E** e **Figura 6.3.E**).

Orario	treno	Rm-Tib	Fi-SMN	Fi-CM	modifica orario	nuovo orario	Fermata Medio T.U.
11.35	47	11.43	13.07	/	invariato	/	/
11.45	48	11.53	13.17	/	anticipo 4'	11.41	/
11.50	49	11.58	13.22	/	anticipo 2'	11.48	12.47
12.00	50	/	/	/	posticipo 5'	12.05	/
12.15	51	12.23	13.46	/	invariato	/	/

Tab. 6.3.E. Orario dei treni interessati da eventuali modifiche.

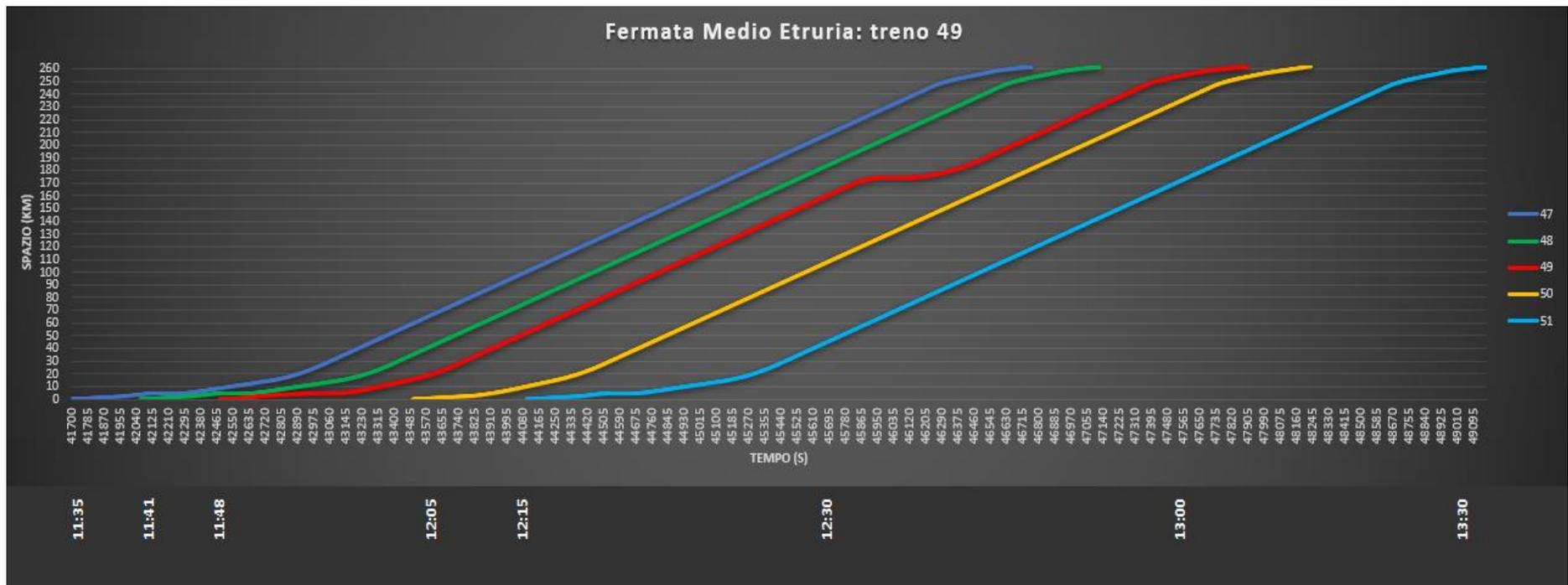


Fig. 6.3.E. Rappresentazione della fermata in linea per il treno n° 49 compatibilmente con la variazione di orario subita dai treni adiacenti.

6. Treno n°59

Anche in tale caso, l'inserimento della fermata per il 6° treno (n° 59) comporta la variazione dell'orario di partenza anche per il treno immediatamente successivo ovvero il n°60 come riportato in **Tabella 6.3.F** e in **Figura 6.3.F**.

Orario	treno	Rm-Tib	Fi-SMN	Fi-CM	modifica orario	nuovo orario	Fermata Medio T.U.
13.15	58	13.23	14.46	/	invariato	/	/
13.20	59	13.27	14.51	/	posticipo 3'	13.23	13.22
13.30	60	/	/	/	posticipo 10'	13.40	/
13.45	61	13.53	15.17	/	invariato	13.45	/

Tab. 6.3.F. Orario dei treni interessati da eventuali modifiche.

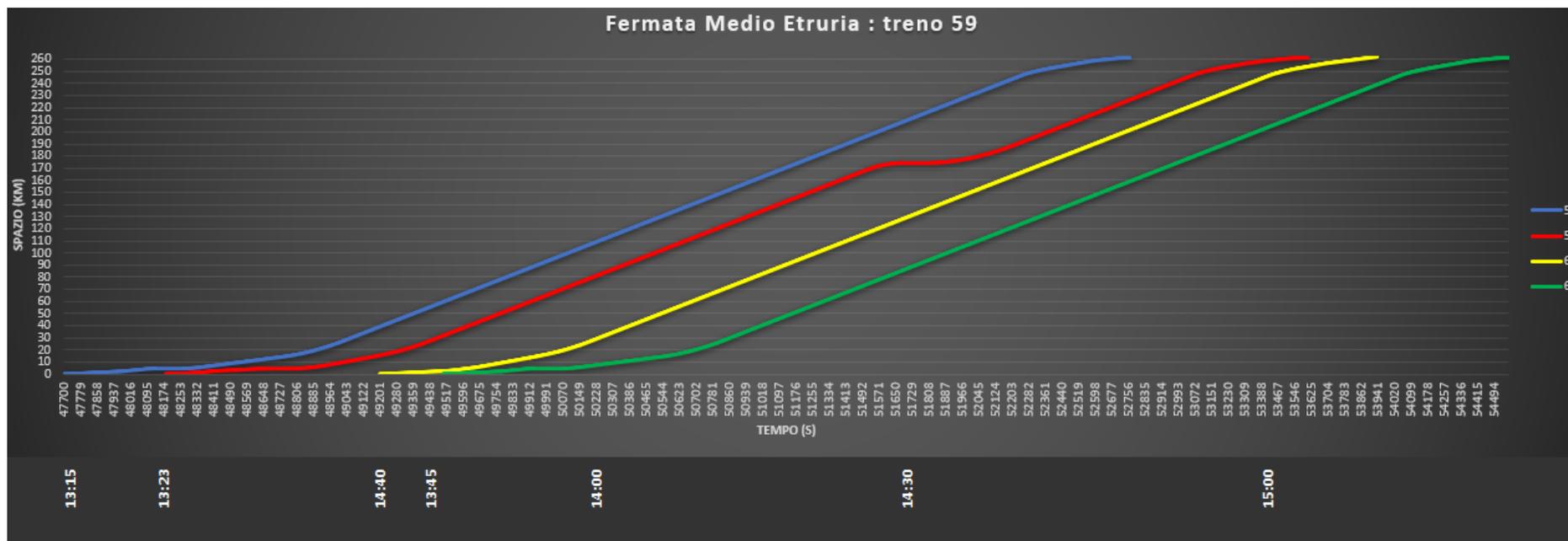


Figura 6.3.F. Rappresentazione della fermata in linea per il treno n° 59 compatibile con i treni adiacenti.

7. Treno n°71

Per permettere l'inserimento della fermata in linea per il 7° treno (n° 71), è stato necessario anticipare l'orario di partenza del suddetto treno e di quello successivo, limitando ulteriori variazioni come riportato in **Tabella 6.3.G** e in **Figura 6.3.G**.

Orario	treno	Rm-Tib	Fi-SMN	Fi-CM	modifica orario	nuovo orario	Fermata Medio T.U.
15.00	70	/	/	/	invariato	/	/
15.15	71	15.23	16.46	/	anticipo 10'	15.05	15.04
15.22	72	15.27	16.51	/	anticipo 1'	15.21	/
15.30	73	/	/	/	invariato	/	/

Tab. 6.3.G. Orario dei treni interessati da eventuali modifiche.

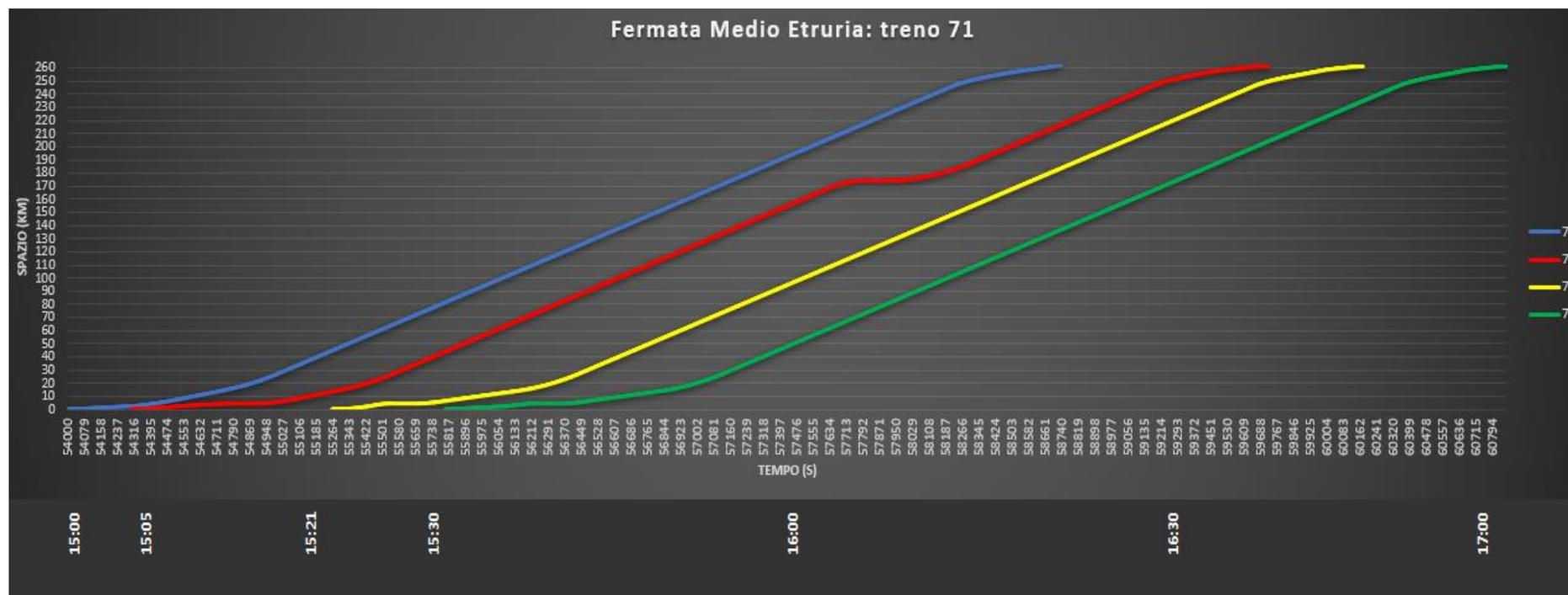


Grafico 6.3.G. Rappresentazione della fermata in linea per il treno n° 71 compatibilmente con i treni adiacenti.

8. Treno n°102

Anche per questo caso dell'8° treno (n° 102), è stato necessario variare l'orario di partenza di due treni.

Il treno n° 103 non subisce alcuna modifica di orario come riportato in **Tabella 6.3.H** e in **Figura 6.3.H**.

n°	Orario	treno	Rm-Tib	Fi-SMN	Fi-CM	modifica orario	nuovo orario	Fermata Medio T.U.
100	18.30	100	/	/	/	invariato	/	/
101	18.45	101	/	/	20.01	anticipo 9'	18.36	/
102	18.45	102	18.53	20.17	/	anticipo 7'	18.38	19.37
103	18.50	103	18.58	20.35	/	invariato	/	/

Tab. 6.3.H. Orario dei treni interessati da eventuali modifiche.

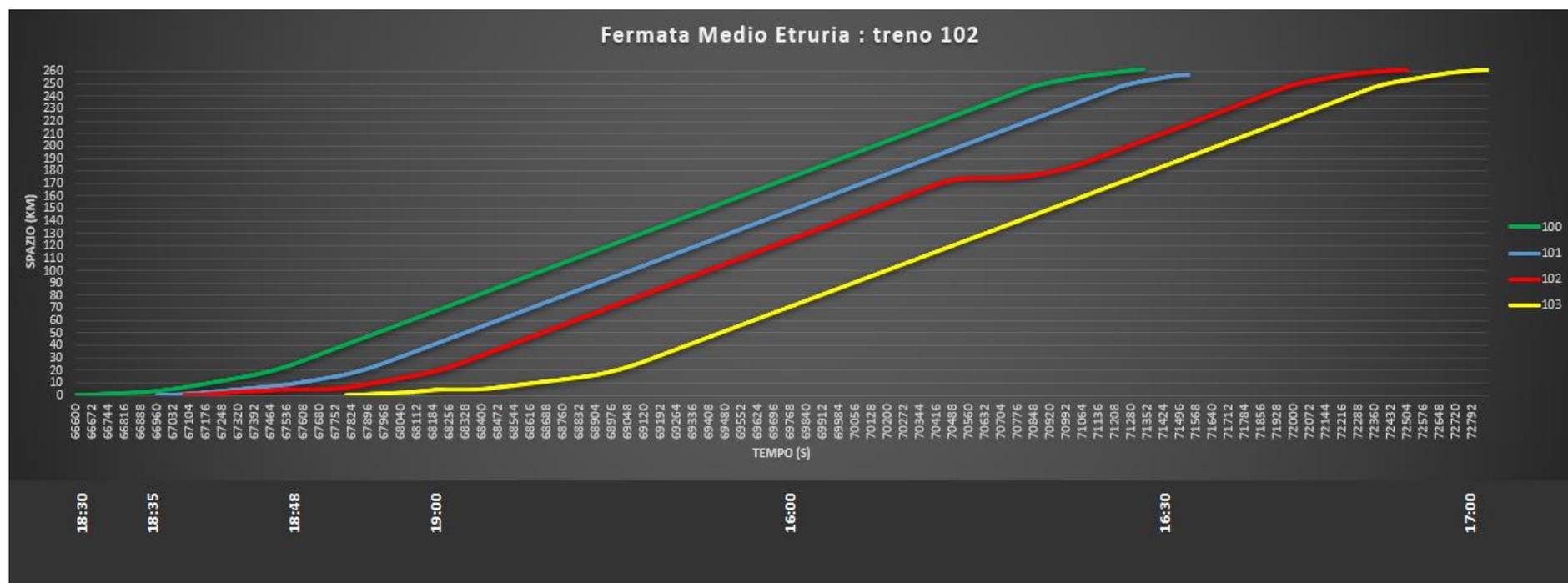


Figura 6.3.H. Rappresentazione della fermata in linea per il treno n°102 compatibilmente con i treni adiacenti.

9. Treno n°113

Infine, per il 9° ed ultimo treno (n°113), essendo in una fascia di morbida, non è stato necessario effettuare alcuna variazione dell'orario come riportato in **Tabella 6.3.I** e in **Figura 6.3.I**.

Orario	treno	Rm-Tib	Fi-SMN	Fi-CM	modifica orario	nuovo orario	Fermata Medio T.U.
20.00	112	/	/	/	invariato	/	/
20.20	113	20.27	21.51	/	invariato	/	21.19
20.45	114	20.53	22.17	/	invariato	/	/

Tab. 6.3.I. Orario dei treni interessati da eventuali modifiche.

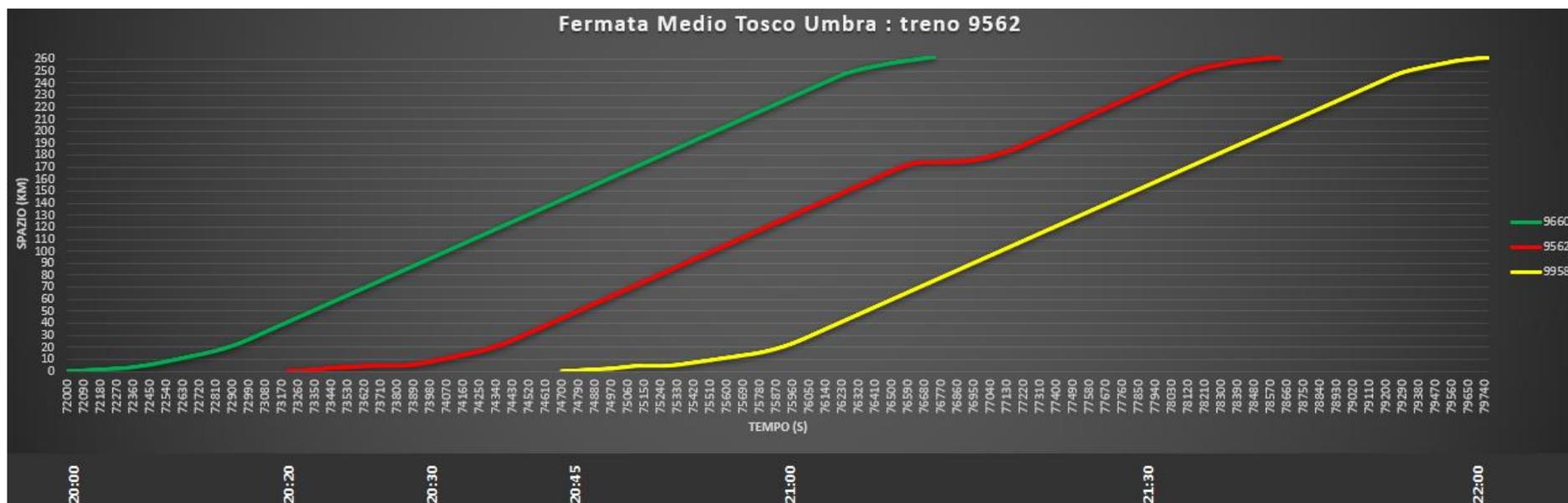


Figura 6.3.I. Rappresentazione della fermata in linea per il treno n° 113 compatibilmente con i treni adiacenti.

6.4. Simulazione dell'inserimento della fermata tra le tracce attuali (treni dispari)

Procederemo ora ad estendere – in modo analogo – l'analisi di dettaglio, precedente riportata, ai treni dispari

2) Direzione dispari: da Firenze verso Roma

Per tale direzione sono stati individuati 119 treni che giornalmente, partendo dalle diverse stazioni del nord Italia, arrivano alla stazione di Roma Termini, impegnando la tratta della linea DD.

Tali treni individuati, rappresentano tutti i treni che percorrono la Direttissima nella direzione dispari, infatti anche se sono diretti verso Napoli o Salerno, effettuano sempre anche la fermata di Roma Termini.

*(Per maggiori dettagli sono riportati in **Allegato A.9.4.** gli orari dei treni individuati lungo la linea DD).*

Anche per tale direzione, i treni che percorrono la tratta sono costituiti da ETR 500, ETR675, ETR 1000 e AVG 575, assunti avere le medesime caratteristiche di accelerazione e decelerazione per velocità fino a 250 km/h.

Si è quindi eseguita la stessa procedura effettuata per la direzione pari, andando in primo luogo ad individuare la fascia oraria più carica e successivamente nella costruzione del grafico delle tracce orario dei treni dell'ora di punta.

Anche in tal caso sono state quindi individuate le diverse fasce con la medesima metodologia *(come mostrato nell'**Allegato A.9.4.**)*.

A differenza di quanto individuato per l'altra direzione, nel caso dispari si nota una distribuzione più omogenea dei treni.

Gli arrivi sono ben distribuiti nell'arco delle 15h e 30', ed è presente una sola fascia carica con 11 treni, mentre tutte le altre mostrano tra 10 e 7 treni.

La fascia oraria più carica è presente al mattino, dalle 09:55 alle ore 10:55 in cui si sono individuati 11 treni.

Ciò comporta un impegnano della linea quasi al massimo della sua capacità reale

*(Anche per questa direzione, i treni sono infatti distanziati a 6'ma con punte che possono spingersi sino a 5' come riportato nella **Tabella. 6.4.A.**)*.

Nella prima colonna è riportata la successione dei minuti in cui ciascun treno sopraggiunge a partire dal primo considerato. Come pocanzi descritto, sono stati individuati i 60' più carichi.

Analogamente a quanto fatto precedentemente, si è quindi rappresentata tale fascia oraria mediante la costruzione delle tracce orario degli 11 treni attuali su un grafico spazio/tempo *(come riportato in **Figura 6.4.A.**)*.

Ora più carica di circolazione (11 treni)						
successione	Orario a.	treno		Rm-Tib	Fi-SMN	Fi-CM
0'	9.55	9503	frrossa	9.45	8.08	/
4'	9.59	9607/9689	frrossa	9.50	/	/
10'	10.05	8585/8591	frargento	/	/	8.42
15'	10.10	9507	frrossa	10.00	8.39	/
19'	10.14	9965	italo	10.06	/	/
30'	10.25	8955	italo	10.19	8.52	/
34'	10.29	9609	frrossa	/	/	/
45'	10.40	9591	frrossa	10.29	9.08	/
50'	10.45	8505	frargento	/	/	9.27
60'	10.55	9561	frrossa	10.45	9.24	/
60'	10.55	9611	frrossa	/	/	/

Tab. 6.4.A. Orario di arrivo degli 11 treni a Roma Termini e di partenza dalle stazioni intermedie.

Si può osservare che il 1° treno del grafico orario (FR 9503) della **Figura 6.4.A** (pagina seguente) è quello che attualmente effettua la fermata fuori linea di Arezzo Centrale.

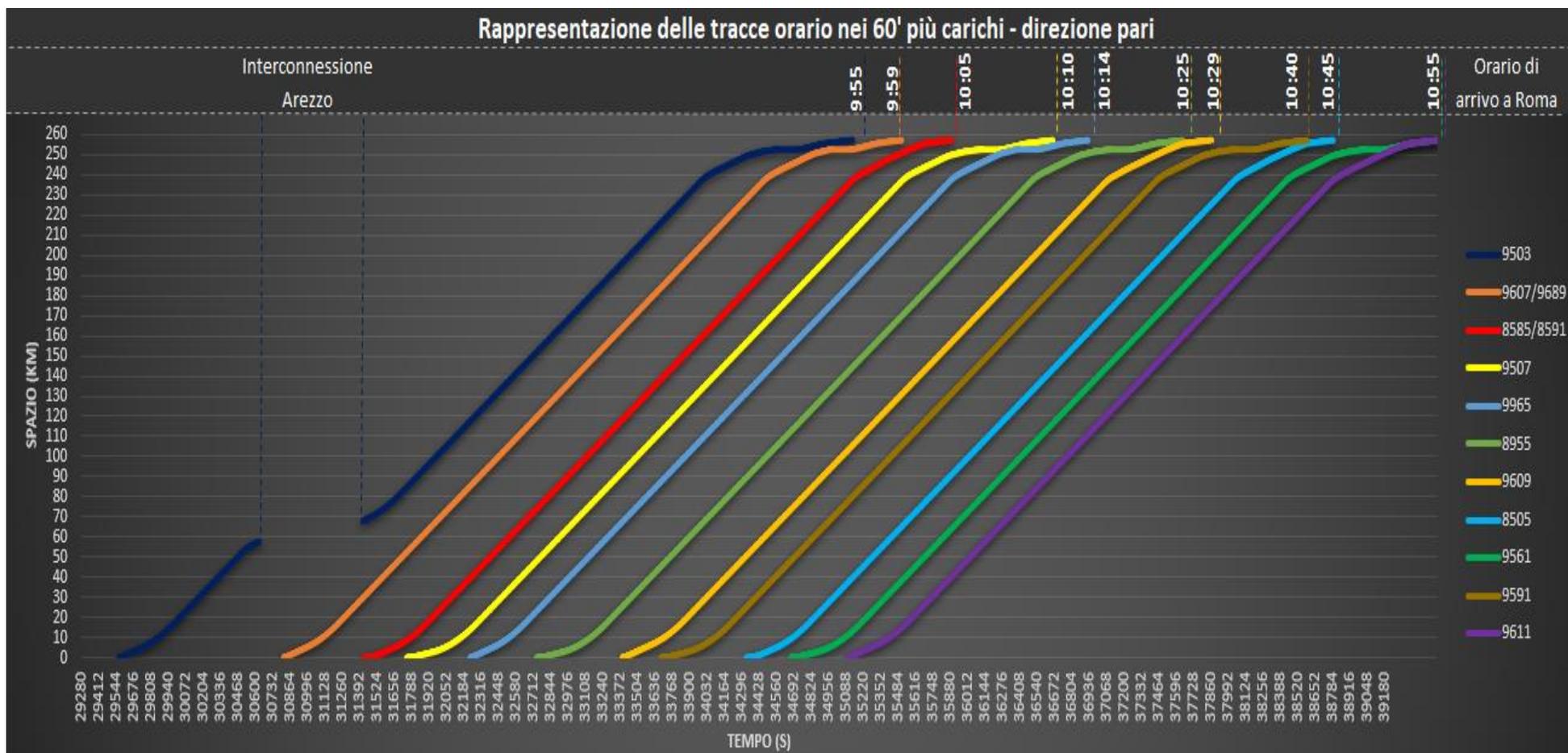


Figura 6.4.A. Rappresentazione delle tracce orario per gli 11 treni nei 60' più carichi nella tratta DD Fi SMN/Firenze C.M. – Rm Termini.

Anche in tale caso si è quindi rappresentate le tracce di ciascun treno percorrente la tratta della Direttissima. Alcuni treni fermano nelle stazioni intermedie di Roma Tiburtina, Firenze C.M. e di Firenze SMN, altri proseguono senza fermarsi.

Al fine di rispettare il reale andamento dei treni, si è cercato sempre di mantenere il distanziamento minimo di 6', ridotto a circa 5' in pochi casi particolari (pari a quanto avviene nella realtà).

A differenza della direzione pari, in quella dispari soltanto i treni che non fermano e quelli che fermano a Firenze Campo di Marte si trovano sempre in linea, mentre quelli provenienti da Firenze Santa Maria Novella entrano in linea nel momento in cui transitano sul deviatoio di Firenze Statuto.

Per rappresentare questa situazione, si è considerato l'inizio della linea Direttissima in corrispondenza del deviatoio di ingresso posto alla progressiva chilometrica 257,07, come riportata dal Fascicolo Linea.

Si procede quindi con l'individuazione dei treni che potrebbero essere soggetti alla fermata in linea, analogamente al caso precedente si effettuano delle simulazioni per l'inserimento della fermata all'interno delle tracce reali.

Per evitare ulteriori ripetizioni, si omette tale parte analoga alla precedente.

A partire dallo studio dell'orario dei treni nella direzione dispari, si sono individuate una serie di fasce in cui è possibile inserire, analogamente alla direzione pari, i 9 treni.

Grazie alla distribuzione più omogenea dei treni, sarebbe possibile inserire anche più di 9 treni al giorno, permettendo di avere quasi una fermata ogni ora.

Infine, poiché le fasce orario di punta sono molto meno dense, anche dove sono presenti 11 tracce, si potrebbe ancora garantire una fermata a patto di variare a catena l'orario di qualche treno adiacente.

7. TIPOLOGIA DELLA FERMATA

7.1. Configurazione della fermata

La nuova fermata AV Medio Etruria è stata ideata per essere realizzabile in forma semplice ovvero a costi contenuti e con limitata durata dei lavori: pertanto non sono stati considerati particolari caratteri architettonici, a differenza di quanto realizzato con la Medio Padana (Mi-Bo) o con la nuova fermata di Afragola (Rm-Na).

L'impianto ricade nella tipologia definita nelle linee guida di RFI "Piccole Stazioni e Fermate". Come si è descritto nei capitoli precedenti, il numero di viaggiatori – stimato mediante metodi comparativi – supera ampiamente la soglia di 200 viaggiatori/giorno.

Pertanto, si tratta di un "impianto medio-piccolo di 3° livello" (o anche definito "silver", nelle linee guida RFI - capitolo I.2).

La configurazione dell'impianto su linea a doppio binario è stata pensata come un Posto di Movimento ovvero un particolare luogo della linea, dotato di due ulteriori binari paralleli ai due di corsa, per poter far effettuare la fermata o per effettuare la manovra di precedenza.

Di conseguenza sarà necessario inserire quattro deviatori da almeno 60 km/h per ciascun lato, di cui i due lungo i binari di corsa a cuore mobile come riportato in **Figura 7.1.A**.

Completa l'impianto, la presenza agli estremi dei quattro tronchini di sicurezza dotati, ognuno, di opportuno paraurti.

Poiché la nuova fermata viene a collocarsi tra due Posti di Comunicazione esistenti – quello di Montallese e quello di Rigutino – tra loro distanti 27,259 km, la soluzione proposta non prevede la realizzazione di comunicazioni tra i due binari di corsa.

Ricordiamo che si tratta di coppie di deviatori – che vengono inseriti tra i 2 binari di corsa – per consentire il passaggio dei treni dal normale binario di circolazione (sinistro) a quello di emergenza (destra) o viceversa.

I deviatori utilizzati sono del tipo 60/400/0,074 di cui 4 a cuore mobile, in questi ultimi il cuore è dotato di opportuno 3° ago che – venendo manovrato in sincronia con gli aghi della punta – determina la continuità del piano di rotolamento.

In questo modo si elimina lo spazio nocivo e le controrotaie, come meglio illustrato in **Figura 7.1.B**.

Tale deviatoio, proprio delle linee con velocità di corretto tracciato superiori a 200 km/h, permette delle velocità in deviata sino a 60 km/h.

La scelta di utilizzare tali deviatori a cuore mobile è dovuta essenzialmente al fatto che, per tali velocità di percorrenza superiori a 200 km/h, si potrebbero creare problemi di usura a breve termine delle infrastrutture e del materiale rotabile oltre che alla riduzione del comfort dei passeggeri.

DEVIATOIO S.60U/400/0.074



Fig. 7.1.A. *Deviatoio a cuore mobile 60/400/0,074 con uno sviluppo (longitudinale) in planimetria di 39,08 m.*

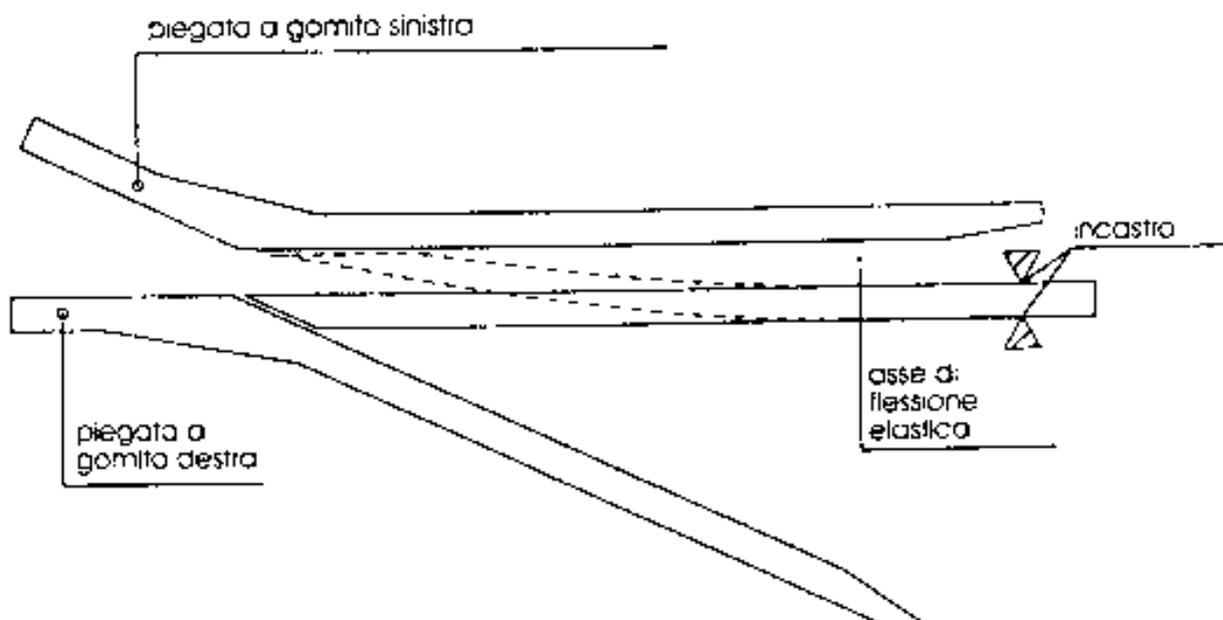


Fig. 7.1.B. *Particolare di un deviatoio a cuore mobile.*

7.2. Localizzazione della fermata

Come largamente descritto nei capitoli precedenti, la fermata AV si localizza nella località di Creti (frazione di Cortona, provincia di Arezzo), e si inserisce – ovviamente – in un tratto di linea **rettileo caratterizzato da una pendenza della linea nulla, per cui non si apportano modifiche al profilo piano-altimetrico attuale.**

La soluzione proposta si sviluppa interamente su rilevato, a nord del torrente Mucchia, dalla progressiva chilometrica 175+000 alla 175+800.

Non sono presenti particolari infrastrutture civili di sotto-attraversamento o di scavalco ad eccezione di un sottovia e di un ponte scatolare entrambi aventi una lunghezza di 7 m.

L'asse del fabbricato di stazione e delle banchine AV – ad esso baricentriche – si trova posizionato alla progressiva pk 175+425 (da Roma Termini, e circa 78 km a Sud di Firenze S.M.N.).

