

*CORRIDOIO ADRIATICO
QUADRUPLICAMENTO ITINERARIO BOLOGNA-CASTEL BOLOGNESE E
POTENZIAMENTO ITINERARIO CASTEL BOLOGNESE-RUSSI-RAVENNA*

STUDIO DI TRASPORTO

Marzo 2023

Documento finale prodotto con il contributo del Raggruppamento Temporaneo di Impresa, costituito da:



nell'ambito delle attività disciplinate dal Contratto Applicativo 14/2020 di cui alla Convenzione 449/2018
Servizi di ingegneria finalizzati allo studio e all'analisi di scenari di trasporto a supporto delle valutazioni di investimenti ferroviari.

Sommario

1	Premessa	1
2	Inquadramento territoriale e socio-economico dell'area di studio	3
2.1	Area di Studio	3
2.2	Inquadramento socio-economico.....	3
2.2.1	Variabili demografiche.....	4
2.2.2	Variabili economiche	25
2.2.3	Livelli di occupazione	27
2.2.4	Dotazione automobilistica	38
2.2.5	Turismo.....	49
3	Attuali caratteristiche delle infrastrutture e dei servizi di trasporto passeggeri e merci	75
3.1	La rete stradale.....	75
3.1.1	Regione Emilia-Romagna.....	75
3.1.2	Regione Toscana.....	77
3.1.3	Regione Marche	78
3.2	Rete ferroviaria	79
3.2.1	Regione Emilia-Romagna.....	79
3.2.2	Regione Toscana.....	83
3.2.3	Regione Marche	85
3.3	Servizi ferroviari	87
3.4	Servizi su gomma	89
4	La domanda di trasporto attuale	91
4.1	La domanda attuale per il trasporto passeggeri.....	91
4.1.1	Mobilità di trasporto regionale	91
4.1.2	Modalità di lunga percorrenza	103
4.2	La domanda attuale per il trasporto merci.....	104
4.2.1	Il traffico del porto di Ravenna.....	104
4.2.2	I volumi di trasporto merci ed il traffico attuale	106
5	La domanda futura: approccio metodologico e scenari di valutazione	108
5.1	Sintesi dell'approccio metodologico	108
5.1.1	Traffico passeggeri	108
5.1.2	Traffico merci	109
5.2	Scenari di valutazione.....	110
5.2.1	Definizione degli scenari di valutazione	110
5.2.2	Proiezioni socio-economiche	110
5.2.3	Interventi pianificati nell'area di studio.....	120
5.2.4	Ipotesi relative all'offerta dei servizi di trasporto passeggeri.....	124
6	La domanda futura: sintesi dei principali risultati	129

6.1	Scenari di simulazione	129
6.2	Sviluppi del traffico passeggeri regionale	131
6.2.1	Piacenza-Ancona via Faenza (linee 101 - 102).....	132
6.2.2	Faenza – Ravenna (linee 201-202)	133
6.2.3	Linea Bologna – Rimini via Ravenna (linee 301-302-303-304-305-306-307-308)	133
6.2.4	Bologna – Imola (linee 401-402-403-404-405-406)	137
6.2.5	Direttrice Emilia-Adriatica LP (linee 601 -602-603-604)	140
6.2.6	Direttrice Adriatica LP (linee 701-702)	141
6.3.1	Carichi complessivi sulla Bologna-Castel Bolognese.....	143
6.4	Sviluppi del traffico passeggeri lunga percorrenza	144
6.4.1	Risultati Aggregati	144
6.4.2	Flussi Passeggeri sull’Infrastruttura di Progetto	145
6.4.3	Risultati di Dettaglio	147
6.5	Sviluppi del traffico Merci	148
6.5.1	Premessa	148
6.5.2	Previsioni di crescita del traffico del porto di Ravenna.....	149
6.5.3	Analisi della capacità residua.....	150
6.5.4	Evoluzione della domanda merci nell’orizzonte temporale 2033.....	188
6.5.5	Evoluzione della domanda merci nell’orizzonte temporale 2040.....	194
7	Appendice.....	200
7.1	Il sistema di modelli del traffico passeggeri regionale.....	200
7.1.1	Zonizzazione adottata.....	200
7.1.2	Modello di offerta.....	202
7.1.3	Modello di ripartizione modale	210
7.1.4	La struttura del modello di scelta del percorso.....	216
7.2	Il sistema di modelli del traffico passeggeri Lunga Percorrenza	217
7.2.1	Inquadramento.....	217
7.2.2	Zonizzazione.....	217
7.2.3	Modello multimodale di offerta	219
7.2.4	Modello multimodale per la domanda di lunga percorrenza.....	230
7.2.5	Modello di scelta del percorso pubblico ed assegnazione della domanda.....	239
7.3	Il sistema di modelli del trasporto merci.....	240
7.3.1	Zonizzazione di riferimento	240
7.3.2	Il grafo multimodale di base	241
7.3.3	Costruzione del modello di offerta multimodale merci	243
7.3.4	Costruzione ed aggiornamento del sistema di modelli di domanda merci.....	247
7.3.5	Modello di interazione domanda-offerta.....	255

Indice delle figure

Figura 1.1 – Itinerari oggetto di analisi.....	1
Figura 2.1 – Area di Studio e Area di influenza.....	3
Figura 2.2 – Rappresentazione grafica dei cluster geografici identificati per altimetria.....	6
Figura 2.3 – Rappresentazione grafica dei cluster geografici identificati per vicinanza al capoluogo.....	7
Figura 2.4 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella area metropolitana di Bologna. Fonte: Istat.....	12
Figura 2.5 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Ravenna. Fonte: Istat.....	13
Figura 2.6 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Rimini. Fonte: Istat.....	14
Figura 2.7 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Forlì-Cesena. Fonte: Istat.....	15
Figura 2.8 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Ferrara. Fonte: Istat.....	16
Figura 2.9 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Modena. Fonte: Istat.....	18
Figura 2.10 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Parma. Fonte: Istat.....	19
Figura 2.11 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Piacenza. Fonte: Istat.....	20
Figura 2.12 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Reggio nell'Emilia. Fonte: Istat.....	21
Figura 2.13 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Firenze. Fonte: Istat.....	23
Figura 2.14 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Pesaro e Urbino. Fonte: Istat.....	24
Figura 2.15 – Variazione % del PIL nominale nelle regioni Emilia-Romagna, Toscana e nello stato italiano. Fonte: Istat.....	26
Figura 2.16 – Variazione % del PIL nominale nelle province dell'area di studio e di influenza. Fonte: Eurostat, Gross domestic product (GDP) at current market prices by NUTS 3 regionst.....	26
Figura 2.17 – Variazione % del PIL nominale nelle province dell'area di studio e di influenza. Fonte: Eurostat, Gross domestic product (GDP) at current market prices by NUTS 3 regionst.....	26
Figura 2.18 – Variazione % del PIL nominale nelle province dell'area di studio e di influenza. Fonte: Eurostat, Gross domestic product (GDP) at current market prices by NUTS 3 regionst.....	27
Figura 2.19 – Rapporto occupati/popolazione nella Regione Emilia-Romagna dal 2015 al 2020. Fonte: Istat.....	29
Figura 2.20 – Rapporto occupati/popolazione nella Regione Toscana, Regione Marche, Provincia di Firenze, Provincia di Pesaro e Urbino dal 2015 al 2020. Fonte: Istat.....	30
Figura 2.21 – Dotazione automobilistica area metropolitana di Bologna per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat.....	38
Figura 2.22 – Dotazione automobilistica nella provincia di Ravenna per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat.....	39

Figura 2.23 – Dotazione automobilistica nella provincia di Rimini per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat	40
Figura 2.24 – Dotazione automobilistica nella provincia di Rimini per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat	41
Figura 2.25 – Dotazione automobilistica nella provincia di Ferrara per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat	42
Figura 2.26 – Dotazione automobilistica nella provincia di Modena per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat	43
Figura 2.27 – Dotazione automobilistica nella provincia di Parma per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat	44
Figura 2.28 – Dotazione automobilistica nella provincia di Piacenza per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat	45
Figura 2.29 – Dotazione automobilistica nella provincia di Reggio nell'Emilia per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat.....	46
Figura 2.30 – Dotazione automobilistica nella provincia di Firenze per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat	47
Figura 2.31 – Dotazione automobilistica nella provincia di Pesaro e Urbino per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat.....	48
Figura 2.32 – Comuni ad alta vocazione turistica e grandi città	50
Figura 2.33 – Posti letto nell'area metropolitana di Bologna tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat.....	51
Figura 2.34 – Arrivi nell'area metropolitana di Bologna tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	51
Figura 2.35 – Arrivi nell'area metropolitana di Bologna tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	52
Figura 2.36 – Posti letto provincia di Ravenna tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	53
Figura 2.37 – Arrivi provincia di Ravenna tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	54
Figura 2.38 – Presenze provincia di Ravenna tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat.....	54
Figura 2.39 – Posti letto provincia di Rimini tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat.....	55
Figura 2.40 – Arrivi provincia di Rimini tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	56
Figura 2.41 – Arrivi provincia di Rimini tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	57
Figura 2.42 – Posti letto provincia di Forlì-Cesena tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	58
Figura 2.43 – Arrivi provincia di Forlì-Cesena tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat.....	58
Figura 2.44 – Arrivi provincia di Forlì-Cesena tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat.....	59
Figura 2.45 – Posti letto provincia di Ferrara tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	60
Figura 2.46 – Arrivi provincia di Ferrara tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	61
Figura 2.47 – Arrivi provincia di Ferrara tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	61
Figura 2.48 – Posti letto provincia di Modena tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	62
Figura 2.49 – Arrivi provincia di Modena tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat.....	63
Figura 2.50 – Arrivi provincia di Modena tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat.....	63
Figura 2.51 – Posti letto provincia di Piacenza tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	64
Figura 2.52 – Arrivi provincia di Piacenza tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat.....	65
Figura 2.53 – Arrivi provincia di Piacenza tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat.....	65

Figura 2.54 – Posti letto provincia di Parma tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	66
Figura 2.55 – Arrivi provincia di Reggio nell'Emilia tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	67
Figura 2.56 – Arrivi provincia di Parma a tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	67
Figura 2.57 – Posti letto provincia di Reggio nell'Emilia tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	68
Figura 2.58 – Arrivi provincia di Reggio nell'Emilia tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	69
Figura 2.59 – Arrivi provincia di Parma a tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	69
Figura 2.60 – Posti letto provincia di Firenze tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	70
Figura 2.61 – Arrivi provincia di Firenze tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	71
Figura 2.62 – Presenze provincia di Firenze a tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	71
Figura 2.63 – Posti letto provincia di Pesaro e Urbino tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	72
Figura 2.64 – Arrivi provincia di Pesaro e Urbino tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	73
Figura 2.65 – Arrivi provincia di Pesaro e Urbino a tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat	73
Figura 3.1 – Rete stradale dell'Area di Studio	76
Figura 3.2 – Rete RFI in Emilia-Romagna. Fonte: RFI	81
Figura 3.3 – Linee FER presenti nella Regione Emilia-Romagna	82
Figura 3.4 – Rete RFI in regione Toscana. Fonte: RFI	84
Figura 3.5 – Rete RFI in regione Marche. Fonte: RFI	86
Figura 3.6 – Schema dei servizi che alimentano le linee commerciali Castel Bolognese-Riolo Terme - Lugo, Lugo - Russi e Russi - Ravenna	87
Figura 3.7 – Operatori del Trasporto Pubblico Extraurbano su gomma nel perimetro dell'Area di Studio	89
Figura 4.1 – Densità dei dati FCD su scala nazionale	95
Figura 4.2 - Andamento orario delle osservazioni	96
Figura 4.3 – Postazioni del sistema regionale di monitoraggio del traffico privato MTS	97
Figura 4.4 – Confronto rilevati novembre - marzo 2019	98
Figura 4.5 – Elaborazione dei rilievi saliti-discesi-presenti utilizzati	98
Figura 4.6 – Confronto tra risultati dell'assegnazione della matrice corretta e rilievi stradali puntuali (validazione della correzione)	101
Figura 4.7 – Confronto tra risultati dell'assegnazione della matrice corretta e rilievi passeggeri ferroviari (validazione della correzione)	102
Figura 4.8 – Confronto tra valori di scambio OD della matrice corretta e della matrice Istat	102
Figura 4.9 – Flussi ferroviari passeggeri lunga percorrenza sui servizi in transito sull'itinerario Bologna – Castel Bolognese all'anno base (2019)	103
Figura 4.10 – Carichi bidirezionali per tratta tra Bologna e Pesaro all'anno base 2019 (segmento di domanda lunga percorrenza)	104
Figura 4.11 – Andamento del traffico marittimo e ferroviario del Porto di Ravenna (tonnellate annue 2002-2022)	106
Figura 4.12 – Diretrici di traffico definite per l'analisi dei risultati	107
Figura 5.1 – Sistema di modelli per la previsione del trasporto passeggeri	108
Figura 5.2 – Sistema di modelli per la previsione del trasporto merci	109

Figura 5.3 – Proiezioni demografiche per l'Italia fonte Istat	112
Figura 5.4 – Proiezioni demografiche per l'Emilia – Romagna fonte Istat.....	112
Figura 5.5 – Proiezioni demografiche per le Marche fonte Istat	113
Figura 5.6 – Proiezioni demografiche per la Toscana fonte Istat.....	113
Figura 5.7 – Proiezione Prodotto Interno Lordo italiano in milioni di €	115
Figura 5.8 – Proiezione Prodotto Interno Lordo regionale in miliardi (B) di €	115
Figura 5.9 – Proiezioni Occupati sul territorio nazionale.....	120
Figura 5.10 – Proiezioni Occupati sul territorio delle regioni facenti parte dell'Area di Studio	120
Figura 5.11 – Planimetria dell'intervento di potenziamento del nodo ferroviario di Ferrara	121
Figura 5.12 – Progetto HUB portuale di Ravenna – approfondimento fondali (FASE I e FASE II)	122
Figura 5.13 – Investimenti per l'accessibilità ferroviaria al porto di Ravenna	123
Figura 5.14 – Collegamenti ferroviari alle nuove aree logistiche ed al terminal Ro-Ro	123
Figura 5.15 – Assetto della rete ferroviaria nello Scenario di Riferimento 2031	124
Figura 5.16 – Assetto della rete ferroviaria nello Scenario di Progetto 2031	124
Figura 5.17 – Assetto della rete ferroviaria nello Scenario di Riferimento 2033	125
Figura 5.18 – Assetto della rete ferroviaria nello Scenario di Progetto 2033, soluzione in affiancamento alla linea esistente	125
Figura 5.19 – Assetto della rete ferroviaria nello Scenario di Progetto 2033, soluzione in variante	125
Figura 5.20 – Schema di sintesi dei servizi nello Scenario di Riferimento 2031	126
Figura 5.21 – Schema di sintesi dei servizi nello Scenario di Progetto 2031	126
Figura 5.22 – Schema di sintesi dei servizi nello Scenario di Riferimento 2033	127
Figura 5.23 – Schema di sintesi dei servizi nello Scenario di Progetto 2033, soluzione in affiancamento alla linea esistente	127
Figura 5.24 – Schema di sintesi dei servizi nello Scenario di Progetto 2033, soluzione in variante	128
Figura 6.1 – Evoluzione della domanda ferroviaria negli scenari di analisi.....	131
Figura 6.2 Carichi complessivi per tratta tra Bologna e Castel Bolognese	143
Figura 6.3 – Carichi complessivi per tratta tra Castel Bolognese e Bologna	144
Figura 6.4 – Flussi ferroviari passeggeri lunga percorrenza sui servizi in transito sulla tratta Bologna – Castel Bolognese all'anno base (2019).....	145
Figura 6.5 – Flussi ferroviari passeggeri lunga percorrenza sui servizi in transito sulla tratta Bologna – Castel Bolognese nello scenario di riferimento (2033)	146
Figura 6.6 – Flussi ferroviari passeggeri lunga percorrenza sui servizi in transito sulla tratta Bologna – Castel Bolognese nello scenario di progetto A (2033).....	146
Figura 6.7 – Flussi ferroviari passeggeri lunga percorrenza sui servizi in transito sulla tratta Bologna – Castel Bolognese nello scenario di progetto B (2033)	147
Figura 6.8 – Carichi bidirezionali per tratta tra Bologna e Pesaro (segmento di domanda lunga percorrenza)	148
Figura 6.9 – Previsioni di traffico marittimo e ferroviario del Porto di Ravenna (tonnellate annue 2002-2040).....	149
Figura 6.10 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Riferimento, fascia 00 - 04).....	152

Figura 6.11 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Riferimento, fascia 04 - 08).....	153
Figura 6.12 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Riferimento, fascia 08 - 12).....	154
Figura 6.13 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Riferimento, fascia 12 - 16).....	155
Figura 6.14 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Riferimento, fascia 16 - 20).....	156
Figura 6.15 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Riferimento, fascia 20 - 24).....	157
Figura 6.16 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Riferimento, fascia 00 - 04).....	158
Figura 6.17 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Riferimento, fascia 04 - 08).....	159
Figura 6.18 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Riferimento, fascia 08 - 12).....	160
Figura 6.19 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Riferimento, fascia 12 - 16).....	161
Figura 6.20 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Riferimento, fascia 16 - 20).....	162
Figura 6.21 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Riferimento, fascia 20 - 24).....	163
Figura 6.22 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto A, fascia 00 - 04).....	164
Figura 6.23 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto A, fascia 04 - 08).....	165
Figura 6.24 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto A, fascia 08 - 12).....	166
Figura 6.25 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto A, fascia 12 - 16).....	167
Figura 6.26 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto A, fascia 16 - 20).....	168
Figura 6.27 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto A, fascia 20 - 24).....	169
Figura 6.28 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto A, fascia 00 - 04).....	170
Figura 6.29 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto A, fascia 04 - 08).....	171
Figura 6.30 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto A, fascia 08 - 12).....	172
Figura 6.31 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto A, fascia 12 - 16).....	173

Figura 6.32 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto A, fascia 16 - 20)	174
Figura 6.33 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto A, fascia 20 - 24)	175
Figura 6.34 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto B, fascia 00 - 04)	176
Figura 6.35 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto B, fascia 04 - 08)	177
Figura 6.36 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto B, fascia 08 - 12)	178
Figura 6.37 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto B, fascia 12 - 16)	179
Figura 6.38 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto B, fascia 16 - 20)	180
Figura 6.39 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto B, fascia 20 - 24)	181
Figura 6.40 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto B, fascia 00 - 04)	182
Figura 6.41 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto B, fascia 04 - 08)	183
Figura 6.42 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto B, fascia 08 - 12)	184
Figura 6.43 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto B, fascia 12 - 16)	185
Figura 6.44 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto B, fascia 16 - 20)	186
Figura 6.45 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto B, fascia 20 - 24)	187
Figura 6.46 – Diretrici di traffico definite per l’analisi dei risultati	188
Figura 7.1 - Zonizzazione generale del modello in riferimento alle province italiane	200
Figura 7.2 – Zonizzazione dell’area della Romagna con indicazione dei diversi cluster di analisi	201
Figura 7.3 – La rete stradale che interessa l’are di studio	206
Figura 7.4 – Rete ferroviaria dell’area di studio	207
Figura 7.5 – Grafo fittizio del TPL su gomma	210
Figura 7.6 – Validazione modello di scelta modale: componente sistematica modo auto	214
Figura 7.7 – Validazione modello di scelta modale: componente sistematica modo treno	215
Figura 7.8 – Validazione modello di scelta modale: componente non sistematica modo treno	215
Figura 7.9 – Risultati globali della applicazione del sistema di modelli	216
Figura 7.10 – Zonizzazione	218
Figura 7.11 – Zonizzazione area di studio	219
Figura 7.12 – Grafo stradale	220

Figura 7.13 – Grafo stradale area di studio	221
Figura 7.14 – Grafo ferroviario	222
Figura 7.15 – Grafo ferroviario area di studio	223
Figura 7.16 – Flussogramma offerta treni lunga percorrenza	223
Figura 7.17 – Flussogramma offerta treni lunga percorrenza area di studio.....	224
Figura 7.18 – Frequenza fermate treni lunga percorrenza.....	224
Figura 7.19 – Frequenza fermate treni lunga percorrenza area di studio	225
Figura 7.20 – Funzione di costo del biglietto – distanza per i treni di lunga percorrenza a mercato (AV).....	225
Figura 7.21 – Funzione di costo del biglietto – distanza tabellata da MIT per i treni di lunga percorrenza a servizio universale (IC)	226
Figura 7.22 – Flussogramma offerta bus lunga percorrenza.....	227
Figura 7.23 – Flussogramma offerta bus lunga percorrenza area di studio.....	227
Figura 7.24 – Frequenza fermate bus lunga percorrenza	228
Figura 7.25 – Frequenza fermate bus lunga percorrenza area di studio	228
Figura 7.26 – Tariffe delle principali O-D dell'area di studio per la modalità bus di lunga percorrenza.....	229
Figura 7.27 – Tariffe delle principali O-D dell'area di studio per la modalità bus turistico a noleggio, breve durata	229
Figura 7.28 – Tariffe delle principali O-D dell'area di studio per la modalità bus turistico a noleggio, lunga durata	230
Figura 7.29 – Modello di distribuzione: comparazione delle distribuzioni delle distanze medie target da indagine e da modello.....	236
Figura 7.30 – Validazione grafo stradale area di studio (distanze in km)	239
Figura 7.31 – Validazione grafo stradale area di studio (tempi in min)	240
Figura 7.32 – Zonizzazione adottata.....	241
Figura 7.33 – La rete multimodale di base	242
Figura 7.34 – Procedura di stima matriciale	251
Figura 7.35 – Validazione della domanda di trasporto ferroviario provinciale per le relazioni rilevanti per l'area di studio della linea Adriatica, tratta Bologna - Castel Bolognese	253
Figura 7.36 – Diagrammi di flusso per il trasporto ferroviario tradizionale e combinato (modello nazionale)	254
Figura 7.37 – Diagrammi di flusso per il trasporto stradale (modello nazionale).....	255
Figura 7.38 – Procedura di assegnazione del traffico ferroviario nel modello attuale	257
Figura 7.39 – Percentuali di scelta del percorso vs numero di iterazioni in un caso test a due alternative di scelta.....	259

Indice delle tabelle

Tabella 2.1 – Popolazione residente nelle Province appartenenti all’Area di Studio e di Influenza. Fonte: Istat (2021)	4
Tabella 2.2 – Variazione del tasso di crescita demografica nella regione e nelle province appartenenti all’area di studio e di influenza dal 2016 al 2021. Fonte: Istat	5
Tabella 2.3 – Zone altimetriche Istat.....	5
Tabella 2.4 – Cluster geografici individuati per la Regione Emilia-Romagna	6
Tabella 2.5 – Popolazione della Città metropolitana di Bologna per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat.....	7
Tabella 2.6 – Popolazione della Provincia di Ravenna per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat ..	7
Tabella 2.7 – Popolazione della Provincia di Rimini per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat	8
Tabella 2.8 – Popolazione della Provincia di Forlì-Cesena per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat.....	8
Tabella 2.9 – Popolazione della Provincia di Ferrara per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat	8
Tabella 2.10 – Popolazione della Provincia di Modena per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat.	9
Tabella 2.11 – Popolazione della Provincia di Parma per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat.....	9
Tabella 2.12 – Popolazione della Provincia di Piacenza per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat	9
Tabella 2.13 – Popolazione della Provincia di Reggio nell’Emilia per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat.....	10
Tabella 2.14 – Popolazione della Provincia di Firenze per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat	10
Tabella 2.15 – Popolazione della Provincia di Pesaro e Urbino per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat.....	10
Tabella 2.16 – PIL pro capite in valore assoluto (mln €) nelle regioni e nelle province appartenenti all’area di studio e di influenza dal 2014 al 2019. Fonte: Istat	25
Tabella 2.17 – Prodotto interno lordo con valori concatenati con anno di riferimento 2015 calcolato le periodo 2014 – 2020 Fonte: Istat.....	25
Tabella 2.18 – Rapporto occupati/popolazione nella regione e nelle province appartenenti all’area di studio e di influenza dal 2015 al 2020. Fonte: Istat	27
Tabella 2.19 – Corrispondenza codici ATECO 2007 – cluster settore economico.....	31
Tabella 2.20 – Numero di addetti appartenenti al cluster 2 nelle aree in analisi tra il 2015 e il 2020. Fonte: Istat.....	31
Tabella 2.21 – Numero di addetti appartenenti al cluster 3 nelle aree in analisi tra il 2015 e il 2020. Fonte: Istat.....	33
Tabella 2.22 – Numero di addetti appartenenti al cluster 4 nelle aree in analisi tra il 2015 e il 2020. Fonte: Istat.....	34
Tabella 2.23 – Numero di addetti appartenenti al cluster 5 nelle aree in analisi tra il 2015 e il 2020. Fonte: Istat.....	35
Tabella 2.24 – Numero di addetti appartenenti al cluster 6 nelle aree in analisi tra il 2015 e il 2020. Fonte: Istat.....	36
Tabella 2.25 – Dotazione automobilistica Area metropolitana di Bologna 2016 – 2021	38
Tabella 2.26 – Dotazione automobilistica Provincia di Ravenna 2016 – 2021	39

Tabella 2.27 – Dotazione automobilistica Provincia di Rimini 2016 – 2021	40
Tabella 2.28 – Dotazione automobilistica Provincia di Forlì-Cesena 2016 – 2021	41
Tabella 2.29 – Dotazione automobilistica Provincia di Ferrara 2016 – 2021	42
Tabella 2.30 – Dotazione automobilistica Provincia di Modena 2016 – 2021	43
Tabella 2.31 – Dotazione automobilistica Provincia di Parma 2016 – 2021	44
Tabella 2.32 – Dotazione automobilistica Provincia di Piacenza 2016 – 2021	45
Tabella 2.33 – Dotazione automobilistica Provincia di Reggio nell'Emilia 2016 – 2021	46
Tabella 2.34 – Dotazione automobilistica Provincia di Firenze 2016 – 2021	47
Tabella 2.35 – Dotazione automobilistica Provincia di Pesaro e Urbino 2016 – 2021	48
Tabella 2.36 – Classificazioni delle categorie turistiche prevalenti	49
Tabella 2.37 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree in analisi tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat	50
Tabella 2.38 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree in analisi tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat	51
Tabella 2.39 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree in analisi tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat	52
Tabella 2.40 – Posti letto nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Ravenna tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	53
Tabella 2.41 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Ravenna tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	53
Tabella 2.42 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Ravenna tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	54
Tabella 2.43 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Rimini tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	55
Tabella 2.44 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Rimini tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	56
Tabella 2.45 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Rimini tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	56
Tabella 2.46 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della provincia di Forlì-Cesena tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	57
Tabella 2.47 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree in analisi tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat	58
Tabella 2.48 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree in analisi tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat	59
Tabella 2.49 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Ferrara tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	60
Tabella 2.50 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Ferrara tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	60
Tabella 2.51 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Ferrara tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	61
Tabella 2.52 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Modena tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	62
Tabella 2.53 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Modena tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	62
Tabella 2.54 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Modena tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	63

Tabella 2.55 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Piacenza tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	64
Tabella 2.56 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Piacenza tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	64
Tabella 2.57 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Piacenza tra l 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	65
Tabella 2.58 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Parma tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	66
Tabella 2.59 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Parma tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	66
Tabella 2.60 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Reggio nell’Emilia tra l 2016 e il 2021. Fonte: Istat	67
Tabella 2.61 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Parma tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	68
Tabella 2.62 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Reggio nell’Emilia tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat	68
Tabella 2.63 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Reggio nell’Emilia tra l 2016 e il 2021. Fonte: Istat	69
Tabella 2.64 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Firenze tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	70
Tabella 2.65 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Firenze tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	70
Tabella 2.66 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Firenze tra l 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	71
Tabella 2.67 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Pesaro e Urbino tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat	72
Tabella 2.68 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Pesaro e Urbino tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat.....	72
Tabella 2.69 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Pesaro e Urbino tra l 2016 e il 2021. Fonte: Istat	73
Tabella 3.1 – Infrastrutture autostradali insistenti sul territorio della regione Emilia-Romagna.....	75
Tabella 3.2 – Rete stradale dell’Emilia-Romagna. Fonte: CNIT 2020-2021	76
Tabella 3.3 – Infrastrutture autostradali insistenti sul territorio della regione Toscana: Fonte CNIT 2020-2021	77
Tabella 3.4 – Rete stradale della Toscana. Fonte: CNIT 2020-2021.....	77
Tabella 3.5 – Infrastrutture autostradali insistenti sul territorio della regione Marche: CNIT 2020-2021	78
Tabella 3.6 – Rete stradale della Marche. Fonte: CNIT 2020-2021	78
Tabella 3.7 – Rete RFI in esercizio nella Regione Emilia-Romagna, sul territorio italiano. Fonte: RFI	79
Tabella 3.8 – Caratteristiche tecniche delle tratte che compongono le linee ferroviarie insistenti sull’Area di Studio nella Regione Emilia-Romagna. Fonte: RFI	81
Tabella 3.9 – Rete F.E.R. in esercizio nella Regione Emilia-Romagna e sul territorio italiano. Fonte: F.E.R.	82

Tabella 3.10 – Rete RFI in esercizio nella Regione Toscana, sul territorio italiano. Fonte: RFI	83
Tabella 3.11 – Caratteristiche tecniche delle tratte che compongono le linee ferroviarie insistenti sull'Area di Studio nella Regione Toscana. Fonte: RFI.....	85
Tabella 3.12 – Rete RFI in esercizio nella Regione Marche, sul territorio italiano. Fonte: RFI	85
Tabella 3.13 – Caratteristiche tecniche delle tratte che compongono le linee ferroviarie insistenti sull'Area di Studio nella Regione Marche. Fonte: RFI.....	86
Tabella 3.14 – Tempi di percorrenza e costi lungo le principali linee di servizio di trasporto pubblico locale dell'area di studio	89
Tabella 3.15 – Tempi di percorrenza e costi lungo le principali linee di servizio di trasporto dell'area di studio.....	90
Tabella 3.16 – Comparazione alternative in termini di tempo e costo del singolo viaggio	90
Tabella 4.1 – Variabili riportate nel file “Matrice Istat pendolarismo 2011”. Fonte: Istat.....	92
Tabella 4.2 Classificazione veicolare delle tracce FCD	94
Tabella 4.3 – Prospetto complessivo dei dati di rilievo medi utilizzati.....	99
Tabella 4.4 – Traffico marittimo del Porto di Ravenna (tonnellate annue 2002-2022).....	104
Tabella 4.5 – Traffico ferroviario del Porto di Ravenna (tonnellate annue 2002-2022)	105
Tabella 4.6 – Traffico marittimo e ferroviario attuale del Porto di Ravenna (2019)	106
Tabella 4.7 – Domanda e traffico ferroviario sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara (2019).....	106
Tabella 4.8 – Domanda merci ferroviaria sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara per direttrice (2019)	107
Tabella 5.1 – Proiezioni Istat scenario limite inferiore 90% (worst case)	111
Tabella 5.2 – Proiezioni Istat scenario mediano (median case)	111
Tabella 5.3 – Proiezioni Istat scenario limite superiore 90% (best case).....	111
Tabella 5.4 – Referenze e relative stime di crescita del prodotto interno lordo	114
Tabella 5.5 – Stime di Crescita del Prodotto Interno Lordo (PIL) 2022 – 2033 in milioni di €	114
Tabella 5.6 – Stime di Crescita del Prodotto Interno Lordo (PIL) nominale 2022 – 2033 in milioni di €... ..	116
Tabella 5.7 – Fonti e crescite adottate per l'evoluzione della forza lavoro in Italia	117
Tabella 5.8 – Tassi di crescita del rapporto occupati/popolazione in Italia	117
Tabella 5.9 – Crescita della forza lavoro nelle regioni facenti parte dell'AdS	117
Tabella 5.10 – Proiezioni occupati 2021-2035 (in migliaia).....	117
Tabella 6.1 – Sintesi degli scenari infrastrutturali oggetto di analisi, articolati rispetto agli orizzonti temporali di riferimento.....	129
Tabella 6.2 – Prospetto dei servizi inseriti nei diversi scenari del modello	129
Tabella 6.3 – Passeggeri totali ferroviari annui di lunga percorrenza per tipologia di domanda e scenari futuri.....	144
Tabella 6.4 – Traffico marittimo e ferroviario attuale e previsto del Porto di Ravenna (2019, 2033 e 2040).....	149
Tabella 6.5 – Domanda e traffico ferroviario sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara (2019 e 2033).....	188

Tabella 6.6 – Domanda merci ferroviaria sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara per direttrice (2019)	188
Tabella 6.7 – Domanda merci ferroviaria sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara per direttrice (2033)	189
Tabella 6.8 – Domanda merci ferroviaria sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara per direttrice (2033 vs 2019)	189
Tabella 6.9 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese in assenza di vincoli di capacità per direttrice (2019 e 2033)	190
Tabella 6.10 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese in assenza di vincoli di capacità (2019 e 2033)	190
Tabella 6.11 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna – Ferrara in assenza di vincoli di capacità per direttrice (2019 e 2033)	190
Tabella 6.12 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese per direttrice (Scenario Programmatico 2033)	191
Tabella 6.13 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese (Scenario Programmatico 2033)	191
Tabella 6.14 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna - Ferrara (Scenario Programmatico 2033)	192
Tabella 6.15 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese per direttrice (Scenario Progettuale A 2033)	192
Tabella 6.16 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese (Scenario Progettuale A 2033)	192
Tabella 6.17 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna - Ferrara (Scenario Progettuale A 2033)	193
Tabella 6.18 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese per direttrice (Scenario Progettuale B 2033)	193
Tabella 6.19 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese (Scenario Progettuale B 2033)	194
Tabella 6.20 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna - Ferrara (Scenario Progettuale B 2033)	194
Tabella 6.21 – Domanda e traffico ferroviario sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara (2040)	194
Tabella 6.22 – Domanda merci ferroviaria sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara per direttrice (2040)	194
Tabella 6.23 – Domanda merci ferroviaria sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara per direttrice (2040 vs 2019)	195
Tabella 6.24 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese in assenza di vincoli di capacità per direttrice (2019 e 2040)	195
Tabella 6.25 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese in assenza di vincoli di capacità (2019 e 2040)	195
Tabella 6.26 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna – Ferrara in assenza di vincoli di capacità per direttrice (2019 e 2040)	196

Tabella 6.27 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese per direttrice (Scenario Programmatico 2040).....	196
Tabella 6.28 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese (Scenario Programmatico 2040).....	196
Tabella 6.29 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna - Ferrara (Scenario Programmatico 2040).....	197
Tabella 6.30 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese per direttrice (Scenario Progettuale A 2040)	197
Tabella 6.31 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese (Scenario Progettuale A 2040)	197
Tabella 6.32 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna - Ferrara (Scenario Progettuale A 2040).....	198
Tabella 6.33 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese per direttrice (Scenario Progettuale B 2040).....	198
Tabella 6.34 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese (Scenario Progettuale B 2040).....	198
Tabella 6.35 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna - Ferrara (Scenario Progettuale B 2040).....	198
Tabella 7.1 – Dettaglio del numero di zone per ciascuna provincia dell'area di analisi	201
Tabella 7.2 – Classifica funzionale della rete viaria – DM6792/2001	203
Tabella 7.3 – Attributi caratteristici del grafo stradale	204
Tabella 7.4 – Parametri per tipologia di strada	205
Tabella 7.5 – Prospetto dei servizi ferroviari all'anno base di calibrazione.....	207
Tabella 7.6 – Risultati della calibrazione dei diversi modelli di scelta modale	213
Tabella 7.7 – Zonizzazione per regione	217
Tabella 7.8 – Tipologie archi rete	219
Tabella 7.9 – Tipologie archi rete stradale	219
Tabella 7.10 – Linee codificate servizi ferroviari.....	221
Tabella 7.11 – Codifica categorie treno.....	221
Tabella 7.12 – Codifica tipologia treno	222
Tabella 7.13 – Linee codificate trasporto su gomma	226
Tabella 7.14 – Coefficienti del modello di generazione (lunga percorrenza)	231
Tabella 7.15 – Coefficienti del modello di attrazione (spostamenti medi mensili): Motivi di lavoro - breve durata (0-1 notti)	233
Tabella 7.16 – Codici sezioni ATECO	233
Tabella 7.17 – Coefficienti del modello di attrazione (spostamenti medi mensili): Lavoro non abitudinario - lunga durata (2+ notti).....	234
Tabella 7.18 – Coefficienti del modello di attrazione (spostamenti medi mensili): Turismo - breve durata (0-1 notti).....	234
Tabella 7.19 – Coefficienti del modello di attrazione (spostamenti medi mensili): Turismo - lunga durata (2+ notti).....	234

Tabella 7.20 – Coefficienti del modello di attrazione (spostamenti medi mensili): Visite a parenti o amici o altri motivi - breve durata (0-1 notti).....	234
Tabella 7.21 – Coefficienti del modello di attrazione (spostamenti medi mensili): Visite a parenti o amici o altri motivi - lunga durata (2+ notti)	235
Tabella 7.22 – Coefficienti di determinazione dei modelli di regressione lineare per il modello di attrazione	235
Tabella 7.23 – Modello di distribuzione: comparazione delle distanze medie target da indagine e da modello, per scopo	236
Tabella 7.24 – Coefficienti del modello di scelta modale: Lavoro non abitudinario (breve / lunga durata)	237
Tabella 7.25 – Coefficienti del modello di scelta modale: Turismo (breve / lunga durata)	238
Tabella 7.26 – Coefficienti del modello di scelta modale: Visite a parenti o amici od altro (breve / lunga durata)	238
Tabella 7.27 – Valore edonico dei servizi AV espresso in termini di riduzione del tempo percepito (min)	239
Tabella 7.28 – Numero di zone che contraddistinguono i Paesi europei che confinano con l'Italia	241
Tabella 7.29 – Composizione e parametri dei treni-tipo per la stima del costo del trasporto ferroviario	244
Tabella 7.30 – Costi del trasporto ferroviario (€/veicolo-km)	244
Tabella 7.31 – Costo unitario da pedaggi e energia di trazione	244
Tabella 7.32 – Costi del trasporto stradale (€/veicolo-km e €/veicolo-h)	245
Tabella 7.33 – Costi del trasporto stradale (€/t*h)	246
Tabella 7.34 – Sovvenzioni unitarie al trasporto ferroviario combinato	246
Tabella 7.35 – Treni e carico medio	251
Tabella 7.36 – Tonnellate (2016)	251
Tabella 7.37 – Tonnellate-km (2016).....	252
Tabella 7.38 – Merce trasportata su ferrovia – Tonnellate (2016)	252
Tabella 7.39 – Merce trasportata su ferrovia - Tonnellate – km (2016)	252
Tabella 7.40 – Percorrenze medie (2016)	252
Tabella 7.41 – Tipologie archi stradali e velocità di percorrenza	255

1 PREMESSA

Il presente Studio di Trasporto ha lo scopo di analizzare gli effetti prodotti alla mobilità, sia merci che passeggeri, dall'insieme dei seguenti interventi che potranno interessare la regione Emilia-Romagna:

- potenziamento dell'itinerario formato dalla successione di tratte poste tra la Stazione di Castel Bolognese-Riolo Terme e Ravenna ed appartenenti alle linee commerciali Castel Bolognese-Riolo Terme - Lugo, Lugo - Russi e Russi - Ravenna;
- quadruplicamento dell'itinerario formato dalla successione delle tratte poste tra Bivio San Vitale e la stazione di Castel Bolognese-Riolo Terme ed appartenenti al Nodo di Bologna ed alla linea commerciale [Bologna] P.M. Mirandola Ozzano - Ancona;

in considerazione degli sviluppi attesi dai traffici del segmento passeggeri, regionale e di lunga percorrenza, nonché di quello merci. Più in particolare, con il *global project* così individuato, si intende fornire una soluzione all'esigenza di rendere possibile il contemporaneo incremento dei servizi passeggeri regionali e dei traffici merci che sono originati dal Porto di Ravenna, questi ultimi indotti dall'evoluzione infrastrutturale prevista nel terminale portuale.