Il posizionamento esatto è stato effettuato cercando di soddisfare sia le esigenze di carattere ferroviario sia quelle di carattere territoriale.

Le esigenze di carattere ferroviario, come descritto al capitolo 3, riguardano la necessità di disporre di un rettilineo di almeno 750 m su struttura omogenea, in questo caso un rilevato, atto a ricevere due binari di sosta e precedenza.

Le esigenze di carattere territoriale, invece, riguardano tutti gli aspetti che sono stati trattati, dall'analisi della domanda potenziale, alla minimizzazione del perditempo a cui sono soggetti i treni che devono effettuare la fermata sino all'ottimizzazione del tempo complessivo di viaggio all'interno del bacino di influenza individuato.

A questo si dovrà poi aggiungere la necessità di minimizzare la quantità di nuove infrastrutture viarie ed interessare il minor spazio possibile di territorio occupato.

La scelta insediativa proposta, a valle dell'analisi effettuata, non comporta alcuna modifica al tracciato piano-altimetrico della linea Direttissima che è alla base della ricerca di localizzazioni di questo tipo.

Il rilevato ferroviario attuale dovrà essere allargato da entrambi i lati per poter ospitare la coppia di binari di sosta e precedenza e permettere l'inserimento delle quattro coppie di deviatori da 60 km/h (o da 100 km/h a seconda delle scelte del proprietario dell'infrastruttura ovvero di RFI).

7.3. Organizzazione della fermata

La fermata AV si configura come una stazione composta da un Fabbricato Principale di stazione, posto sul lato del parcheggio, e da un Fabbricato Ausiliario, sul lato opposto, collegati da un sovrappasso pedonale (ponte a cavaliere).

In alternativa si potrebbe collegare i due fabbricati mediante un sottopasso pedonale.

Tuttavia, quest'ultima soluzione necessita di accorgimenti particolari per evitare il rischio di allagamenti a causa del livello della falda acquifera della Val di Chiana, prossimo allo zero (nei mesi invernali) oltre che costare, ovviamente di più (per l'effettuazione di scavi).

Il posizionamento del fabbricato di stazione risponde alla necessità di avere un unico accesso dal parcheggio stradale ed autobus.

L'accesso all'impianto dovrà avvenire a una quota inferiore al piano del ferro, essendo quest'ultimo posto su rilevato.

Il fabbricato di stazione è costituito da due zone:

- zona "Passeggeri": caratterizzata da aree adibite ai servizi di stazione comuni ai passeggeri e all'interscambio con il servizio autobus e con il parcheggio esterno.
- zona "Tecnologica": all'interno della quale si localizzano gli impianti tecnologici e le aree utilizzate dal personale ferroviario.

La zona "Passeggeri" prevede la realizzazione di un atrio collegato con le aree accessorie esterne (parcheggio, pensilina bus) dalle quali è possibile accedere alle aree interne:

- area per l'orientamento e l'informazione;
- area per la vendita dei biglietti;
- area per il controllo della stazione;
- servizi di vendita (bar – biglietteria);
- servizi igienici;
- sala d'aspetto;
- accesso alle banchine (scale e ascensori).

Il Fabbricato Principale di stazione, oltre a disporre di tali aree, dovrà garantire un accesso diretto alle banchine AV, tale che sia unico e controllato mediante tornelli e telecamere.

L'unicità dell'accesso alle banchine garantisce che alla sua chiusura, la linea AV sia completamente isolata.

La zona "Tecnologica", utilizzata dal personale ferroviario dovrà disporre di:

- locali tecnologici per impianti civili;
- locali tecnologici per impianti di linea.

Il Fabbricato Ausiliario, oltre ad avere una piccola sala d'aspetto, dovrà disporre di ulteriori scale e di ascensore che permettano il collegamento, mediante il sovrappasso, al fabbricato principale.

7.4. Dimensionamento dei fabbricati

Il Fabbricato Viaggiatori proposto è di tipo laterale alla linea, ed è composto dal fabbricato di stazione, dal fabbricato ausiliario, dalle banchine e dal sovrappasso pedonale.

Esso è stato dimensionato a partire dal flusso di viaggiatori previsti e delle aree, precedentemente elencate, di cui dovrà disporre al suo interno.

Come indicato nelle linee guida di RFI per la “progettazione di piccole stazioni e fermate” si ha:

- Stima del numero di viaggiatori in partenza e in arrivo nell’arco di una giornata;
- Stima dei viaggiatori nell’ora di punta, individuata come 40% dei viaggiatori presenti nella fascia 06:00 – 8:00;
- Individuazione del tempo medio di permanenza dei viaggiatori in attesa alla fermata.

La superficie così individuata è stata poi opportunamente incrementata per tenere conto della tipologia “speciale” che caratterizza una fermata su linea AV e sulla base di analogie con fermate simili quali quella di Vendôme (Francia) e la Medio Padana (Reggio Emilia) i cui primi studi risalgono al 1996 ancora in Francia, la fermata Meuse di forma semplicissima.

Va ovviamente tenuto conto che si devono inserire anche la superficie per i servizi igienici, le aree per orientamento e informazione passeggeri, attività commerciale prevista (almeno un bar / biglietteria che garantisca un “presenziamento giornaliero” del fabbricato).

In **Figura 7.4.A.** è individuato lo schema del fabbricato viaggiatori **mentre nell’Allegato A.11.** si riporta la planimetria completa della fermata.

Il dimensionamento è stato quindi valutato sulla base di:

- circa 2.000 viaggiatori giornalieri complessivi (andata + ritorno)
- al massimo 800 - 1.000 viaggiatori nelle ore di punta
- tempo di permanenza media stimato di circa 35 minuti.

Complessivamente si è stimata una superficie lorda del fabbricato di stazione di circa 1.200 m^2 , tale da garantire il corretto inserimento e suddivisione delle aree interne individuate. Per quanto concerne il fabbricato ausiliario, è stata valutata una superficie di circa 220 m^2 .

Le dimensioni minime sono necessarie al fine di ospitare l’ascensore (in grado di trasportare anche barelle ospedaliere) e le scale oltre ad una piccola sala d’attesa (compatibilmente al fatto che in direzione Nord l’attesa sarà minore).

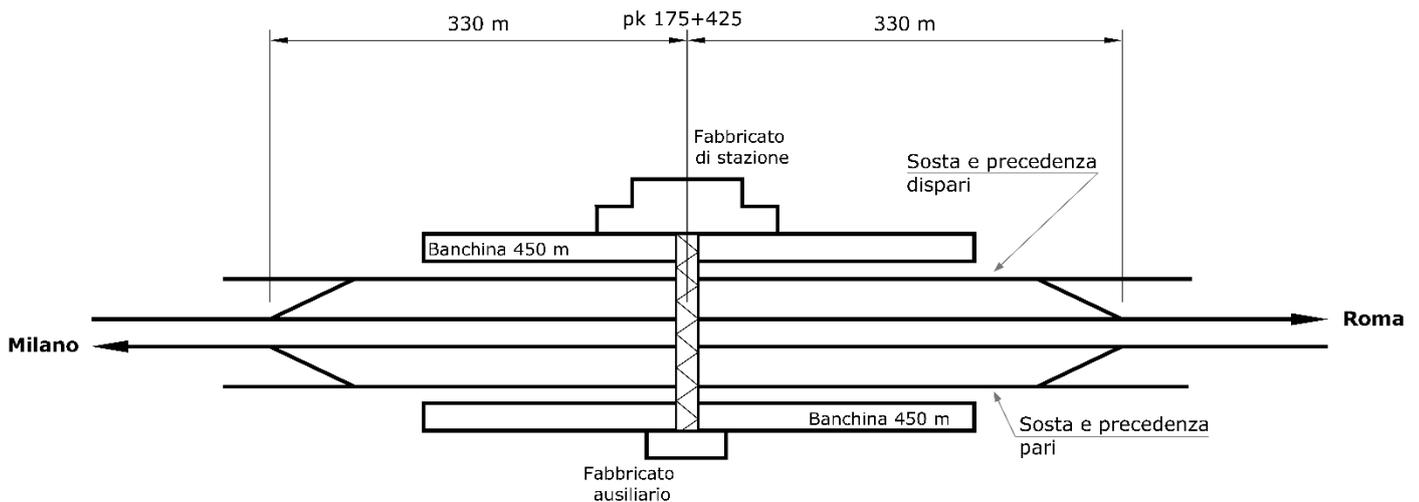


Fig. 7.4.A. Rappresentazione della pianta schematica della fermata ME.

Il sovrappasso pedonale è stato dimensionato seguendo le linee guida indicate:

- Altezza minima dal piano di rotolamento, all'intradosso delle strutture orizzontali, prevista in funzione del tipo di alimentazione della linea.

Nel caso in esame, essendo una linea AV alimentata a 25 kV corrente alternata, è stata prevista un'altezza non inferiore a 7,20 m sul piano del ferro.

- Larghezza, opportunamente commisurata ai flussi previsti, deve essere calcolata come multiplo $M=60$ cm e mai inferiore a 3,00 m.
- Franco verticale di almeno 2,30 m liberi da eventuali ostacoli appesi quali illuminazione, segnaletica, arredi vari.
- Conformità al superamento delle barriere architettoniche e sensoriali.
- Protezioni laterali che dovranno avere superficie chiusa (anche trasparente) per un'altezza minima di 1,00 m dal pavimento.

Si è quindi dimensionato un sovrappasso avente una larghezza di 6 m e una lunghezza di 36 m, in grado di affrontare il superamento dei 4 binari sottostanti senza arrecare interferenze.

I due binari della fermata, ciascuno posto ai lati del rispettivo binario di corsa, devono essere serviti da un marciapiede (banchina) ad uso dei viaggiatori.

Il dimensionamento dipende dal flusso dei viaggiatori previsto, e si considera in linea generale almeno un valore di 1mq/viaggiatore.

Le superfici così definite, non includono la fascia di sicurezza.

La larghezza della banchina, inoltre, deve tenere conto di eventuali ingombri quali scale, ascensori, e ostacoli fissi.

L'altezza dei marciapiedi dovrà essere di 550 mm sul piano di rotolamento in conformità alle "Prescrizioni per la progettazione e realizzazione dei marciapiedi alti a servizio dei viaggiatori FS - ASA Rete- 1996".

La lunghezza del marciapiede è stata prevista pari a 450 m, in grado di garantire la fermata anche per il convoglio più lungo (ETR 1000 in doppia composizione).

La distanza minima tra la striscia gialla – a partire dal bordo interno – e l'ostacolo fisso, è individuata in base alla lunghezza massima dell'ostacolo stesso: nella condizione più sfavorevole dovrà essere pari a 1,60 m.

Tali distanze tengono conto delle norme nazionali ed europee relative a percorsi pubblici in materia di superamento delle barriere architettoniche.

Di conseguenza, per il dimensionamento delle banchine si sono considerati i valori minimi di:

- Lunghezza di 450 m;
- Larghezza minima di 5 m (comprensiva della striscia gialla).

Le due banchine presentano quindi una superficie pari a $2.250 m^2$ ciascuna.

La pavimentazione dovrà avere caratteristiche antisdrucchiolo e percorsi tattili e mappe tattili per i disabili, quale la striscia gialla per segnalare la fascia di sicurezza e le estremità del marciapiede.

Ogni banchina è completata dalla realizzazione di pensiline che devono avere una lunghezza tale da coprire oltre alla zona di accesso, l'intera lunghezza della stessa.

Una progettazione di dettaglio inclusa la definizione dei materiali utilizzati, l'analisi dei carichi e verifiche non rientra nella nostra analisi.

Per il superamento dei dislivelli all'interno della fermata, è stato previsto un sistema di scale e di ascensori.

Circa le scale, la loro larghezza delle scale è funzione dei flussi di viaggiatori e viene calcolata come multiplo di $M=60$ cm e non inferiore a 180 cm.

In aggiunta, per poter raggiungere il ponte cavaliere, è stata prevista l'installazione di due ascensori aventi una capienza di 30 viaggiatori ciascuna di dimensioni sufficienti per poter alloggiare anche eventuali barelle.

A questi si aggiungono altri 2 ascensori di servizio.

Per il dimensionamento dell'ascensore si è utilizzata la **Tabella 7.4.B.** essa mette in relazione la capienza con la superficie utile in m^2 .

Oltre 20 persone si aggiunge $0,115m^2$ ciascuna.

Per una capienza da 30 passeggeri, si ottiene una superficie utile minima della cabina pari a $4,28 m^2$ ed una portata di circa 2500 kg, e quindi una dimensione di almeno 3 m di lunghezza per almeno 1,5 m di larghezza.

Almeno due lati degli involucri esterni e delle cabine dovranno essere di superficie trasparente.

La presenza di elevatori comporta l'installazione di sistemi di allarme con collegamento citofonico e di video-sorveglianza con postazioni di controllo in stazione o in altre località.

Capienza (numero di persone)	Superficie utile minima della cabina m ²	Capienza (numero di persone)	Superficie utile minima della cabina m ²
1	0,28	11	1,87
2	0,49	12	2,01
3	0,60	13	2,15
4	0,79	14	2,29
5	0,98	15	2,43
6	1,17	16	2,57
7	1,31	17	2,71
8	1,45	18	2,85
9	1,59	19	2,99
10	1,73	20	3,13

Tab. 7.4.B. Relazione tra capienza e superficie per gli ascensori.

fonte: <http://www.idrostech.com/montacarichi-cabina-superficie-portata-capienza-kg/>

In aggiunta, sono state previste 3 scale mobili, di cui 2 collegano le banchine al sovrappasso e una per accedere al mezzanino della banchina lato dispari.

Il modello utilizzato è del tipo H303 per uso pubblico, avente un'inclinazione di 30° e 3 gradini in piano agli sbarchi.

Tale scala permette di superare dislivelli sino ad un massimo di 12 metri.

Infine, sarà necessario provvedere alla sicurezza e al comfort di circolazione dei viaggiatori mediante il rispetto dei livelli minimi di illuminazione a livello del pavimento, come indicato nelle linee guida di RFI per la "progettazione di piccole stazioni e fermate".

Completano la fermata la segnaletica a messaggio fisso, la segnaletica a messaggio variabile, gli impianti a diffusione sonora, e di video sorveglianza.

Per gli arredi, sono previsti sedute e appoggi nelle come di attesa interne e nelle zone di banchina sotto pensilina.

In **Figura 7.4.C.** è proposto lo schema del fabbricato viaggiatori e la suddivisione delle aree interne.

Completano l'impianto due sale d'attesa collocate su ciascun lato della fermata e poste a livello della banchina.

Essenziale è la presenza di un bar, gestito da gestori esterni, che di fatto garantisce il presenziamento costante della struttura 7 giorni su 7.

A tale soggetto si propone venga anche delegata la vendita di biglietti (ma per le sole destinazioni servite dai Treni AV) con le modalità, ad esempio, in uso ai Tabaccai per la vendita/stampa delle marche da bollo.

Servizio prezioso specialmente al sabato e alla domenica dove la frequentazione sarebbe, ovviamente inferiore.

Ovviamente, per un iniziale periodo – almeno di 10 anni – alle tre Province Interessate (Arezzo, Perugia, Siena) si suggerisce debbano concorrere con un minimo contributo (esempio 6.000 Euro/anno ognuna) come ad esempio fatto per Vendôme (situata in mezzo alla campagna e agli alberi e distante circa 7 km dalla città omonima).

Ciò per garantire al gestore un minimo di introiti mensili, inizialmente abbastanza scarsi visto l'avvio con un numero basso "iniziale" di passeggeri interessati e la lontananza da un centro abitato / industrializzato (al contrario, ad esempio, del caso della MP di Reggio Emilia "inserito" almeno nella Zona Industriale).

Contestualmente si suggerisce che anche il proprietario della struttura stazione (RFI) possa concedere – ad un affitto simbolico, per un iniziale periodo – almeno di 10 anni – il locale bar.

7.5. Dimensionamento del parcheggio

Per il dimensionamento del parcheggio e dell'area di interscambio, si è ritenuto inizialmente utilizzabile lo standard fissato dal DM n. 1444 del 02.04.1968 per i nuovi insediamenti commerciali e direzionali.

Tale DM prescrive che per ogni 100 m² di superficie edificata lorda di pavimento, 80 m² di superficie libera di cui almeno 40 m² di superficie per parcheggi (ad esclusione della sede stradale).

Per il calcolo della superficie edificata lorda, si è considerata la somma di quella facente parte del Fabbricato di Stazione, del Fabbricato Ausiliario e delle banchine di stazione.

In particolare, si sono individuate:

- Superficie lorda del fabbricato viaggiatori pari a circa 6.000 m² (comprensiva del sovrappasso, e delle banchine).
- Destinazione a superficie libera: 80% pari a circa 4.800 m².
- Di questi 4.800 m², si considera almeno il 40% della superficie libera, da destinare a parcheggi pari a circa 1.950 m².

Per ciascun posto auto si considerano almeno 27 m², comprensivi degli spazi di manovra, per cui si ottengono circa 75 posti auto.

Tuttavia, tale valore risulterebbe essere piuttosto basso poiché si tratta di una stazione ferroviaria per le medie e lunghe percorrenze.

Infatti, gli utenti che giungono alla stazione in auto, utilizzeranno il parcheggio almeno per l'intera giornata.

Si è preferito allora, sulla base dell'esperienza della fermata Medio Padana ed in previsione di un futuro incremento dei flussi di traffico, stimare il numero di posti auto in base al numero complessivo di viaggiatori.

Di conseguenza:

- Stima numero di viaggiatori saliti pari a circa 800 viaggiatori/giorno.
- Si ipotizza che ogni auto trasporti almeno 2 persone.
- Si esclude una quota parte di viaggiatori che utilizzerà l'autobus (circa il 50%)

Si giunge a stimare la necessita di disporre di almeno 300 posti auto ai quali si aggiunge la viabilità esterna per la circolazione dei veicoli, le aree dedicate per la sosta degli autobus e quella per i taxi per un totale di circa 9.000 m² (vedi **Figura 7.5.A.**).

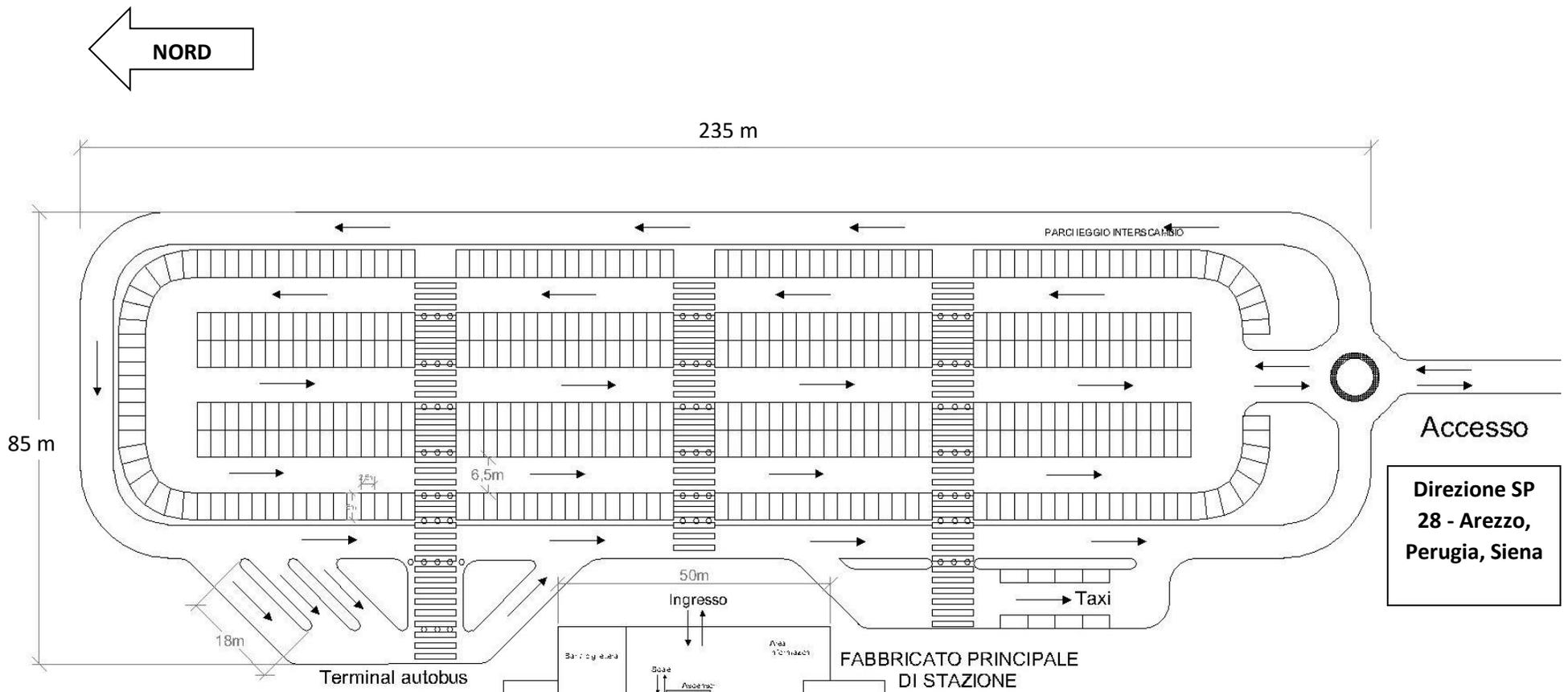


Fig. 7.5.A. Dimensionamento del parcheggio della fermata Medio Etruria.

Il parcheggio si colloca sul lato Est, con un accesso diretto dalla SP 28.

Oltre agli stalli di sosta previsti, sono stati dimensionati gli spazi necessari per accogliere il terminal autobus e l'area per i taxi. Il terminal autobus può accogliere fino a 3 bus da 50 posti (almeno 15 metri) in contemporaneo provenienti dalle tre principali origini, come meglio descritto nel capitolo successivo.

Il fabbricato di stazione è facilmente accessibile poiché la sua (unica) entrata principale si colloca al centro del parcheggio, minimizzando i percorsi a piedi e garantendo un riempimento omogeneo dell'area degli stalli.

7.6. Percorsi pedonali e accessibilità stradale

La fermata AV, come precedentemente descritto, è dotata di:

- Un Fabbricato Principale (lato Est) di stazione che consenta l'accesso diretto dal parcheggio e dalla fermata autobus, con annesse scale e ascensore alla banchina AV per i passeggeri diretti a sud.
Inoltre, nella soluzione proposta, l'ascensore e le scale dovranno garantire l'accesso anche al sovrappasso ferroviario.
- Un Fabbricato Ausiliario di stazione (lato Ovest) – collegato con sovrappasso privo di barriere architettoniche che consenta con scale e ascensori, collegati al sovrappasso stesso, l'accesso ai passeggeri diretti a Nord.
Si suggerisce non abbia entrata indipendente (ma solo per "emergenza") in modo che, chiudendo il solo accesso al Fabbricato Principale tutta la stazione sia isolata.
- Una struttura a cavaliere, per il percorso di collegamento tra edifici, costituita da un sovrappasso ferroviario pedonale (tipo Afragola AV).

Mediante tale configurazione è possibile separare i flussi dei passeggeri all'interno della fermata AV da quelli esterni oltre a garantire l'unicità dell'accesso alla stazione.

La larghezza dei percorsi, commisurata ai flussi, è tale da essere multipla di M ($M = 60$ cm), con un minimo per un solo modulo di 80 cm.

Lo schema di **Figura 7.6.A.** individua i principali flussi di viaggiatori suddivisi in base alle destinazioni e provenienze (Nord, Sud).

Per i passeggeri diretti verso Sud, varcato l'ingresso, potranno accedere direttamente mediante le scale o l'ascensore, posti all'interno del fabbricato di stazione, direttamente al centro della banchina AV lato binario dispari.

Per i passeggeri diretti verso Nord, si dovrà utilizzare allo stesso modo la soluzione precedente, ma proseguendo sino al secondo piano.

L'accesso al sovrappasso pedonale potrà avvenire mediante scale, scale mobili o mediante ascensore.

Raggiunto il fabbricato ausiliario si dovranno utilizzare le scale o l'ascensore per scendere sino alla banchina lato pari.

Le tre scale mobili sono state opportunamente posizionate e previste per poter essere utilizzate in salita.

La soluzione con sottopasso, non presa in considerazione in questo Studio perché ritenuta più cara, comporterebbe per i passeggeri diretti verso Nord, una minima semplificazione del percorso.

Infatti, varcato l'ingresso nel Fabbricato di Stazione, si potrebbe proseguire, mediante il sottopasso sino al Fabbricato Ausiliario e quindi risalire con le scale o con l'ascensore alloggiati in esso.

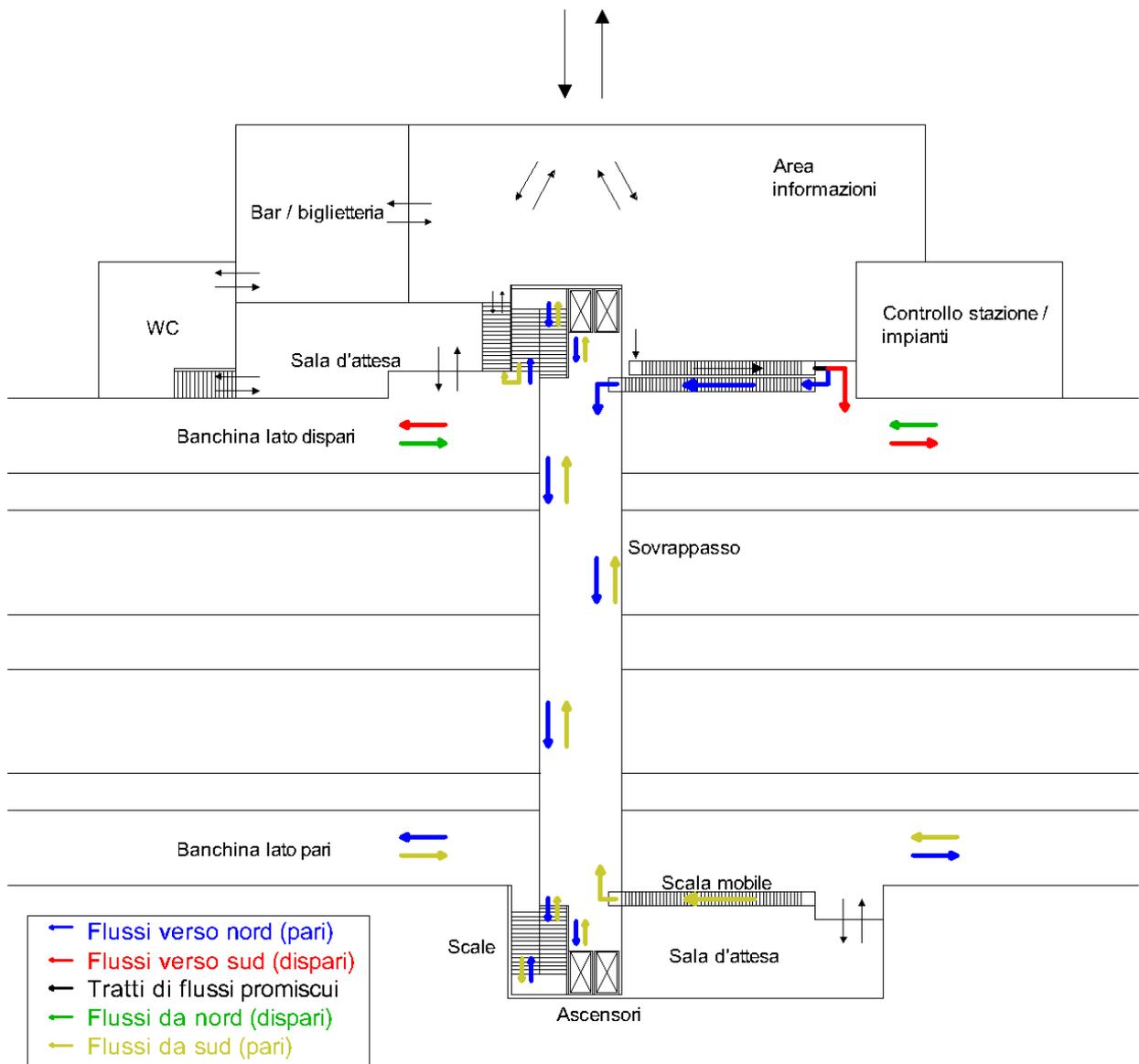


Fig. 7.6.A. Flussi direzionali dei passeggeri all'interno del fabbricato viaggiatori.

Infine, come descritto nel precedente Paragrafo 5.3.2., l'accessibilità alla fermata AV è garantita mediante la presenza di un ampio parcheggio con viabilità di servizio che si connette, mediante un sistema di due rotonde, alla viabilità locale.

Nella **Figura 7.6.B** si riporta una vista planimetrica del luogo prescelto, con la freccia gialla si è indicata una possibile brevissima rettificazione del tracciato della SP 28 che semplifichi ulteriormente l'avvicinamento alla nuova Fermata.

Nella **Figura 7.6.C** si dettaglia una planimetria della zona in esame estratta dalla **Fig. 7.6.B**.

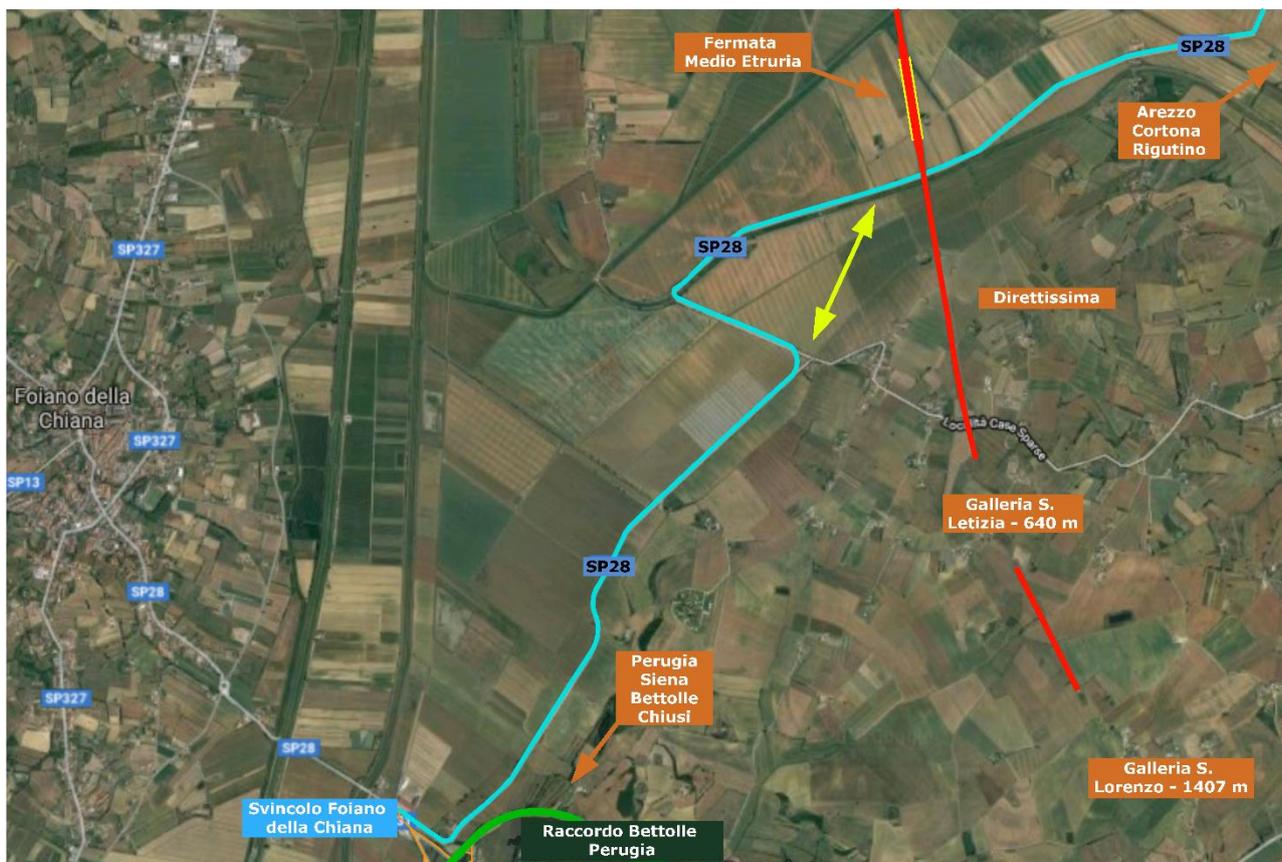


Fig. 7.6.B. Accesso stradale alla fermata Medio Etruria per le provenienze di Siena, Arezzo e Perugia.

I principali collegamenti alla viabilità della Val di Chiana si sono individuati in:

- Il raccordo tra l'autostrada A1 e il raccordo autostradale 6 (Siena – Bettolle – Perugia), distante 11 km dal sito localizzativo.
- Lo svincolo del raccordo autostradale 6 di Foiano della Chiana, distante 6,7 km dal sito localizzativo.
- La strada provinciale SP 28 Siena – Cortona, che si trova a poche decine di metri dal sito localizzativo (con la freccia gialla si suggerisce un'eventuale rettifica del tracciato per evitare un'ansa poco funzionale).
- La nuova viabilità di progetto per l'accesso al parcheggio avente una lunghezza di circa 150 metri.