Figura 1.1 – Itinerari oggetto di analisi

Nel merito dell'intervento di quadruplicamento saranno esaminate due distinte alternative: la prima prevede che il quadruplicamento avvenga in stretto affiancamento alla linea esistente; la seconda alternativa considera la realizzazione di una nuova linea il cui tracciato è praticamente posto in stretto affiancamento con quello dell'autostrada A14 "Adriatica"¹.

Lo Studio ha in particolare come principale finalità quella di alimentare la valutazione di redditività del set di interventi ipotizzato nonché le Relazioni di Sostenibilità e DNSH che verranno prodotte in fase di PFTE degli interventi.

La valutazione dei benefici sarà sviluppata prendendo in considerazione il *global project* citato, a cui si riferiscono tutte le analisi trattate nel presente Studio; tale approccio è peraltro in linea con le Linee guida pubblicate dalla CE, in cui si precisa che un progetto viene definito come "una serie di opere, attività o servizi intesi a realizzare un'azione indivisibile di precisa natura economica o tecnica, che ha finalità chiaramente identificate (art. 100 del Regolamento (UE) n. 1303/2013)."

¹ Per i dettagli dei due tracciati si vedano gli specifici elaborati sviluppati.

Il presente studio si compone, oltre che del presente Capitolo, dei seguenti:

- Capitolo 2: Inquadramento territoriale e socio-economico dell'area di studio;
- Capitolo 3: Attuali caratteristiche delle infrastrutture e dei servizi di trasporto passeggeri e merci;
- Capitolo 4: La domanda di trasporto attuale
- Capitolo 5: La domanda futura: approccio metodologico e scenari di valutazione;
- Capitolo 6: La domanda futura: sintesi dei principali risultati.

È inoltre inclusa una Appendice (Capitolo 7) con la descrizione dell'apparato modellistico utilizzato per l'analisi e la simulazione del sistema di trasporto oggetto dello studio.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E SOCIO-ECONOMICO DELL'AREA DI STUDIO

2.1 AREA DI STUDIO

Nella fase di inquadramento territoriale e socio-economica si è posta l'attenzione sulle Province di Bologna, Ferrara, Ravenna, Rimini e Forlì Cesena, che costituiscono l'Area di Studio e sulle restanti Province dell'Emilia-Romagna, su quelle di Firenze e di Pesaro e Urbino che costituiscono l'Area di Influenza.

A tale scopo, è utile delimitare due ambiti territoriali distinti:

- l'*Area di Studio e di Influenza*, in cui sono approfondite le analisi socioeconomiche e di domanda;
- l'*area esterna*, in cui la domanda è analizzata solo per la quota parte rilevante ai fini di una corretta definizione del traffico relativo all'area di studio considerata.

La figura seguente rappresenta l'estensione dell'Area di Studio e l'Area di Influenza come sopra definita rispetto al resto dell'Area Esterna.



Figura 2.1 – Area di Studio e Area di influenza

L'Area di Studio e l'Area di Influenza sono state zonizzate a partire da un livello di dettaglio comunale e successivamente aggregate a seconda di due fattori principali:

- l'influenza che la domanda, generata o attratta, ha sulla direttrice oggetto di studio;
- la posizione delle stazioni all'interno della rete ferroviaria.

2.2 INQUADRAMENTO SOCIO-ECONOMICO

L'attività di inquadramento socioeconomico ha l'obiettivo di analizzare i principali fattori che possono influenzare qualitativamente e quantitativamente la domanda di mobilità prospettica nell'area individuata come Area di Studio

e Area di Influenza. Per farlo, sono state analizzate le variabili socio-economiche, elencate di seguito, per identificare l'entità del bacino di utenza potenziale e i principali indicatori macro-economici, che influenzano la definizione dei flussi di trasporto. Le variabili considerate nell'analisi sono le seguenti:

- variabili demografiche;
- variabili economiche;
- livelli di occupazione;
- tassi di motorizzazione;
- dati relativi al turismo.

Queste variabili influenzano le caratteristiche della mobilità e consentono di comprenderne meglio la configurazione attuale, nonché di prevederne l'evoluzione futura.

2.2.1 VARIABILI DEMOGRAFICHE

L'analisi delle variabili demografiche è stata realizzata partendo dalla distribuzione della popolazione residente al 2021 nell'Area di Studio e di Influenza, presentata in *Tabella 2.1*, sia in valore numerico che percentuale.

Tabella 2.1 – Popolazione residente nelle Province appartenenti all'Area di Studio e di Influenza. Fonte: Istat (2021)

	Popolazione residente al 1° gennaio 2021	
Emilia-Romagna	totale	% sul tot regione
Città metropolitana di Bologna	1.015.608	22,88%
Provincia di Ravenna	386.643	8,71%
Provincia di Rimini	337.777	7,61%
Province di Forlì-Cesena	392.642	8,85%
Provincia di Ferrara	342.061	7,70%
Provincia di Modena	703.696	15,85%
Provincia di Parma	449.628	10,13%
Provincia di Piacenza	283.742	6,39%
Provincia di Reggio nell'Emilia	527.140	11,88%
Toscana	totale	% sul tot regione
Provincia di Firenze	998.431	27,04%
Marche	totale	% sul tot regione
Provincia di Pesaro e Urbino	353.272	23,58%

In *Tabella 2.2*, si riporta il tasso di crescita demografica registrato dal 2017 al 2021 per la regione e le provincie appartenenti all'Area di Studio e di Influenza. A supporto dell'analisi utilizzeremo due diversi indicatori: la crescita percentuale e il tasso annuale di crescita composto così valutati:

Crescita percentuale	Tasso di crescita annuale composto	
$\Delta\% = \frac{v_{finale} - v_{iniziale}}{v_{iniziale}}$	$CAGR = \left(\frac{v_{finale}}{v_{iniziale}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$	v_{finale} valore finale $v_{iniziale}$ valore di partenza n numero di anni
Formula 1: Rapporto Percentuale	Formula 2: Compound Annual Growth Rate (CAGR)	

Tabella 2.2 – Variazione del tasso di crescita demografica nella regione e nelle province appartenenti all'area di studio e di influenza dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2017 vs 2021	CAGR 2017 - 2021
Emilia-Romagna	0,10%	0,14%	0,30%	0,10%	-0,56%	-0,02%	-0,004%
Città metropolitana di Bologna	0,48%	0,27%	0,49%	0,39%	-0,58%	0,57%	0,11%
Provincia di Ravenna	-0,02%	0,004%	-0,26%	-0,24%	-0,34%	-0,84%	-0,17%
Provincia di Rimini	0,38%	0,17%	0,50%	0,07%	0,29%	1,03%	0,21%
Province di Forlì-Cesena	-0,10%	0,13%	0,40%	-0,03%	-0,67%	-0,18%	-0,04%
Provincia di Ferrara	-0,83%	-0,39%	-0,26%	-0,30%	-0,71%	-1,65%	-0,33%
Provincia di Modena	0,04%	0,21%	0,68%	0,05%	-0,48%	0,46%	0,09%
Provincia di Parma	0,38%	0,45%	0,45%	0,52%	-1,15%	0,26%	0,05%
Provincia di Piacenza	-0,09%	0,01%	0,02%	0,06%	-0,94%	-0,85%	-0,17%
Provincia di Reggio nell'Emilia	-0,03%	0,02%	0,06%	-0,06%	-0,47%	-0,44%	-0,09%
Toscana	-0,14%	-0,25%	-0,29%	-0,24%	0,01%	-0,77%	-0,15%
Provincia di Firenze	0,05%	-0,29%	-0,39%	-0,35%	0,29%	-0,74%	-0,15%
Marche	-0,39%	-0,40%	-0,39%	-0,50%	-0,95%	-2,23%	-0,45%
Provincia di Pesaro e Urbino	-0,23%	-0,09%	-0,25%	-0,46%	-0,90%	-1,70%	-0,34%

La Regione Emilia-Romagna presenta un tasso di crescita demografica mediamente positivo in contro tendenza al dato nazionale, fatta eccezione per la provincia di Ravenna e di Forlì-Cesena. Come si evince dai dati raccolti, l'area metropolitana di Bologna presenta un tasso di crescita maggiore rispetto al tasso di crescita che caratterizza il resto dell'Area di Studio e di Influenza. A differenza della regione Emilia-Romagna, la regione Toscana presenta un tasso di crescita demografica mediamente negativo in linea con la tendenza nazionale; anche la provincia di Firenze riporta un andamento simile a quello regionale, infatti, fatta eccezione per gli anni 2016 e 2021, il tasso di crescita risulta negativo. La regione Marche segue la tendenza nazionale di decremento della popolazione, la provincia di Pesaro e Urbino ne è un esempio evidenziando un tasso di crescita negativo nella totalità del periodo di analisi.

A supporto delle precedenti considerazioni, sono state condotte ulteriori analisi di dettaglio relativamente alle serie storiche della popolazione delle province dell'Area di Studio e dell'Area di Influenza basandosi sui seguenti dati:

1. serie storiche 2016-2021 Istat della popolazione, suddivise per comune, delle regioni Emilia-Romagna, Toscana e Marche;
2. classificazioni statistiche Istat dei comuni italiani: database in cui a ciascun comune è associata l'informazione della relativa zona altimetrica, per tener conto dell'influenza sulla domanda di questo fattore. Le zone altimetriche sono presentate nella tabella seguente.

Tabella 2.3 – Zone altimetriche Istat

Codice zona altimetrica Istat	Denominazione zona altimetrica Istat
1	Montagna interna
2	Montagna litoranea
3	Collina interna
4	Collina litoranea
5	Pianura

I comuni delle province dell'Area di Studio e dell'Area di Influenza sono stati clusterizzati sulla base dei seguenti criteri:

- sono stati isolati i municipi capoluogo di provincia (Comune di Ravenna, Rimini, Forlì-Cesena, area metropolitana di Bologna, Ferrara, Modena, Parma, Piacenza, Reggio nell'Emilia, Firenze e Pesaro e Urbino);
- sono stati aggregati in un unico cluster i comuni confinanti con ciascun capoluogo di provincia;
- i restanti comuni sono stati clusterizzati sulla base della zona altimetrica e della classe gerarchica, come indicata nella seguente *Tabella 2.4*.

Tale operazione è stata effettuata in modo da aggregare tra loro comuni che, in genere, tendono ad un'evoluzione demografica simile. I cluster geografici identificati sono rappresentati nella tabella seguente.

Tabella 2.4 – Cluster geografici individuati per la Regione Emilia-Romagna

Regione Emilia-Romagna	
Comuni capoluogo della regione	
Comuni confinanti ai comuni capoluogo della regione	
Classe altimetrica	Classe gerarchica
Montagna interna	>15.000 abitanti
	<15.000 abitanti
Collina interna	>15.000 abitanti
	<15.000 abitanti
Collina litoranea	>15.000 abitanti
	<15.000 abitanti
Pianura	>15.000 abitanti
	<15.000 abitanti

Regione Toscana	
Comune di Firenze	
Comuni confinanti al comune di Firenze	
Classe altimetrica	Classe gerarchica
Montagna interna	>15.000 abitanti
	<15.000 abitanti
Collina interna	>15.000 abitanti
	<15.000 abitanti
Pianura	>15.000 abitanti
	<15.000 abitanti

Regione Marche	
Comuni di Pesaro e Urbino	
Comuni confinanti ai comuni di Pesaro e Urbino	
Classe altimetrica	Classe gerarchica
Montagna interna	>15.000 abitanti
	<15.000 abitanti
Collina interna	>15.000 abitanti
	<15.000 abitanti
Collina litoranea	>15.000 abitanti
	<15.000 abitanti

In *Figura 2.2* è riportata la rappresentazione grafica dei Comuni, distinti per zona altimetrica, coerentemente ai cluster geografici identificati, mentre in *Figura 2.3* un'ulteriore classificazione dei comuni distinti tra comune capoluogo, confinanti al capoluogo ed altri comuni.



Figura 2.2 – Rappresentazione grafica dei cluster geografici identificati per altimetria

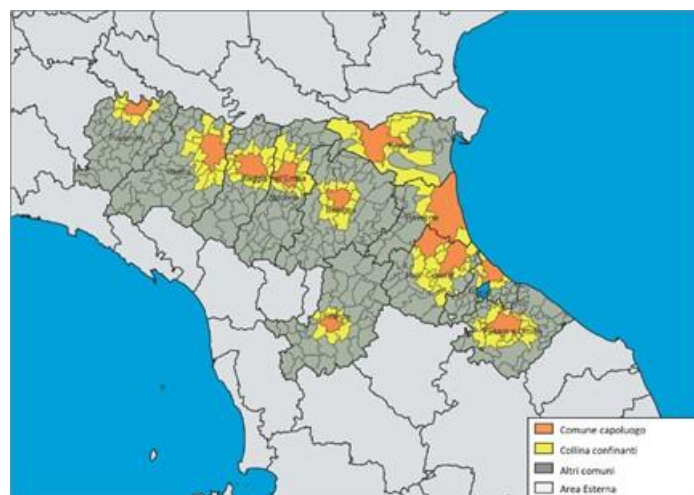


Figura 2.3 – Rappresentazione grafica dei cluster geografici identificati per vicinanza al capoluogo

Le serie storiche della popolazione sono state, pertanto, analizzate in funzione dei cluster geografici precedentemente identificati. Le tabelle successive riportano i valori di popolazione dal 2016 al 2021 dell'Area di Studio e di Influenza comprensiva delle province dell'Emilia-Romagna, la provincia di Firenze e quella di Pesaro e Urbino suddivisi in funzione dei relativi cluster geografici individuati.

Tabella 2.5 – Popolazione della Città metropolitana di Bologna per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Emilia-Romagna-Città metropolitana di Bologna		Popolazione residente						Δ % 2021 vs 2016	CAGR 2016 – 2021
		2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Comune di Bologna		387.025	389.819	390.956	393.248	395.416	391.686	1,20%	0,24%
Comuni confinanti con il Comune di Bologna		189.299	190.421	190.930	191.737	192.593	192.867	1,88%	0,37%
Altri Comuni		428.698	429.591	430.664	432.566	433.492	431.055	0,55%	0,11%
Collina interna	>15.000 abitanti	51.419	51.689	51.847	52.398	52.561	52.289	1,69%	0,34%
	<15.000 abitanti	58.181	58.387	58.528	58.553	58.622	58.130	-0,09%	-0,02%
Collina litoranea	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti								
Montagna interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	52.689	52.325	52.345	52.370	52.363	51.926	-1,45%	-0,29%
Pianura	>15.000 abitanti	148.605	149.051	149.006	149.275	149.321	148.518	-0,06%	-0,01%
	<15.000 abitanti	117.804	118.139	118.938	119.970	120.625	120.192	2,03%	0,40%
Totale Emilia-Romagna		4.435.480	4.439.768	4.445.920	4.459.453	4.464.119	4.438.937	0,08%	0,02%
Area metropolitana di Bologna		1.005.022	1.009.831	1.012.550	1.017.551	1.021.501	1.015.608	1,05%	0,21%

Tabella 2.6 – Popolazione della Provincia di Ravenna per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Emilia-Romagna-Provincia di Ravenna		Popolazione residente						Δ % 2021 vs 2016	CAGR 2016 – 2021
		2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Comune di Ravenna		159.088	159.288	159.678	158.923	158.247	156.463	-1,65%	-0,33%
Comuni confinanti con il Comune di Ravenna		69.646	69.384	69.267	69.298	69.066	68.938	-1,02%	-0,20%
Altri Comuni		161.262	161.252	160.994	160.692	160.657	161.242	-0,01%	-0,00%
Collina interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	15.914	15.884	15.776	15.591	15.442	15.445	-2,95%	-0,60%
Collina litoranea	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti								
Montagna interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti								
Pianura	>15.000 abitanti	89.969	90.184	89.938	90.035	90.142	90.997	1,14%	0,23%
	<15.000 abitanti	55.379	55.184	55.280	55.066	55.073	54.800	-1,05%	-0,21%
Totale Emilia-Romagna		4.435.480	4.439.768	4.445.920	4.459.453	4.464.119	4.438.937	0,08%	0,02%
Provincia di Ravenna		389.996	389.924	389.939	388.913	387.970	386.643	-0,86%	-0,17%

Tabella 2.7 – Popolazione della Provincia di Rimini per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Emilia-Romagna-Provincia di Rimini		Popolazione residente						Δ % 2021 vs 2016	CAGR 2016 – 2021
		2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Comune di Rimini		146.178	147.393	147.870	148.981	149.335	150.240	2,78%	0,55%
Comuni confinanti con il Comune di Rimini		96.547	96.613	96.667	97.087	97.082	97.238	0,72%	0,14%
Altri Comuni		90.331	90.314	90.340	90.486	90.381	90.299	-0,04%	-0,01%
Collina interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	19.333	19.218	19.182	19.205	19.044	19.001	-1,72%	-0,35%
Collina litoranea	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	28.216	28.144	28.155	28.292	28.325	28.325	0,39%	0,08%
Montagna interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	3.280	3.250	3.156	3.133	3.064	3.029	-7,65%	-1,60%
Pianura	>15.000 abitanti	17.058	17.160	17.099	17.048	16.996	16.723	-1,96%	-0,40%
	<15.000 abitanti	22.444	22.542	22.748	22.808	22.952	23.221	3,46%	0,68%
Totale Emilia-Romagna		4.435.480	4.439.768	4.445.920	4.459.453	4.464.119	4.438.937	0,08%	0,02%
Provincia di Rimini		333.056	334.320	334.877	336.554	336.798	337.777	1,42%	0,28%

Tabella 2.8 – Popolazione della Provincia di Forlì-Cesena per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Emilia-Romagna-Provincia di Forlì-Cesena		Popolazione residente						Δ % 2021 vs 2016	CAGR 2016 – 2021
		2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Comune di Forlì		117.752	117.874	117.876	118.360	118.292	117.407	-0,29%	-0,06%
Comune di Cesena		96.482	96.344	96.736	97.421	97.465	96.520	0,04%	0,01%
Comuni confinanti con i Comuni di Forlì-Cesena		109.571	109.211	109.493	109.742	109.737	109.287	-0,26%	-0,05%
Altri Comuni		69.912	69.908	69.762	69.915	69.812	69.428	-0,69%	-0,14%
Collina interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	17.768	17.745	17.624	17.501	17.429	17.212	-3,13%	-0,64%
Collina litoranea	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti								
Montagna interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	13.648	13.519	13.443	13.283	13.124	12.885	-5,59%	-1,16%
Pianura	>15.000 abitanti	17.712	17.791	17.742	17.871	17.925	17.858	0,82%	0,16%
	<15.000 abitanti	20.784	20.853	20.953	21.260	21.334	21.473	3,32%	0,65%
Totale Emilia-Romagna		4.435.480	4.439.768	4.445.920	4.459.453	4.464.119	4.438.937	0,08%	0,02%
Provincia di Forlì-Cesena		393.717	393.337	393.867	395.438	395.306	392.642	-0,27%	-0,05%

Tabella 2.9 – Popolazione della Provincia di Ferrara per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Emilia-Romagna-Provincia di Ferrara		Popolazione residente						Δ % 2021 vs 2016	CAGR 2016 – 2021
		2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Comune di Ferrara		133.365	132.378	132.889	132.931	132.899	131.669	-1,27%	-0,26%
Comuni confinanti con il Comune di Ferrara		97.796	96.808	95.800	95.265	94.885	94.499	-3,37%	-0,68%
Altri Comuni		119.543	118.602	117.758	117.342	116.726	115.893	-3,05%	-0,62%
Collina interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti								
Collina litoranea	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti								
Montagna interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti								
Pianura	>15.000 abitanti	57.927	57.672	57.462	57.455	57.386	57.188	-1,28%	-0,26%
	<15.000 abitanti	61.616	60.930	60.296	59.887	59.340	58.705	-4,72%	-0,96%
Totale Emilia-Romagna		4.435.480	4.439.768	4.445.920	4.459.453	4.464.119	4.438.937	0,08%	0,02%
Provincia di Ferrara		350.704	347.788	346.447	345.538	344.510	342.061	-2,46%	-0,50%

Tabella 2.10 – Popolazione della Provincia di Modena per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Emilia-Romagna-Provincia di Modena		Popolazione residente						Δ % 2021 vs 2016	CAGR 2016 – 2021
		2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Comune di Modena		185.399	186.051	186.850	189.016	189.013	186.414	0,55%	0,11%
Comuni confinanti con il Comune di Modena		225.590	225.950	226.665	228.250	228.522	228.003	1,07%	0,21%
Altri Comuni		289.177	288.471	288.447	289.491	289.584	289.279	0,04%	0,01%
Collina interna	>15.000 abitanti	100.064	100.071	100.164	100.486	100.531	100.815	0,75%	0,15%
	<15.000 abitanti	41.286	41.301	41.556	41.881	42.008	42.030	1,80%	0,36%
Collina litoranea	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti								
Montagna interna	>15.000 abitanti	17.423	17.475	17.441	17.802	17.978	17.979	3,19%	0,63%
	<15.000 abitanti	29.438	29.189	29.047	28.928	28.717	28.326	-3,78%	-0,77%
Pianura	>15.000 abitanti	39.412	39.125	39.141	39.276	39.278	39.150	-0,66%	-0,13%
	<15.000 abitanti	61.554	61.310	61.098	61.118	61.072	60.979	-0,93%	-0,19%
Totale Emilia-Romagna		4.435.480	4.439.768	4.445.920	4.459.453	4.464.119	4.438.937	0,08%	0,02%
Provincia di Modena		700.166	700.472	701.962	706.757	707.119	703.696	0,50%	0,10%

Tabella 2.11 – Popolazione della Provincia di Parma per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Emilia-Romagna-Provincia di Parma		Popolazione residente						Δ % 2021 vs 2016	CAGR 2016 – 2021
		2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Comune di Parma		192.940	195.267	197.301	198.606	200.455	195.998	1,58%	0,31%
Comuni confinanti con il Comune di Parma		117.842	118.048	118.289	119.062	119.632	119.696	1,57%	0,31%
Altri Comuni		135.982	135.140	134.896	134.837	134.786	133.934	-1,51%	-0,30%
Collina interna	>15.000 abitanti	46.174	46.094	46.046	46.167	46.431	46.806	1,37%	0,27%
	<15.000 abitanti	27.625	27.494	27.476	27.511	27.385	26.868	-2,74%	-0,55%
Collina litoranea	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti								
Montagna interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	29.475	29.048	28.899	28.610	28.343	27.851	-5,51%	-1,13%
Pianura	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	32.708	32.504	32.475	32.549	32.627	32.409	-0,91%	-0,18%
Totale Emilia-Romagna		4.435.480	4.439.768	4.445.920	4.459.453	4.464.119	4.438.937	0,08%	0,02%
Provincia di Parma		446.764	448.455	450.486	452.505	454.873	449.628	0,64%	0,13%

Tabella 2.12 – Popolazione della Provincia di Piacenza per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Emilia-Romagna-Provincia di Piacenza		Popolazione residente						Δ % 2021 vs 2016	CAGR 2016 – 2021
		2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Comune di Piacenza		102.178	102.502	103.215	103.904	104.260	102.731	0,54%	0,11%
Comuni confinanti con il Comune di Piacenza		45.128	45.281	45.116	45.193	45.356	45.165	0,08%	0,02%
Altri Comuni		139.106	138.379	137.873	137.168	136.817	135.846	-2,34%	-0,47%
Collina interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	80.657	80.270	80.233	79.872	79.904	79.463	-1,48%	-0,30%
Collina litoranea	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti								
Montagna interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	15.330	15.230	14.955	14.746	14.564	14.239	-7,12%	-1,47%
Pianura	>15.000 abitanti	15.093	15.084	15.032	14.991	14.916	14.947	-0,97%	-0,19%
	<15.000 abitanti	28.026	27.795	27.653	27.559	27.433	27.197	-2,96%	-0,60%
Totale Emilia-Romagna		4.435.480	4.439.768	4.445.920	4.459.453	4.464.119	4.438.937	0,08%	0,02%
Provincia di Piacenza		286.412	286.162	286.204	286.265	286.433	283.742	-0,93%	-0,19%

Tabella 2.13 – Popolazione della Provincia di Reggio nell'Emilia per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Emilia-Romagna-Provincia di Reggio nell'Emilia		Popolazione residente						Δ % 2021 vs 2016	CAGR 2016 – 2021
		2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Comune di Reggio nell'Emilia		169.363	169.875	170.151	170.887	171.084	170.601	0,73%	0,15%
Comuni confinanti con il Comune di Reggio nell'Emilia		182.524	182.671	182.899	182.579	182.418	181.714	-0,44%	-0,09%
Altri Comuni		177.756	176.933	176.538	176.466	176.107	174.825	-1,65%	-0,33%
Collina interna	>15.000 abitanti	15.100	15.159	15.232	15.287	15.340	15.364	1,75%	0,35%
	<15.000 abitanti	25.392	25.315	25.286	25.250	25.274	25.145	-0,97%	-0,20%
Collina litoranea	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti								
Montagna interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	28.902	28.690	28.614	28.480	28.234	27.765	-3,93%	-0,80%
Pianura	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	108.362	107.769	107.406	107.449	107.259	106.551	-1,67%	-0,34%
Totale Emilia-Romagna		4.435.480	4.439.768	4.445.920	4.459.453	4.464.119	4.438.937	0,08%	0,02%
Provincia di Reggio nell'Emilia		529.643	529.479	529.588	529.932	529.609	527.140	-0,47%	-0,09%

Tabella 2.14 – Popolazione della Provincia di Firenze per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Toscana-Provincia di Firenze		Popolazione residente						Δ % 2021 vs 2016	CAGR 2016 – 2021
		2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Comune di Firenze		377.395	377.277	373.991	369.885	366.927	368.419	-2,38%	-0,48%
Comuni confinanti con il Comune di Firenze		198.658	198.920	199.135	199.843	200.175	201.311	1,34%	0,27%
Altri Comuni		429.306	429.627	429.787	429.248	428.415	428.701	-0,14%	-0,03%
Collina interna	>15.000 abitanti	168.904	169.255	169.065	168.782	168.216	169.204	0,18%	0,04%
	<15.000 abitanti	141.669	141.643	141.803	141.825	141.853	141.190	-0,34%	-0,07%
Collina litoranea	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti								
Montagna interna	>15.000 abitanti	16.302	16.337	16.536	16.553	16.618	16.534	1,42%	0,28%
	<15.000 abitanti	19.665	19.539	19.502	19.396	19.326	19.177	-2,48%	-0,50%
Pianura	>15.000 abitanti	71.859	71.923	71.890	71.812	71.619	71.664	-0,27%	-0,05%
	<15.000 abitanti	10.907	10.930	10.991	10.880	10.783	10.932	0,23%	0,05%
Totale Toscana		3.726.422	3.721.391	3.712.048	3.701.343	3.692.555	3.692.865	-0,90%	-0,18%
Provincia di Firenze		1.005.359	1.005.824	1.002.913	998.976	995.517	998.431	-0,69%	-0,14%

Tabella 2.15 – Popolazione della Provincia di Pesaro e Urbino per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Toscana-Provincia di Pesaro e Urbino		Popolazione residente						Δ % 2021 vs 2016	CAGR 2016 – 2021
		2016	2017	2018	2019	2020	2021		
Comune di Pesaro		14.910	14.685	14.364	14.188	13.929	14.007	-6,06%	-1,24%
Comune di Urbino		94.239	94.548	94.795	94.896	95.152	95.950	1,82%	0,36%
Comuni confinanti con i Comuni di Pesaro e Urbino		169.198	168.425	168.170	167.527	164.028	162.768	-3,80%	-0,77%
Altri Comuni		81.856	81.711	81.704	81.532	81.754	80.547	-1,60%	-0,32%
Collina interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	19.464	19.342	19.197	19.039	18.711	18.246	-6,26%	-1,28%
Collina litoranea	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	39.601	39.834	40.159	40.577	41.380	41.194	4,02%	0,79%
Montagna interna	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti	22.791	22.535	22.348	21.916	21.663	21.107	-7,39%	-1,52%
Pianura	>15.000 abitanti								
	<15.000 abitanti								
Totale Marche		1.538.442	1.532.460	1.526.331	1.520.321	1.512.672	1.498.236	-2,61%	-0,53%
Provincia di Pesaro e Urbino		360.203	359.369	359.033	358.143	356.497	353.272	-1,92%	-0,39%

Alla luce dei dati sopra riportati, all'interno dell'Area di Studio e di Influenza si evidenziano tassi di crescita a segni opposti: positivi per la Città Metropolitana di Bologna e la provincia di Rimini, negativi per la Provincia di Ravenna e Forlì-Cesena. Anche per le restanti province della regione Emilia-Romagna si evidenziano tassi di crescita a segni

opposti: positivi per le province di Modena, Parma e Piacenza, negativi per le province di Ferrara e Reggio nell'Emilia. La provincia di Firenze e quella di Pesaro e Urbino riportano entrambe un tasso di crescita negativo in linea con l'andamento delle rispettive regioni. I cluster definiti sulla base dell'altimetria, i cui valori sono indicati nelle tabelle sopra riportate, evidenziano in generale che tra le province dell'Area di Studio e di Influenza il cluster "Montagna Interna" presenta tassi di crescita negativi e, laddove presente, tassi di crescita positivi per il cluster "Collina interna" > 15.000 abitanti.

Infine, sono stati indagati gli andamenti della ripartizione percentuale della popolazione rispetto alle seguenti fasce di età (o cluster):

- 15-24 anni;
- 25-64 anni;
- 65-75 anni;
- "Altro", ovvero l'aggregazione delle fasce di età: <14 anni e >75.

I risultati ottenuti sono riportati nei grafici seguenti.