Mediante lo svincolo di Foiano della Chiana, sul raccordo Perugia-Bettolle, si accede alla SP28. Il percorso rappresentato è valido per tutte le provenienze e per i collegamenti autobus individuati.

In alternativa, i residenti nelle zone limitrofe quali Cortona, Rigutino ed anche la stessa Arezzo, possono utilizzare la viabilità interna che permette di giungere da Nord, via la SP 28, alla rotonda di ingresso della strada di accesso al Parcheggio della Fermata AV.

In **Fig. 7.6.C** è rappresentato un dettaglio dell'accesso stradale e dell'area di intervento dedicata.

Si ricorda, ancora una volta, che la soluzione proposta è al servizio del miglior interscambio possibile ferro-gomma.

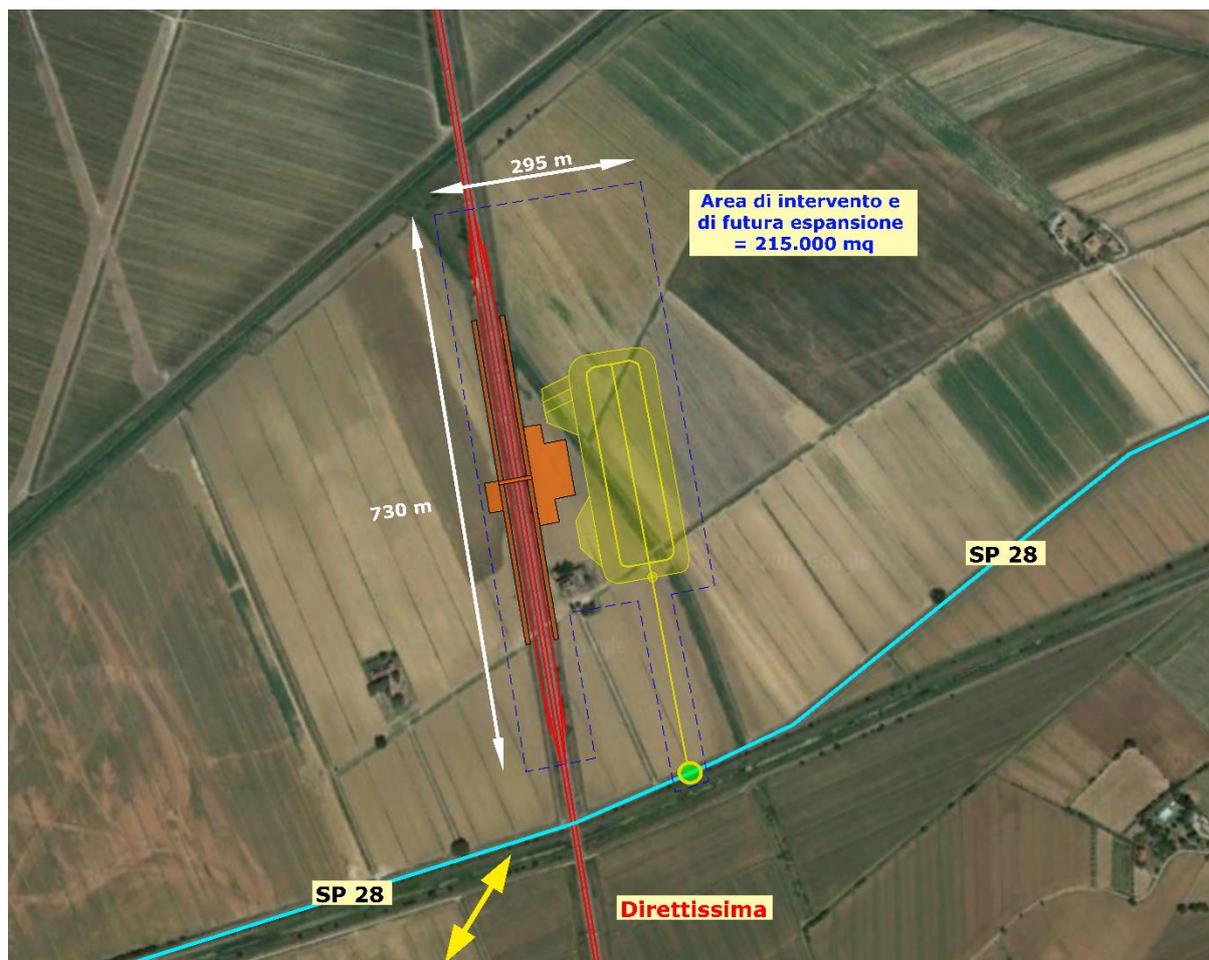


Fig. 7.6.C. Particolare dell'accesso stradale e dell'area di intervento per la fermata Medio Etruria.

8. IL SERVIZIO DI INTERSCAMBIO “PUBBLICO” DELLA FERMATA

8.1. Generalità ed esempio della fermata Medio Padana

Si è proseguito lo Studio di fattibilità mediante la progettazione del servizio autobus di collegamento alla fermata.

La nuova idea di collegamento treno + bus, nasce proprio con il fine di rendere più facilmente accessibile ai viaggiatori di un bacino, i treni che collegano il Nord e il sud del Paese offrendo un servizio AV con un ventaglio maggiore di possibilità (nel caso della MP di 30 coppie di treni/giorno essendo partiti a Giugno 2013 con 10 coppie di treni/giorno) e distribuito sull'intero arco della giornata.

Ad oggi, sono presenti – in tale stazione Medio Padana – numerosi collegamenti che sono stati estesi ad altre stazioni e forniti da molteplici operatori, permettendo di offrire una valida soluzione anche per quelle aree che sono “lontane” dall’alta velocità.

Come già largamente mostrato, la nuova fermata ME sarà dotata di un parcheggio auto accessibile dalla SP28, oltre che di un’area frontale al fabbricato di stazione per la sosta degli autobus.

Affinché un collegamento autobus sia efficiente deve garantire da un lato il raggiungimento di tutte le principali aree urbane del primo e del secondo bacino di influenza, dall’altro minimizzare la durata di viaggio e di conseguenza il numero delle fermate.

Per poter fare ciò è necessario studiare con cura la localizzazione delle fermate, che dovranno essere collocate in aree facilmente accessibili come piazze o stazioni per garantire anche un interscambio.

Al fine di poter definire un servizio autobus efficiente ed efficace, si è considerato come esempio di partenza per le valutazioni, un operatore specifico che mette a disposizione in forma tabellare gli orari dei collegamenti offerti su scala nazionale.

Si ricorda che la Fermata Mediopadana, ad oggi servita da 30 coppie di treni al giorno, è dotata di collegamenti bidirezionali che la congiungono con le stazioni di Cremona, Mantova, Modena e Parma.

Inquadriamo ora il servizio bus ad esso afferente tale stazione traendone poi le “conclusioni utili” anche per la nostra Fermata ME.

Nella **Tabella 8.1.A.** sono riportate le distanze stradali e il tempo impiegato via autobus per collegare la fermata Mediopadana con le città citate.

	ORIGINE	SERVIZIO BUS TRA I CAPOLUOGHI E LA FERMATA MEDIOPADANA (IN LINEA)		
		Percorso	Km	minuti
1	Reggio Emilia	Centro città - Fermata MP	4.5	10
2	Modena	Autostazione - Fermata MP	31.4	34
3	Parma	Autostazione - Fermata MP	34	35
4	Cremona	Autostazione - Fermata MP (via Parma)	106	110
5	Mantova	Autostazione - Fermata MP (via Modena)	103	110

Tab. 8.1.A. Collegamento autobus tra la fermata Mediopadana e le principali città del suo bacino di influenza.

Di questi 5 collegamenti individuati, 4 sono extraurbani e sono stati quantificati a seconda delle destinazioni come:

- 10 corse giornaliere da/per Parma (Terminal bus, Stazione FS) e verso Parma Nord (Parma Parcheggio Nord, uscita autostrada A1);
- 4 corse giornaliere da/per Modena (Piazza Dante Alighieri, Stazione FS);
- 4 corse giornaliere da/per Mantova (Via Bettinelli 24, uscita stazione FS);
- 8 corse giornaliere da/per Cremona (Via Dante Alighieri, Stazione FS).

Dallo studio dell'orario programmato, disponibile per consultazioni in **Allegato A.12.**, per tutte le corse nell'arco di una giornata, si sono tratte una serie di considerazioni:

- Il percorso di Parma è comune a quello di Cremona mentre quello di Modena è comune a quello di Mantova (con un'opportuna deviazione verso Modena).
Ne consegue che il numero di corse si possa ridurre a 4 in una direzione e 10 nell'altra.
- Il numero di autobus che vengono utilizzati è pari a 3, di cui 2 per Parma e Cremona, 1 per Modena e Mantova.
- L'orario è programmato in modo tale da garantire una corsa con la prima e l'ultima fermata della giornata, e in modo da effettuare la coincidenza, o quasi, con i treni per entrambe le direzioni (nord, sud) in modo da massimizzare il numero di utenti che vengono trasportati.

- Le fermate dell'autobus avvengono
 - presso le stazioni FS, per permettere un interscambio con la ferrovia regionale;
 - in punti particolari quali svincoli autostradali.

La **Figura 8.1.A.** riassume la situazione attuale della Medio Padana in termini di totale treni passanti, totale treni in fermata, totale servizi bus di coincidenza.

Il numero di treni per i quali è garantita la coincidenza con l'autobus è di 6 verso Nord e di 7 verso Sud.

Ciò è pari rispettivamente a circa il 20,7% e il 24,0% rispetto alle 58 coppie di treni che effettuano la fermata giornalmente.

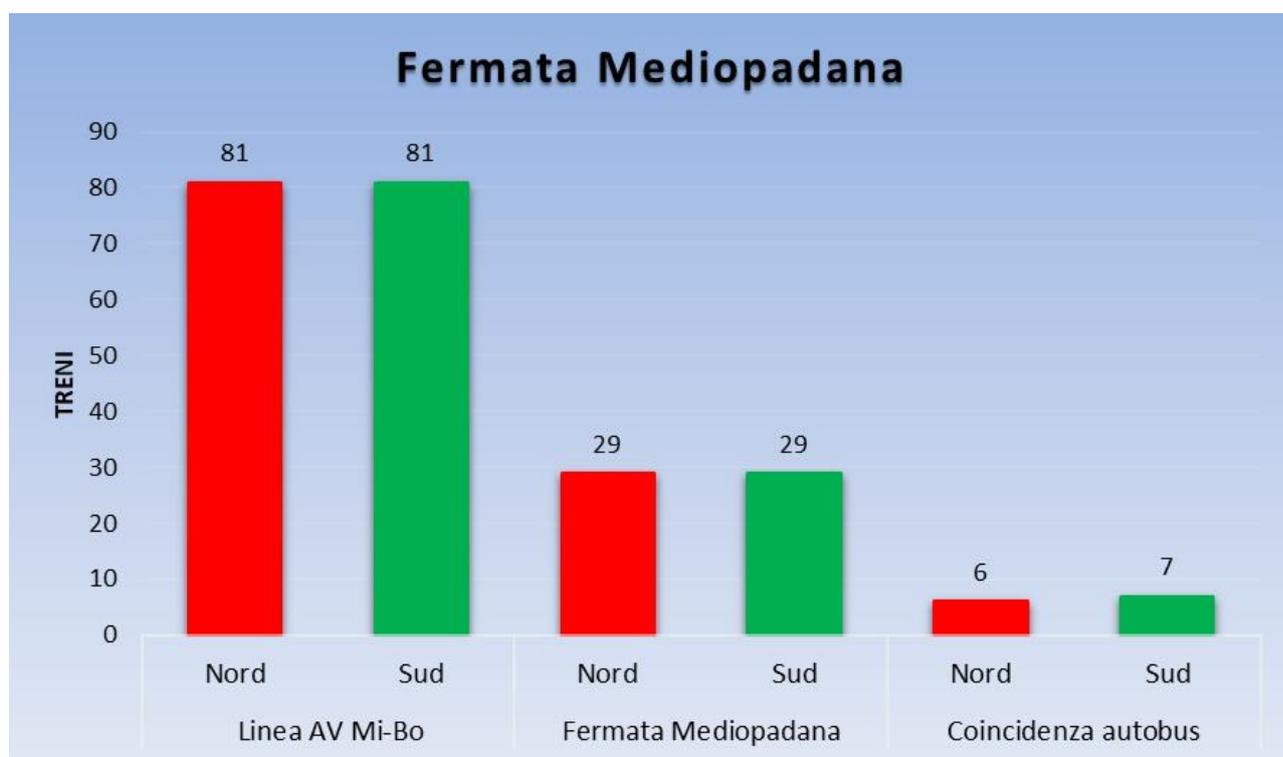


Figura 8.1.B. *Rappresentazione della situazione odierna della circolazione presso la MP. Fonte: elaborazione su dati Trenitalia, NTV e locali di Fermata MP.*

Su tutte queste considerazioni ci siamo basati per studiare il collegamento di interscambio gomma – ferro della nostra nuova Fermata ME come meglio dettagliato al punto seguente.

8.2. Collegamento del territorio Medio Tosco – Umbro

Analogamente a quanto avviene per la fermata Mediopadana, servita da più corse di autobus al giorno, si dovrà garantire almeno il collegamento con il primo e l'ultimo treno della giornata.

Per la fermata Medio Etruria sono stati individuati inizialmente 9 coppie di treni, con un possibile futuro incremento.

A fini di fornire un valido esempio, come mostrato nel capitolo 6.3. (simulazione dell'inserimento della fermata nell'orario attuale) e dall'esempio della Mediopadana, si sono costruite le **Tabelle 8.2.A. (offerta Nord)** e **8.2.B. (offerta Sud)**.

Esse mostrano i possibili orari di arrivo e di partenza dei treni presso la fermata Medio Etruria.

Inoltre, per rendere l'orario più conciso e chiaro, sono state omesse le fermate intermedie, quali Roma Tiburtina, Firenze SMN, Bologna AV, Reggio Emilia AV, e Milano Rogoredo.

Treni diretti verso nord (Firenze, Milano, Venezia)			
Roma Termini (partenza)	Medio Etruria (arrivo)	Milano (arrivo)	Venezia S.L. (arrivo)
5:45	6:42	9:11	/
6:38	7:37	10:05	/
7:43	8:42	/	11:25
10:05	11:04	13:19	/
11:48	12:47	/	15:17
13:23	13:22	15:20	/
15:05	15:04	/	17:34
18:38	19:37	21:35	/
20:20	21:19	23:17	/

Tab. 8.2.A. Rappresentazione orari per i treni diretti verso Nord.

Fonte: elaborazione su dati Trenitalia e NTV adattati alla Fermata ME

Nell'esempio sviluppato, sono stati considerati sia treni diretti verso Milano e Torino, sia quelli diretti verso Venezia.

In ogni caso spetta poi al gestore della rete e agli operatori ferroviari la scelta di eventuali ulteriori modifiche alle tracce orario e alla scelta dei treni da fermare, a valle anche di una più approfondita analisi della domanda.

Allo stesso modo, sono stati individuati i treni in arrivo a Roma, a partire dalle diverse città del nord.

Treni diretti verso sud (Roma, Napoli)			
Venezia S.L. (partenza)	Milano (partenza)	Medio Etruria (partenza)	Roma Termini (arrivo)
	5:00	7:20	8:21
6:06	/	8:29	9:37
/	8:30	10:27	11:28
/	9:00	11:39	12:40
11:35	/	14:19	15:20
/	13:20	15:42	16:43
/	15:20	17:42	18:43
/	18:30	20:28	21:29
/	20:20	22:39	23:41

Tab. 8.2.B. Rappresentazione orari per i treni diretti verso Nord.

Fonte: elaborazione su dati Trenitalia e NTV adattati alla Fermata ME

A partire dalla distribuzione degli arrivi e delle partenze, si è valutato il minimo numero di autobus necessari per servire l'intero bacino d'influenza.

Il "primo bacino" di influenza è quindi caratterizzato da un tempo di viaggio massimo di circa 60 minuti (62 minuti per la precisione) e le tre principali aree urbane sono geograficamente collocate ai vertici di un triangolo, distanti tra loro circa 40 (Arezzo) ÷ 60 km (Siena-Perugia) in linea d'aria

Si è ipotizzato che ognuna di esse sia servita da un differente autobus.

Tuttavia, con le limitazioni e come descritto nei precedenti capitoli, anche le città di Grosseto, Foligno e Spoleto, potrebbero rientrare nei limiti esterni del "secondo bacino" di influenza, con una durata massima del viaggio tra i 120 e i 130 minuti.

I collegamenti autobus individuati possono essere formati come:

- N°1, Siena (stazione FS) – Bettolle (svincolo A1) – fermata ME.
- N°2, Grosseto (stazione FS) – Siena (stazione FS) – Bettolle (svincolo A1) – fermata ME.
- N°3, Perugia (stazione FS) – fermata ME.
- N°4, Spoleto (stazione FS) – Foligno (stazione FS) – Perugia (stazione FS) – fermata ME.
- N°5, Arezzo (stazione FS) – fermata ME.

Il tempo complessivo del viaggio è stato calcolato come:

- tempo di viaggio effettivo per ciascuna tratta intermedia
- 2 minuti per ciascuna fermata intermedia
- 20 minuti anticipo rispetto al treno in coincidenza, così come accade per la soluzione Mediopadana.

Si è quindi calcolata la durata del viaggio via autobus per ogni tratta, tale per cui si è ottenuto il tempo complessivo per ciascun collegamento considerato, tabella 8.2.C.

Per tale scopo si è considerata una velocità dell'autobus non superiore ad 80km/h (essendo il percorso quasi totalmente su strade di grande scorrimento).

	collegamenti			n° autobus previsto	durata corsa (min)	
1)	/	Siena	Bettolle	Medio Etruria	1	67
2)	Grosseto	Siena	Bettolle	Medio Etruria	1	130
3)	/	/	Perugia	Medio Etruria	1	54
4)	Spoletto	Foligno	Perugia	Medio Etruria	1	120
5)	/	/	Arezzo	Medio Etruria	1	50

Tab. 8.2.C. Durata di viaggio per ciascun nuovo collegamento ipotizzato.

Poiché come si è visto, non sarà necessario garantire un collegamento per ciascun treno che effettua la fermata bensì soltanto per il primo e l'ultimo treno della giornata e per qualcuno intermedio, si potranno utilizzare solo 3 autobus per i 5 collegamenti.

I tre autobus sono dedicati al collegamento di base, ovvero dalle tre province del bacino di influenza primario verso la fermata.

Ciascun autobus potrà effettuare più corse di andata / ritorno in giornata.

Tuttavia, di questi tre, quello per Siena e quello per Perugia saranno anche dedicati al collegamento di lunga distanza (solo per alcune corse) verso le città di Grosseto, Foligno e Spoleto.

Si è quindi ipotizzato un possibile schema orario tale da minimizzare il numero di autobus che dovranno essere utilizzati, al fine di contenere i costi e di minimizzare le ore di fermo autobus, come riportato in **Tabella 8.2.D.** della pagina seguente.

Sono state garantite 4 corse di andata e di ritorno dalle città di Siena, Perugia e Arezzo, mentre, complice la maggior distanza e il minor bacino di influenza, soltanto 1 corsa da/per Grosseto, Foligno e Spoleto, comprendente anche i tre capoluoghi di provincia già citati.

vs nord	vs sud	bus circolanti	Collegamenti giornalieri autobus
6:42		3	1° corsa (ANDATA) da Grosseto, Foligno, Spoleto e da Arezzo
	7:20		compreso tra l'arrivo e la partenza degli autobus
7:37		3	2° corsa (RITORNO) verso Siena, Perugia, Arezzo
	8:29		
8:42			
	10:20		
11:04		3	3° corsa (ANDATA) da Siena, Perugia, Arezzo
	11:39	3	4° corsa (RITORNO) verso Siena, Perugia, Arezzo
	12:47		
	14:19		
13:22			
15:04		3	5° corsa (ANDATA) da Siena, Perugia, Arezzo
	15:39	3	6° corsa (RITORNO) verso Siena, Perugia, Arezzo
	17:39		
19:37			
	20:28		
21:19		3	7° corsa (ANDATA) da Siena, Perugia, Arezzo
	22:39	3	8° corsa (RITORNO) verso Grosseto, Foligno, Spoleto e Arezzo

Tab. 8.2.D. Possibile schema di orario di collegamento autobus per la fermata ME.

Tutte le corse sono effettuate da un singolo autobus per ciascun collegamento, per un totale di 3 autobus, avendo opportunamente valutato il tempo di andata e di ritorno da questo impiegato.

Naturalmente, a seconda delle varie esigenze che potranno nascere, i collegamenti potranno essere differenti in numero e percorso.

Si può osservare che tutte le corse in arrivo alla fermata, in verde, hanno una coincidenza immediata con i treni diretti verso nord, mentre per quelli verso sud sarà necessario sostenere un'attesa maggiore.

Questo perché le aree analizzate sono attualmente più penalizzate per la percorrenza verso nord, come riportato nelle valutazioni precedentemente effettuate (vedi **Capitolo 5**).

Verso Sud, invece, sono presenti o collegamenti diretti, seppur sulla linea storica, oppure le città si collocano geograficamente più vicino a Roma.

Per il collegamento di Arezzo, al fine di limitare il tempo complessivo di viaggio, si è considerato un autobus diretto, poiché la città attualmente vede 2 corse giornaliere verso nord e verso sud, oltre a quella da/per Perugia, aventi una durata di viaggio inferiore alla soluzione proposta, treno + bus, della Medio Etruria.

Inoltre, la scelta di utilizzare 1 autobus per ciascun collegamento è compatibile con il numero di passeggeri potenziali previsto almeno inizialmente.

In generale, è stato valutato che l'arrivo nelle stazioni AV si suddivide in circa il 42% in autobus, il 32% in auto e il 12% a piedi o in bicicletta. ⁽¹²⁾

Motivo per cui si è considerato che il 50% dei passeggeri arrivi alla fermata via autobus, avendo per ora escluso la possibilità di giungere alla fermata a piedi, per ovvi motivi di viabilità.

Infatti, se si considera che:

- ogni autobus coincide con al massimo 2 treni (uno verso Nord, e uno verso Sud);
- poiché per ogni treno abbiamo stimato circa 50 pax, e quindi per due treni vuol dire circa 100 pax;
- se si stima una quota di coloro che raggiungeranno la fermata in auto sia pari al 50% si ottengono almeno 50 pax complessivi; ovvero almeno 17 pax per ciascuno dei 3 autobus;

Infine, si riportano in **Figura 8.2.A.** i percorsi individuati per tutti i collegamenti presentati (più veloci e idonei per un autobus).

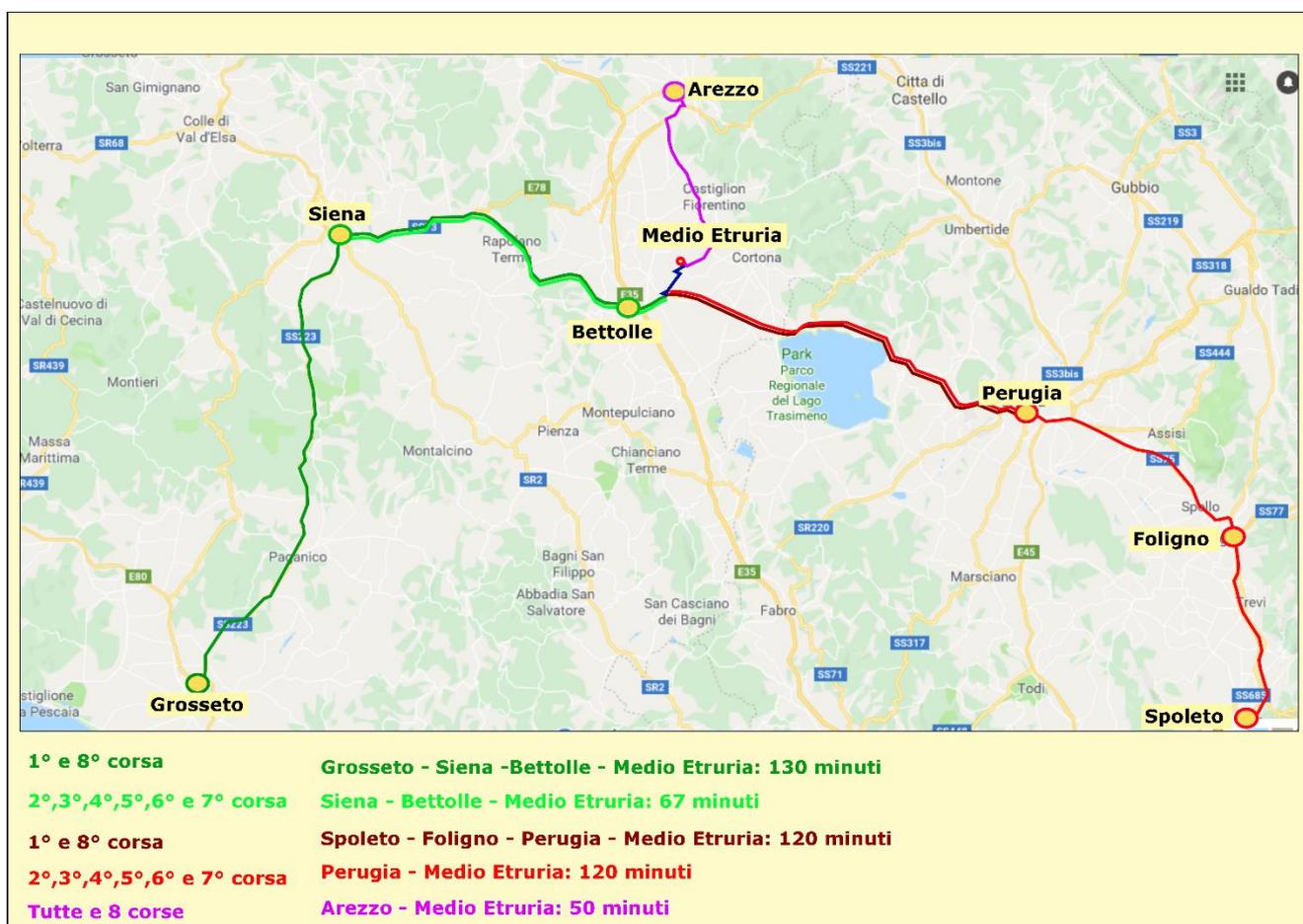


Fig. 8.2.A. Rappresentazione dei percorsi autobus dalle città di Siena, Perugia, Arezzo, Grosseto, Foligno e Spoleto.

Nelle valutazioni, si è considerata la rete stradale attuale, priva degli interventi che sono stati individuati per il sito di Bettolle Creti.

Non sono quindi da escludere eventuali variazioni (in diminuzione) del tempo di viaggio per ciascun collegamento proposto.

Nell'arco delle 16 ore in cui è attiva la fermata ME, gli autobus saranno utilizzati come:

- Autobus 1: per 20 ore, di cui 11 effettive in transito, le restanti 9 ore sono di attesa tra una corsa e l'altra;
- Autobus 2: per 19 ore, di cui 9 ore e 24 minuti effettivi in transito, le restanti 9 ore e mezza sono di attesa tra una corsa e l'altra;
- Autobus 3: per 18 ore, di cui 6 ore e 40 minuti effettivi in transito, le restanti 11 ore e mezza sono di attesa tra una corsa e l'altra.

In particolare, l'autobus 1 è riferito al collegamento n°1 e n°2, l'autobus 2 per il collegamento n°3 e n°4, mentre l'autobus 3 per il collegamento n°5.

Si può quindi ipotizzare che per ogni autobus vengano impiegati due autisti che possano ricoprire l'intera giornata lavorativa.

Per ciascun collegamento presentato, si è quindi valutato il numero complessivo di chilometri che ciascun autobus dovrà percorrere giornalmente:

- Autobus 1: effettua 6 corse (andata e ritorno tra Siena e ME) ciascuna da 62 km e 2 corse (andata e ritorno tra Grosseto e ME) ciascuna da 80 km, per un totale di 532 km/giorno.
- Autobus 2: effettua 6 corse (andata e ritorno tra Perugia e ME) ciascuna da 60 km e 2 corse (andata e ritorno tra Spoleto e ME) ciascuna da 64 km, per un totale di 488 km/giorno.
- Autobus 3: effettua 8 corse (andata e ritorno tra Arezzo e ME) ciascuna da 48 km, per un totale di 384 km/giorno.

Complessivamente si è quindi stimata una percorrenza su gomma di circa **1.404 km / giorno**.

Al fine di limitare gli imprevisti, oltre ad una corretta manutenzione, si dovrebbe prevedere almeno 1 autobus di scorta.

In conclusione, il servizio autobus qui proposto, al pari del valido esempio della Medio Padana, permetterebbe di avere una copertura piuttosto omogenea e in grado di garantire un costante flusso di utenti verso la nuova fermata.

La **Figura 8.2.B.**, come la sua omologa della MP, mostra la possibile situazione ipotizzata per la fermata ME (sulla base delle 9 coppie di treni/giorno).

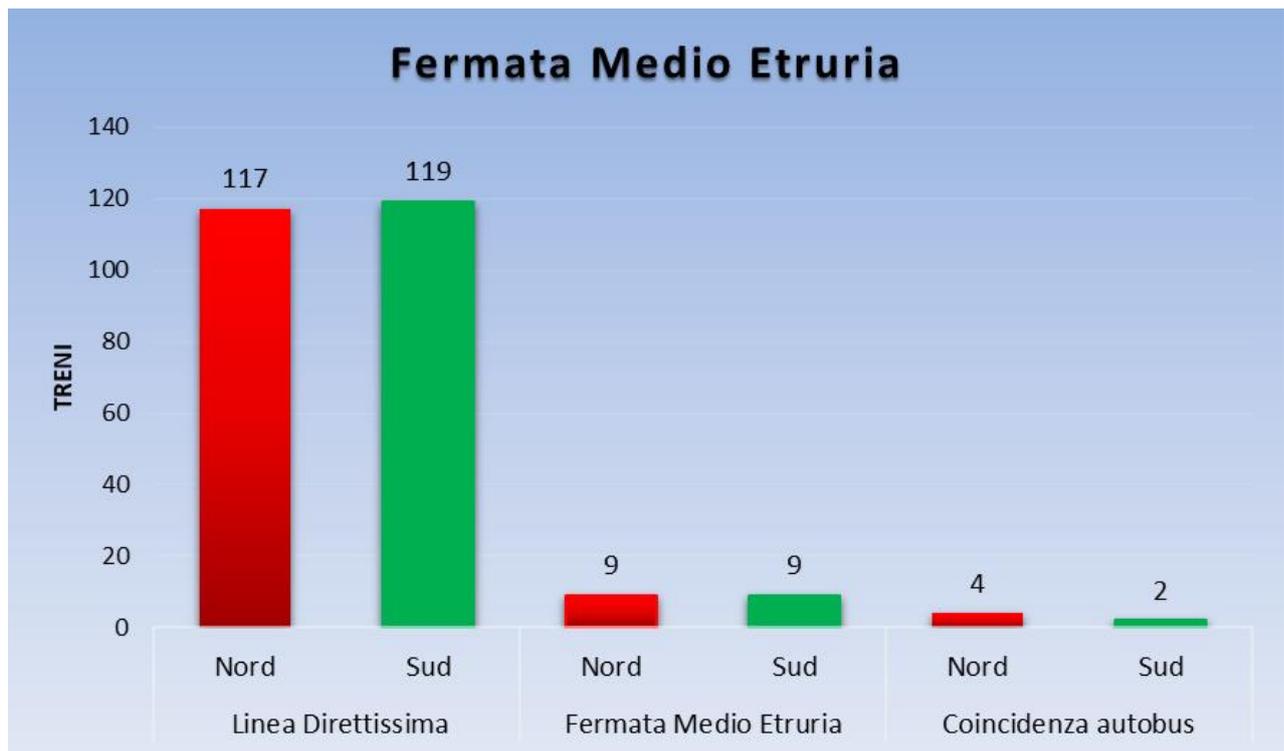


Fig. 8.2.B. Rappresentazione della possibile situazione “transito diretto / fermata treni” afferente la Fermata Medio Etruria.

Il numero di treni per i quali è garantita la coincidenza con l’autobus è di 4 verso nord e di 2 verso sud ovvero pari rispettivamente a circa il 44,4% e il 22,2% rispetto alle suddette 9 coppie di treni che effettuano la fermata giornalmente.

9. ANALISI COSTI E BENEFICI PER LA SOLUZIONE SCELTA: BETTOLLE – CRETI

9.1. Analisi dei costi

L'ultima parte del nostro lavoro, è dedicata ad un'analisi dei costi e dei benefici (ci limitiamo alla parte finanziaria ovvero solo parte spese ed incassi) per la soluzione proposta.

Riepilogando, per la nuova fermata AV in linea è stato valutato un costo pari a circa **28,8 milioni di euro** per il solo impianto di stazione (vedi capitolo 5.1.).

A questo si aggiunge un costo per la realizzazione o l'ammodernamento delle strade, dipendente dalla localizzazione della fermata, che nel caso proposto è individuata nel sito di Bettolle – Creti.

Come descritto nel capitolo 5.1., si tratta di realizzare un nuovo accesso stradale che colleghi la SP28 con l'area di parcheggio, e un ammodernamento della SP28 stessa per un tratto di circa 5,7 km.