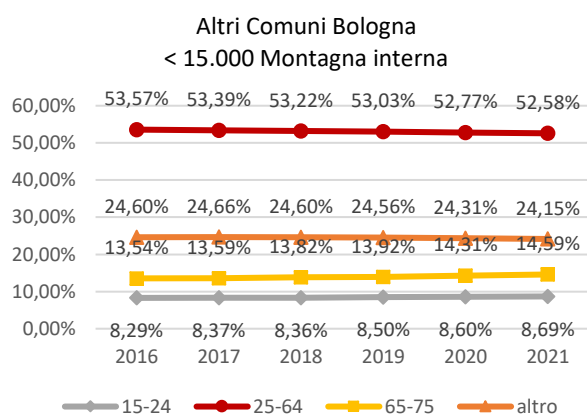
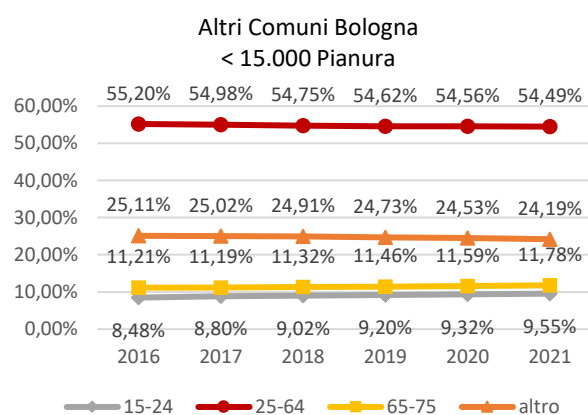
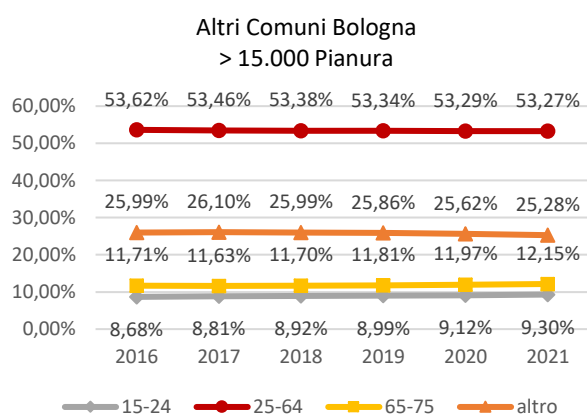
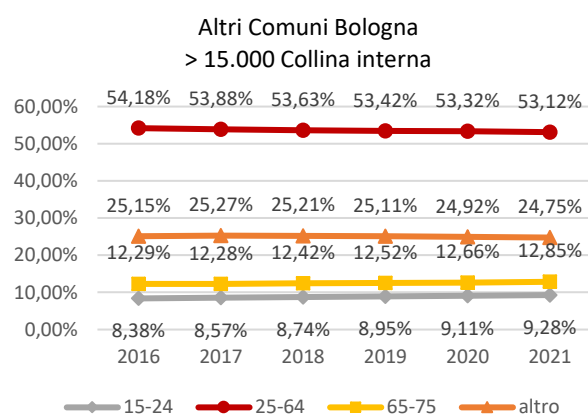
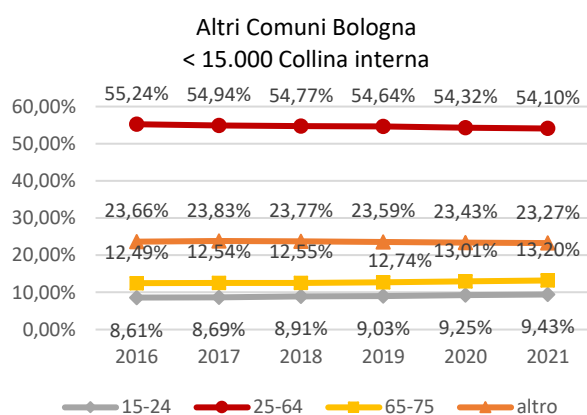
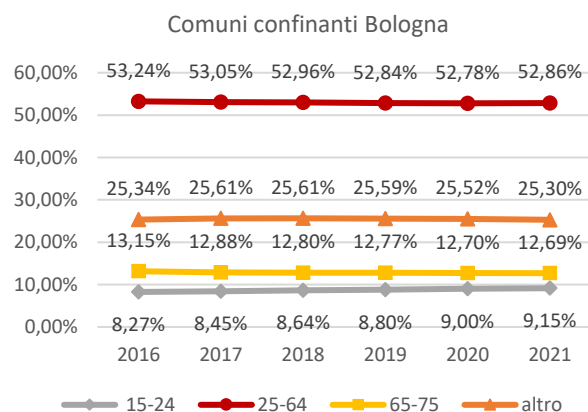
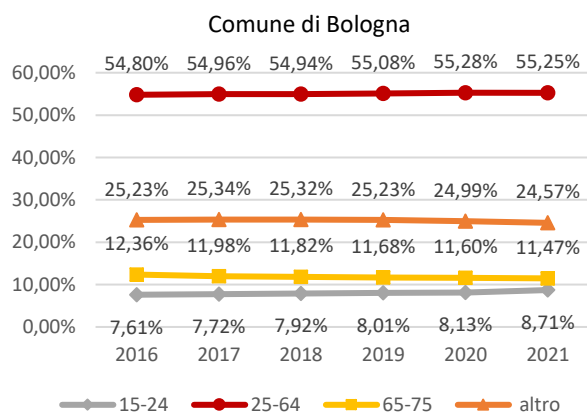


Figura 2.4 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella area metropolitana di Bologna. Fonte: Istat

I grafici in queste figure sono rappresentativi della popolazione dell'area metropolitana di Bologna. Dai grafici sopra riportati è possibile notare, che i cluster “25-65” e “Altro” dal 2016 al 2021 subiscono una leggera ma costante decrescita della popolazione appartenente a queste fasce d'età. Inoltre, è possibile osservare come i cluster “15-24” e “65-75” presentino delle ripartizioni percentuali simili tra loro e siano entrambi in leggera crescita

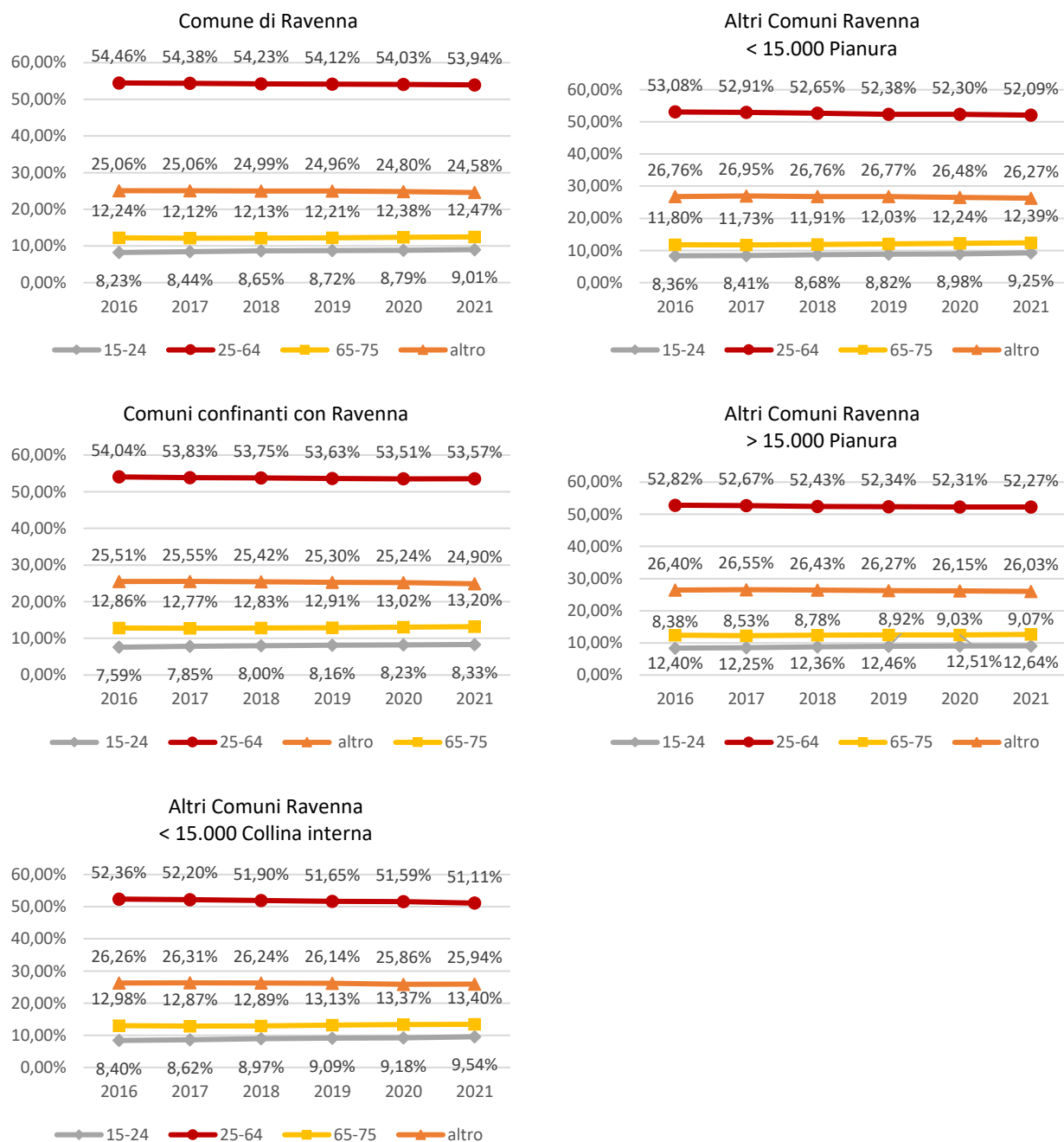


Figura 2.5 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Ravenna. Fonte: Istat

I grafici in queste figure sono rappresentativi della popolazione della provincia di Rimini. Anche in questa zona, oggetto dell'area di studio, si denota un lieve decremento della popolazione per i cluster "25-64" e "Altro". Inoltre, come in precedenza si conferma la simile ripartizione dei cluster "15-24" e "65-75" che in entrambi i casi fa registrare una lieve crescita.

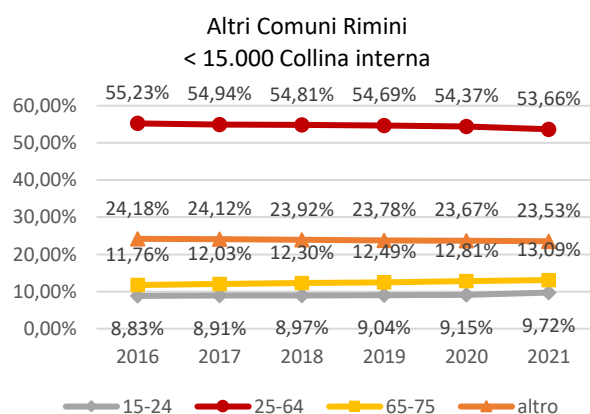
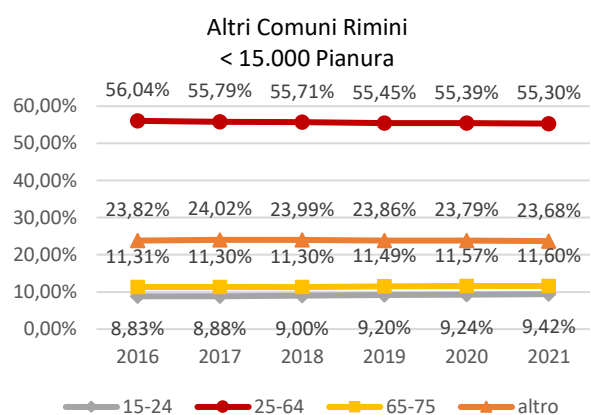
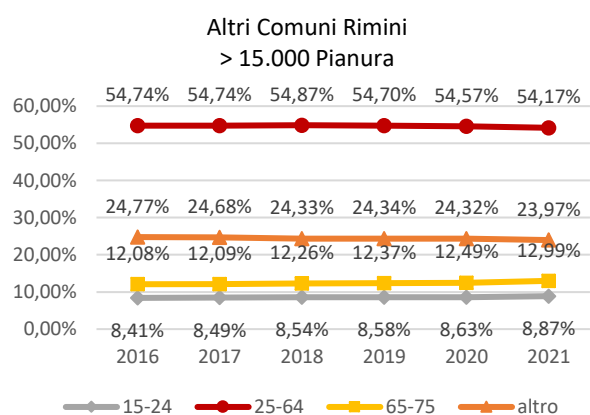
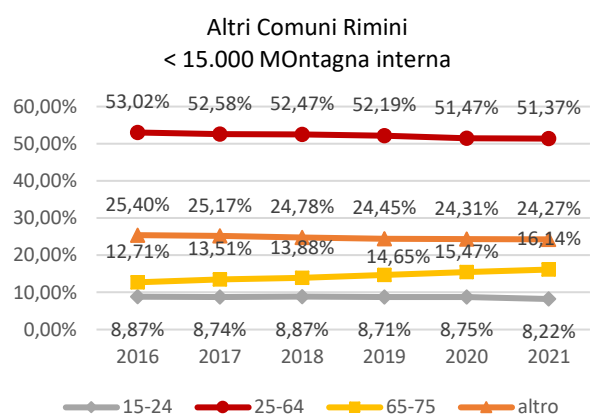
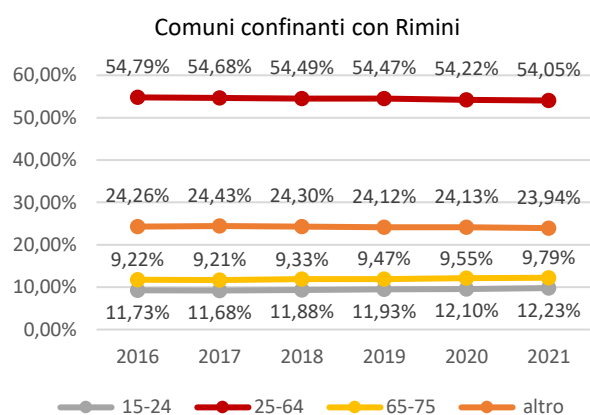
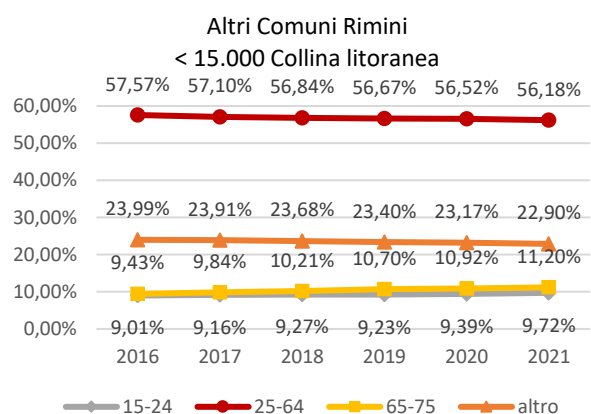
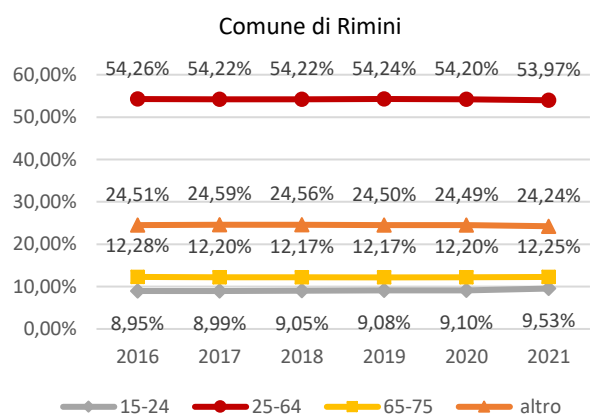


Figura 2.6 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Rimini. Fonte: Istat

I grafici in Figura 6, sono rappresentativi della popolazione della provincia di Rimini. L'andamento dei cluster individuati è allineato a quello delle altre province considerate e commentate precedentemente, tuttavia, è da rimarcare la forte crescita dal 2016 al 2021 del cluster "65-75" nelle zone di Montagna interna.

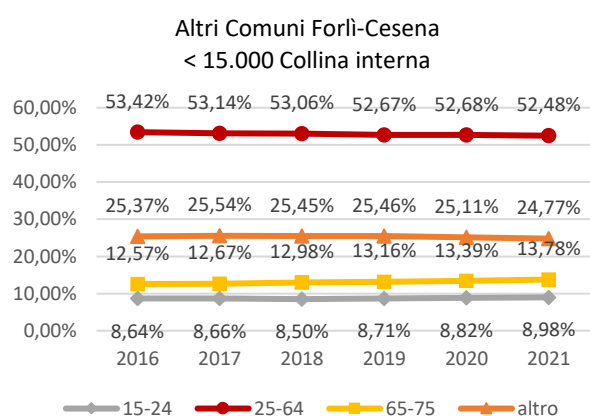
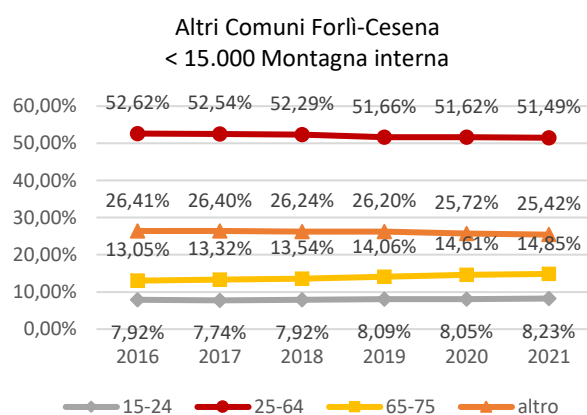
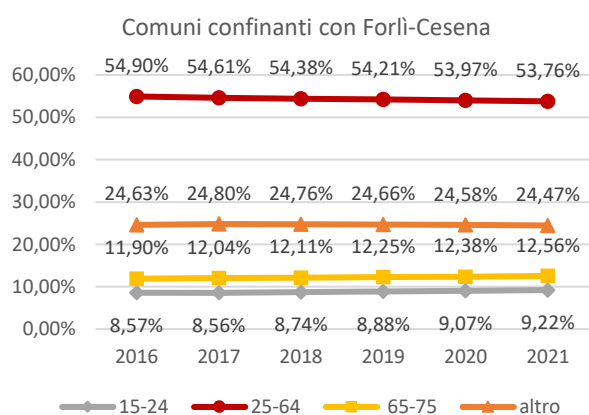
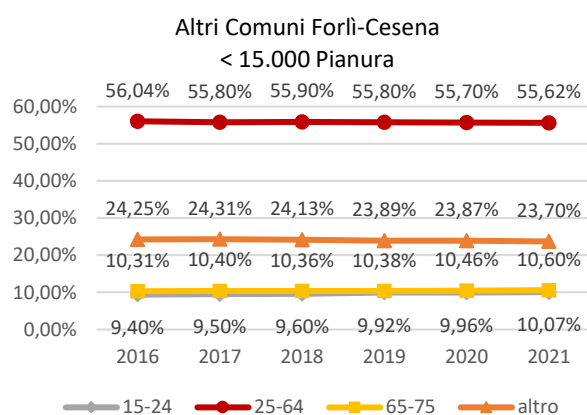
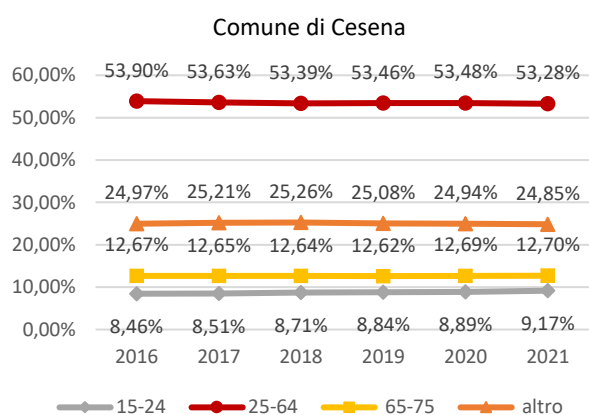
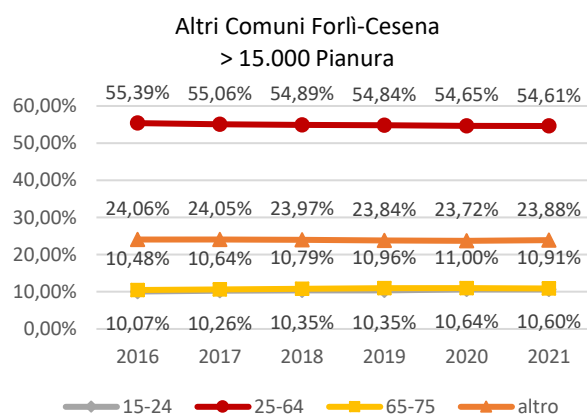
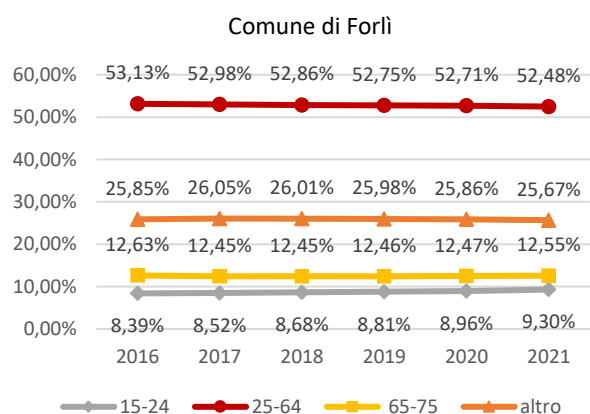


Figura 2.7 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Forlì-Cesena. Fonte: Istat

Per la Provincia di Forlì-Cesena è possibile notare, che i cluster “25-65” e “Altro” dal 2016 al 2021, in accordo con il resto delle province e aree analizzate, subiscono una leggera ma costante decrescita della popolazione appartenente a queste fasce d'età. Al contrario, è possibile osservare che i cluster “15-24” e “65-75” presentano delle ripartizioni percentuali simili tra loro e sono entrambi in lieve crescita.

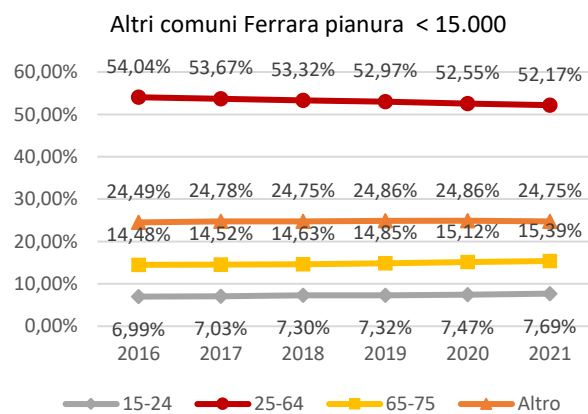
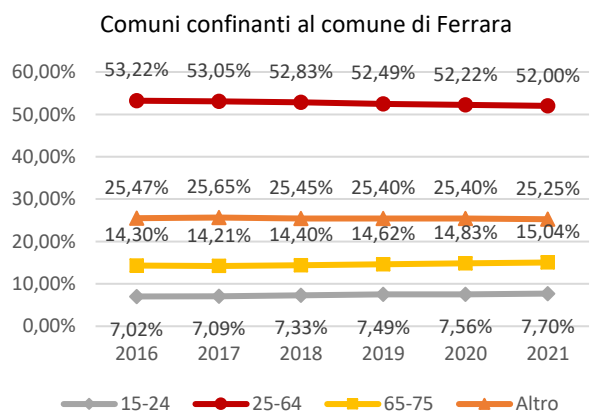
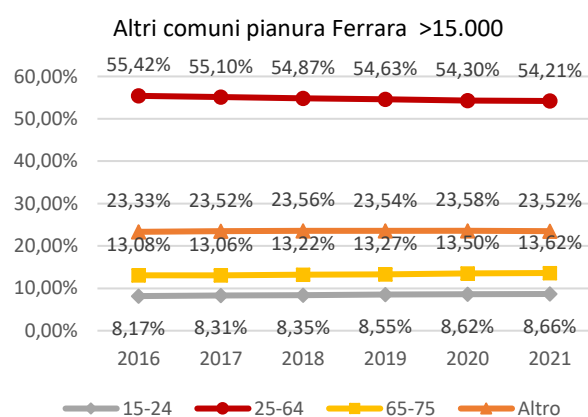
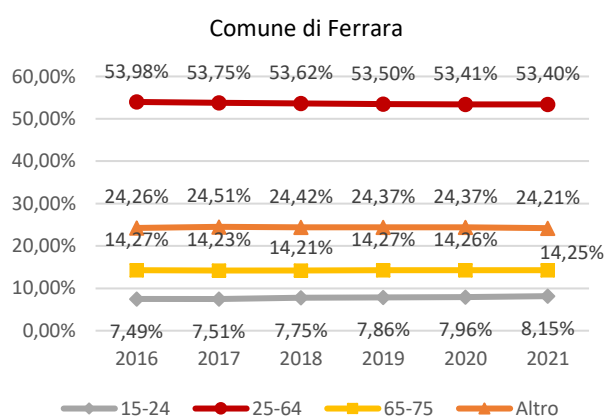
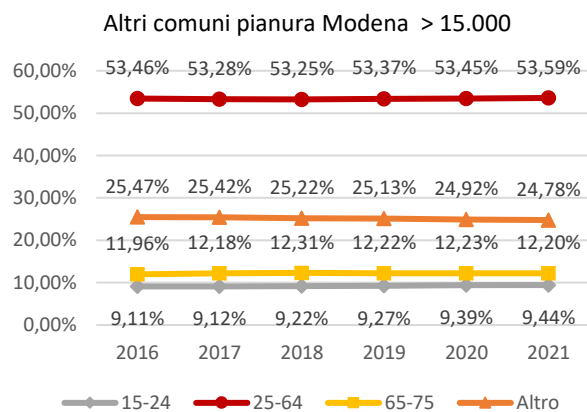
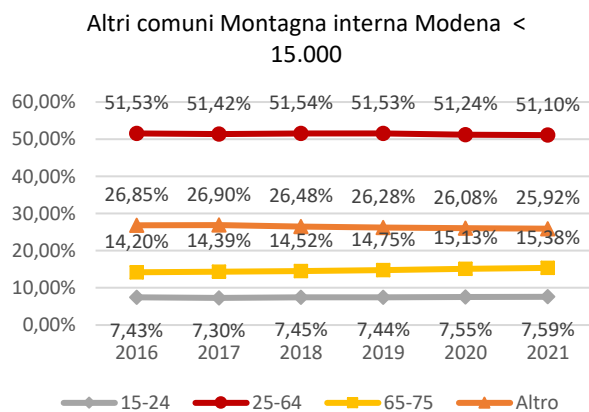
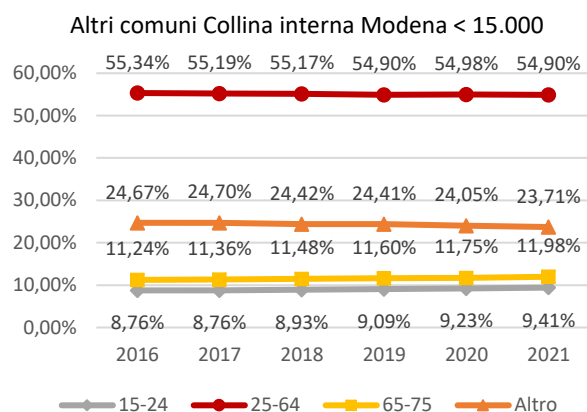
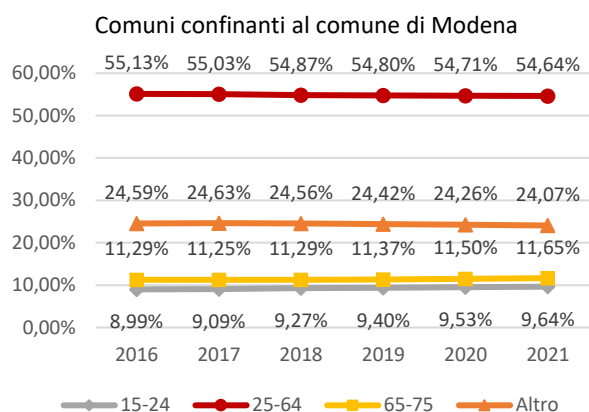
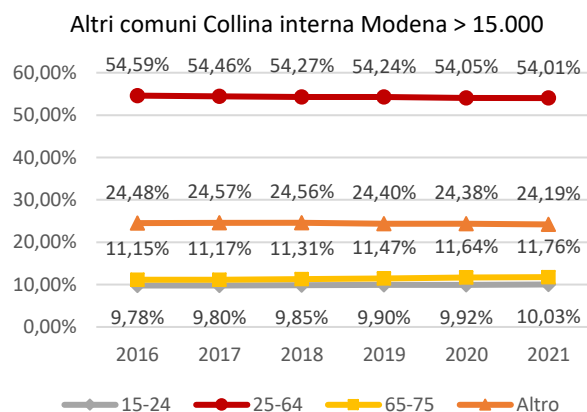
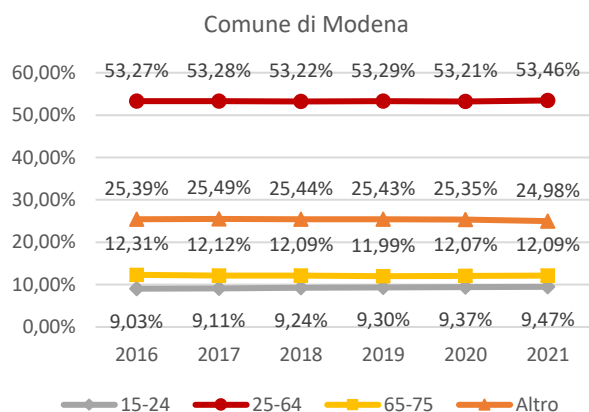


Figura 2.8 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Ferrara. Fonte: Istat

In generale in tutta la provincia di Ferrara si riscontra un decremento, seppur lieve, della popolazione appartenente ai cluster d'età "25-64" e "Altro". Al contrario "15-24" e "65-75" fanno registrare un lieve aumento durante il periodo di osservazione considerato.



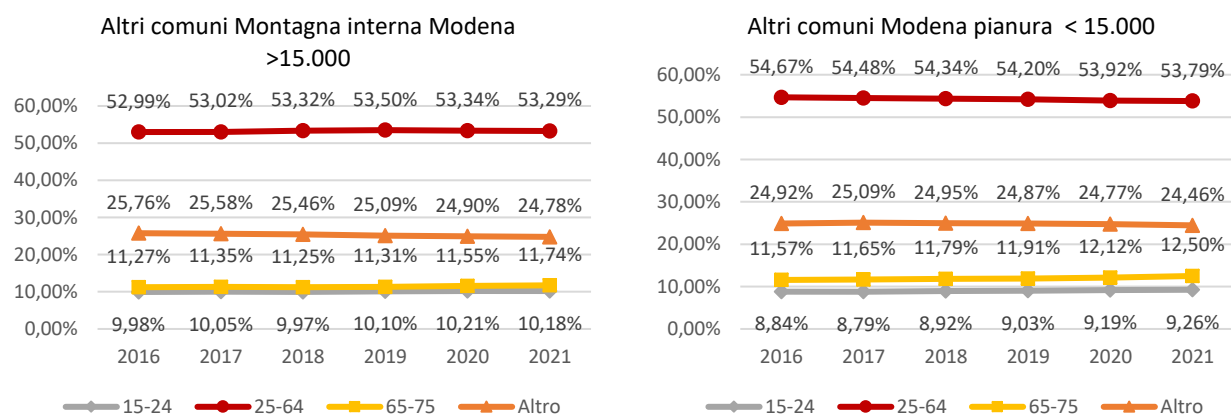


Figura 2.9 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Modena. Fonte: Istat

I grafici che precedono, rappresentativi della popolazione della Provincia di Modena, mostrano come i cluster “25-65” e “Altro” dal 2016 al 2021 subiscono una leggera ma costante decrescita della popolazione appartenente a queste fasce d'età. Al contrario, è possibile osservare che i cluster “15-24” e “65-75” presentano delle ripartizioni percentuali simili tra loro e sono entrambi in lieve crescita.

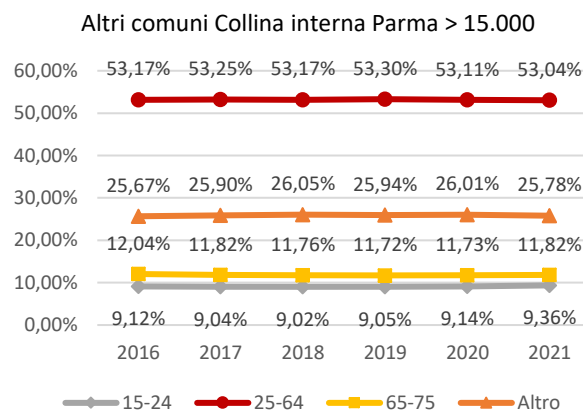
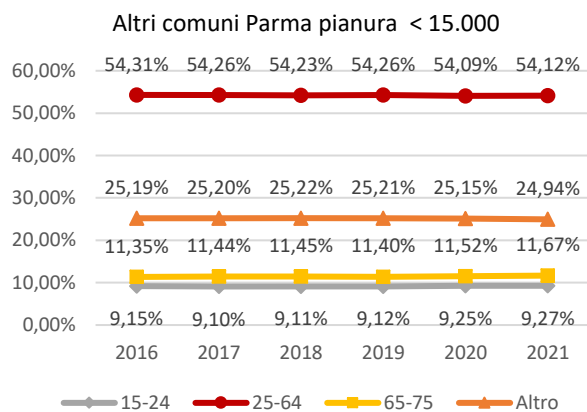
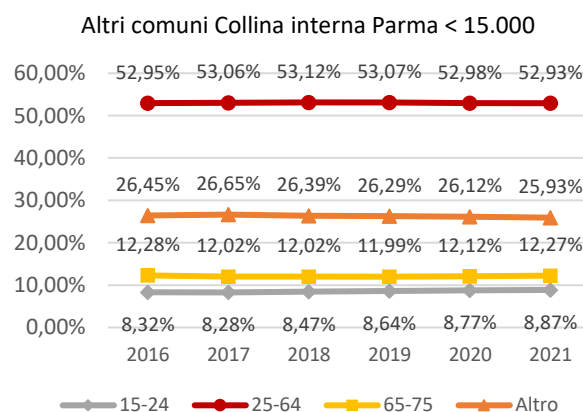
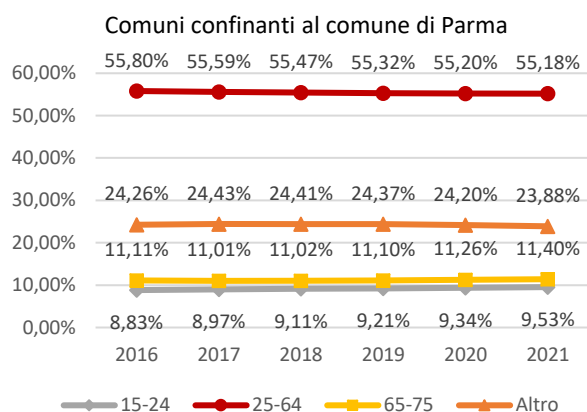
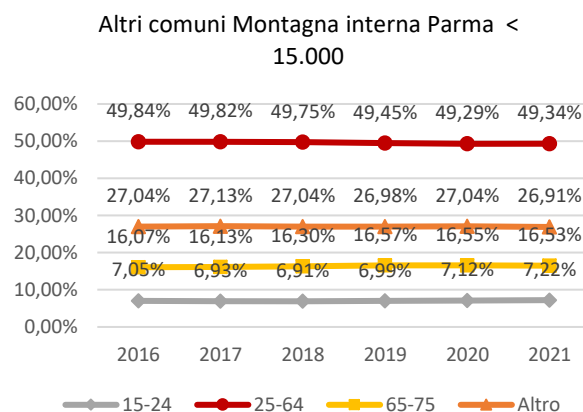
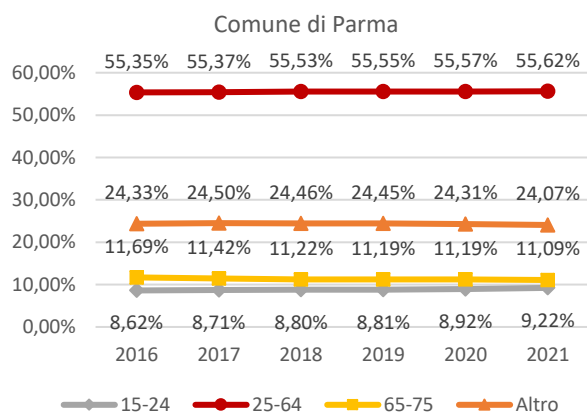


Figura 2.10 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Parma. Fonte: Istat

I precedenti grafici sono rappresentativi della popolazione della Provincia di Parma. È possibile notare dai grafici sopra riportati, che i cluster “25-65” e “Altro” dal 2016 al 2021, subiscono una leggera ma costante decrescita della popolazione appartenente a queste fasce d'età. Al contrario, è possibile osservare che i cluster “15-24” e “65-75” presentano delle ripartizioni percentuali simili tra loro e sono entrambi in lieve crescita. È inoltre, utile sottolineare come era lecito aspettarsi che nel cluster “Montagna interna” il minor numero di abitanti del cluster “25-64” rispetto agli altri cluster.