Il costo stimato per la parte stradale ammonta a circa **12,8 milioni di euro**, avendo considerato per l'ammodernamento, un costo di 2000 €/m.

Complessivamente, il costo per la realizzazione della nuova fermata ME, sita in Bettolle Creti, si attesta a **41,7 milioni di euro** (immaginando comunque una durata di 100 anni dell'investimento).

A questo si deve aggiungere il costo derivante dalla gestione del comparto autobus. Infatti, si è calcolato che giornalmente si percorrono su gomma circa 1404 km (suddivisi non equamente su 3 autobus).

Avendo stimato un costo di circa 3,5 €/km per autobus di medie dimensioni (35 posti ciascuno) comprensivo di carburante e autista, si avrebbe un costo complessivo di circa 4900 €/giorno, ovvero **1,18 milioni di €/anno** (avendo considerato 48 settimane e per almeno 5 giorni a settimana).

La **tabella 9.1.A.** riassume tutti i costi individuati per la realizzazione della fermata ME.

Costi realizzazione della fermata ME			
Costo di fermata su rilevato	€		28,879,950.00
Costo per l'ammodernamento stradale	€		12,880,000.00
Costo del parco autobus	€/anno		1,180,000.00

Tab. 9.1.A. Costi di realizzazione della fermata ME

9.2. Analisi dei benefici

A fronte di queste spese, sono stati valutati anche i ricavi e i benefici dal punto di vista esclusivamente **finanziario**, ovvero in riferimento ai soldi entranti e uscenti previsti; Non è stata effettuata un'analisi economica che, invece, dipenderebbe dalle esigenze degli operatori e dal gestore dell'infrastruttura.

È utile osservare che in linea generale, il costo esterno indotto dell'AV è minore del 70% rispetto all'auto e del 59% rispetto all'aereo. ⁽¹³⁾

A partire da un'analogia con la fermata Mediopadana, si sono stimati gli introiti derivanti dal solo servizio autobus come:

Individuazione del **prezzo del biglietto** per il solo **autobus** valutato come differenza tra:

- il prezzo del biglietto per le tratte di Mantova – Roma Termini e di Cremona – Roma Termini che prevedono l'utilizzo della soluzione "bus + treno", pari in entrambi i casi a circa 55 € (oscillante tra un minimo di 40€ e un massimo di 70€);
- il prezzo del biglietto per la tratta Mediopadana – Roma Termini che prevede soltanto l'utilizzo del treno, pari a circa 40€ (oscillante tra un minimo di 30€ e un massimo di 55€).

Si può allora affermare che il prezzo dell'autobus per la tratta Mantova – Medio Padana (ma lo stesso sarebbe per la tratta Cremona – Medio Padana) si attesta a circa 15 €/pax, che suddivisi per i 102 km di strada (collegamento autobus passante anche per Modena), rappresentano un costo di 0.15 €/km per pax.

Applicando tale analogia al caso in esame, si avrebbero le seguenti **tariffe**:

- circa 9,3€/pax per il collegamento n°1 (Siena-fermata ME) di 62 km
- circa 21,3€/pax per il collegamento n°2 (Grosseto-Siena-fermata ME) di 142 km
- circa 9€/pax per il collegamento n°3 (Perugia-fermata ME) di 60 km
- circa 18,6€/pax per il collegamento n°4 (Spoleto-Foligno-Perugia-fermata ME) di 124 km
- circa 7,2€/pax per il collegamento n°5 (Arezzo-fermata ME) di 48 km

Per poter stimare i ricavi ottenuti dal trasporto dei passeggeri da e per la fermata ME, si è moltiplicato il numero medio di passeggeri che utilizzeranno l'autobus per un dato collegamento e per il numero di corse previsto in una giornata.

Ovvero si può affermare che:

- il numero medio di passeggeri giornalieri si attesterebbe a circa 1600 (comprensivo di saliti e di scesi), di cui almeno il 50% per il solo servizio autobus, e quindi si avrebbero circa 800 pax/giorno paganti.

Per comodità, si farà riferimento soltanto ai passeggeri saliti pari a 400 pax/giorno (assunto essere la metà).

- Per semplicità, si è effettuata una ripartizione dei passeggeri pari al 20% per ciascuno dei 5 collegamenti autobus, tale che si abbiano circa 80 passeggeri per ognuno di essi, (indipendentemente dal numero di corse che si effettuano) ovvero:
 - collegamento n°1 (Siena-ME): 80 pax x 9,3€/pax, si ottiene un ricavo pari a 744 €.
 - collegamento n°2 (Grosseto-Siena-ME): 80 pax x 21,3€/pax, si ottiene un ricavo pari a 1704 €, ridotto a 1400€, per tenere conto del fatto che molti passeggeri potrebbero essere in realtà saliti da Siena e non tutti da Grosseto.
 - collegamento n°3 (Perugia-ME): 80 pax x 9€/pax, si ottiene un ricavo pari a 720 €.
 - collegamento n°4 (Spoleto-Foligno-Perugia-ME): 80 pax x 18,6€/pax, si ottiene un ricavo pari a 1488 €, ridotto a 1200€, per lo stesso motivo precedente.
 - collegamento n°5 (Arezzo-ME): 80 pax x 7,2€/pax, si ottiene un ricavo pari a 576 €.

Si ottiene un ricavo lordo di 4640 € in riferimento ai soli passeggeri saliti, e quindi complessivamente, tenuto conto anche dei passeggeri scesi che utilizzano il servizio autobus allo stesso modo ma in senso contrario, si avrebbe una stima iniziale dei ricavi di circa 9280 €/giorno.

Annualmente, su 48 settimane e 5 giorni lavorativi, si avrebbe un ricavo lordo di poco superiore a **2,2 milioni di euro**, più che sufficiente per coprire i costi del parco autobus.

Infine, la nuova soluzione proposta comporterebbe un grande risparmio per la Regione Umbria, in quanto non sarebbe più necessario il treno “speciale” e quindi il contributo perenne di 1,6 milioni di euro all’anno.

Nella **Tabella 9.2.A.** sono riassunti i ricavi derivanti dalla nuova fermata ME e dal servizio autobus annesso.

Ricavi e benefici della fermata ME		
Eliminazione del contributo della Regione Umbria	€/anno	1,600,000.00
Ricavo dal servizio autobus	€/anno	2,227,200.00
Beneficio per aumento dei passeggeri rispetto la situazione attuale	pax	800

Tab. 9.2.A. riepilogo dei costi e dei benefici attesi.

Il beneficio per l’aumento dei passeggeri è riferito al confronto tra la situazione attuale che vede circa 150 pax/giorno dalle città di Perugia e di Arezzo rispetto alla situazione stimata di 800 pax/giorno. Tale sostanziale incremento dei passeggeri è quindi da tradursi in un aumento dei ricavi a favore degli operatori ferroviari.

Si ricorda infatti, che non sono previsti nuovi treni bensì si sfruttano quelli attualmente programmati nell’orario e circolanti sulla Direttissima, per cui non si avrebbero costi aggiuntivi.

10. CONCLUSIONI

Lo Studio di fattibilità trattato nella Tesi, ha permesso di individuare, una valida soluzione per la scelta tipologica e il posizionamento della nuova Fermata Medio Etruria sulla base dei brillanti risultati della fermata MP (quasi sestuplicato il traffico iniziale del 2008).

In particolare, si sono utilizzate opportune valutazioni e si sono sostenuti dei giudizi oggettivi (quali analisi AHP, analisi del profilo plano-altimetrico, valutazione della domanda e calcolo del perditempo a cui è soggetto ciascun convoglio oltre che a calcolare uscite ed entrate solo finanziarie).

Il lavoro, nella sua parte iniziale, ha visto come punto di partenza la definizione delle caratteristiche ed i vincoli geometrici a cui bisogna sottostare per la realizzazione di una fermata AV.

Soltanto poi si è proseguito verso l'individuazione dei possibili siti localizzativi che, con le opportune considerazioni, avrebbero potuto ospitare tale fermata, fino a giungere alla scelta del sito con il miglior compromesso.

Inoltre, prima di poter proseguire verso la completa progettazione della fermata e del servizio, è stato necessario valutare la domanda potenziale per poter giustificare l'esigenza di mobilità nel territorio analizzato.

Si è quindi giunti alla scelta del **miglior compromesso**, che vede la realizzazione di una nuova fermata in linea, che permette di raggiungere la città di Milano in un tempo complessivo (bus + treno) calcolato come:

- **Perugia – Fermata ME – Milano di 3 ore e 28 minuti** (via interscambio bus) **contro le 3 ore 17 minuti** attuali (di una sola corsa al giorno alle ore **05:13**) oppure di 3 ore 47 minuti con 1 interscambio ferroviario a Firenze.

La nuova durata di viaggio è suddivisa come:

- 53 minuti di autobus;
- 20 minuti di attesa;
- 135 minuti circa per la tratta ME – Milano con fermate intermedie (Firenze SMN, Reggio MP, Milano Centrale);

ma offrendo 9 corse/giorno per direzione.

In alternativa se si usasse l'auto si risparmierebbero almeno 15 minuti scendendo a **3 ore 13 minuti contro le 3 ore e 17 minuti.**

- **Siena – Fermata ME – Milano di 3 ore e 39 minuti** (via interscambio bus) **contro le 3 ore 20 minuti** attuali (di una sola corsa al giorno alle ore **16:20 Freccia Link+Freccia Rossa con interscambio a Firenze**);

La nuova durata di viaggio è suddivisa come:

- 64 minuti di autobus (con fermata intermedia a Bettolle);
- 20 minuti di attesa;
- 135 minuti circa per la tratta ME – Milano con fermate intermedie (Firenze SMN, Reggio MP, Milano Centrale);

ma offrendo 9 corse/giorno per direzione.

In alternativa se si usasse l'auto si risparmierebbero almeno 15 minuti scendendo a **3 ore 24 minuti contro le 3 ore 20 minuti.**

Inoltre, da Siena permane il collegamento intermedio via Bus (ora denominato Freccia Link): tutte le altre corse più veloci attuali durano non meno 4 ore 25 minuti (sempre con 1 interscambio gomma – ferro).

- **Arezzo – Fermata ME – Milano di 3 ore e 22 minuti** (via interscambio bus) **contro le 2h 26 minuti (ma con una sola corsa diretta alle 6:04 del mattino)** oppure di 2 ore 43 minuti (con 1 corsa con cambio a Firenze).

La nuova durata di viaggio è suddivisa come:

- 47 minuti di autobus (con fermata intermedia a Bettolle);
- 20 minuti di attesa;
- 135 minuti circa per la tratta ME – Milano con fermate intermedie (Firenze SMN, Reggio MP, Milano Centrale);

ma offrendo 9 corse/giorno per direzione.

In alternativa se si usasse l'auto si risparmierebbero almeno 15 minuti scendendo a **3 ore e 7 minuti contro le 2 ore e 26 minuti.**

Su Arezzo, ovviamente essendo lungo la linea, il risultato che si ottiene è meno brillante; come del resto si era già evidenziato nel **Capitolo 2** in cui Arezzo mostra, già nella situazione attuale, dei “vettori di sintesi” minimi con valori più bassi rispetto a tutte le altre soluzioni attuali. Purtroppo, Arezzo anche con la nuova fermata ME sarebbe penalizzata per il solo fattore tempo.

Si ricorda, ancora una volta, che per tutte e tre le province tali soluzioni attuali “di poco più veloci” sono disponibili soltanto con **1 corsa al giorno** di durata minima.

A fronte di un incremento del tempo di viaggio dalle province di Perugia, Siena e Arezzo verso Milano rispettivamente di 11, 19 e 56 minuti (**rispetto all'unica corsa più breve**) si avrebbero almeno **9 corse al giorno** in grado di attirare maggiore utenza e coprire tutta la fascia giornaliera.

Allo stesso modo si potrà raggiungere la città di Roma in un tempo complessivo (bus + treno) calcolato come:

- **Perugia – Fermata ME – Roma di 2 ore e 33 minuti contro le 2 ore e 18 minuti attuali;**

La nuova durata di viaggio è suddivisa come:

- 53 minuti di autobus;
- 40 minuti di attesa;
- 60 minuti circa per la tratta ME – Roma con fermate intermedie (Roma Tiburtina);

In alternativa se si usasse **l'auto** si risparmierebbero almeno 15 minuti scendendo a **2 ore e 18 minuti, proprio al pari del tempo impiegato attualmente.**

- **Siena – Fermata ME – Roma di 3 ore e 44 minuti contro le 3 ore e 20 minuti attuali;**

La nuova durata di viaggio è suddivisa come:

- 64 minuti di autobus (con fermata intermedia a Bettolle);
- 40 minuti di attesa;
- 60 minuti circa per la tratta ME – Roma con fermate intermedie (Roma Tiburtina);

In alternativa se si usasse **l'auto** si risparmierebbero almeno 15 minuti scendendo a **2 ore e 29 minuti, proprio al pari del tempo impiegato attualmente.**

- **Arezzo – Fermata ME – Roma di 2 ore e 27 minuti contro 1 ora e 10 minuti (offerto solo da 2 treni AV serali);**

La nuova durata di viaggio è suddivisa come:

- 47 minuti di autobus (con fermata intermedia a Bettolle);
- 40 minuti di attesa;
- 60 minuti circa per la tratta ME – Roma con fermate intermedie (Roma Tiburtina);

In alternativa se si usasse **l'auto** si risparmierebbero almeno 10 minuti scendendo a **2 ore e 17 minuti, contro 1 ora e 10 minuti.**

Anche in tal caso, su Arezzo, ovviamente essendo lungo la linea, il risultato che si ottiene è meno incoraggiante; ma si ricorda che tali soluzioni “veloci” sono disponibili soltanto con **2 corse al giorno, entrambe serali.**

Resta valido lo stesso ragionamento espresso per la direzione Nord, ovvero si ammette un aumento del tempo di viaggio complessivo dalle province di Perugia, Siena e Arezzo verso Roma rispettivamente di 15, 24 e 77 minuti ma si potrà ora disporre di almeno 9 collegamenti giornalieri.

Chiaramente tutte le durate di viaggio per le soluzioni verso Sud qui proposte possono essere ulteriormente ridotte di circa 20 minuti se si andasse a ritoccare l'orario generale dei treni, permettendo la fermata di treni in "sincronia" verso Nord e verso Sud.

A titolo di esempio, il treno 9654 che parte alle 19:00 da Roma Termini, nel suo viaggio sino a Milano (e Torino), effettua una e una sola fermata intermedia non in una stazione di nodo intermedio (quale Fi, Bo) ma bensì a Reggio Emilia Medio Padana. Ciò è un evidente segno di marcata esigenza territoriale della domanda e di scelta adeguata del punto di offerta cui vuole tendere anche il presente progetto.

Inoltre, a fonte del rilevamento effettuato il 22 Novembre 2018, che ha permesso di individuare circa 150 pax complessivi che salgono nelle stazioni di Perugia e di Arezzo giornalmente, la nuova fermata ME, ha un potenziale iniziale di almeno 800 pax/giorno.

Supponendo di "dirottare" sulla fermata ME i circa **150 pax attuali** che utilizzano l'**unico treno giornaliero** (Frecciarossa 9500), questi rappresentano il 19% del flusso totale atteso pari a 800 pax/giorno ma valutato per ben 9 coppie di treni.

Inoltre, anche se si ipotizzasse di:

- trascurare parte del bacino della Valdichiana, e quindi le città di Siena, Grosseto, Foligno e Spoleto;
- considerare soltanto i passeggeri attuali che utilizzano il treno 9500 da Arezzo e da Perugia;

A fronte dello stesso flusso del 19%, pari a 150 passeggeri, applicato a ciascuno dei 18 treni che fermano nella ME, si avrebbero circa 2700 pax / giorno, riferito soltanto a quelli saliti.

Naturalmente non è pensabile che su ciascuno dei 18 treni, da noi ipotizzati, si abbia un flusso così elevato, tuttavia tali osservazioni permettono di chiarire ancora una volta la bontà del numero di passeggeri stimato per la nuova fermata.

In **Figura 10.1.A.** si riporta lo schema principale della rete AV Italiana con i treni circolanti in riferimento al quadro orario di RFI (validità dal 10 Giugno - 8 Dicembre 2018), e in blu è individuata la nuova fermata ME posta sulla Direttissima.

A titolo informativo, ad oggi, sulla rete AV Italiana il numero di passeggeri (saliti) è in costante crescita ⁽¹⁴⁾, infatti si registrano:

- Per la tratta Firenze – Roma, circa 791 mila passeggeri annuali ovvero circa 2.637 pax/giorno;
- Per la tratta Milano – Roma, circa 606 mila pax annuali ovvero circa 2020 pax/giorno;
- Per la tratta Roma – Napoli, circa 815 mila pax annuali mentre per la stessa tratta, ma in senso inverso, Napoli – Roma, circa 981 mila pax annuali;
- Per la tratta Milano – Torino, circa 905 mila pax annuali ovvero 3016 pax/giorno.

Tutte le tratte sono bilanciate nelle due direzioni ad esclusione di quella Napoli – Roma che mostra chiaramente un flusso maggiore verso Roma, dovuto essenzialmente all'attività lavorativa.

In conclusione, la realizzazione della nuova fermata ME (in linea) comporta un leggero **deterioramento del tempo di viaggio** (soluzione bus + treno) rispetto alla **sola ed attuale corsa offerta giornalmente** per Siena e Perugia. La situazione migliora leggermente se si considera l'auto.

Un discorso diverso per Arezzo, in cui la presenza della nuova fermata in linea comunque implica un tempo di percorrenza superiore verso Milano e Roma.

Tuttavia, si otterrebbe un **miglioramento** e un'omogeneizzazione **dell'offerta futura**, tale da garantire una **copertura completa** per l'intera giornata lavorativa, di permettere **viaggi di andata e ritorno giornalieri** ad orari non limitanti (soltanto alla mattina presto o alla tarda sera) e di **estendere il servizio** ad una porzione ben più ampia di territorio.

Inoltre, di fondamentale importanza è la **diminuzione del perditempo** a cui sarà soggetto ciascun treno che effettui la fermata. Si tratta di un perditempo di soli 7 minuti pari al **50% in meno** rispetto a quello che si avrebbe se si considerassero le fermate fuori linea di Arezzo e di Chiusi Chianciano Terme, rispettivamente di 14 e 15 minuti.

Sarebbe possibile poi **l'eliminazione del contributo annuo** di circa 1,6 milioni di euro, e rinnovato anche per il 2019¹⁵, versato dalla Regione Umbria ad RFI per garantire 1 sola coppia di treni, che transitano per 84 km sulla linea storica.

Se ad esempio da Arezzo si volesse andare verso Nord, nonostante la nuova fermata ME determini un allungamento del percorso, ovvero bisogna procedere prima verso Sud (via auto o autobus) per circa 45 km per poi risalire (via treno), resta comunque un'alternativa molto vantaggiosa.

Infatti, se da Arezzo per andare verso Nord, si volessero utilizzare i treni direttamente a partire da Firenze SMN, bisognerebbe mettere in conto almeno 1h e 10 minuti di auto, via A1 per circa 78 km, senza contare le elevate criticità presenti in quel tratto autostradale spesso congestionato e le problematiche di circolazione relative all'ingresso e al parcheggio all'interno dell'area urbana di Firenze.

Allo stesso modo, se si volesse utilizzare la linea storica, si impiegherebbero circa 40 minuti di viaggio solo sino a Firenze SMN a cui si deve aggiungere circa 1 ora di attesa per la coincidenza con un treno freccia rossa. Con l'utilizzo della nuova fermata ME: bus + ferrovia si avrebbe un notevole risparmio.

Resta chiaro che il vantaggio maggiore, lo si otterrebbe per le lunghe percorrenze che superano Milano e Roma (verso Torino, Venezia, Napoli e Salerno).

Ovviamente la penalizzazione dei tempi da/per Arezzo potrebbe essere compensata con l'utilizzo di **opportune tariffe promozionali** - almeno verso Milano e Roma - certamente per le prime e le ultime corse giornaliere.

Ad esempio, si potranno offrire la prima e l'ultima corsa (solo per Arezzo) ad una tariffa più bassa, al fine di attrarre maggiore utenza (per Roma e Milano) e compensare l'incremento del tempo di viaggio. Si potrebbe pensare, ad esempio, di non far pagare o pagare poco l'autobus di corrispondenza relativo.

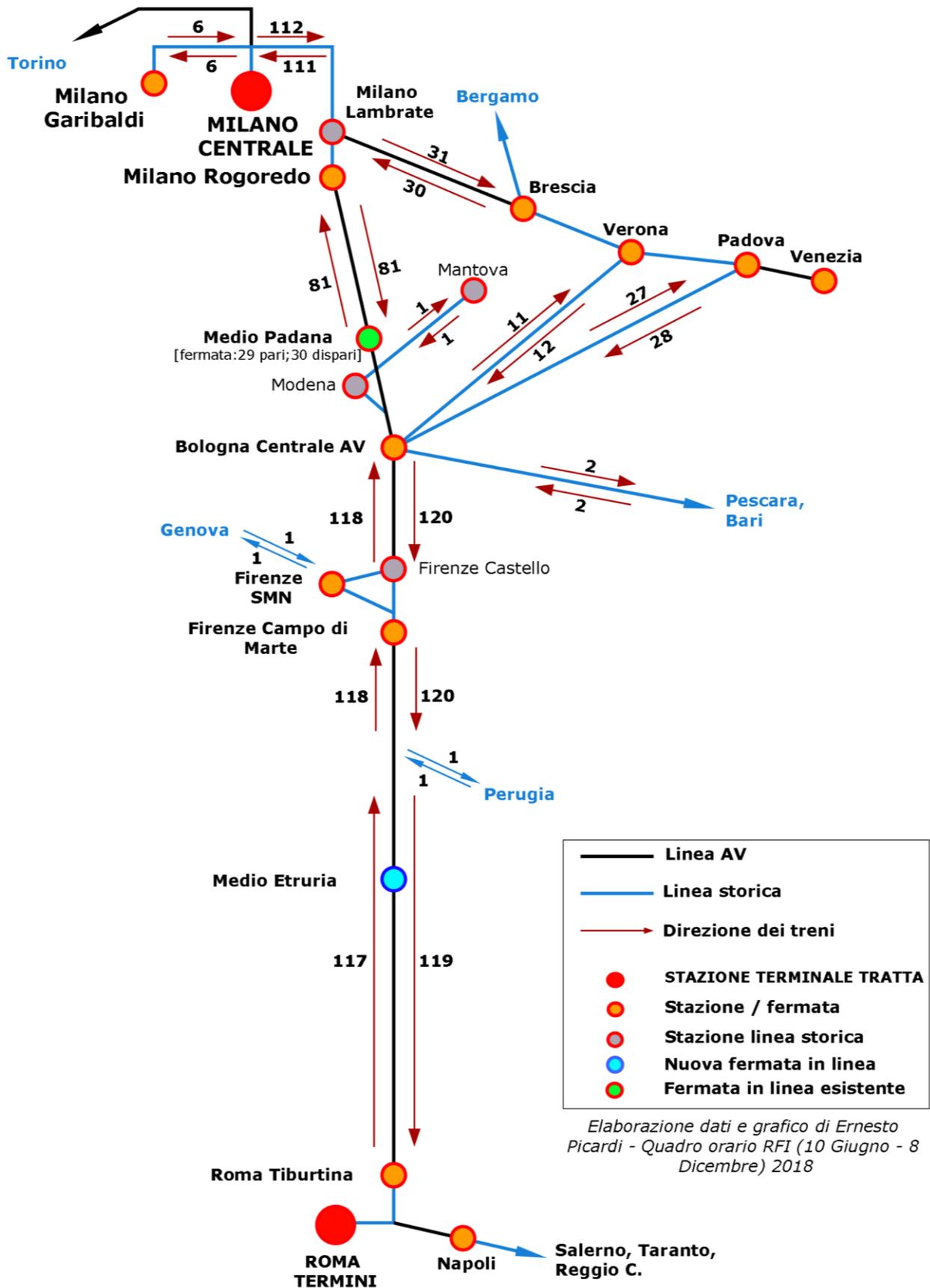
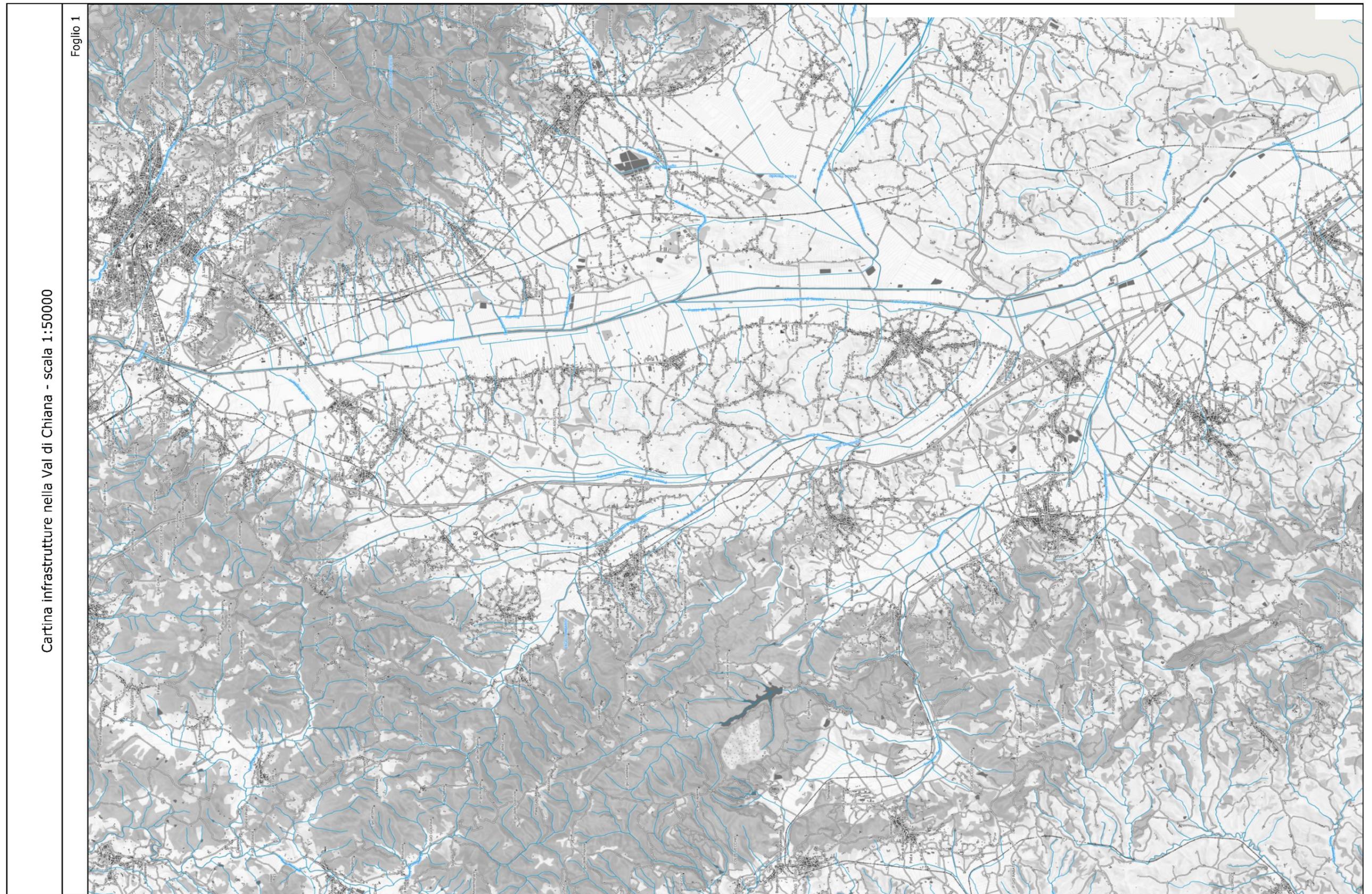


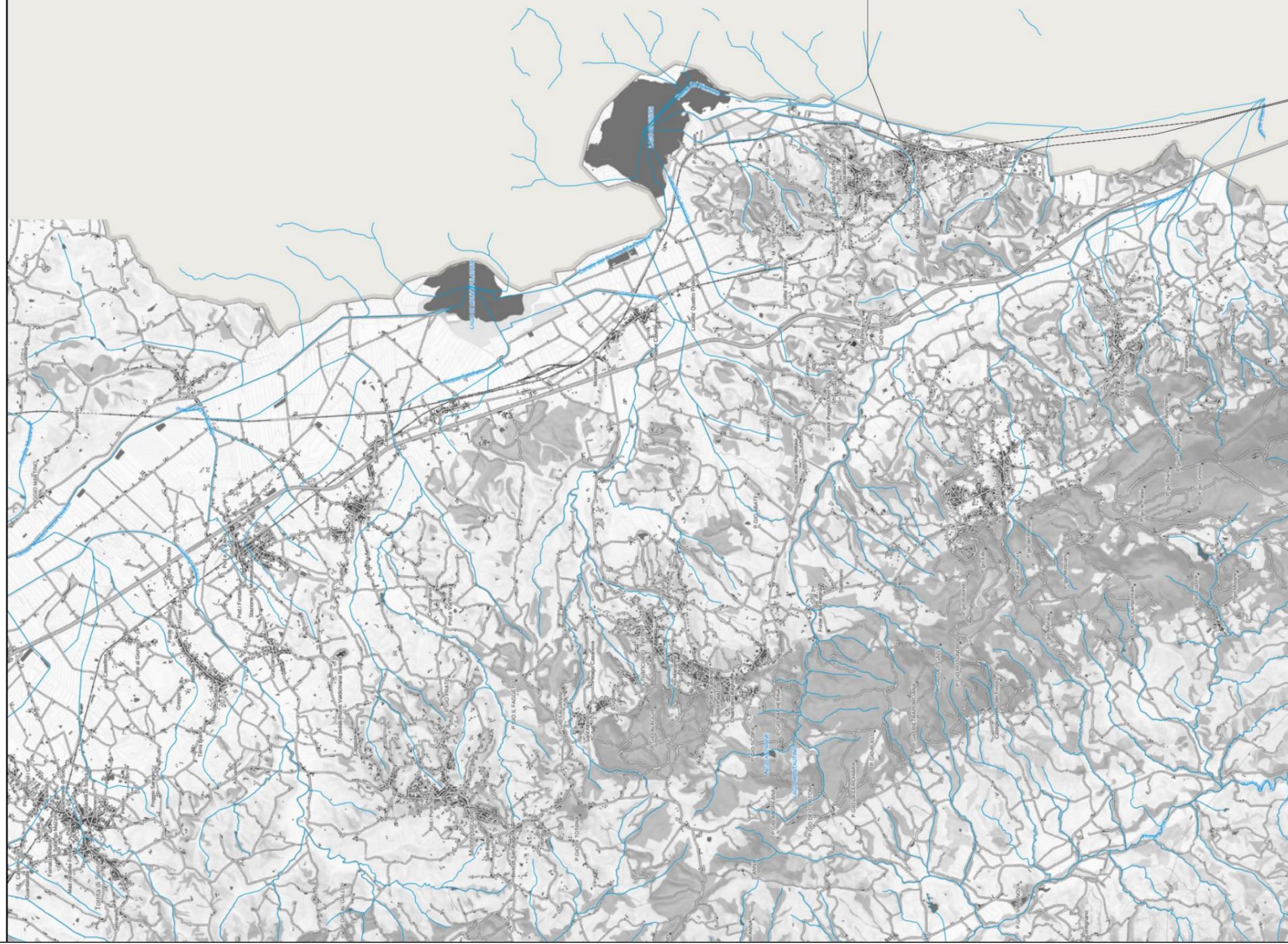
Figura 10.1.A. Rappresentazione dello schema principale della rete AV Italiana con i treni circolanti e la fermata ME.

11. Allegati
A1. Cartina della Val di Chiana.



Cartina infrastrutture nella Val di Chiana - scala 1:50000

Foglio 2



A.2. Le reti AV nel mondo

A.2.1 La rete AV italiana

L'alta velocità in Italia si inserisce nel corridoio di intervento definito Transeuropean Networks – Transport (TEN-T), ovvero le reti di trasporto trans-europee individuate a partire dall'inizio degli anni '90 dalla Commissione Europea e ridefinite negli ulteriori obiettivi del 2013 (Reg. CE 1316/2013).

L'alta velocità rappresenta una innovativa modalità di trasporto che ha incontrato un positivo e crescente interesse per la mobilità viaggiatori sulle medie e lunghe distanze.

La principale linea ferroviaria AV in Italia è rappresentata dall'asse Torino – Salerno: si estende per circa 1000 km (di cui circa 250 della DD) ed è collegata al resto della rete ferroviaria classica mediante delle interconnessioni (avendo il medesimo scartamento e la predisposizione, a bordo locomotive, per il cambio tecnologia di TE e IS).

Mediante l'alta velocità si è in grado sia di consentire collegamenti di lungo raggio più frequenti e veloci tra i grandi centri urbani dove si concentra oltre il 65% della domanda di mobilità, sia di aumentare la capacità complessiva dell'infrastruttura e di migliorare il traffico regionale, metropolitano e merci cui è in massima parte dedicata la rete convenzionale.

In particolare, su tutte le relazioni di traffico interessate dalle linee attivate è stato ridotto il tempo di percorrenza.

Il tempo di viaggio tra Milano Centrale e Roma Termini si è ridotto a sole 2 ore e 55 minuti.