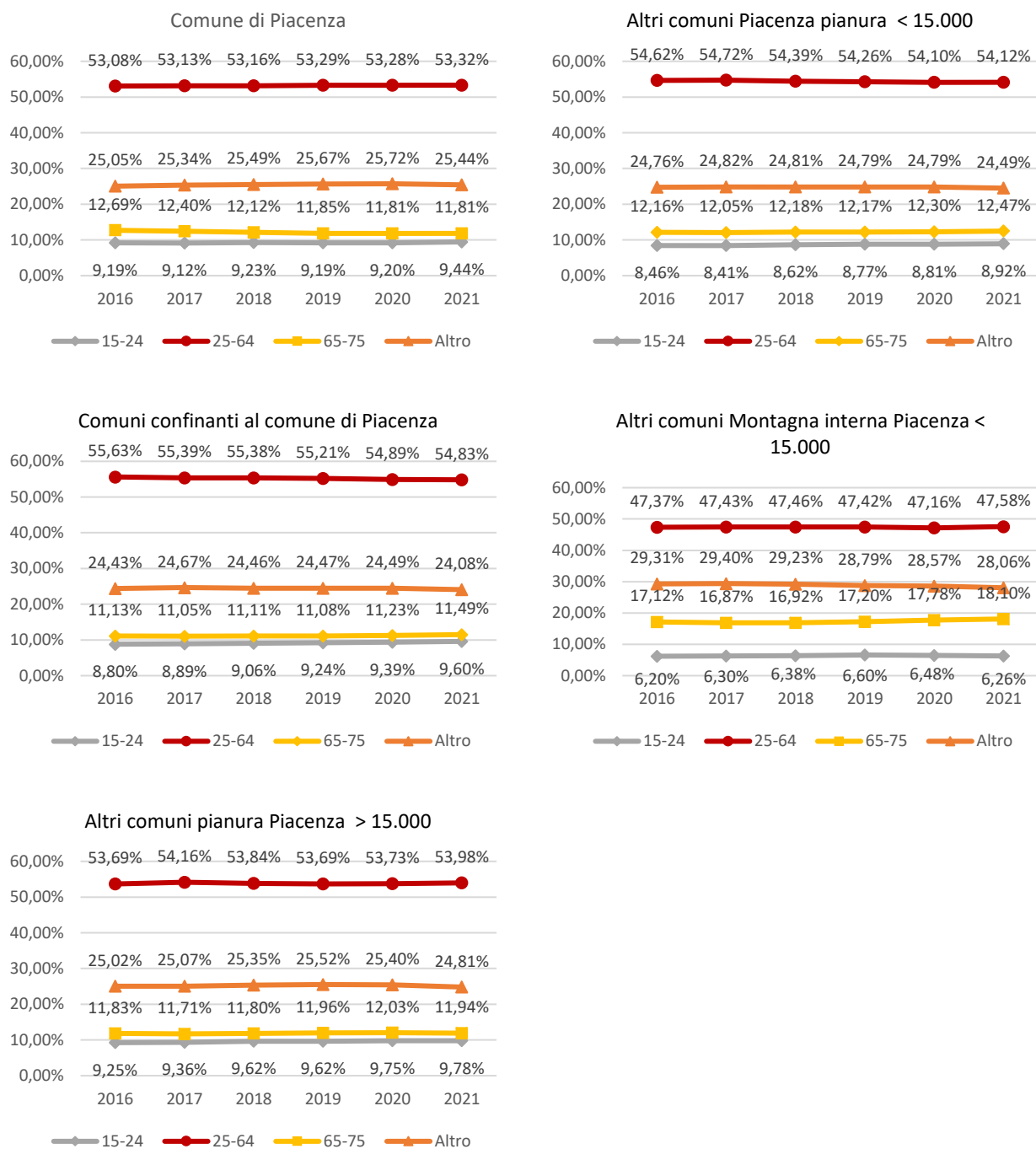


Figura 2.11 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Piacenza. Fonte: Istat

In generale il cluster “25-64” risulta essere in lieve decremento se si analizza i cluster geografico altimetrici di “Altri comuni di Piacenza”, “Comuni confinanti con Piacenza” e “Altri comuni pianura Piacenza < 15.000”, mentre è vero il contrario considerando gli altri riportati. Dai grafici riportati in Figura 2.18, si denota un andamento opposto per i cluster d'età “65-75” e “Altro”.

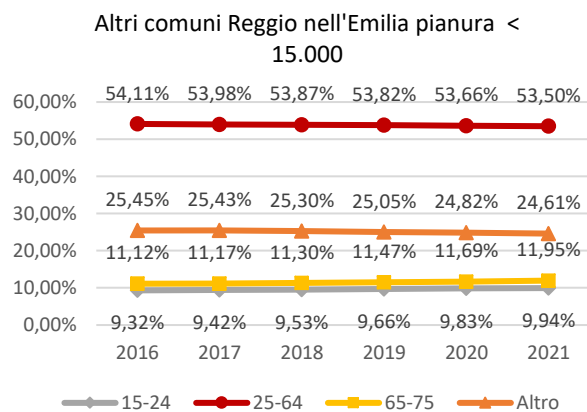
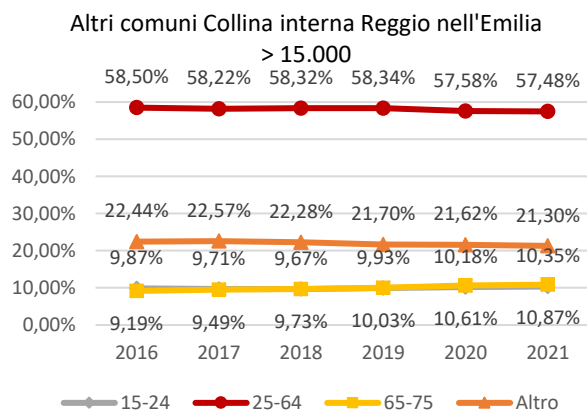
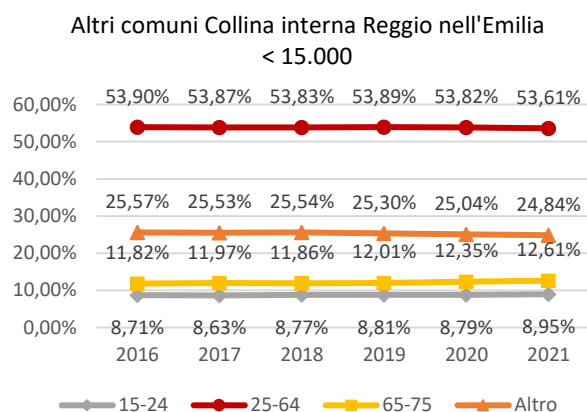
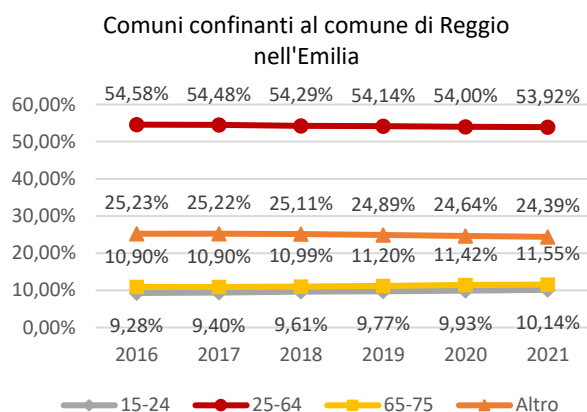
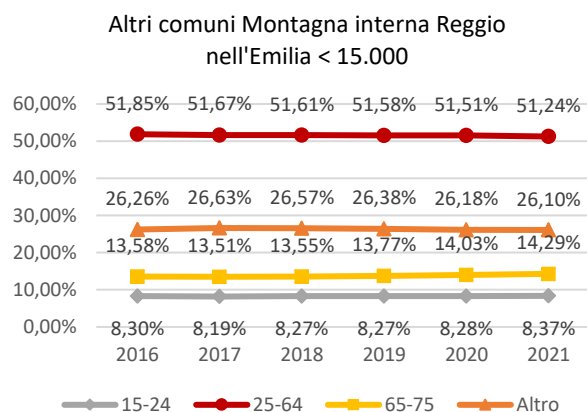
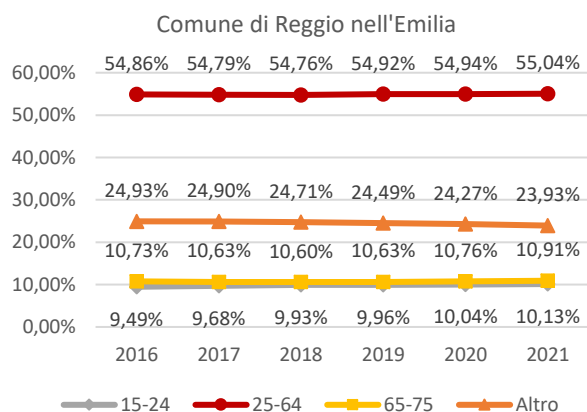
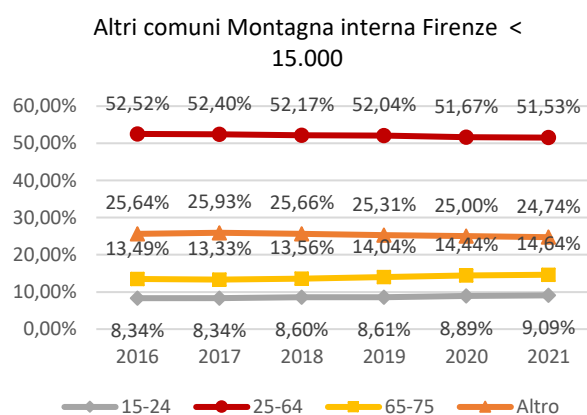
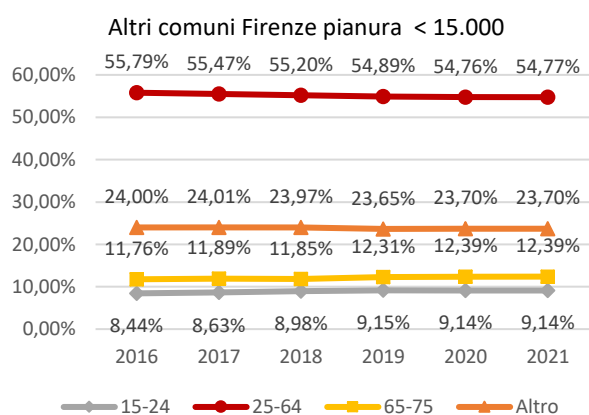
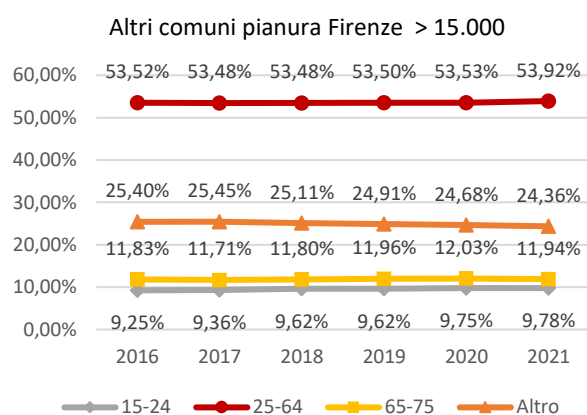
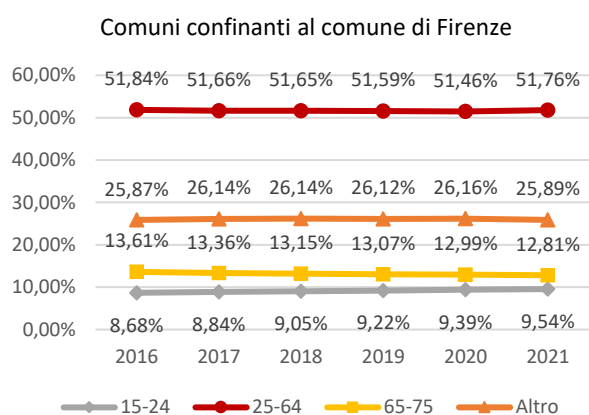
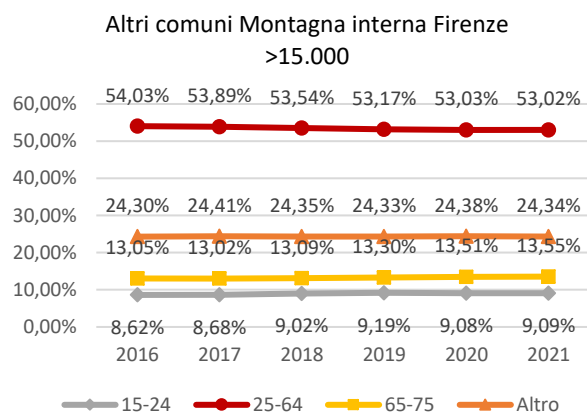
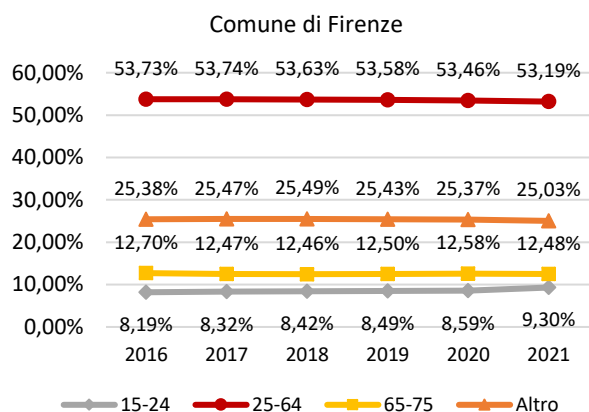


Figura 2.12 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Reggio nell'Emilia. Fonte: Istat

I grafici precedenti sono rappresentativi della popolazione della Provincia di Reggio nell'Emilia. È possibile notare dai grafici sopra riportati, che i cluster “25-65” e “Altro” dal 2016 al 2021, subiscono una leggera ma costante decrescita che si contrappone alla popolazione appartenente ad i cluster di età “15-24” e “65-75”.



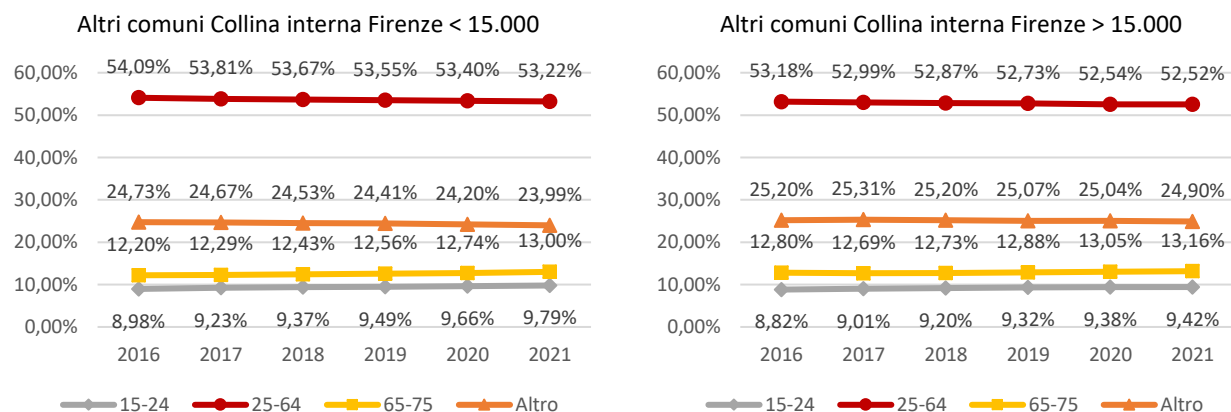


Figura 2.13 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Firenze. Fonte: Istat

I precedenti grafici sono rappresentativi della popolazione della Provincia di Firenze. È possibile notare dai grafici sopra riportati, che i cluster “25-65” e “Altro” dal 2016 al 2021, subiscono una leggera ma costante decrescita che si contrappone alla popolazione appartenente ad i cluster di età “15-24” e “65-75”. Fanno eccezione il cluster altimetrico “Altri Comuni Pianura Firenze > 15.000” e “Altri comuni Montagna interna Firenze < 15.000” che seguono un andamento opposto.

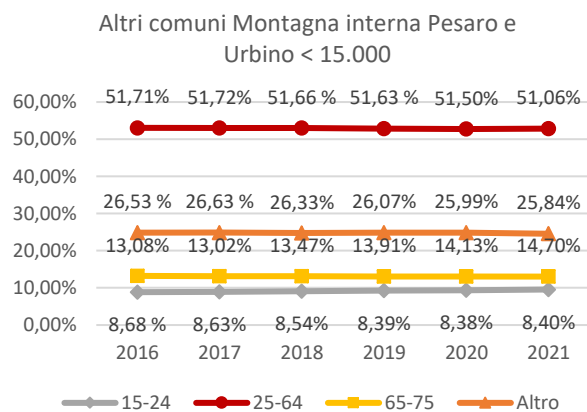
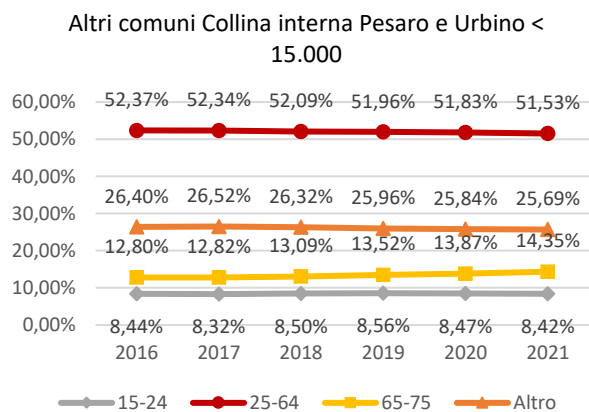
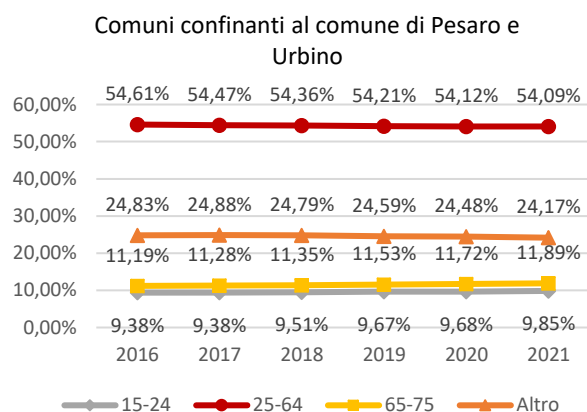
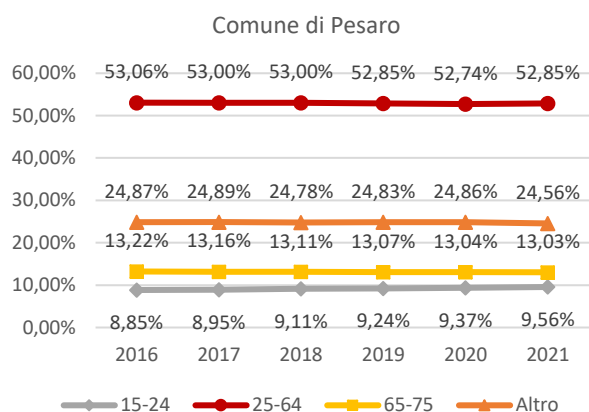
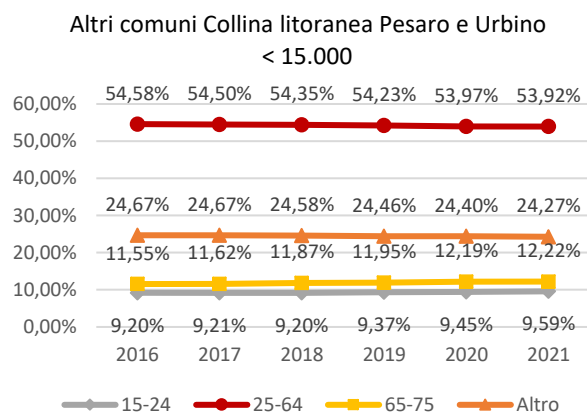
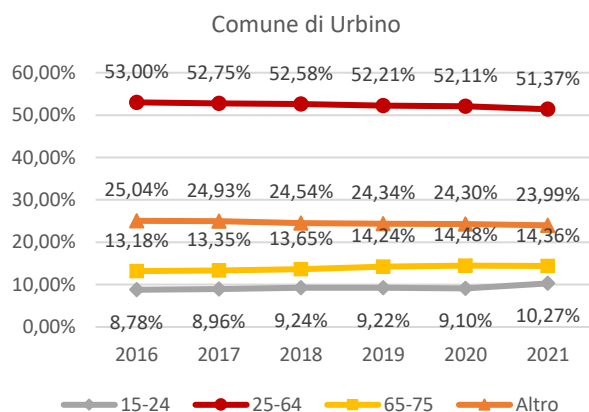


Figura 2.14 – Andamento della ripartizione % della popolazione per fascia d'età e per cluster geografico dal 2016 al 2021 nella provincia di Pesaro e Urbino. Fonte: Istat

I grafici precedenti sono rappresentativi della popolazione della Provincia di Pesaro e Urbino. È possibile notare dai grafici sopra riportati, che i cluster “25-65” e “Altro” dal 2016 al 2021, subiscono una leggera ma costante decrescita complementariamente all’andamento della popolazione appartenente ad i cluster di età “15-24” e “65-75”. È utile inoltre sottolineare che nel cluster geografico altimetrico “Altri comuni Collina litoranea Pesaro e Urbino < 15.000” la percentuale della popolazione più giovane sia maggiore rispetto a quanto avviene per “Altri comuni Collina interna Pesaro e Urbino < 15.000”.

2.2.2 VARIABILI ECONOMICHE

Nella *Tabella 2.16* è riportato il PIL pro capite in valore assoluto, in milioni di euro, dal 2014 al 2019, relativo alle province appartenenti all'Area di Studio e di Influenza, mentre in *Tabella 2.17* è riportato il PIL con valori concatenati delle regioni Emilia-Romagna, Toscana, Marche e quello dell'Italia.

Tabella 2.16 – PIL pro capite in valore assoluto (mln €) nelle regioni e nelle province appartenenti all'area di studio e di influenza dal 2014 al 2019. Fonte: Istat

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Δ % 2019 vs 2014	CAGR 2019 - 2014
Bologna	37.689,20 €	38.592,42 €	39.483,59 €	40.779,28 €	42.024,26 €	43.055,45 €	14,24%	2,70%
Ravenna	11.942,10 €	12.036,64 €	12.348,62 €	12.470,33 €	12.638,29 €	12.563,56 €	5,20%	1,02%
Forlì-Cesena	11.847,65 €	12.162,01 €	12.395,95 €	12.676,89 €	13.016,96 €	13.157,35 €	11,05%	2,12%
Rimini	9.389,42 €	9.397,72 €	9.760,87 €	10.040,12 €	10.246,72 €	10.448,87 €	11,28%	2,16%
Ferrara	8.774,28 €	9.002,92 €	9.193,59 €	9.384,52 €	9.460,19 €	9.313,47 €	6,15%	1,20%
Modena	24.755,13 €	25.076,80 €	26.362,33 €	27.260,17 €	27.438,14 €	26.921,10 €	8,75%	1,69%
Parma	15.555,17 €	15.854,62 €	16.282,96 €	16.770,35 €	17.421,99 €	17.679,55 €	13,66%	2,59%
Piacenza	8.792,75 €	8.841,95 €	8.956,83 €	9.177,50 €	9.550,46 €	9.720,60 €	10,55%	2,03%
Reggio nell'Emilia	17.181,75 €	17.815,39 €	18.386,06 €	19.024,20 €	19.380,73 €	19.711,61 €	14,72%	2,79%
Firenze	35.887,05 €	36.296,91 €	37.221,91 €	37.743,07 €	38.917,81 €	42.736,19 €	19,09%	3,56%
Pesaro e Urbino	9.028,62 €	9.222,63 €	9.475,78 €	9.574,59 €	9.879,42 €	10.110,10 €	11,98%	2,29%

Tabella 2.17 – Prodotto interno lordo con valori concatenati con anno di riferimento 2015 calcolato le periodo 2014 – 2020 Fonte: Istat

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ % 2020 vs 2015	CAGR 2020- 2015
Italia	1.642.570 €	1.655.355 €	1.676.766 €	1.704.732 €	1.720.515 €	1.727.574 €	1.573.153 €	-4,97%	-1,01%
Emilia-Romagna	148.316 €	149.110 €	151.636 €	155.155 €	157.374 €	157.315 €	142.643 €	-4,34%	-0,88%
Toscana	109.100 €	110.186 €	112.630 €	114.973 €	117.713 €	122.086 €	111.606 €	2,30%	0,46%
Marche	39.359 €	39.639 €	40.262 €	41.216 €	41.978 €	42.624 €	39.412 €	0,13%	0,03%

La *Figura 2.15* mostra la variazione percentuale di PIL, con valori concatenati con anno di riferimento 2015, della regione Emilia-Romagna comparandola con la variazione percentuale di PIL, con valori concatenati con anno di riferimento 2015, nazionale. È interessante notare come la Regione Emilia-Romagna costituisca circa il 9% dell'intero prodotto interno lordo nazionale, elemento che racconta il ruolo cruciale della regione all'interno dei conti economici nazionali. Da quest'ultima lettura dei dati è inoltre possibile evincere un andamento del tasso di crescita del PIL della Regione che nel periodo 2016 - 2018 cresce a ritmi più sostenuti rispetto a quello nazionale. La regione Toscana invece costituisce il 7% del prodotto interno lordo italiano, registrando un andamento simile a quello italiano ad eccezione dell'anno 2019, nel quale fa riscontrare un valore di picco. Sebbene la regione Marche costituisca "solamente" il 3 % del PIL italiano anch'essa si accoda agli andamenti già descritti con un vistoso calo tra il 2019 e il 2020.

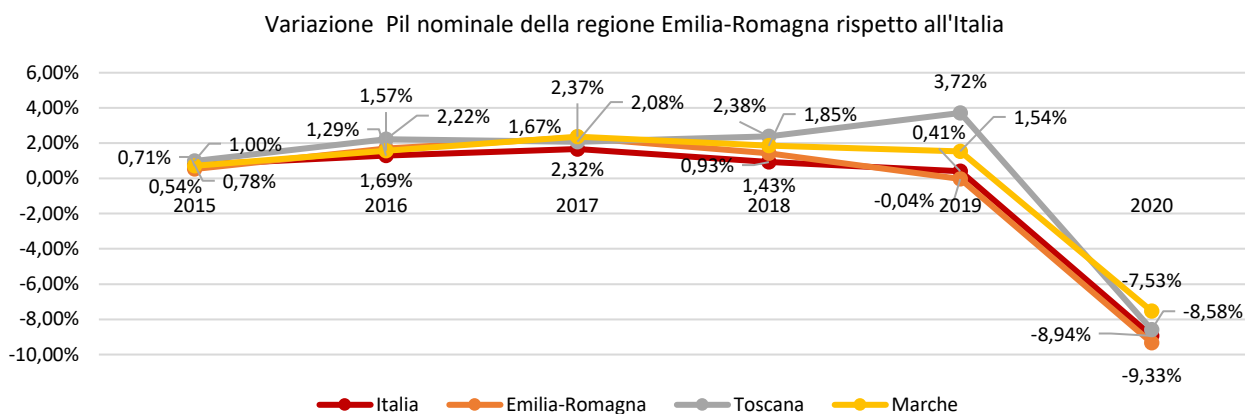


Figura 2.15 – Variazione % del PIL nominale nelle regioni Emilia-Romagna, Toscana e nello stato italiano. Fonte: Istat

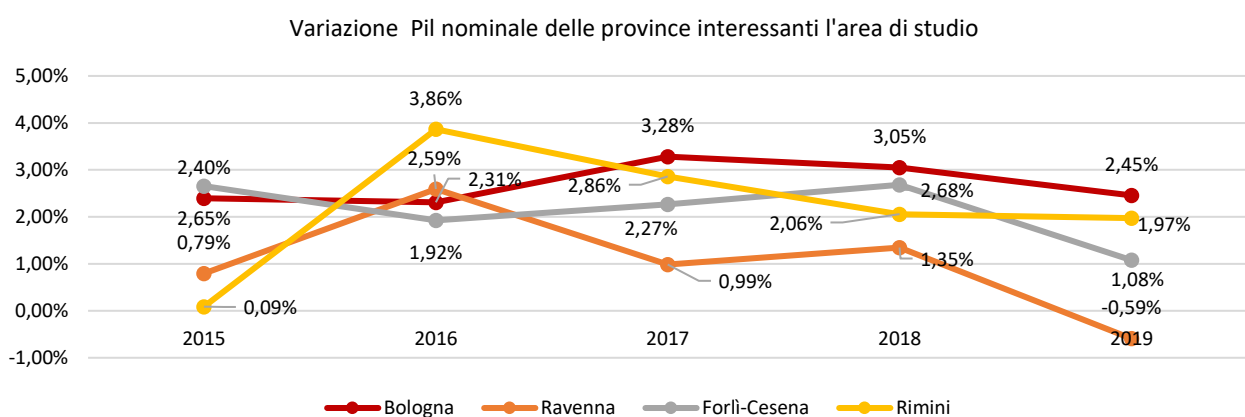


Figura 2.16 – Variazione % del PIL nominale nelle province dell'area di studio e di influenza. Fonte: Eurostat, Gross domestic product (GDP) at current market prices by NUTS 3 regions

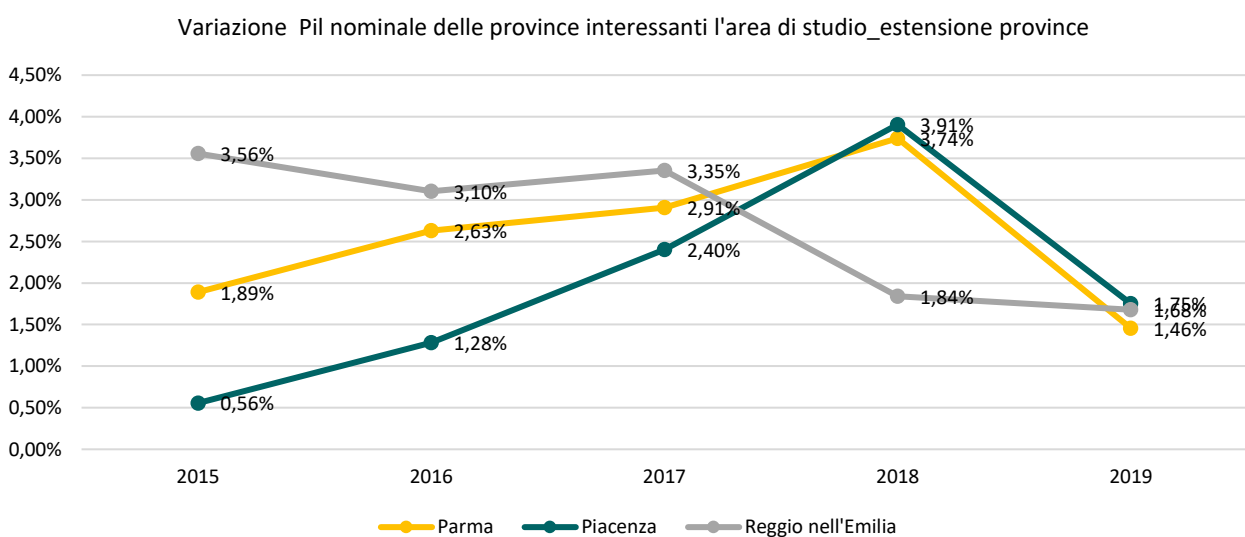


Figura 2.17 – Variazione % del PIL nominale nelle province dell'area di studio e di influenza. Fonte: Eurostat, Gross domestic product (GDP) at current market prices by NUTS 3 regions

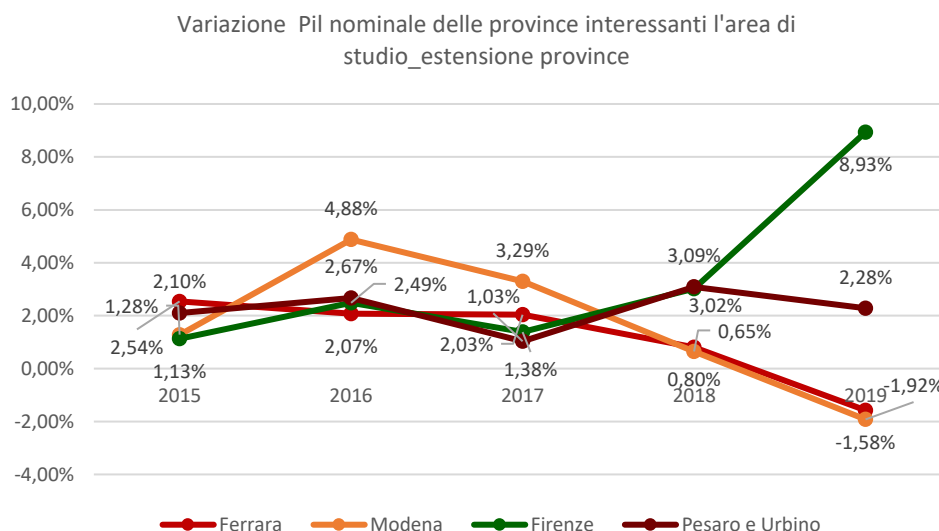


Figura 2.18 – Variazione % del PIL nominale nelle province dell'area di studio e di influenza. Fonte: Eurostat, Gross domestic product (GDP) at current market prices by NUTS 3 regions

Le figure che seguono offrono invece un'altra prospettiva, mettendo in luce il tasso di crescita del PIL nominale delle province dell'area di studio e di influenza.

La provincia di Forlì-Cesena e l'area metropolitana di Bologna sono le zone che registrano un andamento del tasso di crescita del PIL più omogeneo e costante con un picco rispettivamente nel 2018 e nel 2017. Le province di Rimini e Ravenna riportano un andamento più discontinuo, registrando un picco nell'anno 2016 seguito da una successiva deflessione. Mentre le province analizzate in Figura 2.18 denotano un andamento piuttosto omogeneo tra il 2016 ed il 2017, tra queste fa eccezione la provincia di Modena che registra una forte crescita nel 2017 prima di un decremento lineare e costante. Al contrario nel 2018, la provincia toscana demarca una forte crescita in controtendenza con le altre zone considerate.

2.2.3 LIVELLI DI OCCUPAZIONE

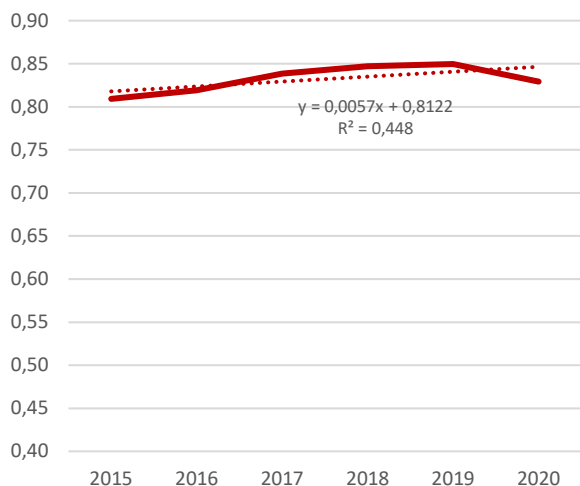
Per quanto concerne il numero di occupati, è stata condotta un'analisi delle provincie dell'Area di Studio e di Influenza sulla base delle serie storiche 2015-2020 del numero di occupati per provincia italiana. In Tabella 2.18 sono riportate le serie storiche dal 2015 al 2020 del rapporto tra il numero di occupati e la popolazione dell'area di studio.

Tabella 2.18 – Rapporto occupati/popolazione nella regione e nelle province appartenenti all'area di studio e di influenza dal 2015 al 2020. Fonte: Istat

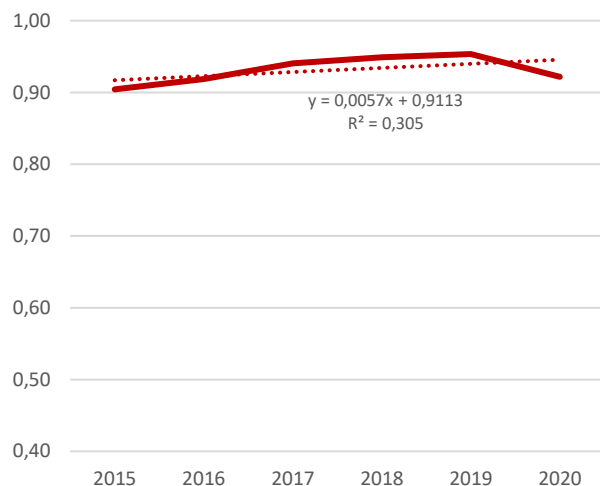
	Rapporto occupati/popolazione						Δ % 2020 vs 2015	CAGR 2020 - 2015
	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Emilia-Romagna	0,81	0,82	0,84	0,85	0,85	0,83	3,16%	0,62%
Area metropolitana di Bologna	0,90	0,92	0,94	0,95	0,95	0,92	3,90%	0,76%
Provincia di Forlì-Cesena	0,42	0,42	0,43	0,44	0,45	0,43	1,87%	0,37%
Provincia di Ravenna	0,78	0,79	0,81	0,81	0,82	0,80	1,73%	0,34%
Provincia di Rimini	0,90	0,91	0,93	0,94	0,94	0,90	0,31%	0,06%
Provincia di Modena	0,90	0,91	0,93	0,93	0,94	0,90	3,77%	0,74%
Provincia di Parma	0,86	0,88	0,90	0,91	0,90	0,86	3,99%	0,78%
Provincia di Piacenza	0,79	0,79	0,82	0,83	0,83	0,79	5,55%	1,09%
Provincia di Reggio nell'Emilia	0,85	0,86	0,87	0,88	0,90	0,85	4,52%	0,89%

Toscana	0,32	0,32	0,33	0,33	0,32	0,32	2,40%	0,48%
Provincia di Firenze	0,37	0,38	0,38	0,39	0,37	0,37	2,25%	0,45%
Marche	0,31	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	3,20%	0,63%
Provincia di Pesaro e Urbino	0,32	0,33	0,33	0,34	0,33	0,32	4,87%	0,95%

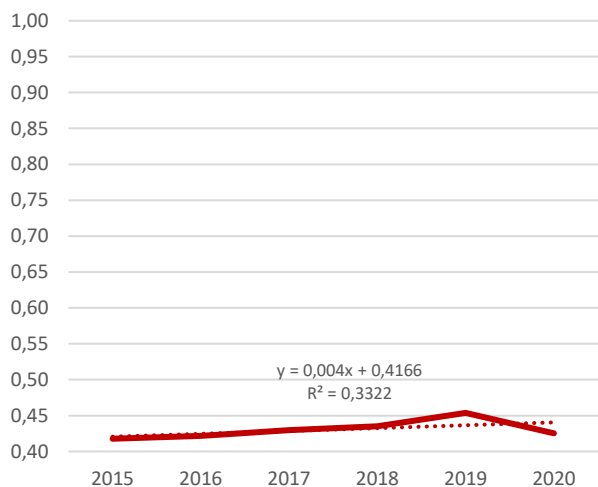
Emilia-Romagna



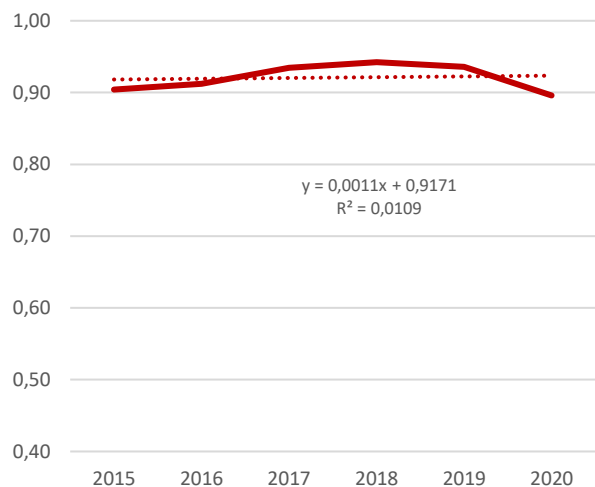
Area metropolitana di Bologna



Forlì-Cesena



Provincia di Rimini



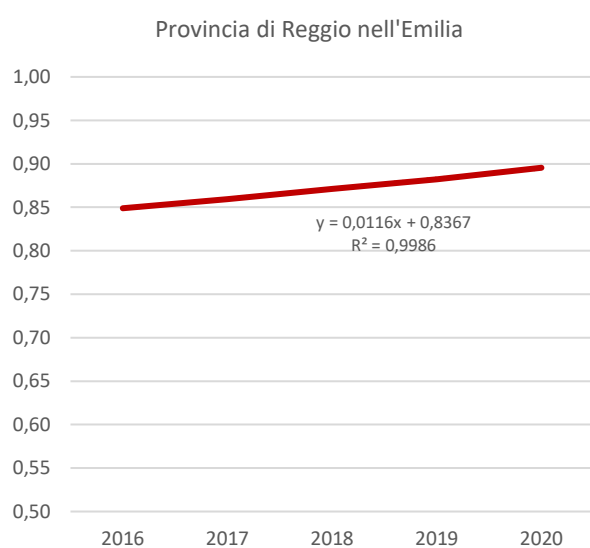
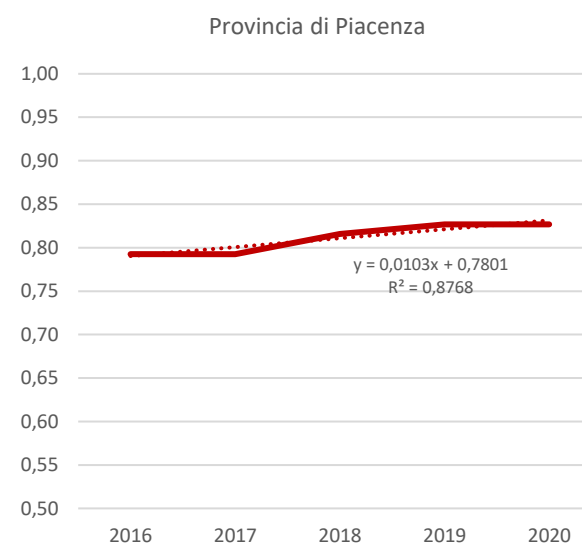
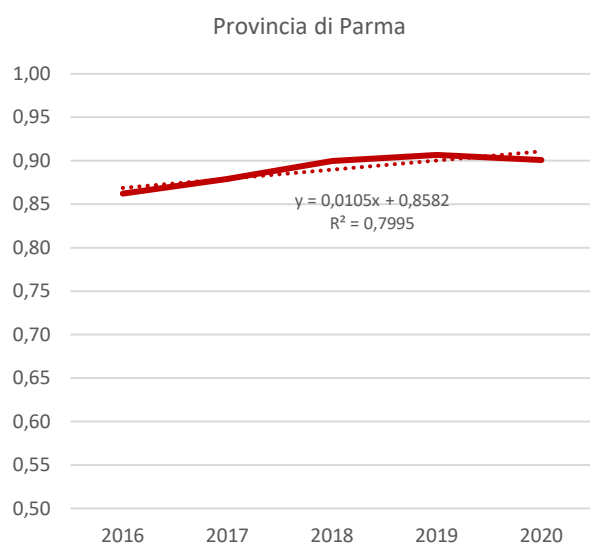
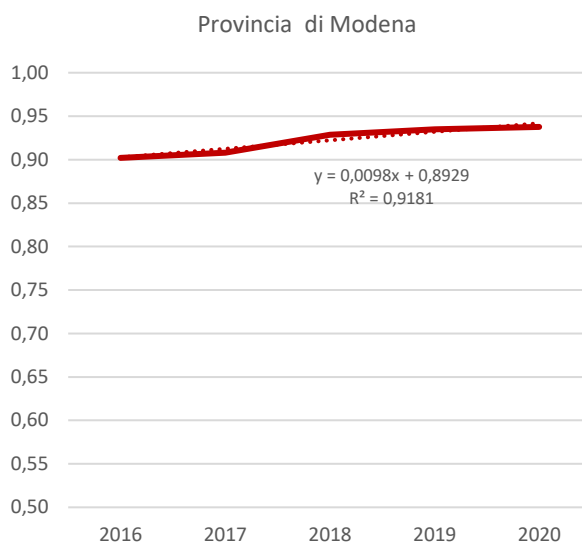
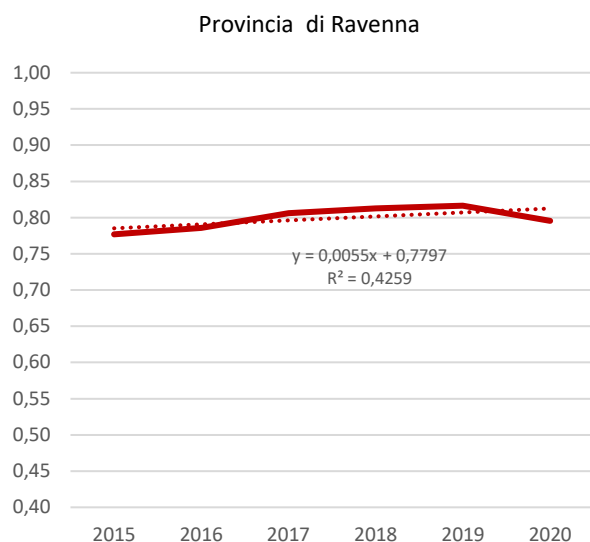


Figura 2.19 – Rapporto occupati/popolazione nella Regione Emilia-Romagna dal 2015 al 2020. Fonte: Istat

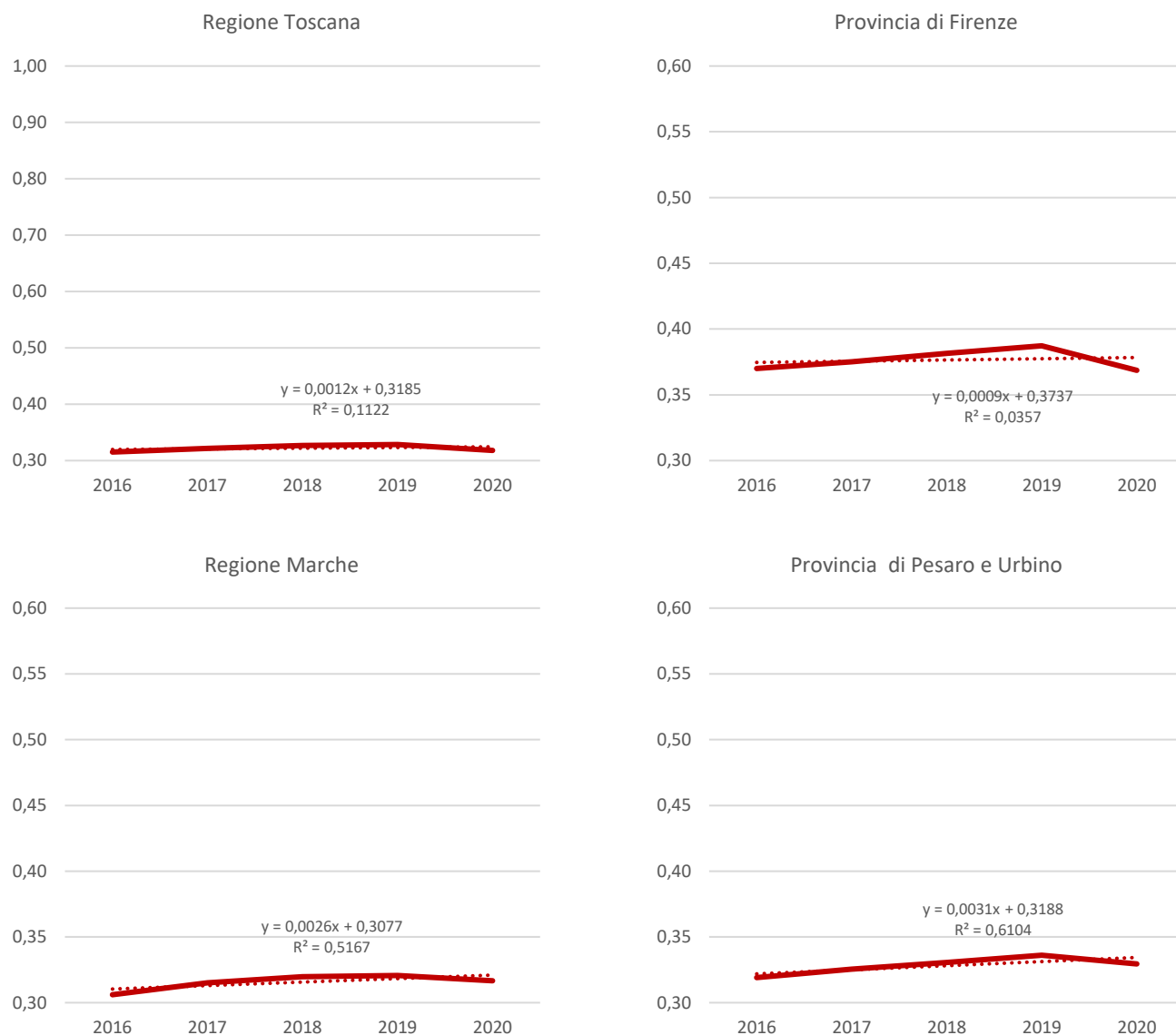


Figura 2.20 – Rapporto occupati/popolazione nella Regione Toscana, Regione Marche, Provincia di Firenze, Provincia di Pesaro e Urbino dal 2015 al 2020. Fonte: Istat

Dai grafici precedenti si nota come le province di Rimini, Ravenna, Parma e l'area metropolitana di Bologna assumano un andamento simile a quello regionale, mentre la provincia di Forlì-Cesena registra un tasso evidentemente inferiore. Inoltre, le province di Modena e Piacenza riportano un andamento simile tra di loro, anche se la seconda riporta un tasso di occupazione mediamente più basso. Fa invece eccezione la Provincia di Reggio nell'Emilia che registra un andamento pressoché lineare. Sebbene le province di Firenze e Pesaro e Urbino evidenziano tassi di occupazione inferiori rispetto alle altre province, esse presentano un andamento in linea con quello delle rispettive regioni.

In generale, dall'analisi dei dati emerge:

- una tendenza di crescita del rapporto in questione fino all'anno 2019-2020, ad esclusione della provincia di Rimini, in cui questo avviene fino al 2018, e della provincia di Reggio nell'Emilia, la cui curva cresce pressoché linearmente;
- un tasso di occupazione che negli anni 2019-2020 non è in forte decremento per le sole province di Modena e Piacenza;

- un crollo, nell'anno 2019-2020 del rapporto occupati/popolazione, causato dall'evento critico pandemico.

Un'ulteriore analisi di dettaglio è stata effettuata relativamente al numero di addetti delle unità locali delle imprese attive per comune dell'Area di Studio e di Influenza². Esso classifica gli addetti rispetto ai Codici ATECO 2007. Essendo questi ultimi caratterizzati da un significativo livello di dettaglio, i dati sono stati aggregati secondo quanto riportato nella tabella seguente.

Tabella 2.19 – Corrispondenza codici ATECO 2007 – cluster settore economico

Codice ATECO 2007	ATECO 2007	Cluster settore economico
B	Estrazione di minerali da cave e miniere	2
C	Attività manifatturiere	2
D	Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	2
E	Fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento	2
F	Costruzioni	2
G	Commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli	3
I	Attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	3
H	Trasporto e magazzinaggio	3
J	Servizi di informazione e comunicazione	4
K	Attività finanziarie e assicurative	4
L	Attività immobiliari	4
M	Attività professionali, scientifiche e tecniche	4
N	Noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	4
P	Istruzione	5
Q	Sanità e assistenza sociale	5
R	Attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	6
S	Altre attività di servizi	6

In particolare, il cluster ATECO 2 è relativo alle attività industriali, il 3 a commercio e trasporti, il 4 ai servizi privati, il 5 all'istruzione ed il 6 agli altri servizi pubblici. Per quanto riguarda i comuni, invece, sono stati utilizzati i seguenti criteri di clusterizzazione:

- sono stati isolati i comuni capoluogo di provincia;
- sono stati aggregati in un unico cluster i comuni confinanti con ciascun capoluogo di provincia;
- sono stati aggregati per provincia i restanti comuni.

I risultati ottenuti sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 2.20 – Numero di addetti appartenenti al cluster 2 nelle aree in analisi tra il 2015 e il 2020. Fonte: Istat

	Cluster 2							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ % 2020 vs 2015	CAGR 2020 - 2015
Emilia-Romagna	1.237.486	1.239.909	1.244.261	1.256.281	1.267.302	1.255.831	1,48%	0,29%
Area metropolitana di Bologna	275.487	278.845	281.142	285.982	287.974	284.503	3,27%	0,64%
Provincia di Ravenna	95.842	94.269	93.650	92.813	94.987	94.496	-1,40%	-0,28%
Provincia di Rimini	67.682	68.561	68.566	69.615	69.915	69.677	2,95%	0,58%
Provincia di Forlì-Cesena	57.855	58.141	58.008	58.553	58.885	58.760	1,56%	0,31%
Ferrara	69.571	69.220	68.630	68.423	68.252	67.358	-3,18%	-0,64%

² Fonte: Database ISTAT ASIA - Registro Statistico delle Imprese Attive

Modena	260.681	261.661	260.924	263.319	265.250	260.671	0,001%	0,001%
Parma	141.459	142.214	144.468	146.582	149.288	149.792	5,89%	1,15%
Piacenza	73.552	72.550	73.665	73.502	74.592	75.051	2,04%	0,40%
Reggio nell'Emilia	195.356	194.447	195.207	197.491	198.158	195.523	0,09%	0,02%
Firenze	114.641	115.024	113.972	116.481	117.331	114.124	-0,45%	-0,09%
Pesaro e Urbino	45.799	46.738	46.748	47.981	49.810	47.819	4,41%	0,87%

	Cluster 2							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ % 2020 vs 2015	CAGR 2020 - 2015
Comune di Bologna	166.232	167.976	168.583	170.951	172.381	169.970	2,25%	0,44%
Comuni confinanti con Bologna	38.913	39.920	39.592	40.696	40.764	40.430	3,90%	0,76%
Altri comuni Bologna	70.343	70.948	72.967	74.335	74.830	74.103	5,35%	1,04%
Comune di Ravenna	65.091	63.384	63.606	62.744	64.633	64.035	-1,62%	-0,33%
Comuni confinanti con Ravenna	7.557	7.435	7.608	7.596	7.356	7.367	-2,51%	-0,51%
Altri comuni Ravenna	23.194	23.450	22.436	22.473	22.997	23.095	-0,43%	-0,09%
Comune di Rimini	44.742	45.243	45.322	45.761	45.999	46.058	2,94%	0,58%
Comuni confinanti con Rimini	9.280	9.312	9.290	9.570	9.520	9.606	3,52%	0,69%
Altri comuni Rimini	13.660	14.006	13.954	14.284	14.397	14.014	2,59%	0,51%
Comuni di Forlì-Cesena	13.235	13.423	13.677	14.095	14.528	14.110	6,61%	1,29%
Comuni confinanti con Forlì-Cesena	14.209	14.263	14.021	14.220	13.906	14.108	-0,71%	-0,14%
Altri comuni Forlì-Cesena	30.411	30.454	30.311	30.239	30.451	30.542	0,43%	0,09%
Ferrara	47.662	47.020	46.801	46.668	46.890	46.276	-2,91%	-0,59%
Comuni confinanti al capoluogo	12.368	12.438	12.359	12.151	12.075	12.022	-2,80%	-0,57%
Altri Comuni Ferrara	9.541	9.763	9.470	9.604	9.286	9.059	-5,05%	-1,03%
Modena	157.530	158.271	157.919	159.001	160.328	157.627	0,06%	0,01%
Comuni confinanti al capoluogo	39.498	39.211	38.543	39.208	39.033	38.606	-2,26%	-0,46%
Altri Comuni Modena	63.653	64.180	64.462	65.111	65.890	64.437	1,23%	0,25%
Parma	98.467	99.523	101.729	102.923	105.210	105.472	7,11%	1,29%
Comuni confinanti al capoluogo	23.479	23.184	23.269	23.569	24.052	24.106	2,67%	0,14%
Altri Comuni Parma	19.513	19.507	19.470	20.091	20.026	20.214	3,59%	0,09%
Piacenza	47.329	46.856	47.543	47.506	48.080	48.304	2,06%	0,41%
Comuni confinanti al capoluogo	9.781	9.381	9.661	9.573	9.903	10.072	2,97%	0,59%
Altri Comuni Piacenza	16.442	16.312	16.461	16.422	16.608	16.676	1,42%	0,28%
Reggio nell'Emilia	124.186	122.975	123.152	124.901	125.462	124.178	-0,01%	0,001%
Comuni confinanti al capoluogo	37.530	37.694	38.336	38.797	39.296	38.302	2,06%	0,41%
Altri Comuni Reggio nell'Emilia	33.640	33.778	33.719	33.793	33.400	33.043	-1,78%	-0,36%
Firenze	24.395	22.362	22.689	23.253	22.642	22.128	-9,30%	-1,93%
Comuni confinanti al capoluogo	32.146	33.580	34.096	35.300	36.142	35.413	10,16%	1,95%
Altri Comuni Firenze	58.099	59.082	57.187	57.928	58.547	56.584	-2,61%	-0,53%
Pesaro e Urbino	10.815	11.172	11.212	11.334	11.404	11.314	4,61%	0,91%
Comuni confinanti al capoluogo	24.768	25.420	26.076	26.847	28.505	26.966	8,87%	1,71%
Altri Comuni Pesaro e Urbino	10.216	10.146	9.459	9.800	9.902	9.539	-6,63%	-1,36%

Dalla lettura della *Tabella 2.20*, è possibile notare una crescita superiore alla media per i comuni di Forlì-Cesena, cluster “Altri comuni Bologna”, “Comuni confinanti con Bologna”. Al contrario il Comune di Ravenna, i cluster ad esso annessi ed il cluster “Comuni confinanti con Forlì-Cesena” decrescono durante il periodo di osservazione considerato. Inoltre, è da evidenziare la crescita diffusa nelle province di Parma e di Piacenza e del cluster “Altri Comuni di Modena”. Per quanto riguarda le province al di fuori del territorio emiliano è da sottolineare la crescita del cluster “Comuni confinanti” per entrambe che nel caso della provincia di Firenze non è neanche concorde con l’andamento del capoluogo.

Tabella 2.21 – Numero di addetti appartenenti al cluster 3 nelle aree in analisi tra il 2015 e il 2020. Fonte: Istat

	Cluster 3							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ % 2020 vs 2015	CAGR 2020 - 2015
Emilia-Romagna	1.210.984	1.216.794	1.261.283	1.267.923	1.279.766	1.213.826	0,23%	0,05%
Area metropolitana di Bologna	299.657	303.658	313.204	312.528	316.584	301.622	0,66%	0,13%
Provincia di Ravenna	114.220	114.381	119.962	121.103	120.189	112.926	-1,13%	-0,23%
Provincia di Rimini	132.563	133.420	139.062	140.199	139.291	126.092	-4,88%	-1,00%
Provincia di Forlì-Cesena	59.629	59.248	60.933	61.974	68.659	58.255	-2,30%	-0,47%
Ferrara	80.865	82.371	84.001	84.445	82.513	77.054	-4,71%	-0,96%
Modena	187.765	187.020	193.652	195.944	195.551	189.958	1,17%	0,23%
Parma	118.249	118.922	126.009	125.868	124.791	117.986	-0,22%	-0,04%
Piacenza	89.487	89.549	92.185	93.303	94.357	93.574	4,57%	0,90%
Reggio nell'Emilia	128.549	128.226	132.275	132.558	137.831	136.360	6,08%	1,19%
Firenze	124.222	128.525	129.197	128.872	128.778	120.583	-2,93%	-0,59%
Pesaro e Urbino	33.478	34.153	35.263	35.781	36.287	33.731	0,76%	0,15%

	Cluster 3							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ % 2020 vs 2015	CAGR 2020 - 2015
Comune di Bologna	214.566	217.743	224.956	223.570	226.671	215.122	0,26%	0,05%
Comuni confinanti con Bologna	33.581	33.955	34.245	34.900	35.892	34.213	1,88%	0,37%
Altri comuni Bologna	51.510	51.960	54.003	54.059	54.020	52.287	1,51%	0,30%
Comune di Ravenna	81.499	81.480	85.628	86.640	85.908	80.831	-0,82%	-0,16%
Comuni confinanti con Ravenna	12.922	12.977	13.696	13.714	13.749	12.196	-5,62%	-1,15%
Altri comuni Ravenna	19.799	19.924	20.638	20.749	20.532	19.899	0,50%	0,10%
Comune di Rimini	97.686	98.575	102.699	103.822	103.086	93.555	-4,23%	-0,86%
Comuni confinanti con Rimini	16.266	16.146	16.949	16.809	16.777	15.374	-5,48%	-1,12%
Altri comuni Rimini	18.611	18.700	19.414	19.568	19.427	17.163	-7,78%	-1,61%
Comune di Forlì-Cesena	16.165	16.115	15.903	16.744	16.235	15.525	-3,96%	-0,80%
Comuni confinanti con Forlì-Cesena	16.805	16.798	17.427	17.675	17.582	16.274	-3,16%	-0,64%
Altri comuni Forlì-Cesena	26.659	26.336	27.603	27.555	34.842	26.456	-0,76%	-0,15%
Ferrara	60.203	61.281	62.603	63.213	61.440	57.277	-4,86%	-0,99%
Comuni confinanti al capoluogo	11.867	12.047	12.299	12.135	12.003	11.246	-5,23%	-1,07%
Altri Comuni Ferrara	8.795	9.043	9.099	9.097	9.070	8.531	-3,00%	-0,61%
Modena	124.872	123.672	127.727	130.443	130.368	127.857	2,39%	0,47%
Comuni confinanti al capoluogo	26.091	25.739	26.711	26.555	26.396	25.680	-1,57%	-0,32%
Altri Comuni Modena	36.802	37.608	39.214	38.946	38.788	36.421	-1,04%	-0,21%
Parma	90.327	91.060	97.506	97.630	96.788	90.898	0,63%	0,13%
Comuni confinanti al capoluogo	12.001	11.963	12.207	12.394	12.307	12.157	1,30%	0,26%
Altri Comuni Parma	15.921	15.899	16.296	15.843	15.695	14.931	-6,22%	-1,28%
Piacenza	65.019	65.006	67.536	68.277	68.271	68.392	5,19%	1,02%
Comuni confinanti al capoluogo	5.023	5.104	5.142	5.271	5.224	5.354	6,57%	1,28%
Altri Comuni Piacenza	19.444	19.440	19.507	19.755	20.863	19.828	1,97%	0,39%
Reggio nell'Emilia	90.475	90.369	93.363	93.646	98.364	94.081	3,99%	0,78%
Comuni confinanti al capoluogo	21.291	21.191	21.590	21.844	22.060	25.735	20,87%	3,86%
Altri Comuni Reggio nell'Emilia	16.783	16.666	17.323	17.068	17.406	16.544	-1,43%	-0,29%
Firenze	62.324	65.638	66.284	65.523	64.961	58.472	-6,18%	-1,27%
Comuni confinanti al capoluogo	23.448	24.241	25.312	25.813	25.843	25.979	10,80%	2,07%
Altri Comuni Firenze	38.450	38.646	37.601	37.536	37.974	36.132	-6,03%	-1,24%
Pesaro e Urbino	12.266	12.842	13.320	13.363	13.440	12.662	3,23%	0,64%
Comuni confinanti al capoluogo	14.885	15.115	15.761	15.930	16.526	15.220	2,25%	0,45%
Altri Comuni Pesaro e Urbino	6.328	6.196	6.182	6.488	6.320	5.850	-7,55%	-1,56%

Dalla *Tabella 2.21*, emerge una crescita positiva del cluster 3 soprattutto nel territorio facente parte dell'area metropolitana di Bologna, mentre decresce, raggruppando soprattutto gli addetti del terzo settore – turismo, ristorazione, etc. – in tutte le altre province, fatta eccezione per “Altri Comuni Ravenna”. Come detto in precedenza, parte di questa decrescita è riconducibile, iniziata nel 2020, all'evento pandemico Covid-19. Sempre in territorio italiano la provincia di Piacenza ha valori positivi di crescita in modo diffuso per i cluster individuati mentre crescono oltre la media i cluster “Comuni confinanti di Reggio nell'Emilia” e “Comuni confinanti di Firenze”.

Tabella 2.22 – Numero di addetti appartenenti al cluster 4 nelle aree in analisi tra il 2015 e il 2020. Fonte: Istat

	Cluster 4							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ % 2020 vs 2015	CAGR 2020 - 2015
Emilia-Romagna	834.544	860.405	884.912	904.315	902.253	897.762	7,58%	1,45%
Area metropolitana di Bologna	250.916	257.243	268.844	274.539	278.436	267.415	6,58%	1,27%
Provincia di Ravenna	63.951	67.351	68.738	70.027	68.653	68.967	7,84%	1,52%
Provincia di Rimini	70.234	70.730	72.105	73.032	72.756	74.832	6,55%	1,26%
Provincia di Forlì-Cesena	34.695	35.697	36.496	36.983	36.455	36.216	4,38%	0,86%
Ferrara	46.527	47.633	48.049	48.763	47.780	46.547	0,04%	0,01%
Modena	136.764	139.687	145.673	148.933	149.051	151.319	10,64%	2,04%
Parma	89.994	95.377	96.690	98.948	96.873	97.359	8,18%	1,59%
Piacenza	45.745	46.621	48.372	50.508	49.522	50.955	11,39%	2,18%
Reggio nell'Emilia	95.718	100.067	99.944	102.581	102.728	104.153	8,81%	1,70%
Firenze	87.213	93.621	91.700	93.557	96.101	88.622	1,62%	0,32%
Pesaro e Urbino	23.529	24.280	23.527	23.120	22.416	24.155	2,66%	0,53%

	Cluster 4							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ % 2020 vs 2015	CAGR 2020 - 2015
Comune di Bologna	205.455	209.650	222.754	227.165	229.411	218.643	6,42%	1,24%
Comuni confinanti con Bologna	22.729	24.026	20.601	21.150	24.211	22.744	0,07%	0,01%
Altri comuni Bologna	22.732	23.566	25.489	26.225	24.814	26.028	14,50%	2,67%
Comune di Ravenna	49.301	52.413	53.249	53.856	53.006	52.443	6,37%	1,24%
Comuni confinanti con Ravenna	4.335	4.476	4.429	4.598	4.581	5.000	15,34%	2,90%
Altri comuni Ravenna	10.316	10.462	11.060	11.572	11.065	11.524	11,71%	2,24%
Comune di Rimini	56.005	56.138	57.267	58.275	58.229	60.018	7,16%	1,37%
Comuni confinanti con Rimini	7.041	6.969	7.136	7.166	6.911	7.149	1,53%	0,30%
Altri comuni Rimini	7.188	7.623	7.702	7.591	7.615	7.666	6,65%	1,28%
Comune di Forlì-Cesena	11.604	12.288	12.337	12.574	12.547	12.577	8,39%	1,62%
Comuni confinanti con Forlì-Cesena	5.906	6.090	5.954	5.817	5.639	5.930	0,41%	0,08%
Altri comuni Forlì-Cesena	17.185	17.318	18.205	18.592	18.269	17.709	3,04%	0,60%
Ferrara	38.017	39.459	39.544	40.287	39.693	38.844	2,18%	0,43%
Comuni confinanti al capoluogo	3.952	3.817	3.993	3.907	3.754	3.714	-6,02%	-1,24%
Altri Comuni Ferrara	4.559	4.357	4.512	4.568	4.334	3.989	-12,50%	-2,64%
Modena	103.638	106.677	111.372	113.170	113.514	114.352	10,34%	1,99%
Comuni confinanti al capoluogo	14.028	14.595	15.083	15.428	15.416	15.804	12,66%	2,41%
Altri Comuni Modena	19.098	18.415	19.218	20.335	20.121	21.163	10,81%	2,07%
Parma	76.845	81.994	82.836	85.011	83.493	82.209	6,98%	1,36%
Comuni confinanti al capoluogo	6.745	6.939	6.906	6.948	6.543	7.606	12,77%	2,43%
Altri Comuni Parma	6.405	6.444	6.949	6.989	6.837	7.544	17,79%	3,33%
Piacenza	38.259	38.724	39.955	42.071	41.135	41.467	8,39%	1,62%
Comuni confinanti al capoluogo	1.540	1.666	1.818	1.858	1.852	1.926	25,02%	4,57%
Altri Comuni Piacenza	5.945	6.231	6.599	6.579	6.535	7.561	27,18%	4,93%
Reggio nell'Emilia	76.877	79.290	79.905	82.427	82.934	82.008	6,67%	1,30%
Comuni confinanti al capoluogo	11.126	13.057	11.889	11.994	11.778	13.453	20,92%	3,87%
Altri Comuni Reggio nell'Emilia	7.715	7.720	8.151	8.159	8.016	8.692	12,66%	2,41%
Firenze	53.831	59.773	58.364	59.371	59.600	53.523	-0,57%	-0,11%

Comuni confinanti al capoluogo	12.363	12.287	12.649	13.455	15.144	13.389	8,30%	1,61%
Altri Comuni Firenze	21.019	21.562	20.687	20.730	21.358	21.710	3,29%	0,65%
Pesaro e Urbino	10.673	9.990	10.517	10.251	10.317	11.213	5,06%	0,99%
Comuni confinanti al capoluogo	10.229	11.367	10.340	10.197	9.552	10.249	0,19%	0,04%
Altri Comuni Pesaro e Urbino	2.626	2.923	2.671	2.672	2.548	2.693	2,54%	0,50%

Dalla *Tabella 2.22*, emerge una crescita diffusa del cluster 4, come visibile dal valore della variazione % tra gli anni 2020-2015 di tutti i cluster considerati, fatta eccezione per “*Comuni confinanti con Forlì-Cesena*” che risulta essere l'unico cluster che registra un leggero decremento. Può essere detto lo stesso del Comune di Firenze e del cluster “Altri Comuni di Ferrara”.