Le linee AV italiane sono all'avanguardia in Europa e nel resto del mondo grazie all'utilizzo di tecnologie moderne che permettano l'interoperabilità oltre all'incremento della capacità dell'intera rete.

In **figura A.2.1.A.** è mostrata la rete AV italiana e la rete primaria.



Fig. A.2.1.A. Rete AV e rete primaria italiana. Fonte: eurail.

A.2.2. La rete AV giapponese

Nel 1950 anche in Giappone si pensava che la ferrovia fosse destinata a perdere di interesse, soppiantata dalla costruzione di autostrade e dall'uso dell'aereo così come stava avvenendo nel resto del mondo (Europa e USA). Tuttavia, il presidente delle ferrovie giapponesi Shinji Sogo puntò sulla realizzazione di nuove linee ad alta velocità e diede l'avvio al progetto Shinkansen.

L'approvazione del governo seguì soltanto nel 1958, e la costruzione della prima tratta, la Tokaido Shinkansen di 515,4 km che collegava Tokyo e Osaka, iniziò nel 1959.

Da ricordare che, la rete ferroviaria giapponese ordinaria presentava (e presenta) lo scartamento di 1.067 mm.

Di conseguenza, come in Spagna per la rete AV, la rete Shinkansen (scartamento standard di 1.435 mm) non presenta interconnessioni con la rete ordinaria.

L'apertura della linea avvenne il 1° ottobre del 1964 e lo Shinkansen impiegò appena 4 ore per percorrere una tratta che sino ad allora veniva percorsa in 6 ore e 40 minuti mediante la ferrovia ordinaria (240' rispetto a 400' rappresenta un risparmio del 40 %).

Già a partire dal 1965 la durata del viaggio venne ridotta a 3 ore e 10 minuti, riducendo ed alternando le fermate lungo la linea: non tutti i treni fermavano ovunque.

Tutto questo comportò una rivoluzione nella mobilità.

Veniva permesso di effettuare viaggi di andata e di ritorno, nello stesso giorno, tra le due principali aree metropolitane del Giappone con una domanda in continua crescita nel tempo (facilitata dalla densità della popolazione presente) che raggiungeva i 100 milioni di passeggeri in meno di 3 anni. Il primo treno Shinkansen (serie 0) viaggiava, per la prima volta in servizio commerciale, ad una velocità massima di 210 km/h, successivamente incrementata a 220 km/h. Il successo di tale linea e il miglioramento tecnologico, permise di avviare ulteriori estensioni della rete, collegando anche le città di Hiroshima e Fukuoka già nel 1975.

Attualmente il Giappone presenta un'estesa linea ad alta velocità, circa 3041 km, con ulteriori tratte in costruzione (**vedi Fig. A.2.2.A.**) della pagina seguente. I treni hanno continuato ad evolversi, sino all'utilizzo della nuova tecnologia a levitazione magnetica che ha permesso di raggiungere i 603 km/h.

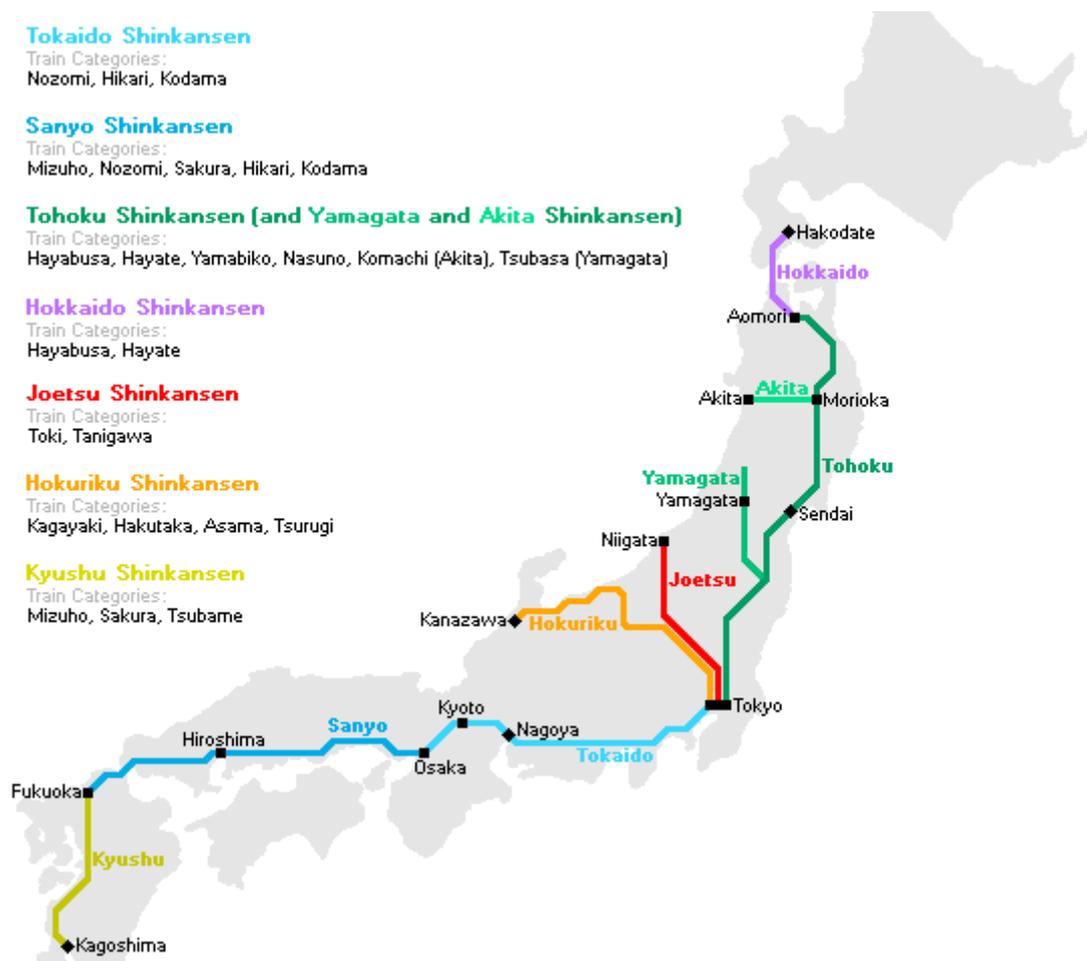


Fig. A.2.2.A. Attuali linee ad alta velocità in Giappone. Fonte: japan-guide.

A.2.3. La rete AV francese

La rete ad AV francese, definita LGV "*Lignes à Grande Vitesse*" fu inaugurata nel 1981 con l'apertura della tratta Sathonay-Saint Florentin della linea tra Lione e Parigi.

Tale rete, a scartamento standard, vide la circolazione dei treni TGV che gradualmente si diffusero in tutta la Francia fino a sconfinare, con l'avvento delle nuove tecnologie ERMTS, nei Paesi vicini (Fig. A.2.3.A.).

Soltanto più tardi la rete AV francese fu estesa sino alle città di Bordeaux, Marsiglia, Valence e Lilla.

Dal 2007 è in servizio il TGV est che collega le città di Parigi e di Strasburgo.

Grazie a questa nuova relazione, i tempi di percorrenza sono stati notevolmente ridotti rispetto ai precedenti, spesso dimezzati. Sulla LGV Est Europa, i treni viaggiano a 320 km/h, ossia 20 km/h in più rispetto alle altre linee ad alta velocità transalpine.

Le linee francesi sulle quali transitano i TGV hanno delle curve planimetriche del tracciato con ampi raggi, dai 4 km per le tratte storiche sino a 7 km per le linee di nuova costruzione, al fine di permettere, insieme a tutti gli altri accorgimenti necessari, di raggiungere delle velocità di 300 km/h e anche oltre nel futuro.



Fig. A.2.3.A. TGV: linee ad alta velocità e linee primarie verso le destinazioni nazionali e internazionali. Fonte: eurail.

A.2.4. La rete AV tedesca

Per quanto riguarda la situazione Germania, al contrario dei altri Paesi fino ad ora citati, la costruzione delle linee AV è più recente, infatti soltanto alla fine degli anni 80 si cominciarono a vedere le prime realizzazioni, quali le linee: Hannover - Würzburg (1988/1991), la Stoccarda - Mannheim (1988), la Berlino - Wolfsburg (1997), la Colonia - Francoforte (2002), e la Norimberga-Ingolstadt (2006).

A causa di una differente distribuzione delle aree urbane in Germania, con una densità di popolazione all'incirca doppia rispetto alla Francia, la rete ICE è stata integrata con le linee e i treni "classici" in maniera più stretta rispetto alla rete francese.

Per quanto riguarda l'interoperabilità, gli elettrotreni tipo ICE hanno potuto raggiungere le destinazioni in Austria e in Svizzera poco dopo essere entrati in servizio, sfruttando il fatto di utilizzare la stessa tensione usata nelle reti di questi stati.

La Germania sta anche sviluppando il Transrapid, un sistema di treno a levitazione magnetica. Un circuito di prova, della lunghezza di 31,5 km, è in funzione nell'Emsland (nella zona della Bassa Sassonia) e su di esso il Transrapid ha raggiunto il traguardo dei 500 km/h.



Fig. A.2.4.A. Linee ad alta velocità e linee convenzionali percorse dai treni ICE – DB. Fonte: eurail.

A.2.5. La rete AV spagnola

Infine, ma non meno importante, si riporta il caso spagnolo. Il sistema ferroviario ad alta velocità denominato (AVE) è attualmente in una fase di forte crescita.

La rete AV spagnola ha adottato lo scartamento normale, secondo lo standard europeo di 1435 mm, invece di quello "classico" iberico di 1668 mm. Per tale ragione non sussistono interconnessioni con la linea lenta bensì è una linea a se stante.

A partire dal 1992 è attiva la linea Madrid – Siviglia con una velocità massima raggiunta di 300 km/h. I treni utilizzati sono del tipo Alstom serie S.

Inoltre, è attivo a partire dal Dicembre del 2007, il collegamento Madrid – Malaga con una durata del viaggio che si attesta a 2h e 30 minuti. A questo si aggiungono anche i collegamenti AV Madrid – Valladolid e Madrid – Barcellona. In **figura A.2.5.A.** sono riassunte le linee AV presenti in Spagna.



Fig. A.2.5.A. Linee ad alta velocità e convenzionali principali spagnole. Fonte: eurail.

A.3. Costi di realizzazione delle strade per le alternative proposte

Suddivisione della stima dei costi per la realizzazione di nuove strade o per l'ammodernamento di quelle esistenti per ognuna delle sette alternative individuate.

Costi per nuove strade o per ammodernamento per ciascuna alternativa						
Alternativa	interventi	quantità (m)	costo	totale		
A	Stazione di Arezzo (esistente fuori linea)	Nuova strada	/	/	/	
		Esistente da allargare	/	/		
B	Stazione di Chiusi C. T. (esistente fuori linea)	Nuova strada	/	/	/	
		Esistente da allargare	/	/		
Costi per nuove strade o per ammodernamento per ciascuna alternativa						
Alternativa	interventi	quantità (m)	costo	totale		
C	Rigutino (in linea)	Nuovo accesso: strada - parcheggio	puntuale	€ 40,000.00	€ 9,040,000.00	
		Tratta su strada esistente: adeguamento della carreggiata e segnaletica orizzontale	4500.00	€ 9,000,000.00		Adeguamento inteso come allargamento della carreggiata ove possibile a 7,50m come da DM11/05/01 (attualmente a circa 5,50m) e rifacimento della segnaletica orizzontale
D	Bettolle - Creti (in linea)	Nuovo accesso: strada - parcheggio	380.00	€ 1,520,000.00	€ 12,880,000.00	
		Tratta su strada esistente: adeguamento della carreggiata e segnaletica orizzontale	5680.00	€ 11,360,000.00		Adeguamento inteso come allargamento della carreggiata ove possibile a 7,50m come da DM11/05/01 (attualmente a circa 5,50m) e rifacimento della segnaletica orizzontale
E	Bettolle - Farneta (in linea)	Tratta su strada sterrata: rifacimento della stessa e segnaletica orizzontale	1540.00	€ 6,160,000.00	€ 6,160,000.00	
		Tratta su strada esistente non necessita di ulteriori varizioni	/	/		
F	Bettolle - Battifollo (in linea)	Tratta su strada sterrata: rifacimento della stessa e segnaletica orizzontale	1420.00	€ 5,680,000.00	€ 8,740,000.00	
		Tratta su strada esistente: necessita di allargamento	1530.00	€ 3,060,000.00		Adeguamento inteso come allargamento della carreggiata ove possibile a 7,50m come da DM11/05/01 (attualmente a circa 5,50m) e rifacimento della segnaletica orizzontale
G	Chiusi Sud (in linea)	Nuovo accesso: strada - parcheggio	puntuale	€ 40,000.00	€ 40,000.00	
		Esistente da allargare	/	/		

A4. Rappresentazione dei tempi medi di percorrenza via autobus dalle tre province verso tutte le alternative proposte

Rappresentazione tempi medi di percorrenza via autobus per tutte le soluzioni										
Alternative proposte	SERVIZIO BUS TRA I CAPOLUOGHI E LE IPOTESI LOCALIZZATIVE									
	Perugia			Siena			Arezzo			
	Percorso	Km	minuti	Percorso	Km	minuti	Percorso	Km	minuti	
A Arezzo stazione esistente (fuori linea DD)	Pzz. Partigiani - Raccordo A1-Bettolle	57.8	50	Pzz. A. Gramsci - Raccordo A1-Bettolle	50.5	51	Pzz. Partigiani - Raccordo A1-Bettolle	/	/	
	Raccordo A1-Bettolle - Uscita A1 Arezzo (caselli inclusi)	27.6	20	Raccordo A1-Bettolle - Uscita A1 Arezzo (caselli inclusi)	27.6	20	Raccordo A1-Bettolle - Uscita A1 Arezzo	/	/	
	Uscita A1 Arezzo - Arezzo stazione	9.8	15	Uscita A1 Arezzo - Arezzo stazione	9.8	15	Uscita A1 Arezzo - Arezzo stazione	/	/	
	Totale	95.2	85	Totale	87.9	86	Totale	/	/	
B Chiusi C.T. stazione esistente (fuori linea DD)	Pzz. Partigiani - Uscita Raccordo Magiano	17.7	19	Pzz. A. Gramsci - Raccordo A1-Bettolle	50.5	51	Pzz. Repubblica - Raccordo A1-Bettolle	36.9	32.5	
	Uscita Raccordo Magiano - Chiusi stazione (via SR71)	34.1	46	Raccordo A1-Bettolle - Uscita A1 Chiusi C.T. (caselli inclusi)	25.9	19	Raccordo A1-Bettolle - Uscita A1 Arezzo	25.9	19	
	/	/	/	Uscita A1 Chiusi C.T. - Chiusi stazione	5.6	12.5	Uscita A1 Arezzo - Arezzo stazione	5.6	12.5	
	Totale	51.8	65	Totale	82	82.5	Totale	68.4	64	
C Rigutino (nuova fermata in linea)	Pzz. Partigiani - Uscita Raccordo Folano Chiana	53.9	45	Pzz. A. Gramsci - Uscita Raccordo Folano Chiana	54.3	54	Pzz. Repubblica - Raccordo A1 - Rigutino	13.9	24	
	Uscita Raccordo Folano Chiana - Rigutino (via SP28-SP327)	18.7	25	Uscita Raccordo Folano Chiana - Rigutino (via SP28-SP327)	18.7	25	/	/	/	
	/	/	/	Alternativa Siena - Rigutino via SP19 (interna)	64	74	/	/	/	
	Totale	72.6	70	Totale	73	79	Totale	13.9	24	
D Bettolle / Creti (nuova fermata in linea)	Pzz. Partigiani - Uscita raccordo Folano Chiana	53.9	45	Pzz. Gramsci - Uscita raccordo Folano Chiana	54.3	54	Pzz. Repubblica - Uscita raccordo Folano Chiana	41.5	39	
	Uscita raccordo Foiano Chiana - Bettolle Crete (via SP28)	6.4	8	Uscita raccordo Foiano Chiana - Bettolle Crete (via SP28)	6.4	8	Uscita raccordo Foiano Chiana - Bettolle Crete (via SP28)	6.4	8	
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	Totale	60.3	53	Totale	60.7	62	Totale	47.9	47	
E Bettolle / Farneta (nuova fermata in linea)	Pzz. Partigiani - Uscita raccordo Folano Chiana	53.9	45	Pzz. Gramsci - Uscita raccordo Folano Chiana	54.3	54	Pzz. Repubblica - Uscita raccordo Folano Chiana	41.5	39	
	Uscita raccordo Foiano Chiana - Bettolle Farneta (via SP31-nuova strada)	5.1	9	Uscita raccordo Foiano Chiana - Bettolle Farneta (via SP31-nuova strada)	5.1	9	Uscita raccordo Foiano Chiana - Bettolle Farneta (via SP31-nuova strada)	5.1	9	
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	Totale	59	54	Totale	59.4	63	Totale	46.6	48	
F Salcheto (nuova fermata in linea)	Pzz. Partigiani - Uscita raccordo Folano Chiana	53.9	45	Pzz. Gramsci - Uscita raccordo Folano Chiana	54.3	54	Pzz. Repubblica - Uscita raccordo Folano Chiana	41.5	39	
	Uscita raccordo Foiano Chiana - Salcheto (via SP68-nuova strada)	16.5	29	Uscita raccordo Foiano Chiana - Salcheto (via SP68-nuova strada)	16.5	29	Uscita raccordo Foiano Chiana - Salcheto (via SP68-nuova strada)	16.5	29	
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
	Totale	70.4	74	Totale	70.8	83	Totale	58	68	
G Chiusi Sud (nuova fermata in linea)	Pzz. Partigiani - Uscita A1 Chiusi C.T.	83.7	70	Pzz. Gramsci - Uscita A1 Chiusi C.T.	76.4	69	Pzz. Repubblica - Uscita A1 Chiusi C.T.	62.8	39	
	Uscita A1 Chiusi C.T. - Chiusi Sud	7.4	14	Uscita A1 Chiusi C.T. - Chiusi Sud	7.4	14	Uscita A1 Chiusi C.T. - Chiusi Sud	7.4	14	
	Alternativa Perugia - Chiusi Sud (via SR599)	53.1	63	/	/	/	/	/	/	
	Totale	91.1	84	Totale	83.8	83	Totale	70.2	53	

A.5. Dati utili per il calcolo dei tempi e delle distanze per effettuare la fermata nelle diverse fasi analizzate

Vengono riportati i parametri generali per il calcolo dei tempi e distanze nelle varie fasi di accelerazione e di decelerazione.

A.5.1. CARATTERISTICHE CINEMATICHE ASSUNTE

Dati treno ETR											
d	0.423	m/s ²	Vmax	250	km/h	Vdev	60	km/h	V90	90	km/h
a1	0.25	m/s ²		69.44	m/s		16.67	m/s		25.00	m/s
a2	0.15	m/s ²	Vic	100	km/h	Vstaz	30	km/h			
Lb+d	550	m		27.78	m/s		8.33	m/s			

A.5.2. ANALISI DEL MOTO SEMPLIFICATO PER UN TRENO ETR 500 / ETR 1000.

Calcolo tempi		Calcolo distanze		Legenda	
T1	125 s	D1	5372 m	T1	tempo decelerazione da 250km/h a 60km/h
T2	39 s	D2	328 m	T2	tempo decelerazione da 60km/h a 0km/h
T3	67 s	D3	556 m	T3	tempo accelerazione da 0km/h a 60km/h
T4	352 s	D4	15149 m	T4	tempo accelerazione da 60km/h a 250km/h
T60	36 s	D60	600 m	T60	tempo di percorrenza di 600m segnale protezione
T100	22 s	D100	600 m	T100	tempo di percorrenza di 600m segnale protezione
T5	20 s	D5	246 m	T5	tempo decelerazione da 60km/h a 30km/h
T6	33 s	D6	417 m	T6	tempo accelerazione da 30km/h a 60km/h
T7	20 s	D7	82 m	T7	tempo decelerazione da 30km/h a 0km/h
T8	33 s	D8	139 m	T8	tempo accelerazione da 0km/h a 30km/h
T9	99 s	D9	4788 m	T9	tempo decelerazione da 250km/h a 100km/h
T10	278 s	D10	13503 m	T10	tempo accelerazione da 100km/h a 250km/h
T11	66 s	D11	912 m	T11	tempo decelerazione da 100km/h a 0km/h

A.5.3. FERMATA NELLA STAZIONE DI AREZZO (FUORI LINEA) CON UTILIZZO DELLA IC DI AREZZO

Calcolo tempi e distanze per effettuare la fermata di Arezzo (Raccordo di 17,2km)				
Fasi fermata:				
T9	99 s	D9	4788 m	Rallentamento per uscita dalla linea DD
Tic1-2	62 s	Dic1-2	1550 m	Distanza interconnessione 1° bivio - 2° bivio a Vmedia 90
Tic2-fer	319 s	Dic2-fer	7965 m	Distanza interconnessione 2° bivio - Stazione a Vmedia 90
T5	20 s	D5	246 m	All'interno della tratta della stazione fino all'uscita ed immissione nell'interconnessione, con Vmedia tra 60 e 30 km/h e tra 30 e 0km/h
T7	20 s	D7	82 m	
T8	33 s	D8	139 m	
T6	33 s	D6	417 m	
Tfermata	120 s	/	/	/
Ticfer-2	170 s	Dicfer-2	4260 m	Distanza tra la stazione di Arezzo – IC 2° Bivio Nord a Vmedia 90
Tic2-1	107 s	Dic2-1	2670 m	Distanza tra l'interconnessione tra il 2° Bivio Nord – 1° Bivio Nord a Vmedia 90
Tsco	16 s	Dsco	450 m	Scodatura in linea DD a V 100 km/h
T10	278 s	D10	13503 m	Raggiungimento di 250 km/h
Ttot	1276 s	Dtot	36070 m	
	21.3 min		36.07 km	
Ttratta	421 s	Dtratta	29251 m	Percorrenza della tratta DD compresa tra le IC senz fermata 10510m a cui si aggiunge la distanza acc/dec , qui non effettuata
	7 min			
Tp	14.3 min	Perditempo che si ottiene effettuando la fermata di Arezzo		

Tabella riassuntiva utilizzata per il calcolo del tempo impiegato dal treno per effettuare la fermata fuori linea, e per calcolare il perditempo di quest'ultimo rispetto ad un qualsiasi altro treno che procede sulla linea direttissima senza fermarsi.

A.5.4. FERMATA NELLA STAZIONE DI CHIUSI CHIANCIANO TERME (FUORI LINEA) CON UTILIZZO DELLA IC DI CHIUSI

Calcolo tempi e distanze per effettuare la fermata di Chiusi(Raccordo di 21.62km)						
Fasi fermata:						
T9	99 s	D9	4788 m	Rallentamento per uscita dalla linea DD		
Tic1-2	44 s	Dic1-2	1100 m	Distanza interconnessione 1° bivio - 2° bivio a Vmedia 90		
Tic2-fer	328 s	Dic2-fer	8200 m	Distanza interconnessione 2° bivio - Stazione a Vmedia 90		
T5	20 s	D5	246 m	All'interno della tratta della stazione fino all'uscita ed immissione nell'interconnessione, con Vmedia tra 60 e 30 km/h e tra 30 e 0km/h		
T7	20 s	D7	82 m			
T8	33 s	D8	139 m			
T6	33 s	D6	417 m			
Tfermata	120 s	/	/	/		
Ticfer-2	459 s	Dicfer-2	11470 m	Distanza tra la stazione di Arezzo – IC 2° Bivio Nord a Vmedia 90		
Tic2-1	/	s	Dic2-1	/	m	Distanza tra l'interconnessione tra il 2° Bivio Nord – 1° Bivio Nord a Vme
Tsco	16 s	Dsco	450 m	Scodatura in linea DD a V 100 km/h		
T10	278 s	D10	13503 m	Raggiungimento di 250 km/h		
Ttot	1449 s		Dtot	40395 m		
	24.2 min			40.40 km		
Ttratta	556 s		Dtratta	38621 m		
	9 min				Percorrenza della tratta DD compresa tra le IC senz fermata 19880m a cui si aggiunge la distanza acc/dec , qui non effettuata	
Tp	14.9 min	Perditempo che si ottiene effettuando la fermata di Chiusi C.T.				

Tabella riassuntiva utilizzata per il calcolo del tempo impiegato dal treno per effettuare la fermata fuori linea, e per calcolare il perditempo di quest'ultimo rispetto ad un qualsiasi altro treno che procede sulla linea direttissima senza fermarsi.

A.5.5. Fermata nella nuova stazione Medio Etruria (in linea) con deviatoio da 60km/h

<u>Calcolo tempi e distanze per effettuare la fermata in linea con deviatoio da 60km/h</u>				
Tempi		Distanze		note
T1	125 s	D1	5372 m	Inizio decelerazione sino a 60km/h per uscire dalla linea
T60	49 s	D60	822 m	Tratta segnale protezione e quella iniziale stazione a 60 km/h
T5	20 s	D5	246 m	328 Compatibile con la lunghezza a disposizione (banchina + deviatoi)
T7	20 s	D7	82 m	
Tfermata	120 s	/	/	
T8	33 s	D8	139 m	556 Nel frattempo il treno scoda nella linea DD
T6	33 s	D6	417 m	
T4	352 s	D4	15149 m	Raggiungimento di 250km/h
Ttot	752 s 12.5 min	Dtot	22227 m 22.23 km	
Ttratta	320 s 5 min	Dtratta	22227 m	Percorrenza della tratta DD compresa tra la fermata 10510m a cui si aggiunge la distanza acc/dec, qui non effettuata
Tp	7.2 min	Perditempo che si ottiene effettuando la fermata lungo linea		

Tabella riassuntiva utilizzata per il calcolo del tempo impiegato dal treno per effettuare la fermata in linea, e per calcolare il perditempo di quest'ultimo rispetto ad un qualsiasi altro treno che procede sulla linea direttissima senza fermarsi.

A.5.6. Fermata nella nuova stazione Medio Etruria (in linea) con deviatoio da 100km/h

<u>Calcolo tempi e distanze per effettuare la fermata in linea con deviatoio da 100km/h</u>				
Tempi		Distanze		note
T9	99 s	D9	4788 m	Inizio decelerazione sino a 60km/h per uscire dalla linea
T100	13 s	D100	362 m	Tratta segnale protezione 100 km/h
T11	66 s	D11	912 m	550 Compatibile con la lunghezza (banchina + deviatoi)
Tfermata	120 s	/	/	
T8	33 s	D8	139 m	556 Nel frattempo il treno scoda nella linea DD
T6	33 s	D6	417 m	
T4	352 s	D4	15149 m	Raggiungimento di 250km/h
Ttot	716 s 11.9 min	Dtot	21767 m 21.77 km	
Ttratta	313 s 5 min	Dtratta	21767 m	Percorrenza della tratta DD compresa tra lafermata 10510m a cui si aggiunge la distanza acc/dec , qui non effettuata
Tp	6.7 min	Perditempo che si ottiene effettuando la fermata lungo linea		

Tabella riassuntiva utilizzata per il calcolo del tempo impiegato dal treno per effettuare la fermata in linea e per calcolare il perditempo di quest'ultimo rispetto ad un qualsiasi altro treno che procede sulla linea DD senza fermarsi.

È importante notare che nel caso di utilizzo del deviatoio da 100 km/h, il treno nel momento in cui si trova sul deviatoio deve avere una velocità massima di circa 80km/h al fine di potersi arrestare entro la fermata prevista (circa 550m).

A.6. Analisi AHP

L'assegnazione del punteggio è stata effettuata mediante l'utilizzo di una scala di valutazione, come descritto nel capitolo 5.3. In aggiunta, per ogni confronto è stata valutata la consistenza.

A.6.1. CONFRONTO TRA I CRITERI MEDIANTE ASSEGNAZIONE DI UN PUNTEGGIO SOGGETTIVO E CALCOLO DEI RELATIVI PESI

Definizione dei pesi dei criteri

	h	i	j	k	l	m	X_i	Y_i	λ_{max}	n	CI	RI	CR
h	1.00	5.00	3.00	2.00	1.00	5.00	2.1925	6.97	6.48	6	0.10	1.24	0.08
i	0.20	1.00	4.00	2.00	1.00	2.00	1.1123	6.42					
j	0.33	0.25	1.00	0.33	0.20	0.50	0.3304	6.34					
k	0.50	0.50	3.00	1.00	0.50	4.00	0.9216	6.35					
l	1.00	1.00	5.00	2.00	1.00	5.00	1.6036	6.35					
m	0.20	0.50	2.00	0.25	0.20	1.00	0.4031	6.45					

Normalizzazione

	h	i	j	k	l	m	average	%
h	0.31	0.61	0.17	0.26	0.26	0.29	0.31	31.5%
i	0.06	0.12	0.22	0.26	0.26	0.11	0.17	17.3%
j	0.10	0.03	0.06	0.04	0.05	0.03	0.05	5.2%
k	0.15	0.06	0.17	0.13	0.13	0.23	0.15	14.5%
l	0.31	0.12	0.28	0.26	0.26	0.29	0.25	25.2%
m	0.06	0.06	0.11	0.03	0.05	0.06	0.06	6.2%
								100.0%

A.6.2. Confronto tra le sette alternative proposte e assegnazione di un punteggio per ciascuno dei 6 criteri analizzati

Stazioni esistenti **A)** Stazione di Arezzo; **B)** Stazione di Chiusi Chianciano T. **Località lungo linea:** **C)** Rigutino (frazione di Arezzo); **D)** Bettolle-Creti (frazione di Cortona); **E)** Bettolle-Farneta (frazione di Cortona); **F)** Salcheto (frazione di Montepulciano); **G)** Chiusi Sud.

Criterio h: Disponibilità rettilineo > 670m

	A	B	C	D	E	F	G	ξ_i	γ_i	λ_{\max}	n	CI	RI	CR
A	1.00	1.00	1.00	1.00	9.00	1.00	2.00	1.2568	7.06	7.05	7	0.01	1.32	0.01
B	1.00	1.00	1.00	1.00	9.00	1.00	2.00	1.2568	7.06					
C	1.00	1.00	1.00	1.00	9.00	1.00	2.00	1.2568	7.06					
D	1.00	1.00	1.00	1.00	9.00	1.00	2.00	1.2568	7.06					
E	0.11	0.11	0.11	0.11	1.00	0.11	0.17	0.1338	7.04					
F	1.00	1.00	1.00	1.00	9.00	1.00	1.00	1.1520	7.02					
G	0.50	0.50	0.50	0.50	6.00	1.00	1.00	0.7389	7.05					

Normalizzazione

	A	B	C	D	E	F	G	norm	%
A	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.16	0.20	0.18	17.8%
B	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.16	0.20	0.18	17.8%
C	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.16	0.20	0.18	17.8%
D	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.16	0.20	0.18	17.8%
E	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	1.9%
F	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.16	0.10	0.16	16.4%
G	0.09	0.09	0.09	0.09	0.12	0.16	0.10	0.10	10.5%
									100.0%

Stazioni esistenti A) Stazione di Arezzo; **B)** Stazione di Chiusi Chianciano T. **Località lungo linea: C)** Rigutino (frazione di Arezzo); **D)** Bettolle-Creti (frazione di Cortona); **E)** Bettolle-Farneta (frazione di Cortona); **F)** Salcheto (frazione di Montepulciano); **G)** Chiusi Sud.

Criterio i: Pendenza della linea < 1,2 %

	A	B	C	D	E	F	G	ξ_i	γ_i	λ_{max}	n	CI	RI	CR
A	1.00	1.00	1.00	1.00	9.00	1.00	9.00	1.3404	7.00	7.00	7	0.00	1.32	OK!
B	1.00	1.00	1.00	1.00	9.00	1.00	9.00	1.3404	7.00					
C	1.00	1.00	1.00	1.00	9.00	1.00	9.00	1.3404	7.00					
D	1.00	1.00	1.00	1.00	9.00	1.00	9.00	1.3404	7.00					
E	0.11	0.11	0.11	0.11	1.00	0.11	1.00	0.1489	7.00					
F	1.00	1.00	1.00	1.00	9.00	1.00	9.00	1.3404	7.00					
G	0.11	0.11	0.11	0.11	1.00	0.11	1.00	0.1489	7.00					

Normalizzazione

	A	B	C	D	E	F	G	norm	%
A	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	19.1%
B	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	19.1%
C	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	19.1%
D	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	19.1%
E	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	2.1%
F	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	19.1%
G	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	2.1%
									100.0%

Stazioni esistenti A) Stazione di Arezzo; **B)** Stazione di Chiusi Chianciano T. **Località lungo linea: C)** Rigutino (frazione di Arezzo); **D)** Bettolle-Creti (frazione di Cortona); **E)** Bettolle-Farneta (frazione di Cortona); **F)** Salcheto (frazione di Montepulciano); **G)** Chiusi Sud.