Tabella 2.23 – Numero di addetti appartenenti al cluster 5 nelle aree in analisi tra il 2015 e il 2020. Fonte: Istat

	Cluster 5							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ % 2020 vs 2015	CAGR 2020 - 2015
Emilia-Romagna	179.251	190.312	197.073	201.702	204.577	205.144	14,44%	2,66%
Area metropolitana di Bologna	51.056	54.229	56.076	57.090	55.933	57.634	12,88%	2,39%
Provincia di Ravenna	16.008	16.784	17.413	18.013	19.016	18.777	17,30%	3,24%
Provincia di Rimini	14.645	15.600	16.162	16.146	16.818	16.487	12,57%	2,34%
Provincia di Forlì-Cesena	7.594	7.401	7.877	8.198	10.013	9.582	26,18%	4,76%
Ferrara	12.855	13.407	13.984	14.331	14.266	15.313	19,12%	3,56%
Modena	27.231	28.590	29.708	30.967	30.991	31.984	17,45%	3,27%
Parma	22.869	24.850	25.067	25.341	25.882	22.724	-0,63%	-0,13%
Piacenza	10.513	9.980	10.639	10.870	9.982	12.084	14,94%	2,82%
Reggio nell'Emilia	16.480	19.473	20.147	20.746	21.675	20.559	24,75%	4,52%
Firenze	19.702	21.459	22.806	23.573	24.322	24.111	22,38%	4,12%
Pesaro e Urbino	4.966	5.514	5.583	5.701	5.746	5.899	18,79%	3,50%

	Cluster 5							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ % 2020 vs 2015	CAGR 2020 - 2015
Comune di Bologna	43.210	46.069	47.938	48.713	46.946	48.059	11,22%	2,10%
Comuni confinanti con Bologna	2.688	2.831	2.834	2.901	3.106	3.308	23,06%	4,07%
Altri comuni Bologna	5.159	5.330	5.305	5.476	5.881	6.267	21,49%	3,82%
Comune di Ravenna	12.527	13.056	13.447	13.850	14.746	14.504	15,79%	2,97%
Comuni confinanti con Ravenna	650	635	661	683	697	807	24,29%	4,45%
Altri comuni Ravenna	2.832	3.093	3.305	3.480	3.574	3.466	22,38%	4,12%
Comune di Rimini	12.095	12.673	13.019	13.183	13.794	13.403	10,81%	2,03%
Comuni confinanti con Rimini	1.076	1.399	1.578	1.395	1.476	1.448	34,64%	5,77%
Altri comuni Rimini	1.475	1.528	1.565	1.569	1.548	1.636	10,92%	2,05%
Comune di Forlì-Cesena	2.149	2.030	2.171	2.231	2.113	2.186	1,72%	0,34%
Comuni confinanti con Forlì-Cesena	1.527	1.303	1.429	1.498	3.284	3.352	119,49%	17,03%
Altri comuni Forlì-Cesena	3.917	4.067	4.277	4.468	4.616	4.043	3,22%	0,64%
Comune di Ferrara	10.791	11.254	11.629	11.946	12.166	12.901	19,55%	3,64%
Comuni confinanti al capoluogo	1.298	1.335	1.475	1.500	1.320	1.497	15,34%	2,90%
Altri Comuni Ferrara	767	817	880	885	780	916	19,43%	3,62%
Comune di Modena	22.343	23.507	24.119	25.190	25.685	24.838	11,17%	0,34%
Comuni confinanti al capoluogo	1.979	2.063	2.189	2.313	2.099	2.995	51,36%	17,03%
Altri Comuni Modena	2.909	3.019	3.399	3.465	3.208	4.151	42,67%	0,64%
Comune di Parma	19.383	21.570	21.370	21.708	22.331	18.969	-2,14%	-0,43%
Comuni confinanti al capoluogo	1.603	1.391	1.537	1.548	1.454	1.737	8,36%	1,62%
Altri Comuni Parma	1.883	1.889	2.160	2.085	2.096	2.019	7,23%	1,41%
Comune di Piacenza	8.904	8.579	9.114	9.289	8.576	10.231	14,90%	2,82%
Comuni confinanti al capoluogo	343	310	329	345	349	358	4,41%	0,87%
Altri Comuni Piacenza	1.266	1.091	1.196	1.236	1.057	1.494	18,06%	3,38%

Comune di Reggio nell'Emilia	12.850	15.617	16.217	16.751	17.528	16.583	29,05%	5,23%
Comuni confinanti al capoluogo	2.003	2.294	2.223	2.272	2.361	2.357	17,65%	3,30%
Altri Comuni Reggio nell'Emilia	1.626	1.563	1.707	1.723	1.786	1.619	-0,43%	-0,09%
Comune di Firenze	12.655	14.011	14.251	14.735	14.953	14.211	12,29%	2,35%
Comuni confinanti al capoluogo	2.213	2.347	2.376	2.432	2.709	2.757	24,60%	4,50%
Altri Comuni Firenze	4.834	5.101	6.178	6.406	6.661	7.143	47,75%	8,12%
Comune di Pesaro e Urbino	2.476	2.790	2.886	2.899	3.045	2.706	9,28%	1,79%
Comuni confinanti al capoluogo	1.704	1.802	1.824	1.884	1.728	2.240	31,46%	5,62%
Altri Comuni Pesaro e Urbino	786	922	873	918	972	953	21,27%	3,93%

Il cluster 5 – che raggruppa gli addetti nei settori sanità ed istruzione – più di tutti, contrariamente a quanto accaduto nel cluster 3, registra forti tassi di crescita diffusi in tutte le aree dell’Area di Studio e di Influenza.

Tabella 2.24 – Numero di addetti appartenenti al cluster 6 nelle aree in analisi tra il 2015 e il 2020. Fonte: Istat

	Cluster 6							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ % 2020 vs 2015	CAGR 2020 - 2015
Emilia-Romagna	126.069	127.026	134.884	136.238	135.044	129.113	2,41%	0,48%
Area metropolitana di Bologna	29.100	29.324	30.506	30.905	31.309	30.366	4,35%	0,85%
Provincia di Ravenna	13.291	13.632	14.527	15.003	14.681	13.382	0,69%	0,14%
Provincia di Rimini	15.692	15.561	16.489	16.570	16.184	14.666	-6,54%	-1,34%
Provincia di Forlì-Cesena	5.217	5.462	5.764	5.710	5.410	5.266	0,94%	0,19%
Ferrara	9.782	10.056	10.332	10.333	10.058	10.021	2,44%	0,48%
Modena	19.123	19.128	21.930	21.488	22.188	21.428	12,05%	2,30%
Parma	12.631	12.904	13.025	13.537	12.997	12.693	0,49%	0,10%
Piacenza	7.713	8.084	8.609	8.491	8.358	7.935	2,89%	0,57%
Reggio nell'Emilia	13.519	12.876	13.703	14.202	13.859	13.355	-1,21%	-0,24%
Firenze	13.154	13.428	13.561	13.954	13.733	12.998	-1,19%	-0,24%
Pesaro e Urbino	4.210	4.254	4.338	4.539	4.465	4.226	0,39%	0,08%

	Cluster 6							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ % 2020 vs 2015	CAGR 2020 - 2015
Comune di Bologna	23.102	23.297	24.317	24.612	24.985	24.130	4,45%	0,87%
Comuni confinanti con Bologna	2.059	2.083	2.198	2.267	2.306	2.274	10,41%	1,96%
Altri comuni Bologna	3.939	3.944	3.991	4.026	4.017	3.963	0,61%	0,12%
Comune di Ravenna	9.864	10.080	10.825	11.149	11.081	9.977	1,15%	0,23%
Comuni confinanti con Ravenna	1.135	1.147	1.300	1.410	1.211	1.109	-2,35%	-0,47%
Altri comuni Ravenna	2.292	2.405	2.402	2.443	2.389	2.297	0,21%	0,04%
Comune di Rimini	12.142	12.162	12.870	12.768	12.436	11.486	-5,40%	-1,10%
Comuni confinanti con Rimini	1.613	1.579	1.723	1.861	1.801	1.502	-6,87%	-1,41%
Altri comuni Rimini	1.937	1.820	1.896	1.941	1.947	1.678	-13,36%	-2,83%
Comune di Forlì-Cesena	1.296	1.408	1.482	1.396	1.274	1.264	-2,45%	-0,50%
Comuni confinanti con Forlì-Cesena	1.405	1.413	1.597	1.509	1.467	1.491	6,12%	1,19%
Altri comuni Forlì-Cesena	2.516	2.641	2.685	2.804	2.669	2.511	-0,20%	-0,04%
Comune di Ferrara	7.914	8.145	8.324	8.334	8.134	8.080	2,10%	0,42%
Comuni confinanti al capoluogo	1.166	1.184	1.240	1.237	1.188	1.183	1,41%	0,28%
Altri Comuni Ferrara	702	727	768	762	737	758	7,95%	1,54%
Comune di Modena	13.941	14.081	15.689	15.336	15.767	15.206	9,07%	-0,50%
Comuni confinanti al capoluogo	2.384	2.242	2.344	2.341	2.269	2.271	-4,74%	1,19%
Altri Comuni Modena	2.798	2.805	3.897	3.810	4.152	3.951	41,20%	-0,04%
Comune di Parma	10.136	10.277	10.370	10.759	10.294	10.097	-0,39%	-0,08%
Comuni confinanti al capoluogo	937	1.007	1.043	1.108	1.131	1.027	9,58%	1,85%
Altri Comuni Parma	1.558	1.619	1.612	1.670	1.571	1.569	0,74%	0,15%
Comune di Piacenza	6.297	6.584	7.076	6.945	6.854	6.547	3,98%	0,78%
Comuni confinanti al capoluogo	383	419	453	434	419	404	5,28%	1,03%

Altri Comuni Piacenza	1.033	1.080	1.080	1.111	1.085	984	-4,67%	-0,95%
Comune di Reggio nell'Emilia	10.262	9.901	10.568	10.913	10.893	10.538	2,68%	0,53%
Comuni confinanti al capoluogo	1.527	1.603	1.769	1.820	1.623	1.500	-1,76%	-0,35%
Altri Comuni Reggio nell'Emilia	1.729	1.372	1.366	1.469	1.343	1.317	-23,83%	-5,30%
Comune di Firenze	6.829	6.888	7.104	7.185	7.038	6.465	-5,33%	-1,09%
Comuni confinanti al capoluogo	1.960	2.098	2.030	1.968	1.935	1.905	-2,80%	-0,57%
Altri Comuni Firenze	4.365	4.442	4.427	4.801	4.759	4.627	6,01%	1,17%
Comune di Pesaro e Urbino	1.568	1.609	1.575	1.768	1.697	1.672	6,65%	1,30%
Comuni confinanti al capoluogo	1.894	1.917	2.039	1.994	2.056	1.890	-0,21%	-0,04%
Altri Comuni Pesaro e Urbino	747	728	724	777	713	663	-11,24%	-2,36%

Dalla *Tabella 2.24*, emerge un andamento non uniforme nel territorio regionale, infatti, l'area metropolitana di Bologna e la provincia di Ravenna registrano una crescita in tutte e tre le tipologie di aree identificate, mentre questo risultato non si verifica nelle restanti province dell'Emilia-Romagna (Rimini, Forlì-Cesena, Piacenza, Modena, Reggio nell'Emilia) e nelle due province rimanenti dell'Area di Studio e di Influenza.

2.2.4 DOTAZIONE AUTOMOBILISTICA

Di seguito si riportano alcune evidenze nel merito della dotazione automobilistica dell'Area di Studio e di Influenza.

Tabella 2.25 – Dotazione automobilistica Area metropolitana di Bologna 2016 – 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Emilia-Romagna	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	5,40%
Area metropolitana di Bologna	0,60	0,60	0,61	0,61	0,61	0,61	4,17%

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Comune di Bologna	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	3,50%
Comuni confinanti con Bologna	0,67	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	4,03%
Altri comuni Bologna	0,63	0,64	0,65	0,65	0,66	0,66	5,60%

Dai valori riportati in Tabella 2.25 e nei grafici sottostanti, emerge un sempre maggiore propensione al possesso dell'automobile. Fa tuttavia eccezione il capoluogo di provincia e regione, che registra un tasso di motorizzazione molto al di sotto del tasso registrato attorno al capoluogo e negli altri comuni, grazie ad una offerta di trasporto pubblico locale (di seguito TPL) efficace. Al di fuori del capoluogo la qualità del servizio del trasporto pubblico locale, a causa dell'elevata frammentazione della domanda, non è possibile garantire un servizio analogo e all'altezza delle esigenze e che dunque aumenta la propensione all'utilizzo dell'auto privata.

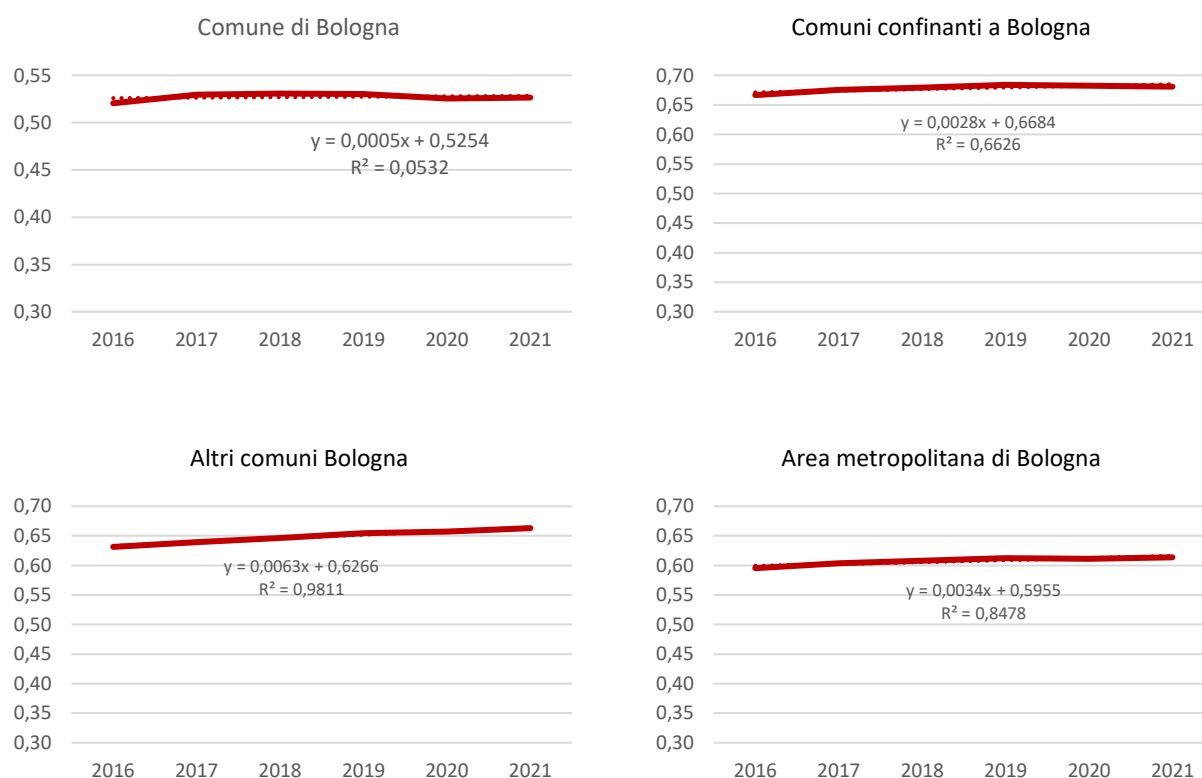


Figura 2.21 – Dotazione automobilistica area metropolitana di Bologna per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Tabella 2.26 – Dotazione automobilistica Provincia di Ravenna 2016 – 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Emilia-Romagna	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	5,40%
Provincia di Ravenna	0,67	0,67	0,68	0,70	0,70	0,70	4,90%

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Comune di Ravenna	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,71	4,53%
Comuni confinanti con Ravenna	0,67	0,68	0,69	0,70	0,71	0,71	4,73%
Altri comuni Ravenna	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,69	5,34%

Dalla analisi dei valori di *Tabella 2.26* , si nota che i valori del tasso di motorizzazione si mantengono uniformi in tutti i cluster della provincia analizzata, infatti, a differenza dell'area precedentemente analizzata la distribuzione del TPL risulta essere ridotta rispetto alla città di Bologna.

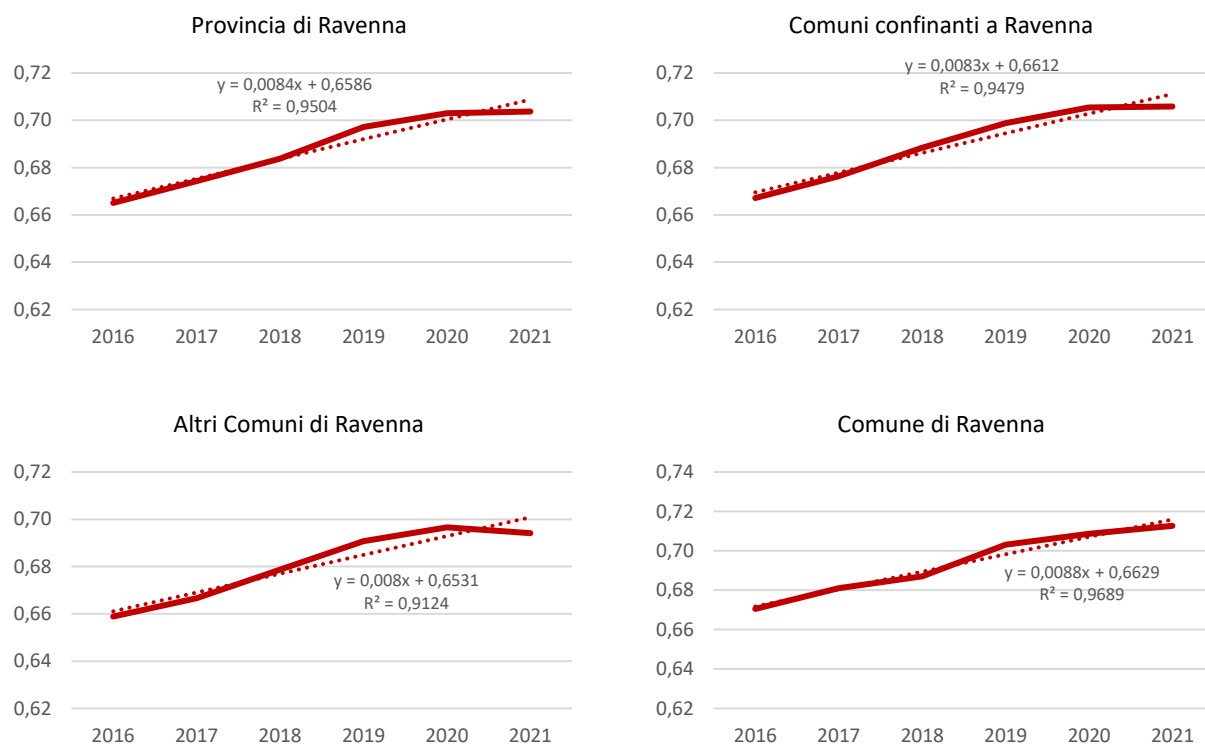


Figura 2.22 – Dotazione automobilistica nella provincia di Ravenna per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Tabella 2.27 – Dotazione automobilistica Provincia di Rimini 2016 – 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	$\Delta\%$ 2021 vs 2016
Emilia-Romagna	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	5,40%
Provincia di Rimini	0,63	0,62	0,63	0,64	0,65	0,65	5,91%

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	$\Delta\%$ 2021 vs 2016
Comune di Rimini	0,60	0,60	0,61	0,61	0,62	0,62	5,28%
Comuni confinanti con Rimini	0,52	0,51	0,52	0,52	0,54	0,54	5,65%
Altri comuni Rimini	0,78	0,78	0,79	0,80	0,82	0,82	6,88%

Dalla analisi dei valori di Tabella 2.27, dal 2016 al 2021, si evince che il tasso di motorizzazione è in aumento costante in modo uniforme su tutta l'area della provincia di Rimini.

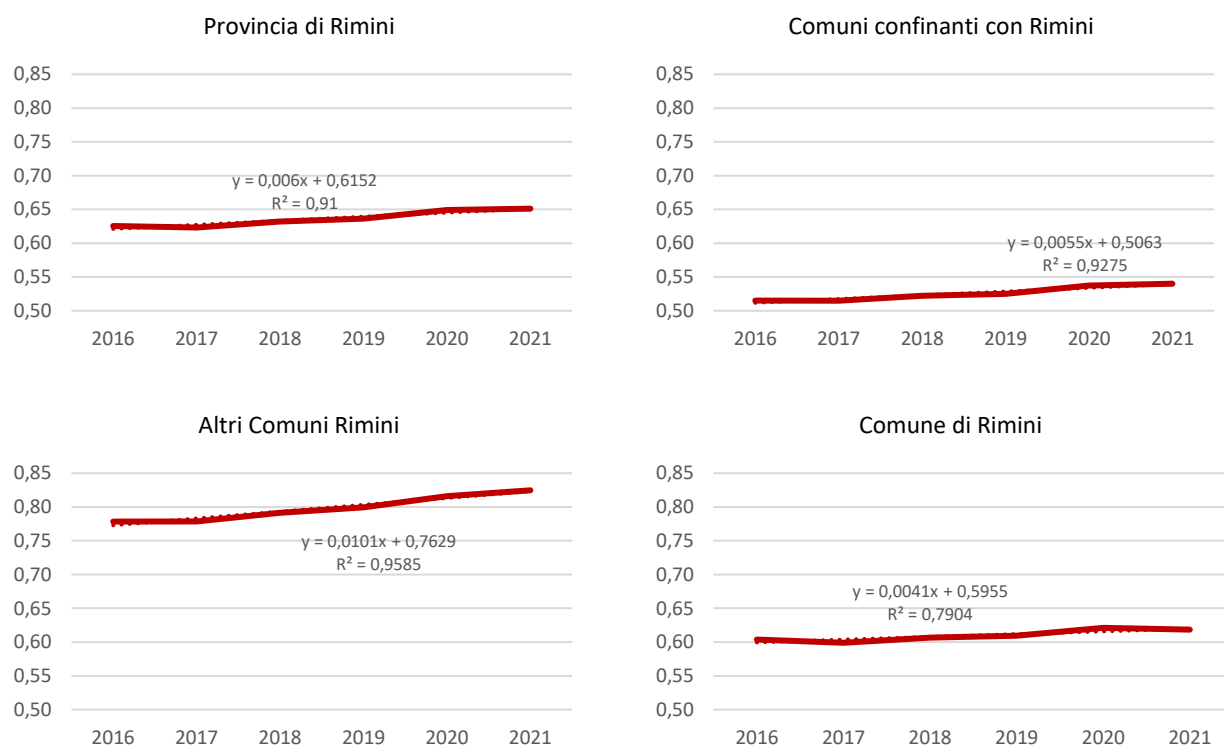


Figura 2.23 – Dotazione automobilistica nella provincia di Rimini per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Tabella 2.28 – Dotazione automobilistica Provincia di Forlì-Cesena 2016 – 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Emilia-Romagna	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	5,40%
Provincia di Forlì-Cesena	0,64	0,64	0,65	0,65	0,66	0,67	4,66%

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Comuni di Forlì -Cesena	0,64	0,64	0,64	0,65	0,65	0,66	3,43%
Comuni confinanti con Forlì-Cesena	0,65	0,65	0,66	0,66	0,68	0,69	5,85%
Altri comuni Forlì-Cesena	0,63	0,63	0,65	0,65	0,67	0,67	6,51%

Dalla analisi dei valori di Tabella 2.28 si evince che il tasso di motorizzazione è in aumento costante in modo uniforme su tutta l'area della provincia di Forlì-Cesena.

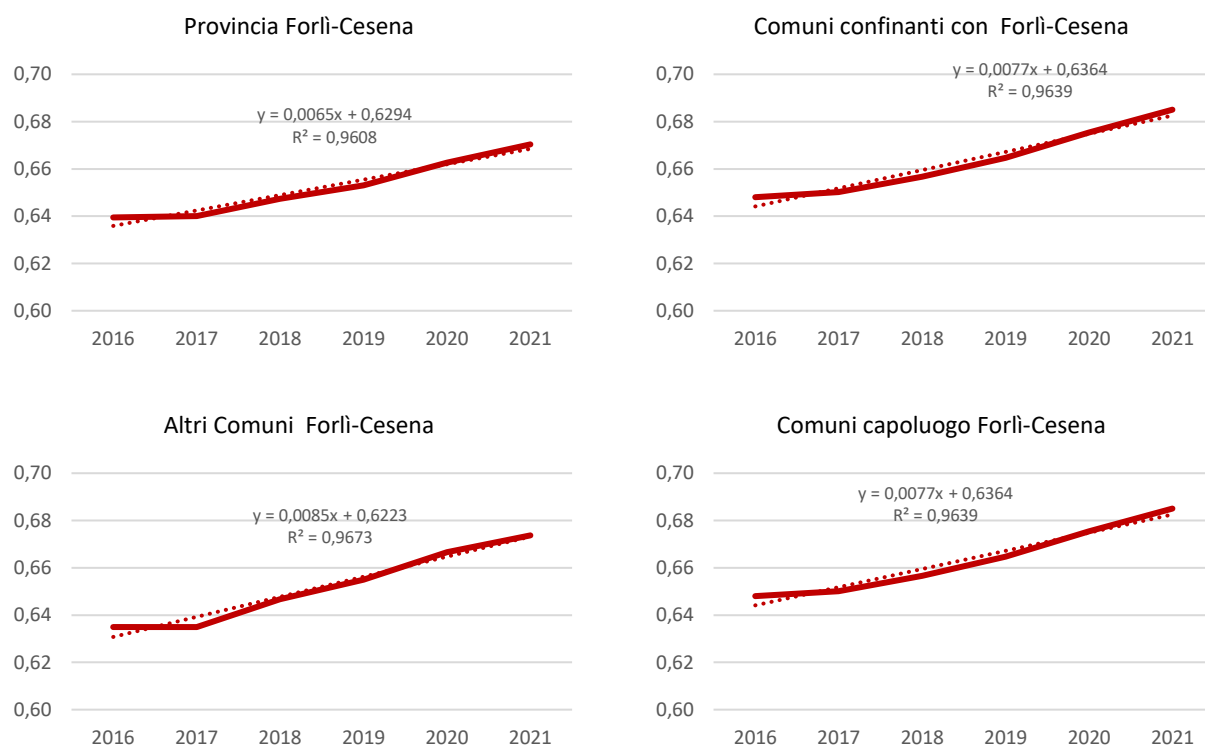


Figura 2.24 – Dotazione automobilistica nella provincia di Rimini per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Tabella 2.29 – Dotazione automobilistica Provincia di Ferrara 2016 – 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Emilia-Romagna	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	5,40%
Provincia di Ferrara	0,60	0,63	0,63	0,67	0,67	0,68	10%

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Comuni di Ferrara	0,63	0,64	0,64	0,65	0,65	0,65	10%
Comuni confinanti con Ferrara	0,55	0,56	0,57	0,69	0,70	0,70	23%
Altri comuni Ferrara	0,61	0,66	0,67	0,68	0,69	0,69	2%

Dalla analisi dei valori di *Tabella 2.29* si evince che il tasso di motorizzazione è in aumento costante in modo uniforme su tutta l'area della provincia di Ferrara, specialmente nelle aree clusterizzate come “Altri comuni di Ferrara”.

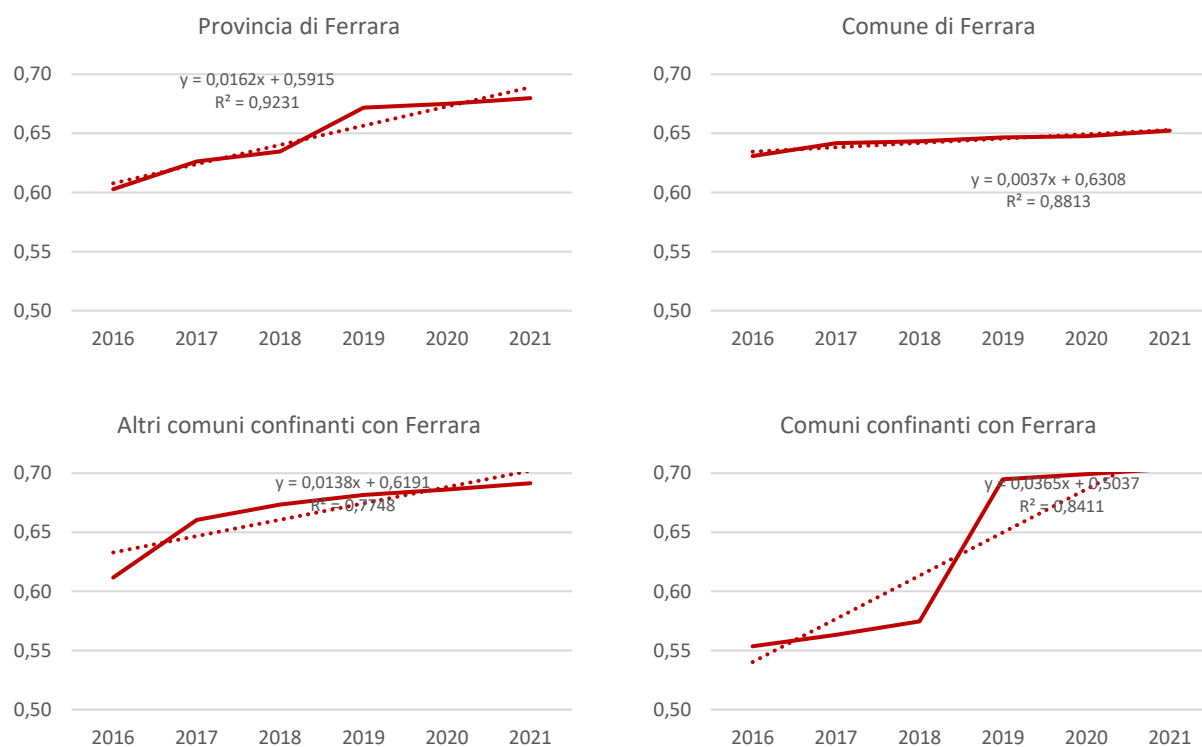


Figura 2.25 – Dotazione automobilistica nella provincia di Ferrara per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Si analizza quindi come in precedenza le aree della provincia di Modena:

Tabella 2.30 – Dotazione automobilistica Provincia di Modena 2016 – 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Emilia-Romagna	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	5,40%
Provincia di Modena	0,65	0,66	0,67	0,68	0,68	0,68	5%

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Comuni di Modena	0,64	0,64	0,65	0,66	0,65	0,66	4%
Comuni confinanti con Modena	0,63	0,64	0,65	0,66	0,66	0,67	6%
Altri comuni Modena	0,68	0,69	0,70	0,70	0,71	0,71	5%

Dalla analisi dei valori di *Tabella 2.30* si evince che il tasso di motorizzazione è in aumento costante in modo uniforme su tutta l'area della provincia di Modena; infatti, la crescita dal 2016 risulta essere superiore a quella della regione per il cluster “Altri Comuni di Modena”.

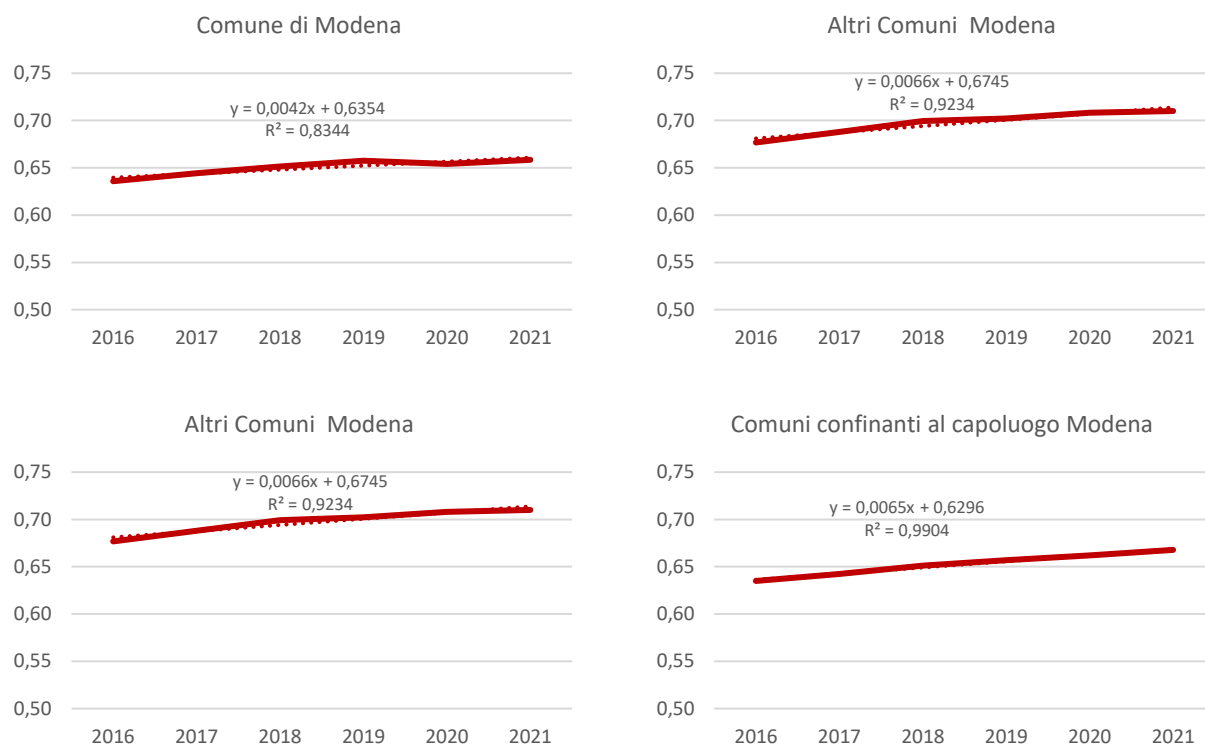


Figura 2.26 – Dotazione automobilistica nella provincia di Modena per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Si analizza quindi come in precedenza le aree della provincia di Parma:

Tabella 2.31 – Dotazione automobilistica Provincia di Parma 2016 – 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Emilia-Romagna	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	5,40%
Provincia di Parma	0,61	0,62	0,63	0,65	0,65	0,66	9%

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Comuni di Parma	0,60	0,60	0,60	0,61	0,61	0,63	7%
Comuni confinanti con Parma	0,56	0,57	0,58	0,66	0,66	0,66	19%
Altri comuni Parma	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,72	5%

Dalla analisi dei valori di *Tabella 2.31*, si evince che il tasso di motorizzazione è in aumento costante su tutta l'area della provincia di Parma, in particolare nel cluster “Comuni confinanti con Parma”.