Criterio k: Tempo di viaggio dai bacini potenziali

	A	B	C	D	E	F	G	ξ_i	γ_i	λ_{max}	n	CI	RI	CR
A	1.00	0.50	0.14	0.11	0.11	0.17	0.25	0.1620	7.35	7.82	7	0.14	1.32	0.10
B	2.00	1.00	0.14	0.11	0.11	0.14	0.50	0.2108	7.18					
C	7.00	7.00	1.00	0.20	0.20	3.00	6.00	1.3502	8.37					
D	9.00	9.00	5.00	1.00	1.00	5.00	4.00	2.7009	8.69					
E	9.00	9.00	5.00	1.00	1.00	4.00	4.00	2.5845	8.60					
F	6.00	7.00	0.33	0.20	0.25	1.00	4.00	0.8836	7.59					
G	4.00	2.00	0.17	0.25	0.25	0.25	1.00	0.4152	6.96					

Normalizzazione

	A	B	C	D	E	F	G	norm	%
A	0.03	0.01	0.01	0.04	0.04	0.01	0.01	0.02	2.2%
B	0.05	0.03	0.01	0.04	0.04	0.01	0.03	0.03	2.9%
C	0.18	0.20	0.08	0.07	0.07	0.22	0.30	0.16	16.1%
D	0.24	0.25	0.42	0.35	0.34	0.37	0.20	0.31	31.1%
E	0.24	0.25	0.42	0.35	0.34	0.29	0.20	0.30	30.0%
F	0.16	0.20	0.03	0.07	0.09	0.07	0.20	0.12	11.6%
G	0.11	0.06	0.01	0.09	0.09	0.02	0.05	0.06	6.0%
									100.0%

Stazioni esistenti **A)** Stazione di Arezzo; **B)** Stazione di Chiusi Chianciano T. **Località lungo linea:** **C)** Rigutino (frazione di Arezzo); **D)** Bettolle-Creti (frazione di Cortona); **E)** Bettolle-Farneta (frazione di Cortona); **F)** Salcheto (frazione di Montepulciano); **G)** Chiusi Sud.

Criterio I: Minimizzazione del perditempo

	A	B	C	D	E	F	G	ξ_i	γ_i	λ_{max}	n	CI	RI	CR
A	1.00	3.00	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.19	7.05	7.13	7	0.02	1.32	0.02
B	0.33	1.00	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.13	7.01					
C	9.00	9.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.37	7.18					
D	9.00	9.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.37	7.18					
E	9.00	9.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.37	7.18					
F	9.00	9.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.37	7.18					
G	9.00	9.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.37	7.18					

Normalizzazione

	A	B	C	D	E	F	G	norm	%
A	0.02	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	2.7%
B	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	1.9%
C	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	19.1%
D	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	19.1%
E	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	19.1%
F	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	19.1%
G	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	19.1%
									100.0%

Stazioni esistenti A) Stazione di Arezzo; **B)** Stazione di Chiusi Chianciano T. **Località lungo linea: C)** Rigutino (frazione di Arezzo); **D)** Bettolle-Creti (frazione di Cortona); **E)** Bettolle-Farneta (frazione di Cortona); **F)** Salcheto (frazione di Montepulciano); **G)** Chiusi Sud.

Criterio m: Vicinanza di assi viari importanti

	A	B	C	D	E	F	G	ξ_i	η_i	λ_{max}	n	CI	RI	CR
A	1.00	1.00	0.33	0.25	0.25	4.00	1.00	0.6190	7.97	7.69	7	0.12	1.32	0.09
B	1.00	1.00	0.33	0.25	0.25	2.00	1.00	0.5203	7.66					
C	3.00	3.00	1.00	0.33	0.33	5.00	3.00	1.2787	7.77					
D	4.00	4.00	3.00	1.00	1.00	9.00	2.00	2.2422	7.95					
E	4.00	4.00	3.00	1.00	1.00	8.00	2.00	2.1928	7.91					
F	0.25	0.50	0.20	0.11	0.13	1.00	2.00	0.3644	7.39					
G	1.00	1.00	0.33	0.50	0.50	0.50	1.00	0.5861	7.20					

Normalizzazione

	A	B	C	D	E	F	G	norm	%
A	0.07	0.07	0.04	0.07	0.07	0.14	0.08	0.08	7.8%
B	0.07	0.07	0.04	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	6.8%
C	0.21	0.21	0.12	0.10	0.10	0.17	0.25	0.16	16.5%
D	0.28	0.28	0.37	0.29	0.29	0.31	0.17	0.28	28.2%
E	0.28	0.28	0.37	0.29	0.29	0.27	0.17	0.28	27.7%
F	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.17	0.05	4.9%
G	0.07	0.07	0.04	0.15	0.14	0.02	0.08	0.08	8.1%
									100.0%

A.7. Profilo piano – altimetrico della Direttissima

È stato riportato il profilo piano altimetrico della porzione di linea Direttissima analizzata, ovvero dalla pk 136+100 sino alla pk 200+200.

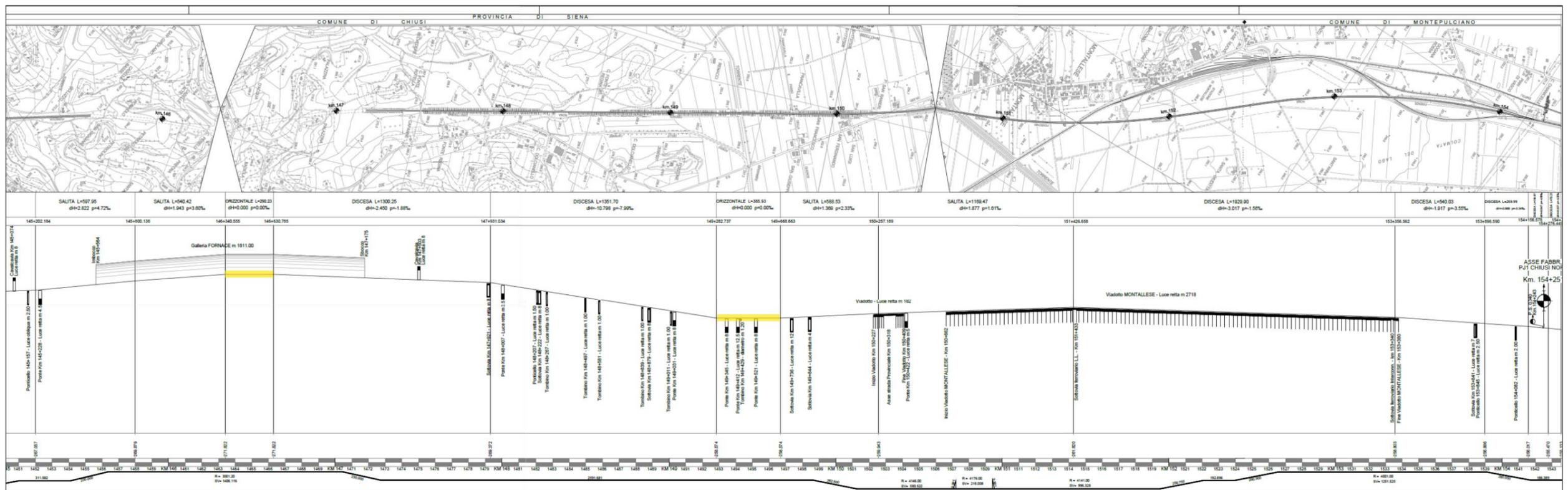
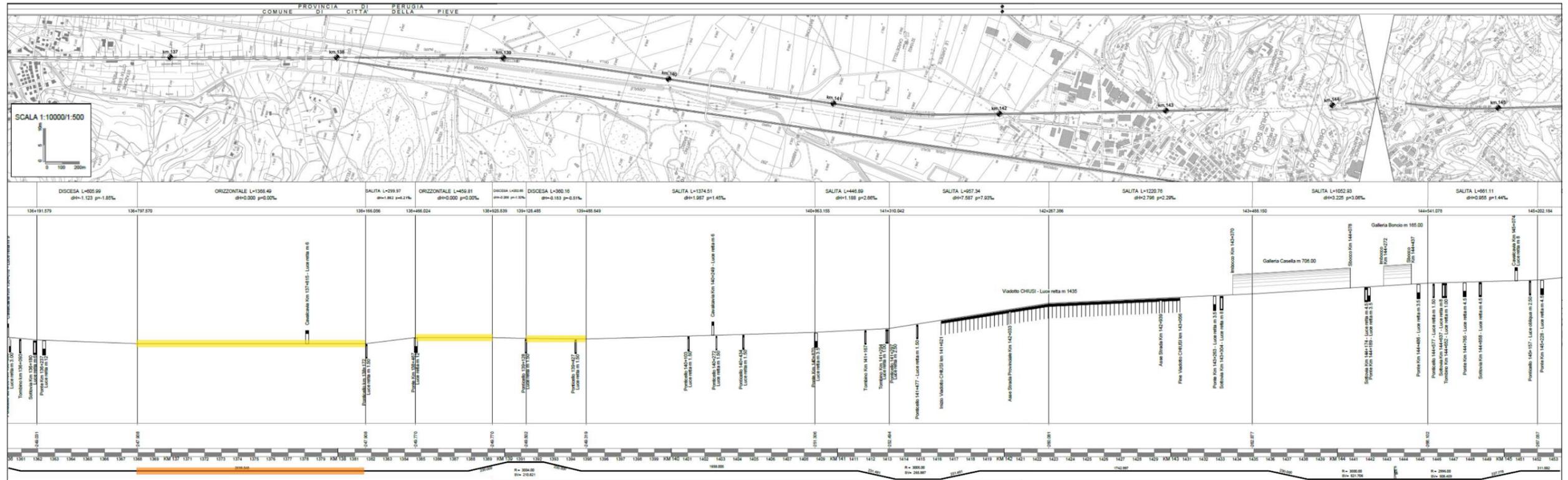
Per comodità ed uniformità di lettura, tale profilo è stato suddiviso in 5 sub-tratte:

- **dalla pk 136 + 100 alla pk 154 + 300 (A.7.1.)**
- **dalla pk 154 + 300 alla pk 170 + 900 (A.7.2)**
- **dalla pk 170 + 900 alla pk 189 + 200 (A.7.3)**
- **dalla pk 189 + 200 alla pk 198 + 900 (A.7.4)**
- **dalla pk 198 + 900 alla pk 200 + 200 (A.7.5)**

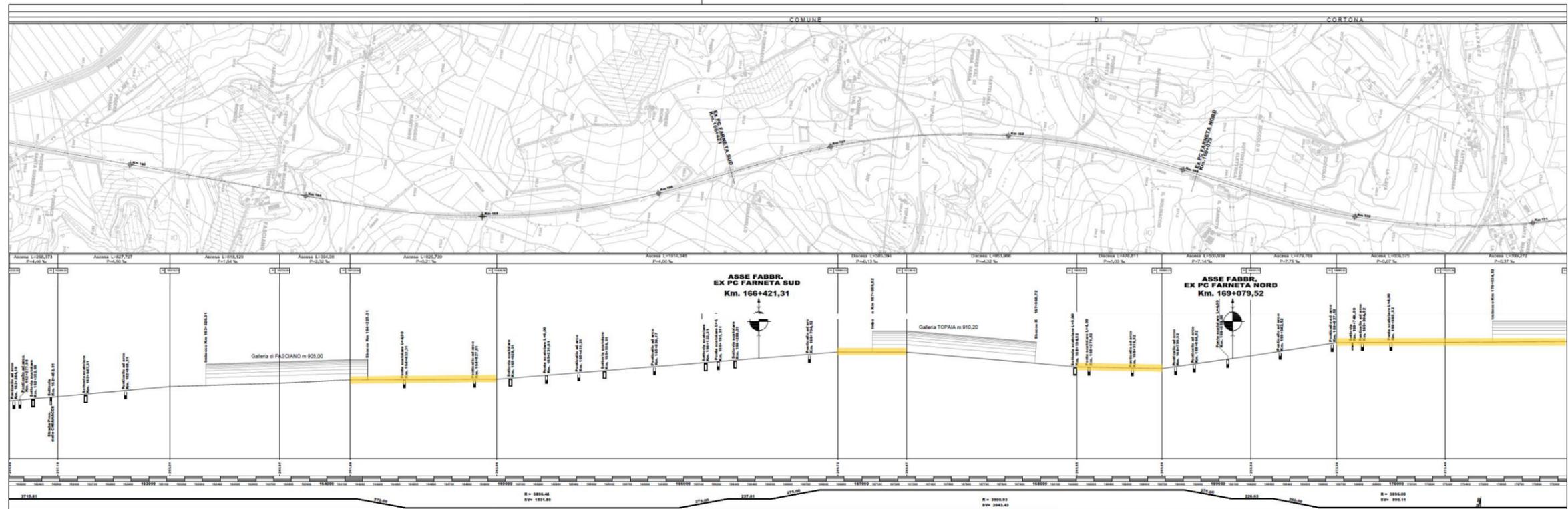
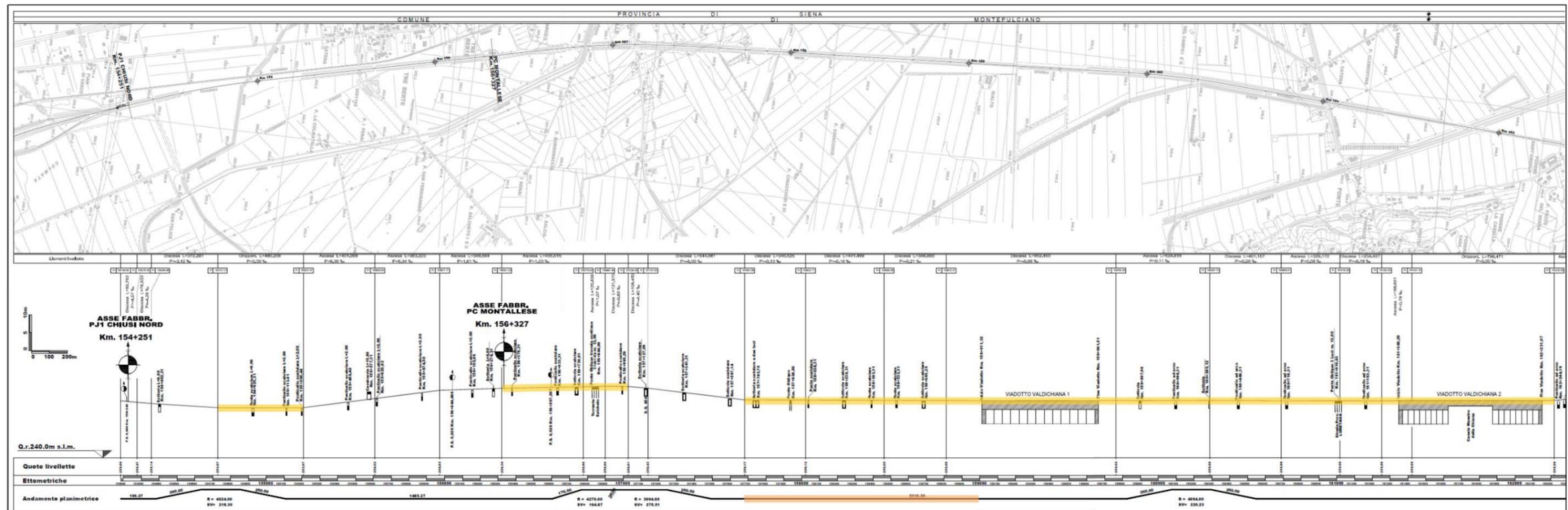
Tale tratta comprende i bivi (sud e nord) per le interconnessioni di Chiusi e di Arezzo (*fonte: RFI – Direzione territoriale produzione di Firenze*).

Sono state evidenziati in giallo quei tratti aventi una pendenza minore o uguale all'1,2‰ mentre in arancione soltanto i tratti rettilinei in concomitanza della pendenza precedentemente individuata.

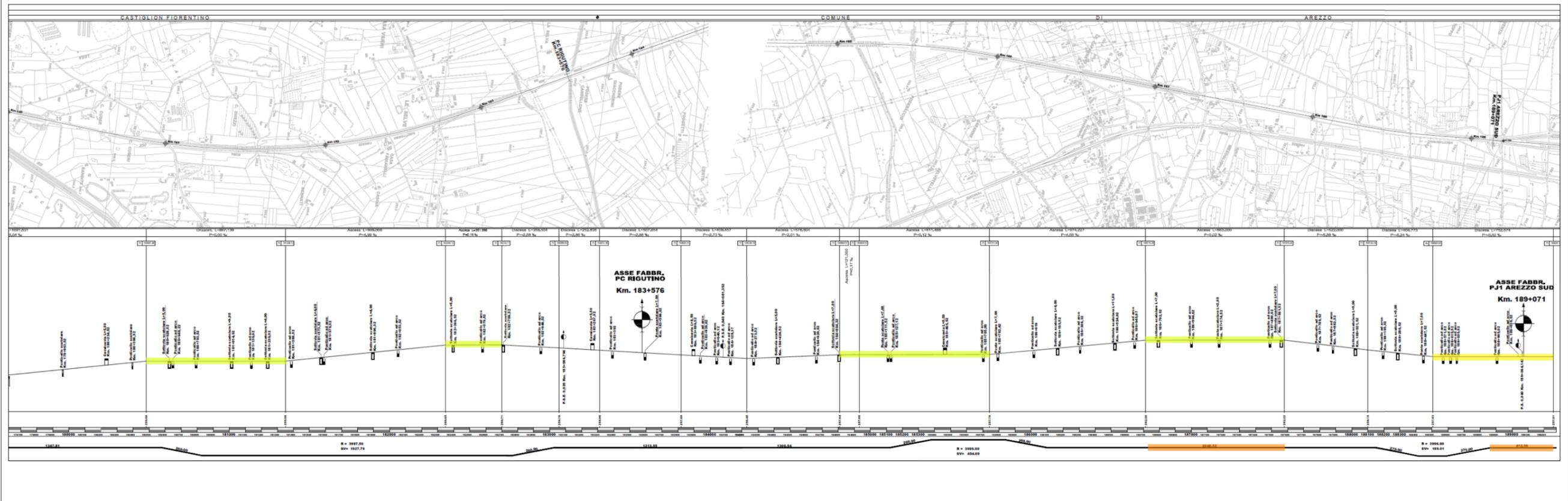
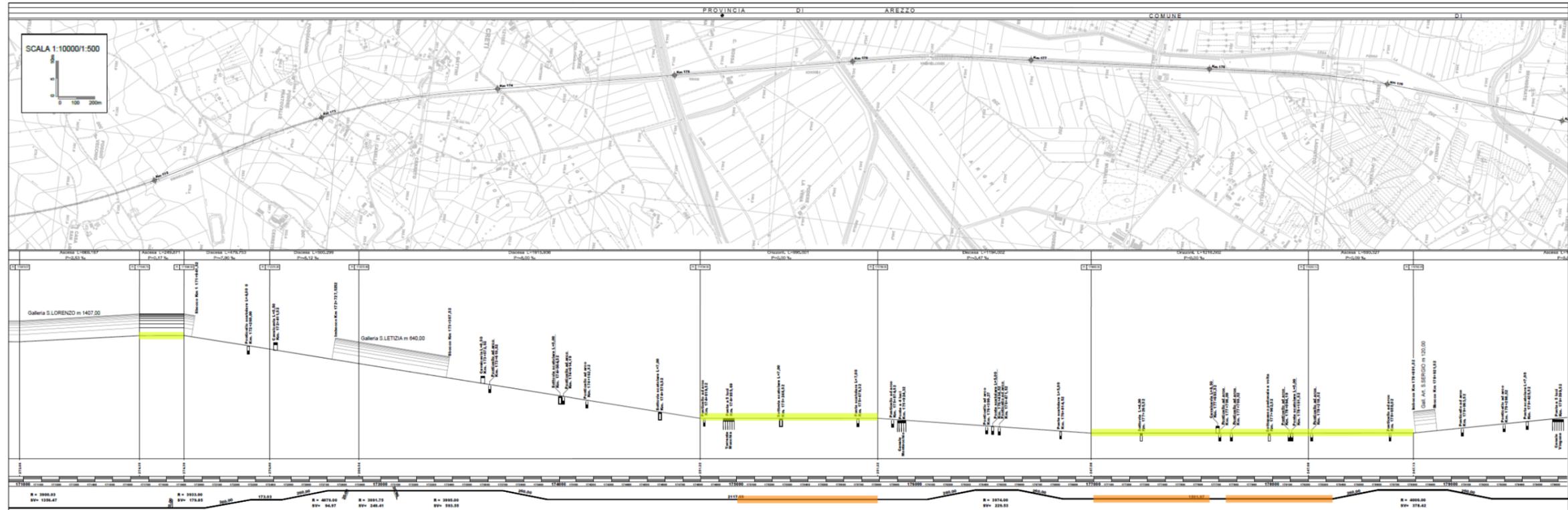
A7.1. Profilo piano-altimetrico dalla pk 136+100 alla pk 154+300



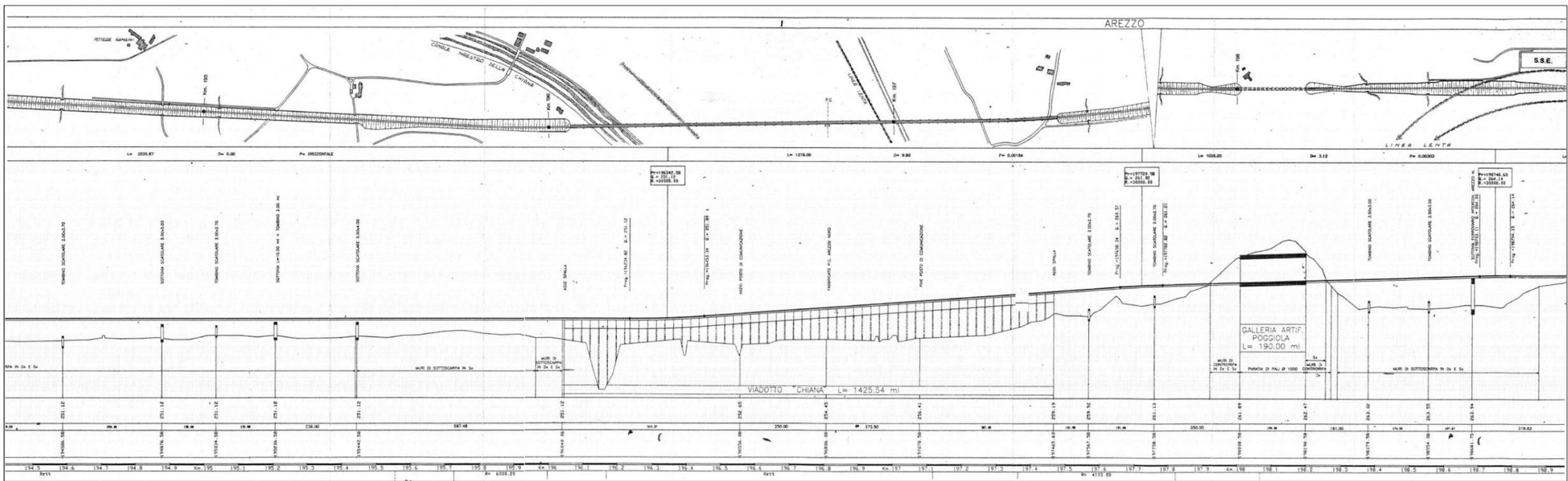
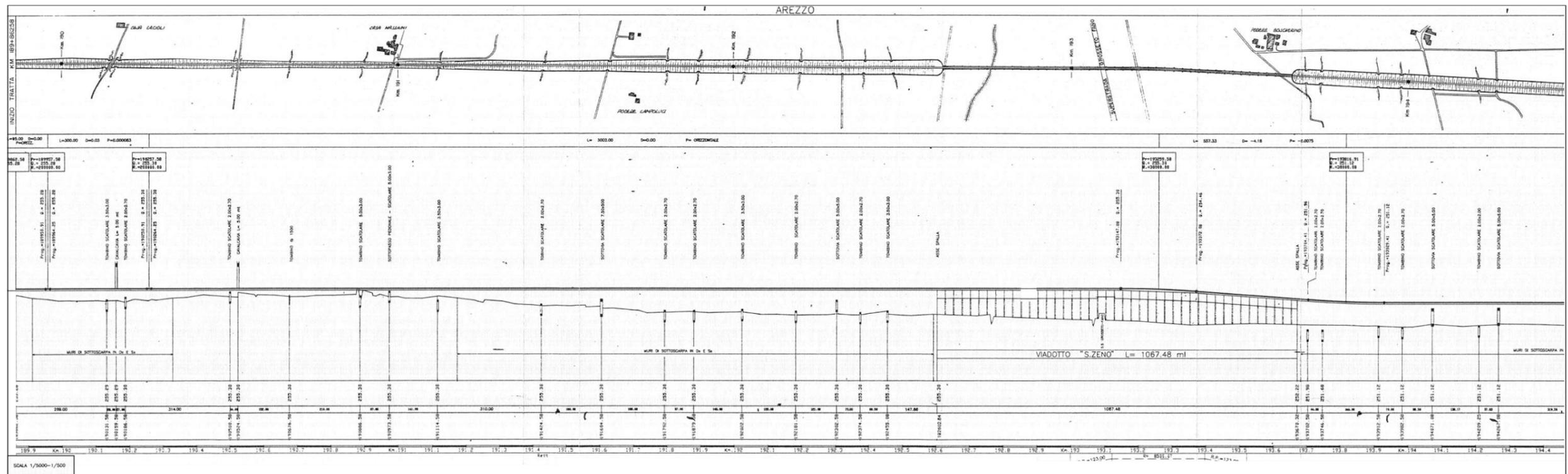
A72. Profilo piano-altimetrico dalla pk 154+300 alla pk 170+900



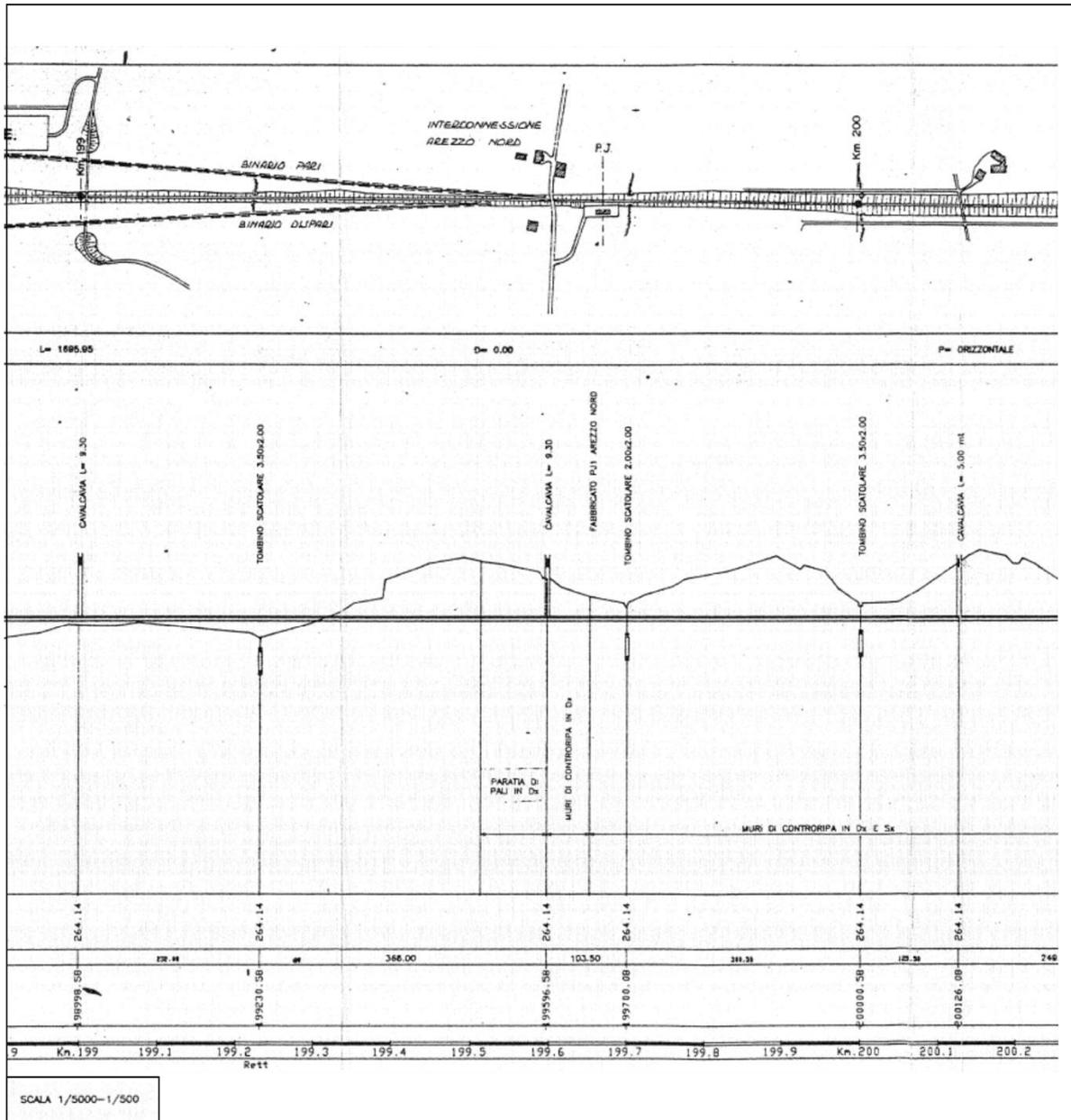
A73. Profilo piano-altimetrico dalla pk 170+900 alla pk 189+200



A74. Profilo piano-altimetrico dalla pk 189+200 alla pk 198+900



A.7.5. Profilo piano - altimetrico dalla pk 198 + 900 alla pk 200 + 200



A.8. Individuazione dei bacini di influenza (ME e MP)

A.8.1. Campionamento Passeggeri fermata AV Mediopadana

Fascia rilievo	Treni rilevati			Campionatore: <i>Ernesto Picardi</i>	Data rilievo: <i>22/11/2018</i>
	<i>numero</i>	<i>direzione</i>	<i>orario</i>	<i>n° pax saliti</i>	<i>n° pax scesi</i>
6.00 - 7.00	9903	Napoli Centrale	6.23	/	/
	9961	Salerno	6.41	/	/
	9594	Milano Centrale	6.54	/	/
	9605	Napoli Centrale	6.54	/	/
7.00 - 8.00	9503	Salerno	7.01	/	/
	9500/9582	Torino Porta Nuova	7.42	63	32
8.00 - 9.00	9561	Roma Termini	8.11	55	29
	9907	Napoli Centrale	8.23	48	42
	9902	Torino Porta Nuova	8.24	51	35
	9802	Milano Centrale	8.35	68	41
9.00 - 10.00	9563	Salerno	9.11	75	32
	9911	Salerno	9.23	90	26
	9904	Milano Centrale	9.24	39	23
	9566	Torino Porta Nuova	9.44	52	47
10.00 - 11.00	9567	Roma Termini	10.11	48	51
	9915	Napoli Centrale	10.23	53	34
	9908	Torino Porta Nuova	10.24	41	51
	9514	Milano Centrale	10.59	48	31
11.00 - 12.00	9519	Salerno	11.01	38	28
	9919	Salerno	11.23	42	33
	9912	Torino Porta Nuova	11.24	40	48
	9570	Torino Porta Nuova	11.44	46	21
12.00 - 13.00	9923	Napoli Centrale	12.23	68	18
	9916	Milano Centrale	12.24	53	50
	9572	Torino Porta Nuova	12.44	26	24
13.00 - 14.00	9927	Roma Termini	13.23	47	32
	9920	Torino Porta Nuova	13.24	38	50
14.00 - 15.00	9931	Napoli Centrale	14.23	74	23
	9924	Torino Porta Nuova	14.24	35	49
15.00 - 16.00	9569	Salerno	15.11	78	42
	9935	Napoli Centrale	15.23	40	24
	9928	Milano Centrale	15.24	37	62
16.00 - 17.00	9573	Roma Termini	16.11	85	45
	9939	Roma Termini	16.23	32	21
	9932	Torino Porta Nuova	16.24	28	46
	9809	Bari Centrale	16.32	31	25
17.00 - 18.00	9943	Salerno	17.23	64	24
	9576	Torino Porta Nuova	17.44	86	64
18.00 - 19.00	9575	Napoli Centrale	18.13	77	52
	9940	Milano Centrale	18.24	57	74
	9947	Roma Termini	18.26	28	35
	9811	Pescara	18.33	25	55
	9578	Torino Porta Nuova	18.44	42	90
19.00 - 20.00	9951	Napoli Centrale	19.23	62	26
	9944	Torino Porta Nuova	19.24	24	49
	9555	Perugia	19.38	26	42
	9550	Milano Centrale	19.59	29	58
20.00 - 21.00	9948	Milano Centrale	20.24	33	43
	9955	Roma Termini	20.40	/	/
	9580	Torino Porta Nuova	20.44	/	/
	9592/9552	Milano Centrale	20.59	/	/
21.00 - 22.00	9654	Torino Porta Nuova	21.16	/	/
	9952	Milano Centrale	21.24	/	/
	9810	Milano Centrale	21.38	/	/
	9597	Firenze SMN	21.38	/	/
	9558	Milano Centrale	21.59	/	/
22.00 - 23.00	9956	Milano Centrale	22.26	/	/
	9562	Milano Centrale	22.59	/	/
23.00 - 24.00	9958	Milano Centrale	23.24	/	/
TOTALE				<i>n° pax saliti</i>	<i>n° pax scesi</i>
				2122	1727

Si riportano qui alcune foto scattate il giorno del rilevamento presso la fermata MP.



A.8.2. SOLUZIONE PER LA FERMATA MEDIO ETRURIA (ABITANTI PER PROVINCIA E BACINO AFFERENTI LA FERMATA ME)

provincia	abitanti	comune	abitanti	1° bacino	2° bacino
Arezzo	343449	Anghiari	5536	x	
		AREZZO	99419	x	
		Badia Tedalda	1075		no
		Bibbiena	12177		no
		Bucine	10087	x	
		Capolona	5446	x	
		Caprese Michelangelo	1406		no
		Castel Focognano	3093		no
		Castel San Niccolò	2667		no
		Castelfranco Piandiscò	9778	x	
		Castiglion Fibocchi	2147		x
		Castiglion Fiorentino	13228	x	
		Cavriglia	9543		no
		Chitignano	910		no
		Chiusi della Verna	2000		no
		Civitella in Val di C.	9035	x	
		Cortona	22057	x	
		Foiano della Chiana	9470	x	
		Laterina Pergine V.	6614	x	
		Loro Ciuffenna	5862		no
		Lucignano	3554	x	
		Marciano della Chiana	3431	x	
		Monte San Savino	8675	x	
		Montemignaio	547		no
		Monterchi	1716	x	
		Montevarchi	24440		x
		Ortignano Raggiolo	881		no
		Pieve Santo Stefano	3117		no
		Poppi	6153		no
		Pratovecchio Stia	5697		no
		San Giovanni Valdarno	16812		x
		Sansepolcro	15876		x
		Sestino	1309		no
Subbiano	6373		x		
Talla	1026		no		
Terranuova Bracciolini	12292		x		
Provincia Arezzo		totale abitanti per bacino		1° bacino	2° bacino
				208046	77940

provincia	abitanti	comune	abitanti	1° bacino	2° bacino	
Perugia	657786	Assisi	28352		x	
		Bastia Umbra	21773		x	
		Bettona	4357		x	
		Bevagna	5013		x	
		Campello sul Clitunno	2375		x	
		Cannara	4337		x	
		Cascia	3108		no	
		Castel Ritaldi	3245			x
		Castiglione del Lago	15479	x		
		Cerreto di Spoleto	1055		no	
		Citerna	3463	x		
		Città della Pieve	7686	x		
		Città di Castello	39632			x
		Collazzone	3448			x
		Corciano	21427	x		
		Costacciaro	1172		no	
		Deruta	9713			x
		Foligno	56999			x
		Fossato di Vico	2739		no	
		Fratta Todina	1821			x
		Giano dell'Umbria	3893			x
		Gualdo Cattaneo	5965			x
		Gualdo Tadino	15018		no	
		Gubbio	31736			x
		Lisciano Niccone	607	x		
		Magione	14815	x		
		Marsciano	18701	x		
		Massa Martana	3742			x
		Monte Castello di Vibio	1531			x
		Monte Santa Maria T.	1156			x
		Montefalco	5577			x
		Monteleone di Spoleto	589		no	
		Montone	1642		no	
		Nocera Umbra	5711			x
		Norcia	4888		no	
		Paciano	986	x		
		Panicale	5606	x		
		Passignano sul T.	5712	x		
		PERUGIA	165683	x		
		Piegaro	3574	x		
		Pietralunga	2079		no	
		Poggiodoro	102		no	
		Preci	704		no	
		San Giustino	11213	x		
		Sant'Anatolia di Narco	557		no	
		Scheggia e Pascelupo	1349		no	
		Scheggino	452		no	
Sellano	1048			x		
Sigillo	2355		no			
Spello	8565			x		
Spoleto	37964			x		
Todi	16606			x		
Torgiano	6662	x				
Trevi	8363			x		
Tuoro sul Trasimeno	3769	x				
Umbertide	16530		no			
Valfabbrica	3402			x		
Vallo di Nera	360			x		
Valtopina	1380			x		
Provincia Perugia		<i>totale abitanti per bacino</i>		1° bacino	2° bacino	
				285383	318064	

provincia	abitanti	comune	abitanti	1° bacino	2° bacino
Siena	268010	Abbadia San Salvatore	6325		x
		Asciano	7076	x	
		Buonconvento	3137		x
		Casole d'Elsa	3852	no	
		Castellina in Chianti	2852		x
		Castelnuovo Berardenga	9086	x	
		Castiglione d'Orcia	2294		x
		Cetona	2678	x	
		Chianciano Terme	7050	x	
		Chiusdino	1877	no	
		Chiusi	8558	x	
		Colle di Val d'Elsa	21651		x
		Gaiole in Chianti	2758	no	
		Montalcino	5919	x	
		Montepulciano	13984	x	
		Monteriggioni	9937		x
		Monteroni d'Arbia	9070	x	
		Monticiano	1543		x
		Murlo	2449		x
		Piancastagnaio	4181		x
		Pienza	2082	x	
		Poggibonsi	29031		x
		Radda in Chianti	1581	no	
		Radiconfani	1073		x
		Radicondoli	935	no	
		Rapolano Terme	5305	x	
		San Casciano dei Bagni	1573		x
		San Gimignano	7774		x
		San Quirico d'Orcia	2646	x	
		Sarteano	4705	x	
		SIENA	53901	x	
Sinalunga	12573	x			
Sovicille	10057		x		
Torrita di Siena	7276	x			
Trequanda	1221	x			
Provincia Siena		<i>totale abitanti per bacino</i>		1° bacino	2° bacino
				153130	103877

provincia	abitanti	comune	abitanti	1° bacino	2° bacino
Terni	225053	Acquasparta	4676	no	
		Allerona	1769		x
		Alviano	1451	no	
		Amelia	11828	no	
		Arrone	2743	no	
		Attigliano	1991	no	
		Avigliano Umbro	2509	no	
		Baschi	2682		x
		Calvi dell'Umbria	1796	no	
		Castel Giorgio	2090	no	
		Castel Viscardo	2876		x
		Fabro	2828		x
		Ferentillo	1873	no	
		Ficulle	1634		x
		Giove	1924	no	
		Guardea	1.803		n
		Lugnano in Teverina	1453		n
		Montecastrilli	5037		n
		Montecchio	1646		n
		Montefranco	1304		n
		Montegabbione	1177		x
		Monteleone d'Orvieto	1429		x
		Narni	19252	no	
		Orvieto	20253		x
		Otricoli	1829	no	
		Parrano	520	no	
		Penna in Teverina	1084	no	
		Polino	235	no	
		Porano	1982	no	
		San Gemini	4985	no	
		San Venanzo	2192	no	
Stroncone	4814	no			
TERNI	111189		no		
Provincia Terni		<i>totale abitanti per bacino</i>		1° bacino	2° bacino
				0	26262

A.8.3. SOLUZIONE PER LA FERMATA MEDIO ETRURIA (ABITANTI PER PROVINCIA E BACINO AFFERENTI LA FERMATA MP)

Note
 1° bacino comprende tutti quei comuni che rientrano in una percorrenza di 40' via autobus
 2° bacino comprende tutti quei comuni che rientrano in una percorrenza di 110' via autobus

provincia	abitanti	comune	abitanti	1° bacino	2° bacino
Reggio Emilia	532575	Albinea	8830	x	
		Bagnolo in Piano	9752	x	
		Baiso	3265		x
		Bibbiano	10241	x	
		Boretto	5345	x	
		Brescello	5601	x	
		Cadelbosco di Sopra	10691	x	
		Campagnola Emilia	5639		x
		Campegine	5121	x	
		Canossa	3762		no
		Carpineti	4011		no
		Casalgrande	19234	x	
		Casina	4492		x
		Castellarano	15326		x
		Castelnuovo di Sotto	8459	x	
		Castelnuovo ne' Monti	10473		no
		Cavriago	9917	x	
		Correggio	25664	x	
		Fabbrico	6609		x
		Gattatico	5744	x	
		Gualtieri	6471	x	
		Guastalla	15032	x	
		Luzzara	8962		x
		Montecchio Emilia	10578	x	
		Novellara	13721	x	
		Poviglio	7285	x	
		Quattro Castella	13217		x
		REGGIO EMILIA	171944	x	
		Reggiolo	9110		x
		Rio Saliceto	6136	x	
		Rolo	4062		x
		Rubiera	14833	x	
		San Martino in Rio	8111	x	
		San Polo d'Enza	6156		no
Sant'Ilario d'Enza	11263	x			
Scandiano	25758	x			
Toano	4433		no		
Ventasso	4218		no		
Vetto	1852		no		
Vezzano sul Crostolo	4262		no		
Viano	3337		no		
Villa Minozzo	3658		no		
Provincia Reggio Emilia		<i>totale abitanti per bacino</i>		1° bacino	2° bacino
				415731	70682

provincia	abitanti	comune	abitanti	1° bacino	2° bacino	
Modena	692743	Bastiglia	4234	x		
		Bomporto	1017	x		
		Campogalliano	8808	x		
		Camposanto	3192		x	
		Carpì	71148	x		
		Castelfranco Emilia	32894		no	
		Castelnuovo Rangone	15035			x
		Castelvetro di Modena	11303		no	
		Cavezzo	7031			x
		Concordia sulla Secchia	8440			x
		Fanano	2946		no	
		Finale Emilia	15581		no	
		Fiorano Modenese	17099			x
		Fiumalbo	1240		no	
		Formigine	34347			x
		Frassinoro	1876		no	
		Guiglia	3910		no	
		Lama Mocogno	2708		no	
		Maranello	17590			x
		Marano sul Panaro	5167		no	
		Medolla	6253		no	
		Mirandola	23650		no	
		MODENA	185273		x	
		Montecreto	918		no	
		Montefiorino	2147		no	
		Montese	3325		no	
		Nonantola	15957			x
		Novi di Modena	10107			x
		Palagano	2148		no	
		Pavullo nel Frignano	17361		no	
		Pievepelago	2317		no	
		Polinago	1649		no	
		Prignano sulla Secchia	3766		no	
		Ravarino	6132			x
		Riolunato	688		no	
		San Cesario sul Panaro	6460		no	
		San Felice sul Panaro	10802		no	
		San Possidonio	3545		no	
		San Prospero	5933			x
		Sassuolo	40826			x
		Savignano sul Panaro	9142		no	
		Serramazzoni	8304		no	
		Sestola	2490		no	
Soliera	15296		x			
Spilamberto	12767		no			
Vignola	25313		no			
Zocca	4608		no			
Provincia Modena		<i>totale abitanti per bacino</i>		1° bacino	2° bacino	
				285776	181689	

provincia	abitanti	comune	abitanti	1° bacino	2° bacino	
Parma	450256	Albareto	2160	x		
		Bardi	2174		no	
		Bedonia	3355		no	
		Berceto	2022		no	
		Bore	718		no	
		Borgo Val di Taro	6907		no	
		Busseto	6939			x
		Calestano	2147		no	
		Collecchio	14634	x		
		Colorno	9056	x		
		Compiano	1093		no	
		Corniglio	1863		no	
		Felino	8873			x
		Fidenza	26898	x		
		Fontanellato	7034	x		
		Fontevivo	5615	x		
		Fornovo di Taro	6004			x
		Langhirano	10346			x
		Lesignano de' Bagni	5005			x
		Medesano	10850	x		
		Mezzani	3218	x		
		Monchio delle Corti	893		no	
		Montechiarugolo	10976	x		
		Neviano degli Arduini	3607			x
		Noceto	12993	x		
		Palanzano	1123		no	
		PARMA	195687		x	
		Pellegrino Parmense	1032		no	
		Polesine Zibello	3191			x
		Roccabianca	2970			x
		Sala Baganza	5622	x		
		Salsomaggiore Terme	19710			x
		San Secondo Parmense	5685			x
		Sissa Trecasali	7843			x
		Solignano	1767		no	
		Soragna	4840			x
		Sorbolo	9563	x		
		Terenzo	1200		no	
		Tizzano Val Parma	2083		no	
		Tornolo	963		no	
Torrile	7774	x				
Traversetolo	9474	x				
Valmozzola	514		no			
Varano de' Melegari	2626			x		
Varsi	1209		no			
Provincia Parma		<i>totale abitanti per bacino</i>		1° bacino	2° bacino	
				331554	87639	

provincia	abitanti	comune	abitanti	1° bacino	2° bacino
Mantova	390549	Acquanegra sul Chiese	2895	no	
		Asola	10069	no	
		Bagnolo San Vito	5938		x
		Bigarello	2142	no	
		Borgo Mantovano	5482	no	
		Borgo Virgilio	14697	no	
		Borgofranco sul Po	759	no	
		Bozzolo	4190	no	
		Canneto sull'Oglio	4388	no	
		Carbonara di Po	1259	no	
		Casalmoro	2240	no	
		Casaloldo	2699	no	
		Casalromano	1510	no	
		Castel d'Ario	4659	no	
		Castel Goffredo	12633	no	
		Castelbelforte	3192	no	
		Castellucchio	5235		x
		Castiglione delle S.	2357	no	
		Cavriana	3828	no	
		Ceresara	2609	no	
		Commessaggio	1108	no	
		Curtatone	14796		x
		Dosolo	3414	no	
		Gazoldo degli Ippoliti	2970	no	
		Gazzuolo	2214	no	
		Goito	10222	no	
		Gonzaga	9103		x
		Guidizzolo	6013	no	
		Magnacavallo	1506	no	
		MANTOVA	49409		x
		Marcaria	6591	no	
		Mariana Mantovana	745	no	
		Marmiolo	7789	no	
		Medole	4055	no	
		Moglia	5487	no	
		Monzambano	4877	no	
		Motteggiana	2597	no	
		Ostiglia	6741	no	
		Pegognaga	7046	no	
		Piubega	1681	no	
		Poggio Rusco	6623	no	
Pomponesco	1686	no			
Ponti sul Mincio	2417	no			
Porto Mantovano	16479	no			
Quingentole	1179	no			
Quistello	5552	no			
Redonesco	1268	no			
Rivarolo Mantovano	2553	no			
Rodigo	5272	no			
Roncoferraro	6982	no			
Roverbella	8610	no			
Sabbioneta	4159	no			
San Benedetto Po	7040	no			
San Giacomo delle S.	1552	no			
San Giorgio di Mantova	9678	no			
San Giovanni del Dosso	1245	no			
San Martino dall'Argine	1742	no			
Schivenoglia	1174	no			
Sermide e Felonica	7338	no			
Serravalle a Po	1497	no			
Solferino	2631	no			
Sustinente	2023	no			
Suzzara	21154		x		
Viadana	20044	no			
Villimpenta	2167	no			
Volta Mantovana	7339	no			
Provincia Mantova		<i>totale abitanti per bacino</i>		1° bacino	2° bacino
				0	105635

provincia	abitanti	comune	abitanti	1° bacino	2° bacino
Cremona	358512	Acquanegra Cremonese	1179		x
		Agnadello	3866	no	
		Annicco	2045	no	
		Azzanello	636	no	
		Bagnolo Cremasco	4877	no	
		Bonemerse	1528		x
		Bordolano	605	no	
		Ca' d'Andrea	424		x
		Calvatone	1200		x
		Camisano	1266	no	
		Campagnola Cremasca	672	no	
		Capergnanica	2166	no	
		Cappella Cantone	555	no	
		Cappella de' Picenardi	410		x
		Capralba	2313	no	
		Casalbuttano ed Uniti	3892	no	
		Casale Cremasco-V.	1852	no	
		Casaletto Ceredano	1165	no	
		Casaletto di Sopra	540	no	
		Casaletto Vaprio	1769	no	
		Casalmaggiore	15425		x
		Casalmorano	1618	no	
		Castel Gabbiano	457	no	
		Castelidone	565		x
		Castelleone	9472	no	
		Castelverde	5685		x
		Castelvisconti	284	no	
		Cella Dati	511		x
		Chieve	2281	no	
		Cicognolo	952		x
		Cingia de' Botti	1232		x
		Corte de' Cortesi C.	1075	no	
		Corte de' Frati	1379	no	
		Credera Rubbiano	1595	no	
		Crema	34264	no	
		CREMONA	72077		x
		Cremosano	1760	no	
		Crotta d'Adda	639	no	
		Cumignano sul Naviglio	450	no	
		Derovere	303		x
		Dovera	3841	no	
		Drizzona	579		x
		Fiesco	1192	no	
		Formigara	1031	no	
		Gabbioneta-Binanuova	858	no	
		Gadesco-Pieve Delmona	2002		x
		Genivolta	1163	no	
		Gerre de' Caprioli	1341		x
		Gombito	634	no	
		Grontardo	1493	no	
Grumello CeU	1772	no			
Gussola	2692		x		
Isola Dovarese	1174		x		
Izano	1976	no			
Madignano	2847	no			
Malagnino	1722		x		
Martignana di Po	2042		x		

Cremona	358512	Monte Cremasco	2329	no
		Montodine	2498	no
		Moscazzano	776	no
		Motta Baluffi	897	x
		Offanengo	6031	no
		Olmeneta	952	no
		Ostiano	2927	x
		Paderno Ponchielli	1420	no
		Palazzo Pignano	3786	no
		Pandino	9035	no
		Persico Dosimo	3368	x
		Pescarolo ed Uniti	1521	no
		Pessina Cremonese	627	no
		Piadena	3438	x
		Pianengo	2538	no
		Pieranica	1132	no
		Pieve d'Olmi	1273	x
		Pieve San Giacomo	1590	x
		Pizzighettone	6465	no
		Pozzaglio ed Uniti	1457	no
		Quintano	913	no
		Ricengo	1728	no
		Ripalta Arpina	992	no
		Ripalta Cremasca	3388	no
		Ripalta Guerina	532	no
		Rivarolo del Re ed U.	1956	x
		Rivolta d'Adda	8140	no
		Robecco d'Oglio	2327	no
		Romanengo	3110	no
		Salvirola	1155	no
		San Bassano	2170	no
		San Daniele Po	1365	x
		San Giovanni in Croce	1912	x
		San Martino del Lago	426	x
		Scandolara Ravara	1358	x
		Scandolara Ripa d'Oglio	543	no
		Sergnano	3554	no
		Sesto ed Uniti	3194	no
		Solarolo Rainerio	925	x
		Soncino	7648	no
Soresina	8915	no		
Sospiro	3057	x		
Spinadesco	1512	no		
Spineda	609	x		
Spino d'Adda	6873	no		
Stagno Lombardo	1529	x		
Ticengo	431	no		
Torlino Vercati	475	no		
Tornata	478	x		
Torre de' Picenardi	1680	x		
Torricella del Pizzo	589	x		
Trescore Cremasco	2870	no		
Trigolo	1715	no		
Vaiano Cremasco	3714	no		
Vailate	4542	no		
Vescovato	3938	no		
Volongo	499	no		
Voltido	347	x		
Provincia Cremona	totale abitanti per bacino	1° bacino	2° bacino	
		0	142172	

A.9.2. SIMULAZIONE DELLE TRACCE ORARIO PER LA RAPPRESENTAZIONE DELL'ORA PIÙ CARICA – CASO TRENI PARI

- In verde sono individuati i treni analizzati: tempo misurato ad intervalli di 1 secondo, qui riportato ad intervalli di 1 minuto per semplificazione;
- V è la velocità del treno durante il suo moto dalla pk 00 iniziale alla pk 257+700 espressa sia in km/h sia in m/s;
- S è lo spazio percorso da ciascun treno durante il moto, misurato a partire dall'istante iniziale;
- Il delta (Δ) rappresenta la differenza spaziale tra due treni successivi, misurata al fine di garantire sempre il rispetto del distanziamento minimo di 25000 m a piena velocità di 250 km/h.

Al fine di rendere la simulazione più realistica, e per tenere conto di eventuali perditempo si è considerata una velocità massima in linea di 245 km/h.

Inoltre, le diverse velocità a cui ogni treno è soggetto nei diversi tratti di linea sono compatibili con quanto rappresentato sui fascicoli di linea 92 e 114, rispettivamente di competenza di Firenze e di Roma.

Nell'immagine di seguito riportata, si individua sul lato sinistro, di colore marrone e con diverse sfumature, la progressiva chilometrica della linea, qui in forma compattata per esigenze di spazio.

Si riporta di seguito la simulazione delle tracce orario per la rappresentazione dell'ora più carica - caso treni pari - foglio elettronico appositamente creato sulla base della progressiva chilometrica della linea Direttissima.

Direzione pari: Roma - Firenze

Progressive (km)	tempo reale (s)	T1				T2				ΔT1,T2 (m)	T3				ΔT2,T3 (m)	T4				ΔT3,T4 (m)	
		tempo (s)	V(Km/h)	V(m/s)	spazio (m)	tempo (s)	V(Km/h)	V(m/s)	spazio (m)		tempo (s)	V(Km/h)	V(m/s)	spazio (m)		tempo (s)	V(Km/h)	V(m/s)	spazio (m)		
0.00	Termini km0,0	63000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6.00	V=110km/h	63060	60	30.00	8.33	60	30.00	8.33	365.25	0.00	0	0.00	0.00	365.25	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
12.00	V=115km/h	63120	120	30.00	8.33	120	30.00	8.33	865.25	0.00	0	0.00	0.00	865.25	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
18.00	V=250km/h	63180	180	30.00	8.33	180	30.00	8.33	1365.25	0.00	0	0.00	0.00	1365.25	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
24.00	V=250km/h	63240	240	30.00	8.33	240	30.00	8.33	1865.25	0.00	0	0.00	0.00	1865.25	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
30.00	V=250km/h	63300	300	31.80	8.83	300	30.00	8.33	2365.25	0.75	0	0.00	0.00	2365.25	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
36.00	V=250km/h	63360	360	68.10	18.92	360	30.00	8.33	2865.25	399.92	0	0.00	0.00	2865.25	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
42.00	V=250km/h	63420	420	80.00	22.22	420	30.00	8.33	3365.25	1198.48	0	0.00	0.00	3365.25	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
48.00	V=250km/h	63480	480	107.54	29.87	480	30.00	8.33	3865.25	2230.71	0	0.00	0.00	3865.25	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
54.00	V=250km/h	63540	540	110.00	30.56	540	60.00	16.67	4580.50	3347.56	0	0.00	0.00	4580.50	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
60.00	V=250km/h	63600	600	115.00	31.94	600	60.00	16.67	5580.50	4255.70	0	0.00	0.00	5580.50	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
66.00	V=250km/h	63660	660	115.00	31.94	660	60.00	16.67	6580.50	5172.37	0	0.00	0.00	6580.50	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
72.00	V=250km/h	63720	720	115.00	31.94	720	60.00	16.67	7580.50	6089.03	0	0.00	0.00	7580.50	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
78.00	V=250km/h	63780	780	130.00	36.11	780	60.00	16.67	8580.50	7158.23	0	0.00	0.00	8580.50	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
84.00	V=250km/h	63840	840	155.38	43.16	840	60.00	16.67	9580.50	8494.10	0	0.00	0.00	9580.50	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
90.00	V=250km/h	63900	900	187.78	52.16	900	60.00	16.67	10580.50	10358.27	1	0.00	0.00	10580.50	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
96.00	V=250km/h	63960	960	220.18	61.16	960	60.00	16.67	11580.50	12762.43	61	30.00	8.33	365.25	11215.25	61	30.00	8.33	365.25	0.00	0.00
102.00	V=250km/h	64020	1020	245.00	68.06	1020	60.00	16.67	12580.50	15690.77	121	30.00	8.33	865.25	11715.25	121	30.00	8.33	865.25	0.00	0.00
108.00	V=250km/h	64080	1080	245.00	68.06	1080	87.54	24.32	13779.40	18575.20	181	66.00	18.33	1607.25	12172.15	181	60.00	16.67	1597.17	10.08	10.08
114.00	V=250km/h	64140	1140	245.00	68.06	1140	119.94	33.32	15512.90	20925.03	241	95.00	26.39	2978.29	12534.61	241	34.08	9.47	2528.77	449.52	449.52
120.00	V=250km/h	64200	1200	245.00	68.06	1200	152.34	42.32	17786.40	22734.87	301	80.00	22.22	4617.66	13168.74	301	30.00	8.33	3029.83	1587.82	1587.82
126.00	V=250km/h	64260	1260	245.00	68.06	1260	184.74	51.32	20599.90	24004.70	361	107.54	29.87	6149.89	14450.01	361	30.00	8.33	3529.83	2620.06	2620.06
132.00	V=250km/h	64320	1320	245.00	68.06	1320	217.14	60.32	23953.40	24734.53	421	110.00	30.56	7981.99	15971.41	421	30.00	8.33	4029.83	3952.16	3952.16
138.00	V=250km/h	64380	1380	245.00	68.06	1380	245.00	68.06	27840.95	24930.32	481	115.00	31.94	9892.91	17948.04	481	11.28	3.13	4493.43	5399.47	5399.47
144.00	V=250km/h	64440	1440	245.00	68.06	1440	245.00	68.06	31924.28	24930.32	541	115.00	31.94	11809.57	20114.71	541	0.00	0.00	4504.17	7305.41	7305.41
150.00	V=250km/h	64500	1500	245.00	68.06	1500	245.00	68.06	36007.62	24930.32	601	115.00	31.94	13726.24	22281.38	601	0.00	0.00	4504.17	9222.07	9222.07
156.00	V=250km/h	64560	1560	245.00	68.06	1560	245.00	68.06	40090.95	24930.32	661	130.00	36.11	15803.77	24287.18	661	46.80	13.00	4848.67	10955.11	10955.11
162.00	V=250km/h	64620	1620	245.00	68.06	1620	245.00	68.06	44174.28	24930.32	721	155.92	43.31	18146.84	26027.44	721	84.60	23.50	5982.67	12164.17	12164.17
168.00	V=250km/h	64680	1680	245.00	68.06	1680	245.00	68.06	48257.62	24930.32	781	188.32	52.31	21020.01	27237.61	781	110.00	30.56	7653.59	13366.42	13366.42
174.00	V=250km/h	64740	1740	245.00	68.06	1740	245.00	68.06	52340.95	24930.32	841	220.72	61.31	24433.17	27907.78	841	115.00	31.94	9549.23	14883.94	14883.94
180.00	V=250km/h	64800	1800	245.00	68.06	1800	245.00	68.06	56424.28	24930.32	901	245.00	68.06	28368.25	28056.03	901	115.00	31.94	11465.89	16902.36	16902.36
186.00	V=250km/h	64860	1860	245.00	68.06	1860	245.00	68.06	60507.62	24930.32	961	245.00	68.06	32451.58	28056.03	961	115.00	31.94	13382.56	19069.02	19069.02
192.00	V=250km/h	64920	1920	245.00	68.06	1920	245.00	68.06	64590.95	24930.32	1021	245.00	68.06	36534.92	28056.03	1021	130.00	36.11	15393.43	21141.49	21141.49
198.00	V=250km/h	64980	1980	245.00	68.06	1980	245.00	68.06	68674.28	24930.32	1081	245.00	68.06	40618.25	28056.03	1081	147.82	41.06	17644.24	22974.01	22974.01
204.00	V=250km/h	65040	2040	245.00	68.06	2040	245.00	68.06	72757.62	24930.32	1141	245.00	68.06	44701.58	28056.03	1141	180.22	50.06	20382.41	24319.17	24319.17
210.00	V=250km/h	65100	2100	245.00	68.06	2100	245.00	68.06	76840.95	24930.32	1201	245.00	68.06	48784.92	28056.03	1201	212.62	59.06	23660.58	25124.34	25124.34
216.00	V=250km/h	65160	2160	245.00	68.06	2160	245.00	68.06	80924.28	24930.32	1261	245.00	68.06	52868.25	28056.03	1261	245.00	68.06	27478.74	25389.51	25389.51
222.00	V=250km/h	65220	2220	245.00	68.06	2220	245.00	68.06	85007.62	24930.32	1321	245.00	68.06	56951.58	28056.03	1321	245.00	68.06	31562.07	25389.51	25389.51
228.00	V=250km/h	65280	2280	245.00	68.06	2280	245.00	68.06	89090.95	24930.32	1381	245.00	68.06	61034.92	28056.03	1381	245.00	68.06	35645.41	25389.51	25389.51
234.00	V=250km/h	65340	2340	245.00	68.06	2340	245.00	68.06	93174.28	24930.32	1441	245.00	68.06	65118.25	28056.03	1441	245.00	68.06	39728.74	25389.51	25389.51
240.00	V=250km/h	65400	2400	245.00	68.06	2400	245.00	68.06	97257.62	24930.32	1501	245.00	68.06	69201.58	28056.03	1501	245.00	68.06	43812.07	25389.51	25389.51
246.00	V=250km/h	65460	2460	245.00	68.06	2460	245.00	68.06	101340.95	24930.32	1561	245.00	68.06	73284.92	28056.03	1561	245.00	68.06	47895.41	25389.51	25389.51
252.00	V=145km/h	65520	2520	245.00	68.06	2520	245.00	68.06	105424.28	24930.32	1621	245.00	68.06	77368.25	28056.03	1621	245.00	68.06	51978.74	25389.51	25389.51
258.00	V=80km/h	65580	2580	245.00	68.06	2580	245.00	68.06	109507.62	24930.32	1681	245.00	68.06	81451.58	28056.03	1681	245.00	68.06	56062.07	25389.51	25389.51
		65640	2640	245.00	68.06	2640	245.00	68.06	113590.95	24930.32	1741	245.00	68.06	85534.92	28056.03	1741	245.00	68.06	60145.41	25389.51	25389.51
		65700	2700	245.00	68.06	2700	245.00	68.06	117674.28	24930.32	1801	245.00	68.06	89618.25	28056.03	1801	245.00	68.06	64228.74	25389.51	25389.51
		65760	2760	245.00	68.06	2760	245.00	68.06	121757.62	24930.32	1861	245.00	68.06	93701.58	28056.03	1861	245.00	68.06	68312.07	25389.51	25389.51
		65820	2820	245.00	68.06	2820	245.00	68.06	12584												

A9.3. ORARIO DEI TRENI PER LA DIREZIONE PARI E INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE ORARIE PIÙ CARICHE

Prima di tutto sono state individuate, verticalmente con tre colori diversi le fasce più cariche—di circolazione treni—di durata oraria o poco più.

In particolare:

- su fondo **Rosso**, sono riportate le fasce “vietate” (con n° max treni 11/12);
- su fondo **Verde chiaro** o **Verde scuro**, sono riportate le fasce “possibili” (rispettivamente con n° max treni ≤9/8 oppure ≤7);
- fondo **Marrone** le fasce da valutare da parte del proprietario dell’infrastruttura, ovvero RFI (con n° max treni = 10).

Come risultato (Ultima COLONNA):

- in **BLUSCURO** sono stati evidenziati i treni (con il loro n° identificativo da 1 a 117) che, compatibilmente con il proprio orario, potrebbero effettuare la nuova fermata Medio Etruria
- in **AZZURRO** sono invece evidenziati quei treni che dovranno subire un’anticipazione o un posticipo.

ROMA - FIRENZE								
n°	Orario partenze RM Termini	treno	Rm-Tib	Fi-SMN	Fi-CM	note	60 minuti più carichi	Fermata Medio T.U.
1	5:35	9402	543	707	/			
2	5:45	9902	551	717	/			ok
3	6:00	9600	/	/	/			
4	6:15	8900	623	746	/		7	
5	6:20	9504	627	751	/			
6	6:30	9602	/	/	/			
7	6:45	8504	/	/	801			-7'
8	6:45	9904	653	817	/			-7'
9	6:50	8408	658	822	/			
10	7:00	9606	705	/	/			
11	7:05	9566	713	836	/			
12	7:10	9962	717	/	/			
13	7:15	8956	723	846	/			
14	7:20	9508	727	851	/		9	
15	7:30	9608	/	/	/			
16	7:45	9908	753	917	/			-10'
17	7:50	9406	758	922	/			-7'
18	8:00	9610	/	/	/			
19	8:10	9964	817	/	/			
20	8:15	8904	823	946	/			
21	8:20	9514	827	951	/			
22	8:30	9612	/	/	/			
23	8:35	8416	843	1007	/			
24	8:45	9912	853	1017	/			
25	8:45	8508	/	/	1001			
26	8:50	9412	858	1022	/			
27	9:00	9614	/	/	/			
28	9:10	9968	917	/	/			
29	9:15	8932	923	1046	/			
30	9:20	9516/9518	927	1051	/			
31	9:30	9616	/	/	/			
32	9:45	9916	953	1117	/			
33	9:45	8510	/	/	1101			
34	9:50	9414	958	1122	/			
35	10:00	9618	/	/	/			
36	10:05	9572	1013	1136	/		9	ok
37	10:20	9520	1027	1151	/			
38	10:35	9416	1043	1207	/			
39	10:45	8512	/	/	1201			
40	10:45	9920	1053	1217	/			
41	10:50	9418	1058	1222	/			
42	11:00	9622	/	/	/			
43	11:10	9972	1116	/	/			
44	11:15	8936	1123	1246	/			
45	11:20	9526	1127	1251	/			
46	11:30	9624	/	/	/			
47	11:35	9420	1143	1307	/			
48	11:45	9924	1153	1317	/			-4'
49	11:50	8432	1158	1322	/			-2'
50	12:00	9626	/	/	/			+5'
51	12:15	8958	1223	1346	/			
52	12:20	9528	1227	1351	/			
53	12:30	9628	/	/	/		7	

54	1245	9928	1253	1417	/			
55	1250	8434	1258	1422	/			
56	1300	9630	/	/	/			
57	1310	9976	1316	/	/			
58	1315	8954	1323	1446	/			
59	1320	9532	1327	1451	/			+3'
60	1330	9620	/	/	/		8	+10'
61	1345	9932	1353	1517	/			
62	1350	9430	1358	1522	/			
63	1400	9634	/	/	/			
64	1415	8918	1423	1546	/			
65	1420	9536	1427	1551	/			
66	1430	9636	/	/	/			
67	1445	8518	/	/	1601		8	
68	1445	9936	1453	1617	/			
69	1450	9434	1458	1622	/			
70	1500	9638	/	/	/			
71	1515	8920	1523	1646	/			-10'
72	1522	9538/9540	1527	1651	/			+1'
73	1530	9640	/	/	/			7
74	1545	9940	1553	1717	/			
75	1550	8446	1558	1722	/			
76	1600	9642	/	/	/			
77	1605	9578	1613	1736	/			
78	1610	9982	1617	/	/			
79	1615	8922	1623	1746	/			
80	1620	9542/44/46	1627	1751	/			
81	1630	9644	/	/	/		11	
82	1635	8448	/	1807	/			
83	1645	9944	1653	1817	/			
84	1645	8524	/	/	1801			
85	1650	8450	1658	1822	/			
86	1700	9646	1705	/	/			10
87	1710	9984	1716	/	/			
88	1720	9550	1727	1851	/			
89	1730	9648	/	/	/			
90	1730	9444	/	/	/		9	
91	1745	8526	/	/	1901			
92	1745	9948	1753	1917	/			
93	1750	9446	1758	1922	/			
94	1800	9650	/	/	/			
95	1805	9580	1813	1936	/			12
96	1810	9986	1817	/	/			
97	1815	8926	1823	1946	/			
98	1820	9592/9552	1827	1951	/			
99	1829	8552	1837	2002	/			
100	1830	9652/9690	/	/	/			
101	1845	8528	/	/	2001			-7'
102	1845	9952	1853	2017	/			-9'
103	1850	9450	1858	2035	/	via Arezzo		
104	1900	9654	/	/	/			
105	1910	9988	1916	/	/			
106	1915	8960	1923	2046	/			
107	1920	9558	1927	2051	/			
108	1929	9584/9588	1937	2102	/		10	
109	1935	9560	1943	2107	/			
110	1945	8586	/	/	2102			
111	1950	8464	1958	2122	/			
112	1950	9956	/	2117	/			
113	2000	9660	/	/	/		6	
114	2020	9562	2027	2151	/			ok
115	2045	9958	2053	2217	/			
116	2050	9564	2058	2235	/	via Arezzo		
117	2100	9662	/	/	/			

A9.4. CRARIE DEI TRENI PER LA DIREZIONE DISPARI E INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE ORARIE PIÙ CARICHE

La stessa simbologia e risultati sono, ovviamente, quelli dell'analisi del punto precedente (Treni Pari) ad eccezione della Fascia gialla (risultato da valutare) per distinguere il senso di marcia.