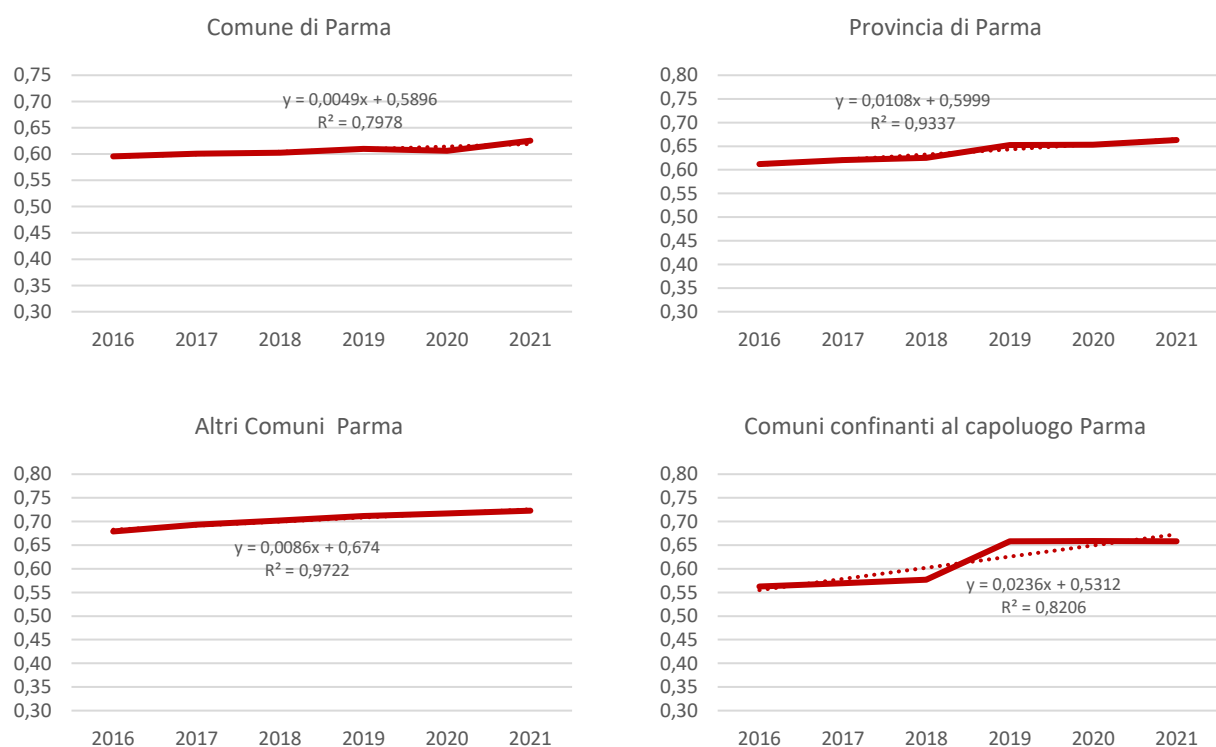


Figura 2.27 – Dotazione automobilistica nella provincia di Parma per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Si analizza quindi come in precedenza le aree della provincia di Piacenza:

Tabella 2.32 – Dotazione automobilistica Provincia di Piacenza 2016 – 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Emilia-Romagna	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	5,40%
Provincia di Piacenza	0,62	0,63	0,65	0,66	0,66	0,66	5%

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Comuni di Piacenza	0,62	0,62	0,62	0,63	0,62	0,62	2%
Comuni confinanti con Piacenza	0,64	0,65	0,66	0,67	0,67	0,68	6%
Altri comuni Piacenza	0,62	0,64	0,66	0,67	0,68	0,69	8%

Dalla analisi dei valori di *Tabella 2.32*, dal 2016 al 2021, si evince che il tasso di motorizzazione è in aumento costante su tutta l'area della provincia di Piacenza, in particolare nel cluster “Altri Comuni di Piacenza”.

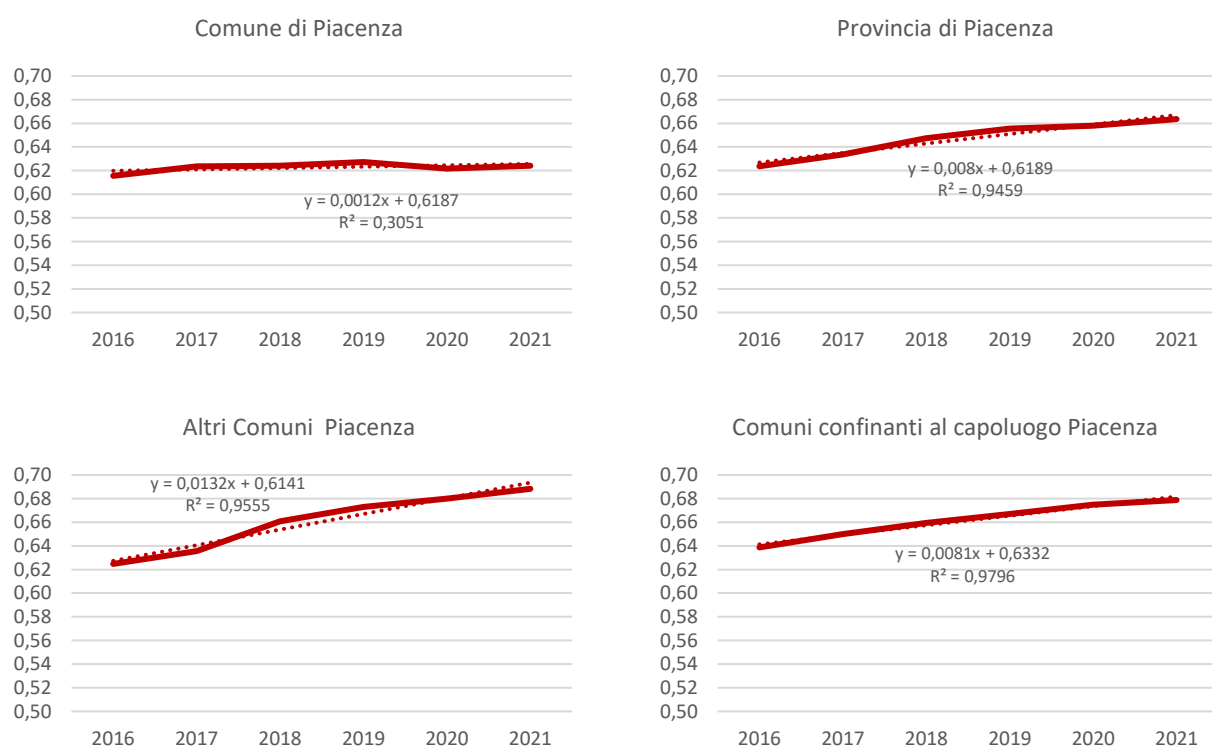


Figura 2.28 – Dotazione automobilistica nella provincia di Piacenza per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Si analizza quindi come in precedenza le aree della provincia di Reggio nell'Emilia:

Tabella 2.33 – Dotazione automobilistica Provincia di Reggio nell'Emilia 2016 – 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Emilia-Romagna	0,62	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	5,40%
Provincia di Reggio nell'Emilia	0,65	0,65	0,66	0,66	0,67	0,67	3%

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Comune di Reggio nell'Emilia	0,66	0,66	0,65	0,65	0,64	0,64	-2%
Comuni confinanti con Reggio nell'Emilia	0,66	0,67	0,68	0,69	0,70	0,70	5%
Altri comuni Reggio nell'Emilia	0,62	0,63	0,64	0,65	0,66	0,66	5%

Dalla analisi dei valori di *Tabella 2.33*, si evince che il tasso di motorizzazione del Comune di Reggio nell'Emilia ha un andamento decrescente (*Figura 2.29*), in controtendenza con l'andamento dell' Emilia-Romagna e dei cluster “Comuni confinanti con Reggio nell'Emilia” e “Altri Comuni di Reggio nell'Emilia” (*Figura 2.29*) che registrano un andamento linearmente crescente.

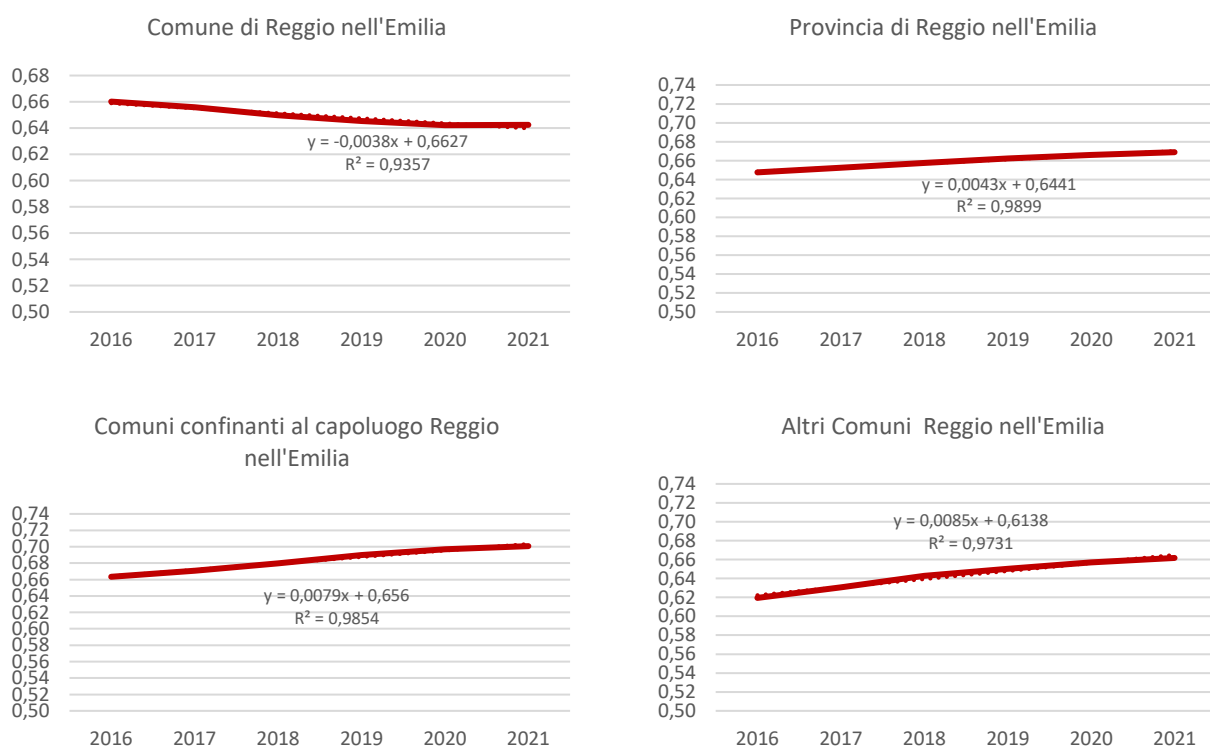


Figura 2.29 – Dotazione automobilistica nella provincia di Reggio nell'Emilia per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Si analizza quindi, come in precedenza, le aree della provincia di Firenze:

Tabella 2.34 – Dotazione automobilistica Provincia di Firenze 2016 – 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Toscana	0,91	0,92	0,94	0,96	0,97	0,97	3,98%
Provincia di Firenze	0,96	0,996	1,03	1,08	1,09	1,10	13%

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Comuni di Firenze	0,78	0,79	0,80	0,82	0,82	0,81	2%
Comuni confinanti con Firenze	1,63	1,76	1,87	1,99	2,06	2,10	6%
Altri comuni Firenze	0,81	0,82	0,83	0,87	0,88	0,87	8%

Dalla analisi dei valori di *Tabella 2.34*, dal 2016 al 2021, si evince che il tasso di motorizzazione è forte aumento in modo uniforme su tutta l'area della provincia di Firenze. Questo, seppur crescente la componente veicolare nel comune capoluogo risulta meno diffusa, molto probabilmente grazie al trasporto pubblico locale cittadino.

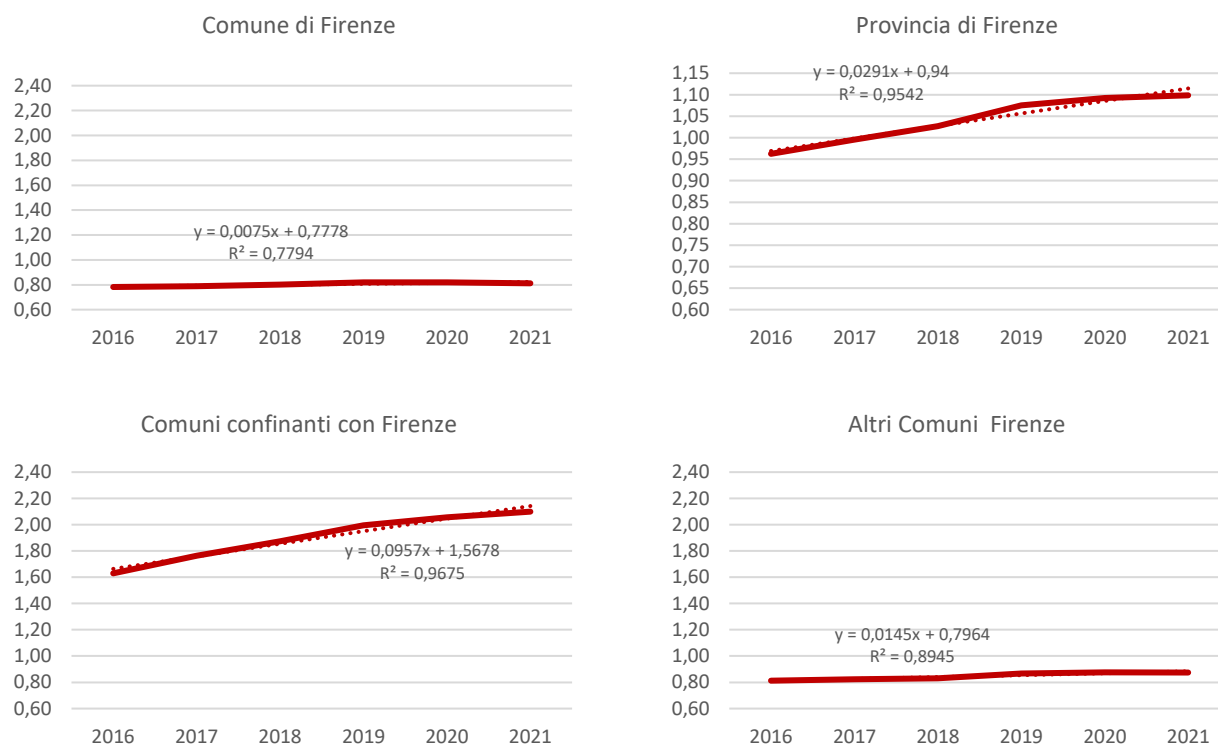


Figura 2.30 – Dotazione automobilistica nella provincia di Firenze per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

Si analizza quindi come in precedenza le aree della provincia di Pesaro e Urbino:

Tabella 2.35 – Dotazione automobilistica Provincia di Pesaro e Urbino 2016 – 2021

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Marche	0,89	0,90	0,91	0,93	0,94	0,95	6,26%
Provincia di Pesaro e Urbino	0,86	0,91	0,92	0,95	0,96	0,96	10%

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016
Comuni di Pesaro e Urbino	0,95	0,96	0,98	0,98	1,01	1,00	6%
Comuni confinanti con Pesaro e Urbino	0,76	0,86	0,87	0,88	0,91	0,92	16%
Altri comuni Pesaro e Urbino	0,93	0,94	0,95	1,02	1,01	1,00	6%

Dalla analisi dei valori di *Tabella 2.35*, dal 2016 al 2021, si evince che il tasso di motorizzazione è in aumento costante in modo uniforme su tutta l'area della provincia di Pesaro e Urbino, specialmente in quelle aree individuate dal cluster “Comuni confinanti con Pesaro e Urbino”.

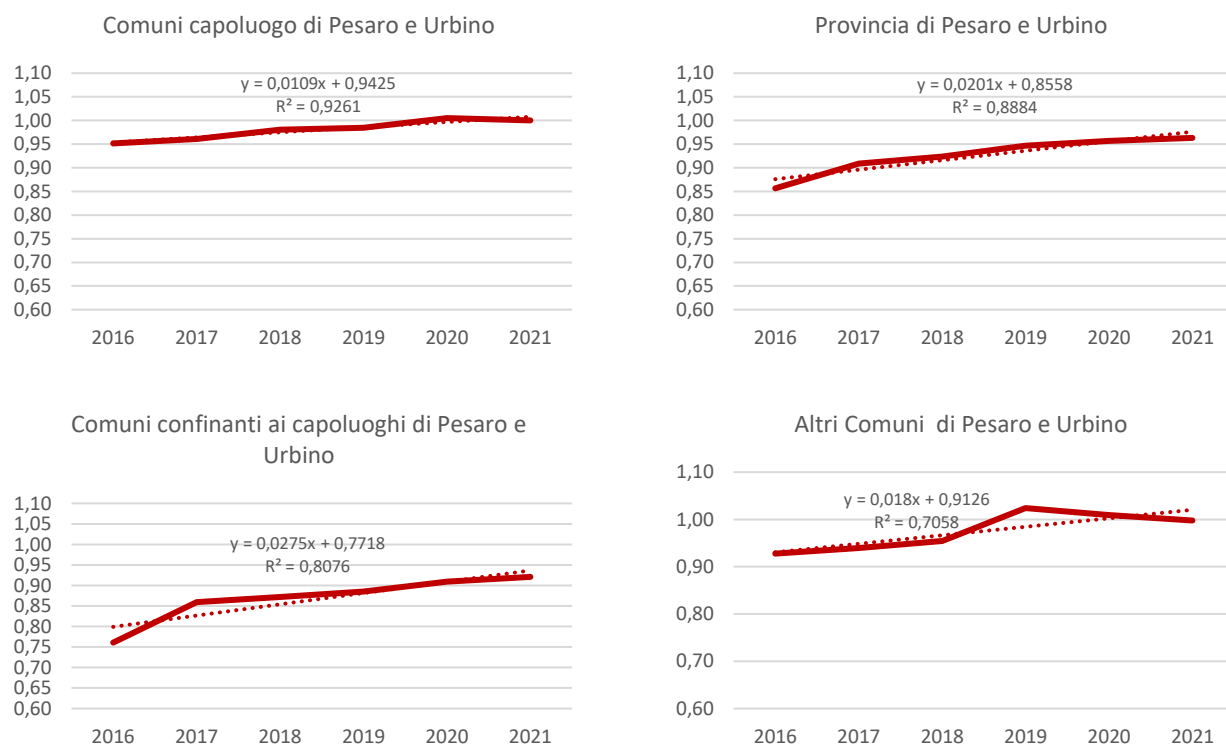


Figura 2.31 – Dotazione automobilistica nella provincia di Pesaro e Urbino per cluster geografico dal 2016 al 2021. Fonte: Istat

2.2.5 TURISMO

A completamento della analisi esaminate fino ad ora, sono state analizzate le variabili legate al turismo allo scopo di comprendere l'attrattività delle zone in esame e stimare efficacemente la parte di mobilità che rientra negli spostamenti occasionali legati a questo specifico fenomeno. I dati che sono stati considerati nell'Area di Studio e di Influenza, compresi tra il 2016 e il 2021, sono:

- Quantità di posti letto a disposizione
- Numero di arrivi turistici
- Numero di presenze turistiche

Tali dati, disponibili a livello comunale italiano, sono stati aggregati attraverso i seguenti step:

- isolamento delle province di interesse;
- aggregazione dei comuni appartenenti alle categorie turistiche prevalenti Istat codificate come riportato Tabella 2.36.

Tabella 2.36 – Classificazioni delle categorie turistiche prevalenti

CODICE Istat	CATEGORIA TURISTICA PREVALENTE	CLASSIFICAZIONE PwC
A	Grandi città (con turismo multidimensionale)	Grandi città (con turismo multidimensionale)
B	Comuni a vocazione culturale, storica, artistica e paesaggistica	Comuni ad alta vocazione turistica
C	Comuni con vocazione marittima	Comuni ad alta vocazione turistica
D	Comuni del turismo lacuale	Comuni ad alta vocazione turistica
E	Comuni con vocazione montana	Comuni ad alta vocazione turistica
F	Comuni del turismo termale	Comuni ad alta vocazione turistica
G	Comuni a vocazione marittima e con vocazione culturale, storica, artistica e paesaggistica	Comuni ad alta vocazione turistica
H	Comuni a vocazione montana e con vocazione culturale, storica, artistica e paesaggistica	Comuni ad alta vocazione turistica
L1	Comuni a vocazione culturale, storica, artistica e paesaggistica e altre vocazioni	Comuni ad alta vocazione turistica
L2	Altri comuni turistici con due vocazioni	Comuni ad alta vocazione turistica
P	Comuni turistici non appartenenti ad una categoria specifica	Comuni a bassa vocazione turistica
Q	Comuni non turistici	Comuni non turistici

Alla classificazione sopra riportata è stata aggiunta un'altra categoria, definita “*Altri comuni*”, con l'obiettivo di aggregare i comuni non appartenenti alle macrocategorie sopra riportate.

Nella figura riportata di seguito sono evidenziati i comuni “ad alta vocazione turistica” e le grandi città che caratterizzano l'Area di Studio e di Influenza, aggregando sotto “Altri comuni” i comuni non turistici che per semplicità di trattazione non saranno analizzati nel dettaglio, in quanto, rispetto agli indicatori turistici considerati, non hanno un peso sul totale ritenuto significativo ai fini dell'analisi.

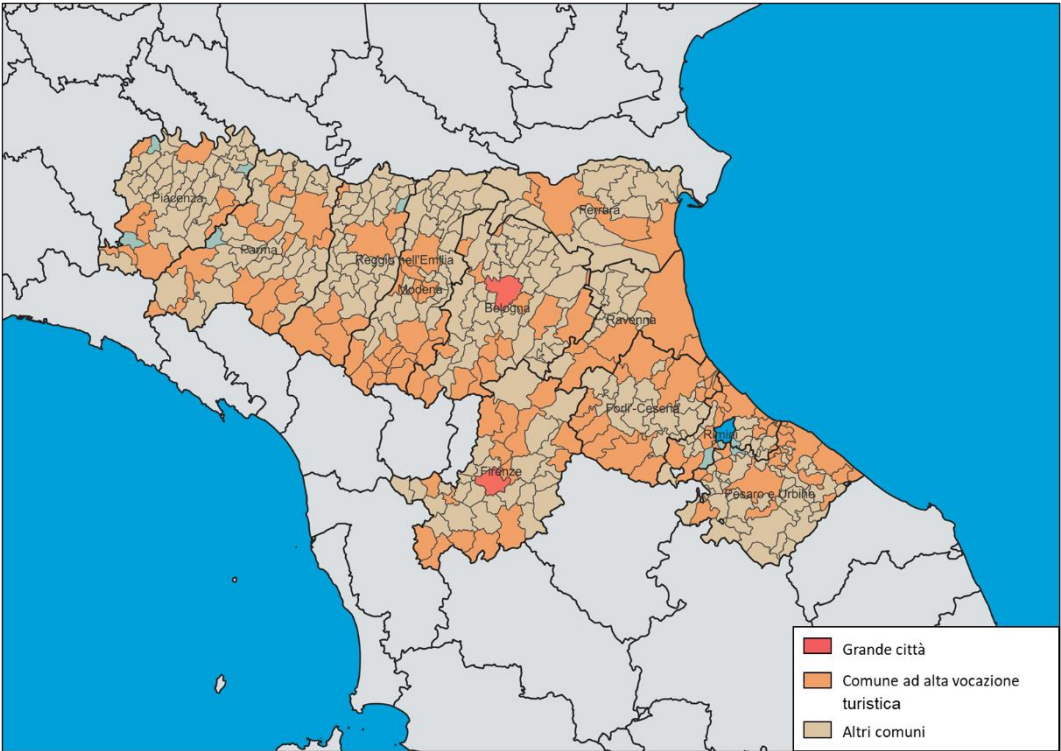


Figura 2.32 – Comuni ad alta vocazione turistica e grandi città

2.2.5.1 Area metropolitana di Bologna

La Tabella 2.37 riporta il numero di posti letto dell'area metropolitana di Bologna dal quale si evince che il numero di posti letto nei comuni di dimensioni minori ha fatto registrare un decremento significativo, mentre per il cluster “Grandi città con turismo multidimensionale” registra un leggero e costante aumento nel periodo considerato, Quanto appena descritto viene riportato nella seguente figura:

Tabella 2.37 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree in analisi tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Area metropolitana di Bologna	Posti letto							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	$\Delta \%$ 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	17.767	18.040	18.538	19.839	20.976	21.864	23,06%	4,24%
Comuni ad alta vocazione turistica	9.871	8.560	8.992	9.076	8.887	8.288	-16,04%	-3,44%
Comuni di bassa vocazione turistica	11.646	11.404	11.041	11.063	11.150	10.834	-6,97%	-1,44%

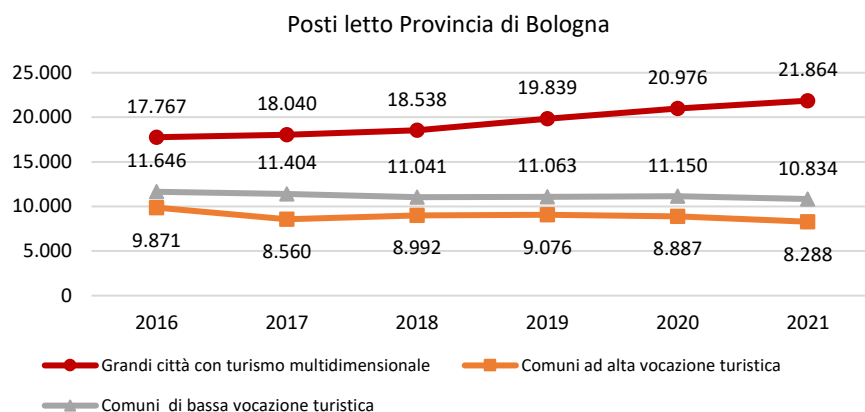


Figura 2.33 – Posti letto nell'area metropolitana di Bologna tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena riportato, per comprendere ed analizzare il numero di arrivi insistenti sulla medesima area.

Tabella 2.38 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree in analisi tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Area metropolitana di Bologna	Arrivi							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	1.286.397	1.410.482	1.543.053	1.592.490	537.889	881.171	-31,50%	-7,29%
Comuni ad alta vocazione turistica	285.425	308.775	318.695	315.287	126.513	198.051	-30,61%	-7,05%
Comuni di bassa vocazione turistica	384.836	458.190	493.699	482.573	162.356	227.476	-40,89%	-9,98%
Altri Comuni	9.911	1.483	7.500	8.385	3.999	3.117	-68,55%	-20,65%

L'indicatore turistico arrivi nell'area di interesse è in lenta crescita, mentre nel 2020 si è registrato un forte calo riconducibile agli eventi pandemici. Inoltre, si rileva che il cluster “Grandi città con turismo multidimensionale” evidenzia una maggior attrattività dei comuni con dimensioni maggiori. Segue una rappresentazione grafica di quanto appena descritto.

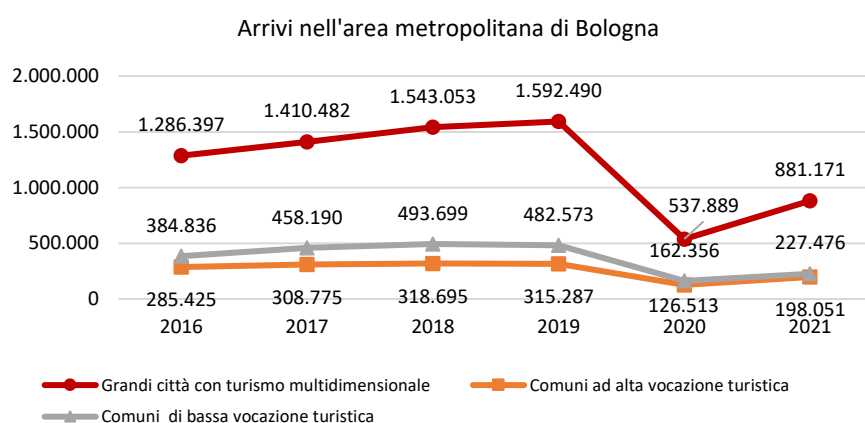


Figura 2.34 – Arrivi nell'area metropolitana di Bologna tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di presenze insistenti sulla medesima area.

Tabella 2.39 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree in analisi tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Area metropolitana di Bologna	Presenze							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	2.587.122	2.986.733	3.059.546	3.188.040	1.243.598	1.883.475	-27,20%	-6,15%
Comuni ad alta vocazione turistica	635.181	677.085	663.479	664.434	348.563	493.655	-22,28%	-4,92%
Comuni di bassa vocazione turistica	723.417	905.240	958.086	920.274	404.097	544.940	-24,67%	-5,51%
Altri Comuni	24.083	3.660	19.082	17.081	11.360	8.376	-65,22%	-19,04%

Coerentemente con quanto osservato per la Tabella 2.38, la tendenza dell'andamento dell'indicatore turistico presenze prevede una lenta crescita fino all'anno 2019 per poi diminuire repentinamente negli anni successivi. Come si può intuire dalla lettura dei numeri, il gap da colmare rispetto al 2019 è considerevole: rispetto all'anno in questione, nel 2021 nella città di Bologna si contano circa la metà delle presenze.

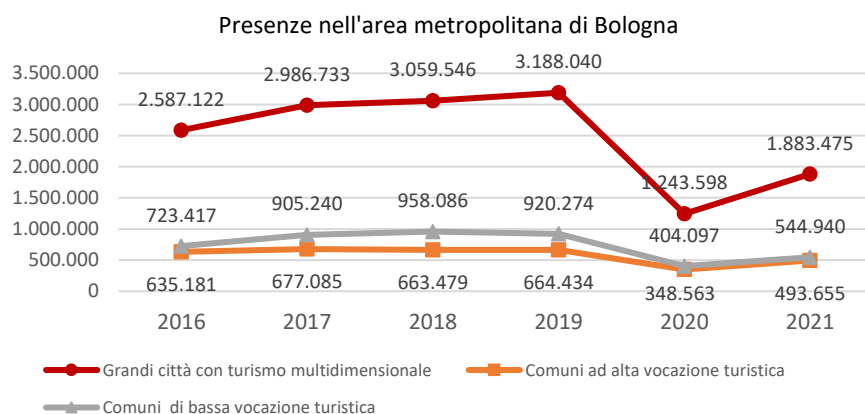


Figura 2.35 – Arrivi nell'area metropolitana di Bologna tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Riassumendo i risultati ottenuti per l'area metropolitana di Bologna, segue che:

- il cluster che raccoglie la maggior capacità d'offerta ed il maggior numero di movimenti turistici è quello “Grandi città con turismo multidimensionale”;
- l'andamento della domanda di turismo, nel caso del cluster “Grandi città con turismo multidimensionale”, è in controtendenza con l'andamento dei posti letto disponibili che registrano una crescita, seppur lieve;
- l'andamento della domanda turistica, nel caso dei cluster “Comuni ad alta vocazione turistica” e “Comuni a bassa vocazione turistica”, è coerente con l'andamento dell'offerta;
- In generale, nell'area analizzata il picco dei movimenti turistici risulta essere negli anni 2018 e 2019.

2.2.5.2 Provincia di Ravenna

La Tabella 2.40 riporta il numero di posti letto della provincia di Ravenna nel periodo 2016-2021, dai quali si evince che, la maggior parte dell'offerta turistica si concentra nei comuni facenti parte del cluster "Comuni ad alta vocazione turistica". Ad ogni modo, come visibile anche in Figura 2.36, il cluster appena menzionato registra un lieve decremento dal 2016 al 2019, accentuandosi nei due anni successivi.

Tabella 2.40 – Posti letto nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Ravenna tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Ravenna	Posti letto							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	78.523	74.277	76.065	75.406	72.216	75.993	-3,22%	-0,65%
Comuni di bassa vocazione turistica	2.756	2.599	2.462	1.642	1.489	1.320	-52,10%	-13,69%

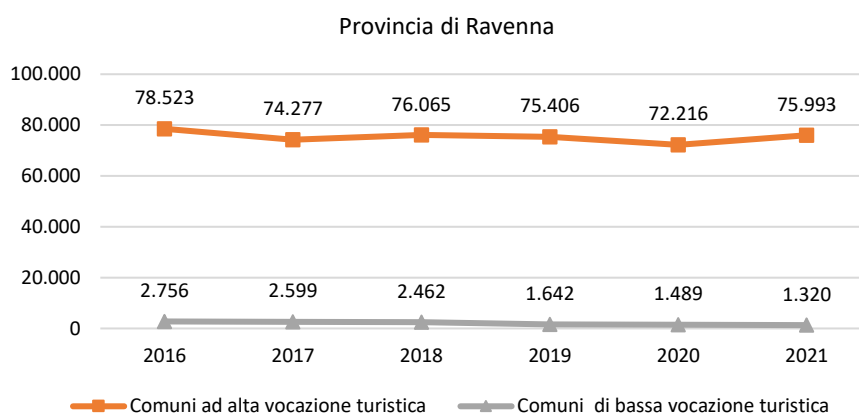


Figura 2.36 – Posti letto provincia di Ravenna tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di arrivi interessanti la medesima area.

Tabella 2.41 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Ravenna tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Ravenna	Arrivi							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	1.385.354	1.499.024	1.502.123	1.503.191	885.906	1.183.660	-14,56%	-3,10%
Comuni di bassa vocazione turistica	40.648	45.775	43.793	45.299	24.779	39.471	-2,90%	-0,59%
Altri Comuni	1.944	663	2.703	2.830	1.055	1.093	-43,78%	-10,88%

Coerentemente a quanto analizzato per l'offerta turistica, (Tabella 2.40) anche nel caso dell'indicatore turistico che stiamo analizzando risulta essere presente un forte squilibrio tra i cluster "Comuni ad alta vocazione turistica" e "Comuni di bassa vocazione turistica", infatti, il primo registra un numero considerevolmente più alto di arrivi turistici. Inoltre, come nel caso analizzato nel paragrafo Area metropolitana di Bologna, a causa degli eventi pandemici nell'anno 2020

si registra un vertiginoso crollo degli arrivi di tipo turistico. Segue un'immagine rappresentativa di quanto appena illustrato.

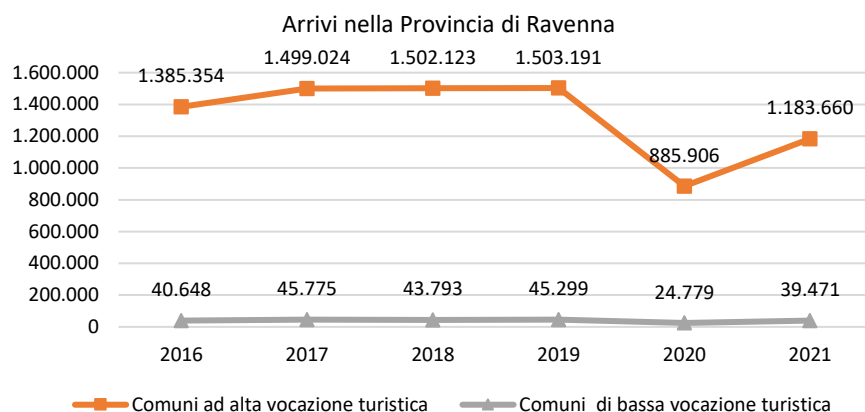


Figura 2.37 – Arrivi provincia di Ravenna tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stata realizzata la medesima attività per il numero di presenze contenute nella stessa area.