FIRENZE - ROMA								
n°	Orario arrivi Roma Termini	Treno	Rm-Tib	Fi-SMN	Fi-CM	Note	60 minuti più carichi	Fermata Medio T.U.
1	8.29	9695	/	/	/			
2	8.35	9501	8.26	/	/	via Arezzo 7.25		ok
3	8.59	9961	/	/	/			
4	9.05	9903	8.55	7.33	/			
5	9.10	9605	/	/	/		8	
6	9.10	8401	9.00	7.38	/			
7	9.25	8551	9.15	7.54	8.01			
8	9.30	9403	/	/	/			ok
9	9.45	8503	/	/	8.27			
10	9.55	9503	9.45	8.08	/	via arezzo 8.42	9	
11	9.59	9607/9689	9.50	/	/			
12	10.05	8585/8591	/	/	8.42			
13	10.10	9507	10.00	8.39	/			
14	10.14	9965	10.06	/	/			
15	10.25	8955	10.19	8.52	/			
16	10.29	9609	/	/	/			
17	10.40	9591	10.29	9.08	/			
18	10.45	8505	/	/	9.27			
19	10.55	9561	10.45	9.24	/			
20	10.55	9611	/	/	/			
21	11.05	9907	10.55	9.33	/			
22	11.10	9407	11.00	9.38	/			
23	11.13	9967	11.06	/	/			
24	11.25	8945	11.15	9.52	/		10	anticipo
25	11.28	9613	/	/	/			anticipo
26	11.40	9513	11.30	10.08	/			
27	11.45	8507	/	/	10.27			
28	11.46	8903	11.35	10.13	/			
29	11.59	9615	/	/	/			
30	12.05	9911	11.55	10.33	/			
31	12.09	9969	/	/	/			
32	12.10	8413	/	10.38	/			
33	12.20	8415	12.10	10.48	/		8	
34	12.29	9621	/	/	/			
35	12.40	9517	12.30	11.08	/			ok
36	12.55	9619	/	/	/			
37	12.55	9567/9619	12.45	11.24	/			
38	13.05	9915	12.55	11.33	/			
39	13.10	8419	13.00	11.38	/			
40	13.20	9415	13.10	11.48	/			
41	13.40	9521	13.30	12.08	/			
42	13.45	8907	13.35	12.13	/			
43	13.59	9623	/	/	/			
44	14.05	9919	13.55	12.33	/			
45	14.10	9419	14.00	12.38	/			
46	14.14	9973	14.06	/	/			
47	14.25	8957	14.15	12.52	/			
48	14.29	9625	/	/	/			
49	14.40	9525	14.30	13.08	/			
50	14.45	8909	14.35	13.13	/			
51	14.50	8511	/	/	13.27			
52	14.55	9627	/	/	/			
53	15.05	9923	14.55	13.33	/			
54	15.10	8427	15.00	13.38	/			
55	15.20	9425	15.10	13.48	/			ok
56	15.40	9529	15.30	14.08	/			
57	15.55	9631	/	/	/			
58	16.05	9927	15.55	14.33	/			
59	16.10	9542	16.00	14.38	/			
60	16.14	9977	16.06	/	/			
61	16.29	9633	/	/	/			
62	16.40	9533	16.30	15.08	/		8	

63	1645	8913	1635	1513	/			
64	1658	9635	/	/	/			
65	1705	9981	1655	1533	/			
66	1710	8435	1700	1538	/			ok
67	1729	9637	/	/	/			
68	1740	9537	1730	1608	/			
69	1745	8517	/	/	1627			
70	1746	8917	1735	1613	/			
71	1755	9639	/	/	/			
72	1805	9985	1755	1633	/			
73	1810	9435	1800	1638	/			
74	1820	9437	1810	1648	/		8	
75	1828	9641	/	/	/			
76	1840	9541	1830	1708	/			ok
77	1855	9643	/	/	/			
78	1855	9573	1845	1724	/			
79	1905	9989	1855	1733	/			
80	1910	9439	1900	1738	/			
81	1914	9983	/	/	/			
82	1920	9583/9585	/	1754	/		10	
83	1929	9645	/	/	/			10
84	1940	9545	1930	1808	/			
85	1945	8983	1935	1813	/			
86	1948	8523	/	/	1827			
87	1958	9647	1950	/	/			
88	2005	9943	1955	1833	/			
89	2010	9443	2000	1838	/			
90	2014	9987	/	/	/		10	
91	2020	8447	2010	1848	/			
92	2029	9691	/	/	/			
93	2040	9549	2030	1908	/			
94	2045	8525	/	/	1927			
95	2055	9575	2045	1924	/			
96	2055	9651	/	/	/			
97	2105	9947	2055	1933	/			
98	2110	8451	21000	1938	/			
99	2114	9989	2106	/	/			
100	2125	8959	2119	1952	/		10	anticipo
101	2129	9663	/	/	/			posticipo
102	2140	9553	2129	2008	/		10	
103	2145	8925	2135	2013	/			
104	2145	8527	/	/	2027			
105	2159	9655	/	/	/			
106	2205	9951	2155	2033	/			
107	2210	9451	2200	2038	/			
108	2214	9991	2206	/	/			
109	2221	9587	/	2054	/			
110	2229	9657	/	/	/			
111	2240	9557	2230	2108	/			
112	2245	8927	2235	2113	/			
113	2255	9659	/	/	/			
114	2310	9455	23000	2138	/			
115	2325	9955	2318	2153	/			
116	2340	9559	2330	2208	/			ok
117	2355	9959	2345	2223	/			
118	2359	9663	/	/	/			

A.10. Capacità della linea Direttissima con il metodo UIC 450/R

A.10.1. Capacità con distanziamento a sezioni di blocco fisse – sdb da 1350 m

Calcolo della capacità della linea AV nella tratta Roma - Firenze mediante il metodo UIC 405/R

	N	capacità della linea nel periodo T, determinata dalla tratta con maggiore tempo di occupazione
Intervallo medio tra due treni	t _{fm}	media pesata dell'intervallo di distanziamento tra due treni
	t _r	marginale di estensione valutato come 0,67 t _{fm}
	t _d	tempo supplementare, valutato come 0,25a, dove a è il numero delle sezioni della linea nella quale la tratta è suddivisa

Velocità max del treno		decelerazione	tempo di arresto	Spazio di arresto	Numero di sezioni di blocco per arresto	Numero di sezioni di blocco per ricoprimento e sicurezza	Numero di sezioni di blocco totale richiesto
[km/h]	[m/s]	[m/s ²]	[s]	[m]	[1350 m]	[1350 m]	[1350 m]
250	69.44	0.4	174	6028	5	3	8

Lunghezza treno max	Distanza pratica tra due treni (Dm)	Intervallo pratico tra due treni (t _{fm})	T = t _{fm} + 0,33 * t _{fm} + 90	T = t _{fm} + 0,67 * t _{fm} + 90	Ore di punta giornaliera	Ore di morbida giornaliera
[m]	[m]	[s]	[s]	[s]	[n°]	[n°]
500	11300	163	306	362	5.5	11.5

Capacità oraria per direzione (5,5 ore di punta)	Capacità giornaliera per direzione (5,5 ore di punta)	Capacità oraria per direzione (11,5 ore di morbida)	Capacità giornaliera per direzione (11,5 ore di)
C(h)=3600/T	17h	C(h)=3600/T	17h
11.75	64	9.95	114

Capacità giornaliera della linea per direzione	Capacità giornaliera della linea
17h	17h
178	356

Nota

Formula riduttiva usata come t_d = 90 secondi (tempo fisso) perché se si usasse la formula classica si avrebbe una capacità ridottissima che non rispecchia la realtà.

Capacità giornaliera della linea	Capacità attualmente utilizzata della linea	
17h	17h	66%
356	234	

Non è possibile aumentare la capacità ulteriormente (salvo piccoli incrementi nelle ore di morbida) poiché si avrebbe un numero di ore di punta giornaliera (con 11 treni o più) superiore alle 5. Ai fini della stabilità dell'orario, della gestione della circolazione dei treni nelle stazioni e della domanda, la capacità attuale è prossima alla massima possibile per tale

A.10.2. Capacità con distanziamento a sezioni di blocco mobili – sdb da 1500 m

Calcolo della capacità della linea AV nella tratta Roma - Firenze mediante il metodo UIC 405/R - Blocco mobile

	N	capacità della linea nel periodo T, determinata dalla tratta con maggiore tempo di occupazione
Intervallo medio tra due treni	t _{fm}	media pesata dell'intervallo di distanziamento tra due treni
	t _r	marginale di estensione valutato come 0,67 t _{fm}
	t _d	tempo supplementare, valutato come 0,25a, dove a è il numero delle sezioni della linea nella quale la tratta è suddivisa

Velocità max del treno		decelerazione	tempo di arresto	Spazio di arresto	Numero di sezioni di blocco per arresto	Numero di sezioni di blocco per avviso	Numero di sezioni di blocco totale richiesto
[km/h]	[m/s]	[m/s ²]	[s]	[m]	[1500 m]	[1500 m]	[1500 m]
250	69.44	0.4	174	6028	5	1	6

Lunghezza treno max	Distanza pratica tra due treni (Dm)	Intervallo pratico tra due treni (t _{fm})	T = t _{fm} + 0,33 * t _{fm} + 90	T = t _{fm} + 0,67 * t _{fm} + 90	Ore di punta giornaliera	Ore di morbida giornaliera
[m]	[m]	[s]	[s]	[s]	[n°]	[n°]
500	9500	137	272	318	5.5	11.5

Capacità oraria per direzione (5,5 ore di punta)	Capacità giornaliera per direzione (5,5 ore di punta)	Capacità oraria per direzione (11,5 ore di morbida)	Capacità giornaliera per direzione (11,5 ore di)
C(h)=3600/T	17h	C(h)=3600/T	17h
13.24	72	11.30	130

Capacità giornaliera della linea per direzione	Capacità giornaliera della linea
17h	17h
202	404

Nota

Formula riduttiva usa come t_d = 90 secondi (tempo fisso) perché se si usasse la formula classica si avrebbe una capacità ridottissima che non rispecchia la realtà.

Capacità giornaliera della linea	Capacità attualmente utilizzata della linea	
17h	17h	58%
404	234	

A.11. Planimetria della fermata Medio Etruria

- vedere foglio A2 -

A.12. Orario autobus programmato per la fermata Mediopadana

Orario autobus - Mediopadana

andata								
corsa n°	Cremona	Parma	Parma Nord	Reggio Emilia	autobus	durata corsa	vs Nord	vs Sud
1	7:10	8:20	8:30	9:00	1	110	9:24	9:23
2	9:10	10:20	10:30	11:00	2	110	11:24	11:23
3	12:10	13:20	13:30	14:00	1	110	14:24	14:23
4	14:10	15:20	15:30	16:00	2	110	16:24	16:23
5	/	16:20	16:30	17:00	1	40	/	17:23

ritorno								
corsa n°	Reggio Emilia	Parma Nord	Parma	Cremona	autobus	durata corsa	da Nord	da Sud
6	9:45	10:15	10:25	11:35	1	110	9:21	9:22
7	11:45	12:15	12:25	13:35	2	110	11:21	11:22
8	14:45	15:15	15:25	/	1	40	14:21	14:22
9	16:45	17:15	17:25	18:35	2	110	16:21	16:22
10	18:45	19:15	19:25	20:35	1	110	18:24	18:22

andata								
corsa n°	Mantova	Modena	Reggio Emilia	autobus	durata corsa	vs Nord	vs Sud	
11	8:10	9:20	10:00	3	110	10:24	10:23	
12	13:10	14:20	15:00	3	110	15:24	15:23	

ritorno								
corsa n°	Reggio Emilia	Modena	Mantova	autobus	durata corsa	da Nord	da Sud	
13	10:45	11:25	12:35	3	110	10:21	10:22	
14	16:45	17:25	18:35	3	110	16:21	16:22	

A.13. Orario treno AV FR 9500: Perugia – Arezzo - Firenze S.M.N. - BO AV- Reggio E. MP - Milano C.le - Torino PS AV - Torino PN

Utente: bologna

Data di Stampa: 31/07/2018 11:24:13

Bollettino di Dettaglio

2017-2018 Vigore

Valido dal: 10/12/2017

Valido al: 08/12/2018

Treno Master 9500	Treno 9500	Versione 1
Variante STANDARD		Valido dal 22/07/2018
Treno di provenienza		Valido al 25/08/2018
Treno di proseguimento		Rilasciato SI
Da PERUGIA		Marcato No
A TORINO PORTA NUOVA		Bloccato Si
		Cliente 001-TI-PAX-LH
Origine PERUGIA	Denominazione FRECCIAROSSA	Data Ultima Mod. 25/07/2018
Destino TORINO PORTA NUOVA	Classifica ES*	Ex Treno 9500

Impostazione								
Codice	Motrice	N. Motr.	N.Rim.	Pes.Blc.	%P.F.	Vel. Vei.	Rango	Frenatura
951	ETR 500 AV	1			135	300	C	VIAGGIATORI

Percorso																					
Pr.	N. Treno	Clas	Imp.	Località	T. F.	P/P	S/P	P/S	S/S	All.	Al.Tr.	An.Lc.	Al.Lv.	Al.Pt.	Arrivo	Sosta	Partenza	Via	Simb	Inc/Prec	
1	9500	ES*	951	PERUGIA		O											05:13:00				
2				PERUGIA UNIVERSITA'	T	01.0	02.0	01.5	02.5	0.5				0.5			05:16:00				
3				PERUGIA CAPITINI	T	01.0	01.5	01.5	02.0								05:17:00				
4				PERUGIA SILVESTRINI	T	01.5	02.0	02.0	02.5					0.5			05:19:00				
5				ELLERA CORCIANO	T	02.0	02.5	02.5	03.0								05:21:00				
6				MONTE MELINO	T	03.0	03.5	03.5	04.0					1.0			05:25:00				
7				MAGIONE	T	03.0	03.5	03.5	04.0								05:28:00				
8				TORRICELLA	T	01.5	02.0	02.0	02.5					0.5			05:30:00				
9				PASSIGNANO SUL TRASIMENO	T	03.5	04.0	04.0	04.5					0.5			05:34:00				
10				TUORO SUL TRASIMENO	T	02.0	02.5	02.5	03.0								05:36:00				
11				TERONTOLA CORTONA	T	04.0	04.5	04.5	05.0	1.0				1.0			05:42:00				
12				CAMUCIA CORTONA	T	02.5	03.5	03.0	04.0					1.5			05:46:00				
13				CASTIGLION FIORENTINO	T	05.5	05.5	05.0	06.0					0.5			05:51:00				
14				PM RIGUTINO FRASSINETO	T	02.5	03.5	02.5	03.5					0.5			05:54:00				
15				2°BIVIO AREZZO SUD	T	01.5	01.5	01.5	01.5								05:55:30				
16				PM OLMO	T	01.0	01.0	01.0	01.0					0.5			05:57:00				
17				AREZZO	F	03.0	03.0	03.5	03.5					1.5	06:02:00	2.0	06:04:00				
18				2°BIVIO AREZZO NORD	T	02.5	03.0	02.5	03.0	1.0							06:08:00				
19				1°BIVIO AREZZO NORD	T	02.0	02.0	02.0	02.0								06:10:00				
20				PC ASCIONE	T	03.0	06.5	04.0	07.5								06:13:00				
21				1°BIVIO VALDARNO SUD	T	00.5	02.0	01.5	03.0								06:13:30				
22				PC RENACCI	T	03.5	06.0	04.0	06.5								06:17:00				
23				1°BIVIO VALDARNO NORD	T	01.5	04.5	02.5	05.5								06:18:30				
24				PC S.DONATO	T	01.5	04.0	02.5	05.0								06:20:00				
25				DEV. ESTR. DD PM ROVEZZANO	T	03.5	07.0	04.0	07.5								06:23:30	DD			
26				PM ROVEZZANO	T	00.5	01.0	01.0	01.5								06:24:00	DD			
27				FIRENZE ROVEZZANO	T	00.5	01.0	01.0	01.5					0.5			06:25:00	DD			
28				FIRENZE CAMPO MARTE	T	01.5	02.5	02.0	03.0					0.5			06:27:00				
29				DEV. ESTR. FIRENZE STATUTO	T	02.0	02.5	02.5	03.0					1.0			06:30:00				
30				FIRENZE STATUTO INTERCONNESSIONE	T	00.5	00.5	01.0	01.0					0.5			06:31:00				
31				FIRENZE SANTA MARIA NOVELLA	F	02.0	02.5	02.0	02.5					1.0	06:34:00	9.0	06:43:00	DD			
32				FIRENZE RIFREDI	T	01.5	02.0	02.0	02.5					2.0			06:47:00	AV			
33				FIRENZE CASTELLO	T	02.0	02.5	02.5	03.0					0.5			06:49:30				
34				SEGNALE DI CONFINE FIRENZE CASTELLO	T	01.0	01.5	01.5	02.0								06:50:30				
35				PDE GINORI	T	02.0	02.5	02.5	03.0								06:52:30				
36				PDE VAGLIA	T	01.0	01.5	01.5	02.0								06:53:30				
37				PDE CARDINI	T	01.0	01.5	01.5	02.0								06:54:30				
38				PDE CARLONE	T	01.5	02.0	02.0	02.5								06:56:00				
39				PM S.PIRO A SIEVE	T	01.5	02.0	02.5	03.0								06:57:30				
40				PDE SIEVE	T	00.5	01.0	01.0	01.5								06:58:00				
41				PDE FIRENZUOLA	T	01.0	01.5	01.5	02.0								06:59:00				
42				PDE S.GIORGIO	T	00.5	01.0	01.0	01.5								06:59:30				
43				PDE MARZANO	T	00.5	01.0	01.0	01.5								07:00:00				
44				PDE OSTETO	T	00.5	01.0	01.0	01.5					1.0			07:01:30				
45				PDE ROVIGO	T	00.5	01.0	01.0	01.5					0.5			07:02:30				
46				PM/PDE S.PELLEGRINO	T	00.5	01.0	01.0	01.5								07:03:00				
47				PDE BRENTANA	T	00.5	01.0	01.0	01.5								07:03:30				
48				PDE BRENZONA	T	00.5	01.0	01.0	01.5								07:04:00				
49				PDE DIATERNA	T	00.5	01.0	01.0	01.5								07:04:30				
50				PDE CASTELVECCHIO	T	00.5	01.0	01.0	01.5					0.5			07:05:30				
51				PDE OSTERIA	T	00.5	01.0	01.0	01.5								07:06:00				

Bollettino di Dettaglio

2017-2018 Vigore

Valido dal: 10/12/2017

Valido al: 08/12/2018

Treno Master 9500	Treno 9500	Versione 1
Variante STANDARD		Valido dal 22/07/2018
Treno di provenienza		Valido al 25/08/2018
Treno di proseguimento		Rilasciato SI
Da PERUGIA		Marcato No
A TORINO PORTA NUOVA		Bloccato SI
		Cliente 001-TI-PAX-LH
Origine PERUGIA	Denominazione FRECCIAROSSA	Data Ultima Mod. 25/07/2018
Destino TORINO PORTA NUOVA	Classifica ES*	Ex Treno 9500

Percorso																					
Pr.	N. Treno	Clas	Imp.	Località	T. F.	P/P	S/P	P/S	S/S	All.	Al.Tr.	An.Lc.	All.V.	Al.Pl.	Arrivo	Sosta	Partenza	Via	Simb	Inc/Prec	
52				PDE MONTE BIBELE	T	00.5	01.0	01.0	01.5					0.5			07:07:00				
53				PM IDICE	T	00.5	01.0	01.0	01.5								07:07:30				
54				PDE QUINZANO	T	00.5	01.0	01.0	01.5								07:08:00				
55				PDE RIO DEI CANI	T	01.0	01.5	01.5	02.0					0.5			07:09:30				
56				PDE LAURINZIANO	T	00.5	01.0	01.0	01.5					0.5			07:10:30				
57				PDE RIOSTO	T	00.5	01.0	01.0	01.5								07:11:00				
58				BIVIO EMILIA	T	01.0	01.5	01.5	02.0								07:12:00			AV	
59				PDE MONTECALVO	T	00.5	01.0	01.0	01.5								07:12:30				
60				PDE SAVENA	T	01.0	02.0	02.0	03.0								07:13:30				
61				BOLOGNA C.LE/AV	F	03.5	04.5	04.0	05.0					0.5	07:18:00	3.0	07:21:00				
62				BIVIO VENEZIA	T	01.0	01.5	01.5	02.0								07:22:30				
63				PM RENO	T	01.0	02.0	01.5	02.5								07:23:30				
64				PM ANZOLA	T	03.5	04.0	04.5	05.0								07:27:00				
65				BIVIO CASTELFRANCO EST	T	01.5	03.0	02.0	03.5								07:28:30				
66				BIVIO MODENA OVEST	T	05.5	07.5	07.0	09.0								07:34:00				
67				PC RUBIERA	T	02.0	04.0	02.5	04.5								07:36:00				
68				REGGIO EMILIA AV MEDIOPADANA	F	02.0	04.5	03.5	06.0					0.5	07:40:00	2.0	07:42:00				
69				PM CAMPEGINE	T	02.0	04.0	03.0	05.0					1.0			07:47:00				
70				1°BIVIO PARMA EST	T	03.0	04.5	03.5	05.0								07:50:00				
71				PC FONTANELLATO	T	04.5	07.0	05.5	08.0								07:54:30				
72				1°BIVIO FIDENZA OVEST	T	02.0	04.5	03.5	06.0								07:56:30				
73				PC PIACENZA	T	03.5	06.0	04.5	07.0								08:00:00				
74				1°BIVIO PIACENZA EST	T	00.5	02.0	01.5	03.0								08:00:30				
75				BIVIO PIACENZA OVEST	T	02.5	05.0	04.0	06.5								08:03:00				
76				PM LIVRAGA	T	02.5	05.0	04.0	06.5								08:05:30				
77				SEGNALE DI CONFINE MELEGNANO	T	05.0	07.5	06.0	08.5					0.5			08:11:00				
78				BIVIO/PC MELEGNANO	T	00.5	01.0	01.0	01.5					1.5			08:13:00				
79				MILANO ROGOREDO	T	04.5	05.5	05.0	06.0					0.5			08:18:00				
80				CIPPO KM 6.000	T	02.0	02.5	02.5	03.0								08:20:00				
81				MILANO LAMBRATE	T	01.0	01.5	01.5	02.0								08:21:00			VE	
82				QUADRIVIO/PC TURRO	T	01.5	02.0	02.0	02.5	1.0				2.5			08:26:00			VE	
83				MILANO CENTRALE	F	03.5	04.0	04.0	04.5	-1.5				1.5	08:30:00	18.0	08:48:00				
84				TRIPLO BIVIO/PC SEVESO	T	04.5	05.0	05.0	05.5								08:53:00				
85				MILANO CERTOSA	T	02.5	03.0	03.0	03.5					0.5			08:56:00			AV	
86				RHO FIERA	T	02.0	02.5	02.5	03.0					1.0			08:59:00				
87				RHO DEVIATOIO ESTREMO LAV	T	00.5	01.0	01.0	01.5					1.5			09:01:00				
88				SEGNALE DI CONFINE RHO	T	00.5	01.0	01.0	01.5					1.5			09:03:00				
89				PC MARCALLO	T	04.5	05.5	05.5	06.5	0.5				1.0			09:09:00				
90				BIVIO NOVARA OVEST	T	04.0	06.0	05.0	07.0					1.0			09:14:00				
91				PC RECETTO	T	03.0	05.5	04.5	07.0					1.0			09:18:00				
92				PM ALICE	T	06.0	08.5	07.0	09.5								09:24:00				
93				PM CIGLIANO	T	01.5	03.5	02.5	04.5					0.5			09:26:00				
94				SEGNALE DI CONFINE STURA	T	07.0	09.0	07.5	09.5	-0.5				0.5			09:33:00				
95				TORINO STURA ORIGINE AV	T	00.5	01.0	01.0	01.5					3.5			09:37:00				
96				TORINO STURA	T	00.5	01.5	01.0	02.0	0.5				2.0			09:40:00				
97				TORINO PORTA SUSA	F	03.0	04.0	03.5	04.5					0.5	09:44:00	2.0	09:46:00			A	
98				BIVIO CROCETTA	T	02.0	02.5	02.5	03.0					0.5			09:49:00				
99				QUADRIVIO ZAPPATA	T	00.5	01.0	01.0	01.5					1.0			09:50:30				
100				ORIGINE-TERMINE TORINO/MODANE	T	00.5	01.0	01.0	01.5								09:51:00				
101				ORIGINE-TERMINE TORINO/MILANO	T	01.0	01.5	01.5	02.0								09:52:00				
102				TORINO PORTA NUOVA	D	02.5	03.0	03.0	03.5						09:55:00						
Totali (hh.mm.ss)																					
						3.21				0.02.30				0.42.30			0.36				4.42

Bollettino di Dettaglio

2017-2018 Vigore

Valido dal: 10/12/2017

Valido al: 08/12/2018

Treno Master <i>9500</i>	Treno 9500	Versione 1
Variante STANDARD		Valido dal <i>22/07/2018</i>
Treno di provenienza		Valido al <i>25/08/2018</i>
Treno di proseguimento		Rilasciato <i>SI</i>
Da <i>PERUGIA</i>		Marcato <i>No</i>
A <i>TORINO PORTA NUOVA</i>		Bloccato <i>SI</i>
		Cliente <i>001-TI-PAX-LH</i>
Origine <i>PERUGIA</i>	Denominazione <i>FRECCIAROSSA</i>	Data Ultima Mod. <i>25/07/2018</i>
Destino <i>TORINO PORTA NUOVA</i>	Classifica <i>ES*</i>	Ex Treno <i>9500</i>

Periodicità		
Da: Perugia	A: TORINO P.NUOVA	cs (Sa,+)

12. Riferimenti

1. *Rapporto finale sul tavolo tecnico Medio Etruria: Medio Etruria una Nuova Stazione AV.*
2. *PIT della regione Toscana: Introduzione.*
3. *PIT della regione Toscana: descrizione strutturale.*
4. *Rapporto finale sul tavolo tecnico Medio Etruria: Medio Etruria una Nuova Stazione AV – La Direttissima Firenze – Roma.*
5. *Fondazione Cassa Risparmio Perugia: <https://www.fondazionecrpg.com/lalta-velocita-arriva-in-umbria-partito-il-collegamento-frecciarossa-perugia-milano/>.*
6. *Thomas L. Saaty, che ha sviluppato il processo dell'analisi multicriterio.*
7. *Seminario "Aspetti tecnici e trasportistici dell'Alta Velocità ferroviaria italiana", Milano 26/11/2018 - Ing. R. Mazzoncini - "Introduzione sugli aspetti tecnici delle infrastrutture ferroviarie per l'Alta Velocità"; Prof. Ing. E. Cascetta - Relazione generale: "I benefici dell'Alta Velocità. Analisi ex post degli effetti sul mercato dei trasporti e non solo".*
8. *Tabella del punteggio elaborata da T. Saaty.*
9. *Seminario "Aspetti tecnici e trasportistici dell'Alta Velocità ferroviaria italiana", Milano 26/11/2018 - Prof. Ing. E. Cascetta - Relazione generale: "I benefici dell'Alta Velocità. Analisi ex post degli effetti sul mercato dei trasporti e non solo".*
10. *Fonte dati distribuzione degli abitanti nei comuni individuati (allegato A.8.):
<https://www.tuttitalia.it/umbria/provincia-di-perugia/72-comuni/>
<https://www.tuttitalia.it/toscana/provincia-di-arezzo/41-comuni/>
<https://www.tuttitalia.it/toscana/provincia-di-siena/65-comuni/>*
11. *IRTECO – per conto della Regione Emilia Romagna (27 aprile 2018) – Indagini sulla mobilità e conteggio passeggeri del TP ferroviario regionale.*
12. ; 13. ; 14. *Prof. Ing. E. Cascetta - Relazione generale: "I benefici dell'Alta Velocità. Analisi ex post degli effetti sul mercato dei trasporti e non solo".*
15. *Frecciarossa Perugia – Milano: il servizio sarà operativo anche per tutto il 2019 – trasporti-talia.com*

13. Bibliografia

[1] **Fascicolo linea Firenze n°92** – linea Firenze Rifredi – 1° bivio Orte Nord (Direttissima) – Edizione Dicembre 2003.

[2] **Fascicolo linea Roma n°114** – linea 1° bivio Orte Nord – Roma Termini (Direttissima) – Edizione Dicembre 2003.

[3] Sito web RFI – **Quadro orario stazione per stazione** – <http://www.rfi.it/rfi/LINEE-STAZIONI-TERRITORIO/Le-stazioni/Informazione-in-stazione/Quadri-orario-on-line/Quadri-Orario-stazione-per-stazione>.

[4] **Saaty T. L. (1988)** Multicriteria decision making - the analytic hierarchy process. Planning, priority setting, resource allocation, RWS Publishing, Pittsburgh.

[5] **Saaty, T.L. (1980)** – The Analytic Hierarchy Process. New York, Mc Graw-Hill.

[6] **Dr. Rainer Haas, Dr. Oliver Meixner**, Institute of Marketing & Innovation – An Illustrated Guide to the Analytic Hierarchy Process.

[7] **Nancy Mead** (September 2006) – Requirements Priorization Case Study Using AHP.

[8] RFI – **Profilo Piano-altimetrico**; L514 Roma – Firenze DD – tratta: PJ1 Chiusi Sud – PJ1 Chiusi Nord – km 134+391 – km 154+251.

[9] RFI – **Profilo Piano-altimetrico**; L514 Roma – Firenze DD – tratta: PJ1 Chiusi Nord – PJ1 Arezzo Sud – km 154+251 – km 189+071.

[10] RFI – **Profilo Piano-altimetrico**; L514 Roma – Firenze DD – tratta: Arezzo Sud – Figline Valdarno – km 189+071 – km 200+389.

[11] **Regione Emilia Romagna (27 aprile 2018)** – Indagini sulla mobilità e conteggio passeggeri del TP ferroviario regionale.

[12] **Prescrizioni per la progettazione e realizzazione dei marciapiedi alti a servizio dei viaggiatori FS - ASA Rete- 1996”.**

[13] **DM n. 1444 del 22.04.1968**

[14] **Frecciarossa Perugia – Milano: il servizio sarà operativo anche per tutto il 2019** – trasporti-talia.com

[15] **Stazione ferroviaria sulla Direttissima: le riflessioni di un lettore/tecnico** – Arezzo Notizie

[16] **Linea AV Milano – Napoli, Tratta Milano – Bologna: Considerazioni sul posizionamento della fermata AV nel territorio di Reggio Emilia (24/04/1997).**