Tabella 2.42 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Ravenna tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Ravenna	Presenze							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	6.321.286	6.573.766	6.541.766	6.449.678	3.933.914	5.348.281	-15,39%	-3,29%
Comuni di bassa vocazione turistica	101.008	117.431	120.697	115.382	64.393	98.713	-2,27%	-0,46%
Altri Comuni	6.843	2.708	7.926	8.218	5.681	4.726	-30,94%	-7,14%

Similmente ai risultati constatati per gli arrivi, l'andamento delle presenze evidenzia un gap tra i cluster “*Comuni ad alta vocazione turistica*” e “*Comuni di bassa vocazione turistica*”, registrando un andamento decrescente già dal 2017 con un picco negativo nell'anno 2020, riconducibile all'evento pandemico Covid-19.

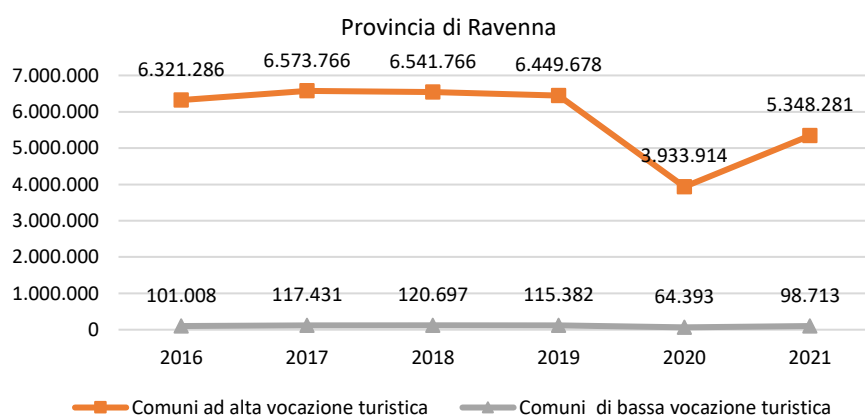


Figura 2.38 – Presenze provincia di Ravenna tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Volendo riassumere i risultati ottenuti per la provincia di Ravenna, segue che:

- tra i due cluster individuati per questa provincia risulta essere presente un significativo gap sia a livello di offerta che a livello di domanda;
- l'offerta turistica della provincia di Ravenna rimane abbastanza costante come andamento durante il periodo di osservazione 2016-2021;
- l'indicatore turistico arrivi seppur molto simile a quello delle presenze presenta un coefficiente angolare positivo fino all'anno 2019;
- l'indicatore turistico presenze, invece presenta un coefficiente angolare negativo fino all'anno 2019, in controtendenza con quanto avviene con l'altro indicatore di domanda;
- In generale, nell'area analizzata il picco dei movimenti turistici risulta essere negli anni che vanno dal 2017 al 2019.

2.2.5.3 Provincia di Rimini

La Tabella 2.43 riporta una forte predisposizione della provincia di Rimini all'attività turistica; infatti, questa si dispone di un considerevole numero di posti letto rispetto all'estensione del suo territorio. Anche in questa provincia si fa causa delle esternalità già citate in precedenza si registra una lieve decrescita nell'anno 2020 ed un lieve recupero a partire dal 2021.

Tabella 2.43 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Rimini tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Rimini	Posti letto							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	172.683	173.950	174.251	173.423	160.954	168.405	-2,48%	-0,50%
Comuni di bassa vocazione turistica	1.341	1.365	1.353	1.264	1.269	1.085	-19,09%	-4,15%

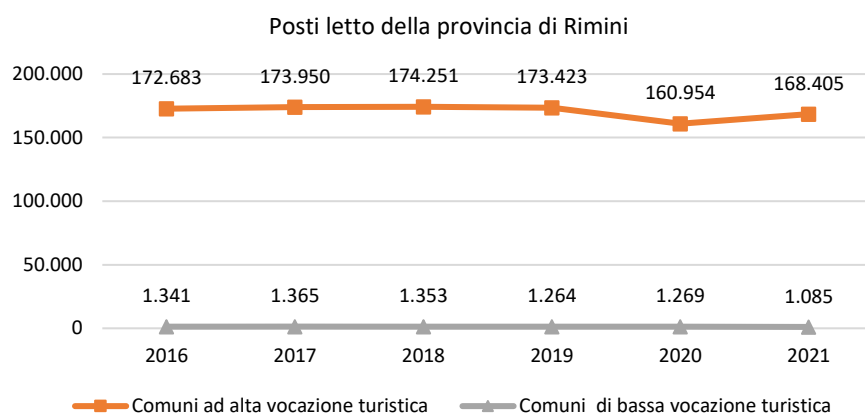


Figura 2.39 – Posti letto provincia di Rimini tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di arrivi interessanti la medesima area.

Tabella 2.44 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Rimini tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Rimini	Arrivi							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	3.432.121	3.584.672	3.693.466	3.773.258	2.025.432	2.723.217	-20,65%	-4,52%
Comuni di bassa vocazione turistica	17.403	16.430	13.136	14.845	8.376	12.307	-29,28%	-6,69%
Altri Comuni	907	1.652	1.853	802	550	837	-7,72%	-1,59%

Coerentemente con il resto delle province dell'Emilia-Romagna, la variazione % nel periodo considerato risulta essere negativa a causa della considerevole diminuzione di arrivi registrata dal 2020. Inoltre, similmente a quanto avviene per le altre province considerate, il trend degli arrivi registra un coefficiente angolare positivo fino all'anno 2019. Pertanto, il superamento della crisi pandemica lascia presupporre un recupero nei prossimi anni.

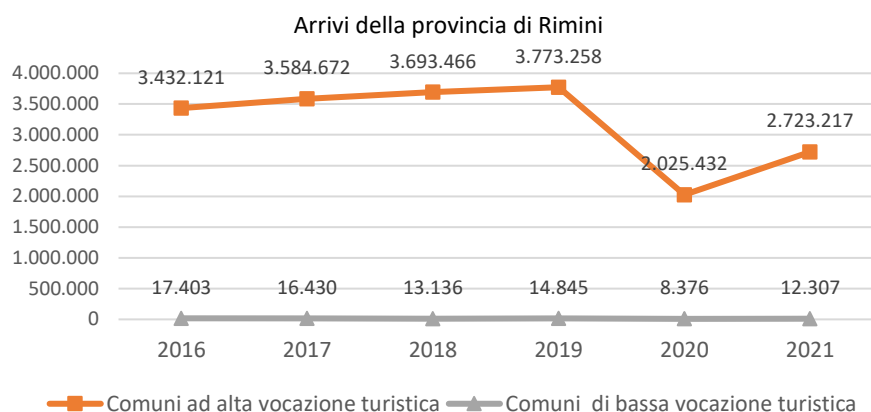


Figura 2.40 – Arrivi provincia di Rimini tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di presenze interessanti la medesima area.

Tabella 2.45 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Rimini tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Rimini	Presenze							CAGR 2021- 2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	15.520.337	15.914.316	16.128.935	16.189.664	8.942.959	12.202.476	-21,38%	-4,70%
Comuni di bassa vocazione turistica	51.786	50.415	41.379	42.876	26.922	35.229	-31,97%	-7,42%
Altri Comuni	1.585	2.759	4.369	1.525	1.235	3.814	140,63%	19,20%

Dalla Tabella 2.45, si evidenzia un andamento molto simile a quello degli arrivi, dal quale si intuisce come il CAGR negativo sia dovuto principalmente alla deflessione dei valori nel 2020, 2021. Rispetto al 2019, nei comuni ad alta vocazione turistica facenti parte della provincia di Rimini, mancano all'appello circa 4 milioni di presenze.

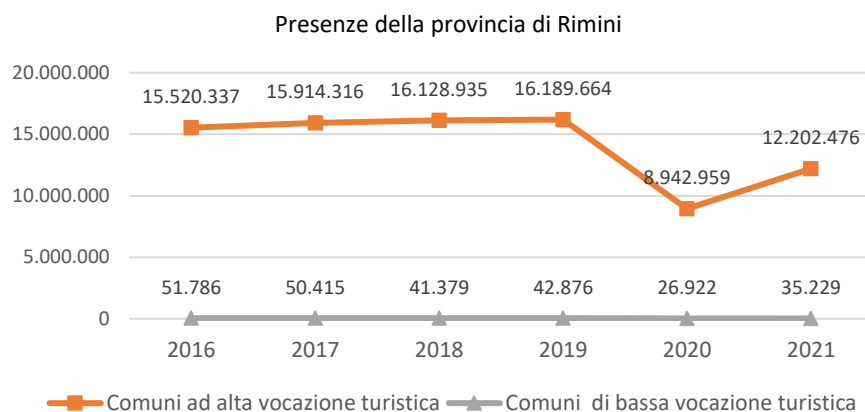


Figura 2.41 – Arrivi provincia di Rimini tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Volendo riassumere i risultati ottenuti per la provincia di Rimini, segue che:

- l'andamento degli indicatori turistici arrivi e presenze si attesta sullo stesso livello delle altre province considerate;
- il numero di arrivi e presenze risulta sicuramente significativo rispetto al territorio considerato, come d'altronde il numero di posti letto;
- nell'area analizzata il picco dei movimenti turistici risulta essere nel 2019;
- l'andamento ed il picco dei movimenti turistici, nella provincia analizzata lascia presupporre un recupero negli anni a venire.

2.2.5.4 Provincia di Forlì-Cesena

La Tabella 2.46 mostra valori in controtendenza rispetto alle province “adriatiche”, un decremento pressoché costante dell'offerta turistica per il cluster “Comuni a bassa vocazione turistica”, mentre per “Comuni ad alta vocazione turistica”, l'andamento risulta essere maggiormente altalenante.

Tabella 2.46 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della provincia di Forlì-Cesena tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Forlì-Cesena	Posti letto							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	61.691	59.208	58.141	57.851	55.257	57.314	-7,10%	-1,46%
Comuni di bassa vocazione turistica	1.578	1.324	1.356	1.368	1.372	1.383	-12,36%	-2,60%

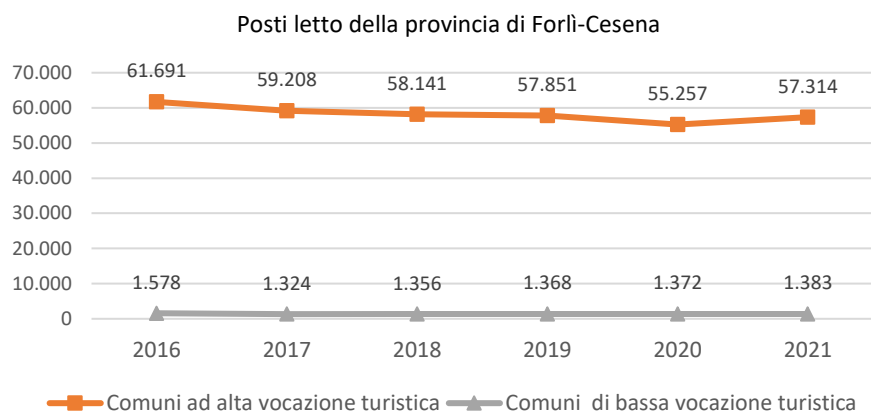


Figura 2.42 – Posti letto provincia di Forlì-Cesena tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di arrivi interessanti la medesima area.

Tabella 2.47 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree in analisi tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Forlì-Cesena	Arrivi							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	1.061.011	1.102.974	1.113.944	1.114.455	647.505	913.428	-13,91%	-2,95%
Comuni di bassa vocazione turistica	22.244	26.534	25.046	26.264	17.266	28.224	26,88%	4,88%
Altri Comuni	942	4.697	4.833	3.686	2.576	1.873	98,83%	14,74%

Dalla *Tabella 2.47*, si evince un trend simile a quanto riscontrato per gli arrivi nelle altre province analizzate per il cluster “*Comuni ad alta vocazione turistica*”, mentre per quanto concerne “*Comuni a bassa vocazione turistica*” l’andamento è in controtendenza con quanto analizzato fino ad ora, infatti si denota un andamento positivo di quest’ultimo.

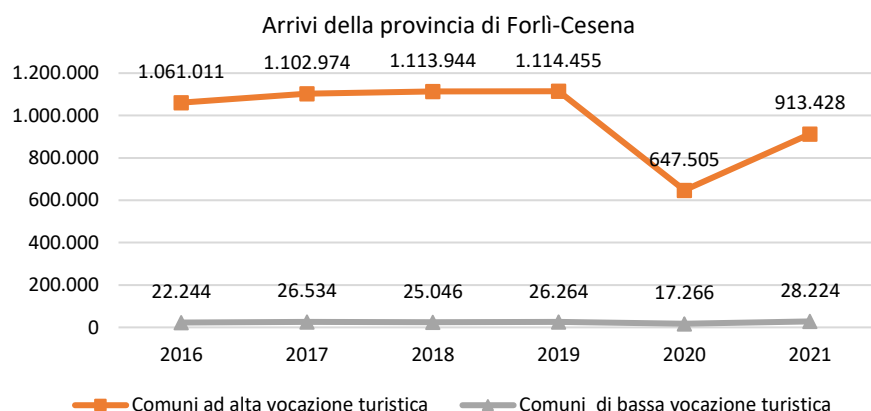


Figura 2.43 – Arrivi provincia di Forlì-Cesena tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di presenze interessanti la medesima area.

Tabella 2.48 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree in analisi tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Forlì-Cesena	Presenze							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	4.905.741	5.288.766	5.424.866	5.366.777	3.172.173	4.558.808	-7,07%	-1,46%
Comuni di bassa vocazione turistica	56.113	63.935	57.411	59.959	42.118	70.693	25,98%	4,73%
Altri Comuni	1.953	4.697	9.901	9.383	8.324	6.368	226,06%	26,67%

Come era lecito aspettarsi l'indicatore turistico presenze segue l'andamento di quanto avviene per gli arrivi nei vari cluster considerati.

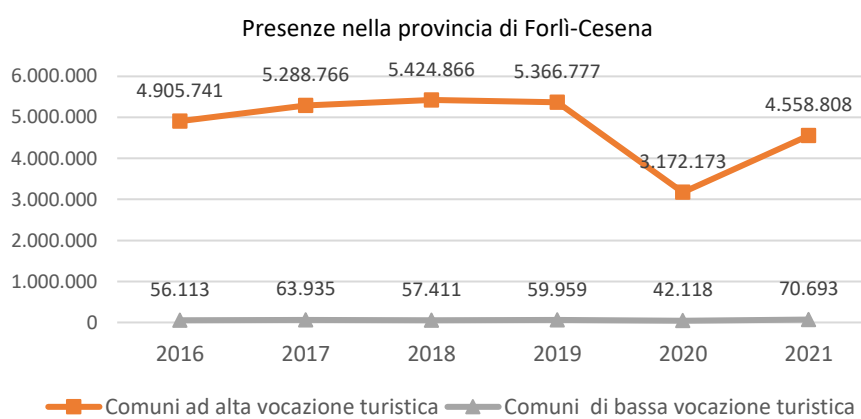


Figura 2.44 – Arrivi provincia di Forlì-Cesena tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Volendo riassumere i risultati ottenuti per la provincia di Forlì-Cesena, segue che:

- l'andamento del numero dei posti letto risulta essere in leggero ma costante decremento fino al 2020, tuttavia, l'inversione del trend già dall'anno 2021 fa ben sperare per il futuro;
- l'andamento degli indicatori delle presenze e degli arrivi risulta essere simile, confrontando gli indicatori del cluster "Comuni ad alta vocazione turistica";
- l'andamento degli indicatori delle presenze e degli arrivi, per il cluster "Comuni a bassa vocazione turistica" risulta essere positivo a differenza degli altri territori analizzati;
- nell'area analizzata il picco dei movimenti turistici risulta essere negli anni 2018 e 2019;

2.2.5.5 Provincia di Ferrara

La Tabella 2.49 denota una buona predisposizione della provincia di Ferrara all'attività turistica, infatti, questa si dispone di un significativo numero di posti letto rispetto all'estensione del suo territorio. Tuttavia, anche in questo caso a causa delle esternalità già citate in precedenza si registra un forte calo dell'offerta negli anni 2020-2021.

Tabella 2.49 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Ferrara tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Ferrara	Posti letto							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	50.264	46.406	45.612	45.974	45.382	43.652	-13,15%	-2,78%
Comuni di bassa vocazione turistica	2.301	2.289	2.172	2.221	2.177	1.920	-16,56%	-3,56%

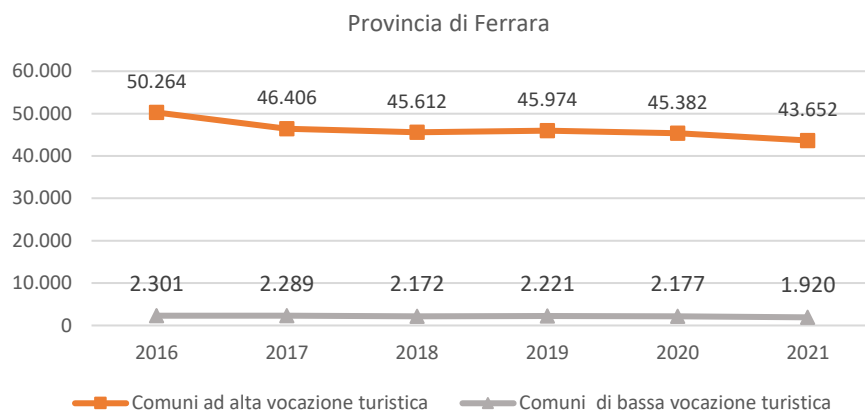


Figura 2.45 – Posti letto provincia di Ferrara tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di arrivi interessanti la medesima area.

Tabella 2.50 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Ferrara tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Ferrara	Arrivi							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	526.442	564.422	563.545	541.084	294.847	406.973	-22,69%	-5,02%
Comuni di bassa vocazione turistica	42.920	43.676	40.623	41.538	21.684	31.556	-26,48%	-5,97%
Altri Comuni	1.149	5.115	5.284	6.461	1.228	1.983	72,58%	11,53%

Coerentemente con il resto delle province dell'Emilia-Romagna la variazione % tra l'anno 2016 e l'anno 2021 risulta essere negativa a causa della considerevole diminuzione di arrivi dal 2019, il cluster Altri Comuni non sarà riportato nel grafico, in quanto riporta valori considerati non significativi. Inoltre, similmente a quanto avviene per le altre province considerate, il trend degli arrivi registra un coefficiente angolare positivo fino all'anno 2019. Pertanto, il superamento della crisi pandemica lascia presupporre un recupero nei prossimi anni.

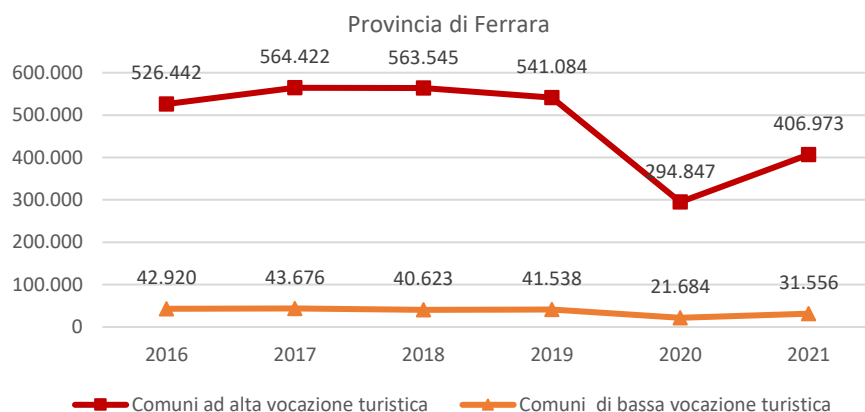


Figura 2.46 – Arrivi provincia di Ferrara tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di presenze interessanti la medesima area.

Tabella 2.51 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Ferrara tra l 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Ferrara	Presenze							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	2.505.282	2.900.729	2.795.680	2.487.666	1.567.973	2.208.908	-11,83%	-2,49%
Comuni di bassa vocazione turistica	104.317	104.803	103.986	96.573	65.736	93.699	-10,18%	-2,12%
Altri Comuni	3.738	14.604	15.579	22.860	2.651	4.199	12,33%	2,35%

Dalla Tabella 2.51 si evidenzia un andamento molto simile a quello degli arrivi, dal quale si intuisce come il CAGR negativo sia dovuto principalmente alla deflessione dei valori nel 2020, 2021. Rispetto al 2019, nei comuni ad alta vocazione turistica facenti parte della provincia di Ferrara, mancano all'appello circa 1milioni di presenze.

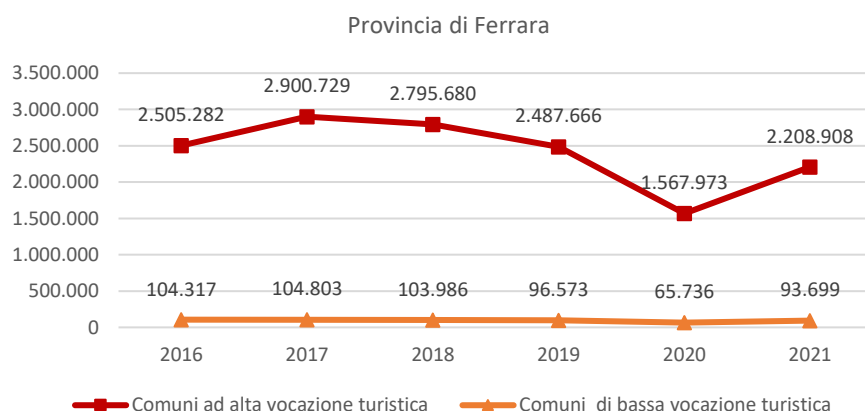


Figura 2.47 – Arrivi provincia di Ferrara tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Volendo riassumere i risultati ottenuti per la provincia di Ferrara, segue che:

- l'andamento degli indicatori turistici arrivi e presenze si attesta sullo stesso livello delle altre province considerate;
- il numero di arrivi e presenze evidenzia un considerevole afflusso turistico per la città di Ferrara;

- l'offerta turistica della zona anche è in lieve e costante decremento;
- nell'area analizzata il picco dei movimenti turistici risulta essere tra il 2017 e il 2018;
- l'andamento ed il picco dei movimenti turistici, nella provincia analizzata lascia presupporre un recupero negli anni a venire.

2.2.5.6 Provincia di Modena

La Tabella 2.52 denota un'offerta turistica in media rispetto alle altre province della regione Emilia-Romagna, infatti, questa si dispone di un numero di posti letto inferiore rispetto a zone turistiche come ad esempio la provincia di Rimini. In particolare, per il cluster "Comuni ad alta vocazione turistica" l'offerta di posti letto dell'area in questione evidenzia un andamento leggermente altalenante fino all'anno 2019 seguito da una lieve decremento negli anni 2020 e 2021.

Tabella 2.52 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Modena tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Modena	Posti letto							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	16.569	15.532	16.189	16.238	16.073	15.587	-5,93%	-1,21%
Comuni di bassa vocazione turistica	4.167	4.039	4.109	4.102	4.235	3.986	-4,34%	-0,88%

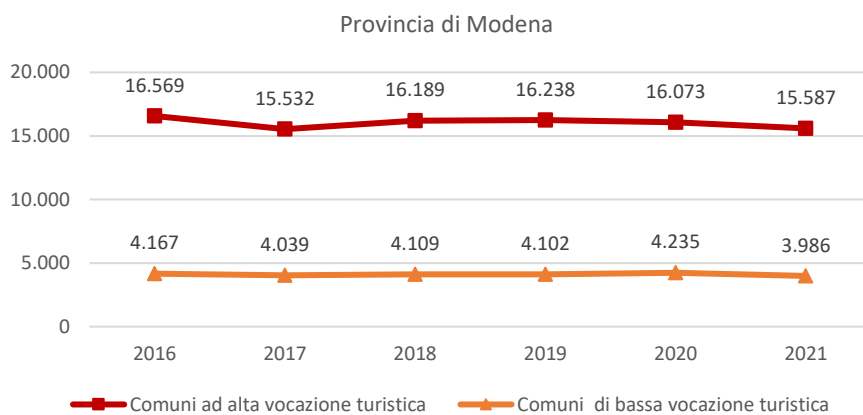


Figura 2.48 – Posti letto provincia di Modena tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di arrivi interessanti la medesima area.

Tabella 2.53 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Modena tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Modena	Arrivi							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	454.512	509.862	515.140	557.602	243.784	360.765	-20,63%	-4,51%
Comuni di bassa vocazione turistica	122.877	141.866	148.425	145.688	71.977	114.327	-6,96%	-1,43%
Altri Comuni	14.868	11.147	16.651	17.927	4.803	6.208	-58,25%	-16,03%

Coerentemente con il resto delle province dell'Emilia-Romagna la variazione % tra l'anno 2016 e l'anno 2021 risulta essere negativa a causa della considerevole diminuzione di arrivi dal 2020. Il grafico sotto riportato evidenzia

una crescita pressoché lineare fino all'anno 2020 in cui è osservato un picco negativo seguito da una ripresa che fa ben presagire per gli anni a venire.

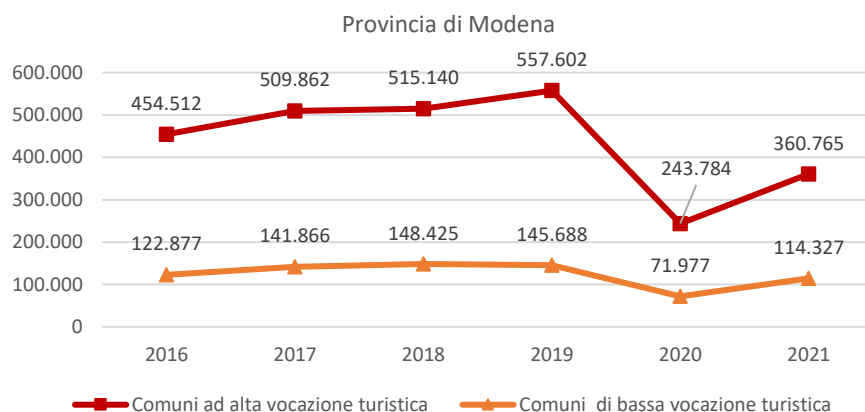


Figura 2.49 – Arrivi provincia di Modena tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di presenze interessanti la medesima area.

Tabella 2.54 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Modena tra l 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Modena	Presenze							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	1.079.582	1.193.120	1.218.960	1.276.531	666.259	918.224	-14,95%	-3,19%
Comuni di bassa vocazione turistica	298.759	318.158	363.494	346.981	202.101	297.812	-0,32%	-0,06%
Altri Comuni	35.687	22.648	35.962	41.922	14.032	18.039	-49,45%	-12,76%

Dalla Tabella 2.54 si evidenzia un andamento molto simile a quello degli arrivi, dal quale si intuisce come il CAGR negativo sia dovuto principalmente alla deflessione dei valori nel 2020. Rispetto al 2019, nei comuni ad alta vocazione turistica facenti parte della provincia di Modena, mancano all'appello circa 600.000 presenze.

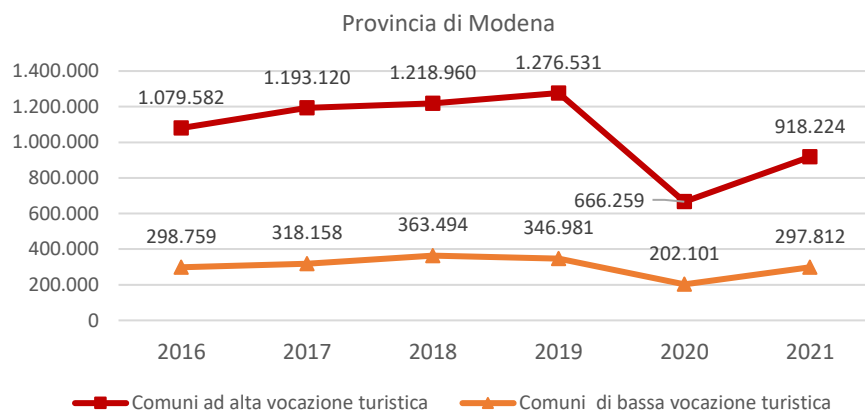


Figura 2.50 – Arrivi provincia di Modena tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Volendo riassumere i risultati ottenuti per la provincia di Modena, segue che:

- il numero di arrivi e presenze evidenzia come nella provincia di Modena il turismo non sia il principale settore economico;
- l'offerta turistica della zona anche è in linea con la domanda turistica;
- nell'area analizzata il picco dei movimenti turistici risulta essere tra il 2018 e il 2019;
- l'andamento ed il picco dei movimenti turistici, nella provincia analizzata lascia presupporre un recupero negli anni a venire.

2.2.5.7 Provincia di Piacenza

La Tabella 2.55 mostra un'offerta turistica bassa rispetto alle altre province della regione Emilia-Romagna. In particolare, è da sottolineare come si assottigli rispetto alle altre province analizzate il delta tra il cluster "Comuni ad alta vocazione turistica" e quello "Comuni a bassa vocazione turistica". Inoltre, nell'anno 2019 si registra un andamento opposto tra i due cluster infatti, mentre i comuni ad alta vocazione turistica aumentano i loro posti letto gli altri comuni hanno un andamento opposto.

Tabella 2.55 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Piacenza tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Piacenza	Posti letto							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	4.758	4.648	4.722	4.810	4.985	4.942	3,87%	0,76%
Comuni di bassa vocazione turistica	3.628	3.350	3.375	3.368	2.998	2.981	-17,83%	-3,85%

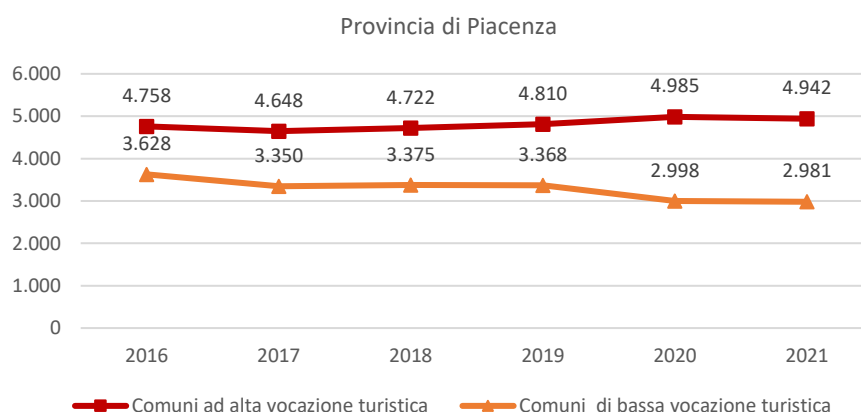


Figura 2.51 – Posti letto provincia di Piacenza tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di arrivi interessanti la medesima area.

Tabella 2.56 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Piacenza tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Piacenza	Arrivi							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	166.597	173.179	190.931	187.685	80.940	125.871	-24,45%	-1,54%
Comuni di bassa vocazione turistica	64.141	67.332	70.271	72.815	35.860	59.364	-7,45%	-9,57%
Altri Comuni	10.923	9.297	8.700	10.865	4.488	6.605	-39,53%	-9,57%

Coerentemente con il resto delle province dell'Emilia-Romagna la variazione % tra l'anno 2016 e l'anno 2021 risulta essere negativa, in particolare per il cluster "Comuni ad alta vocazione turistica" a causa dei motivi già citati. Come per la provincia analizzata in precedenza, *Figura 2.50* sotto riportata evidenzia una crescita pressoché lineare fino all'anno 2020 in cui è osservato un picco negativo seguito da una ripresa che fa ben presagire per gli anni a venire.

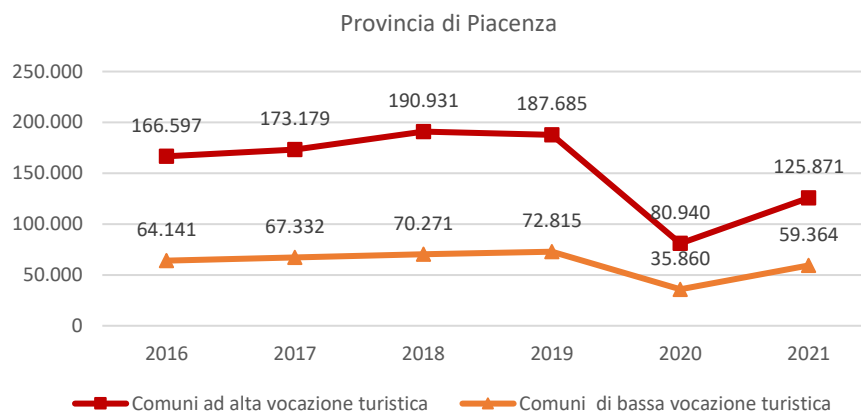


Figura 2.52 – Arrivi provincia di Piacenza tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di presenze interessanti la medesima area.

Tabella 2.57 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Piacenza tra l 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Piacenza	Presenze							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	326.017	326.643	372.038	345.689	199.502	296.202	-9,15%	-1,90%
Comuni di bassa vocazione turistica	124.109	133.228	144.096	156.985	95.832	130.214	4,92%	0,97%
Altri Comuni	25.682	24.260	22.704	30.856	14.043	14.054	-45,28%	-11,36%

Dalla *Figura 2.53*, si evidenzia un andamento molto simile a quello degli arrivi, dal quale si intuisce come il CAGR negativo sia dovuto principalmente alla deflessione dei valori nel 2020. Tuttavia, i comuni a bassa vocazione turistica riportano una variazione positiva in controtendenza con il resto della regione. Rispetto al 2019, nei comuni ad alta vocazione turistica facenti parte della provincia di Piacenza, mancano all'appello circa 100.000 presenze, mentre il delta tra 2019 e 2020 per l'altro cluster riportato è di circa la metà.

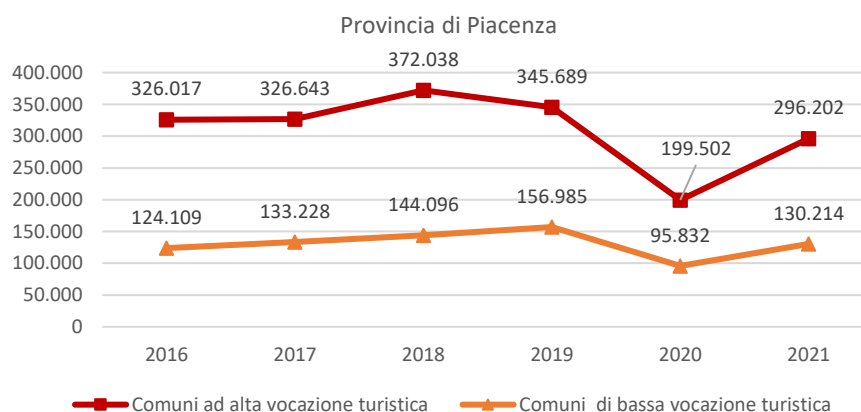


Figura 2.53 – Arrivi provincia di Piacenza tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Volendo riassumere i risultati ottenuti per la provincia di Piacenza, segue che:

- il numero di arrivi e presenze evidenzia come nella provincia di Piacenza il turismo non sia il principale settore economico;
- l'offerta turistica della zona è in linea con la domanda;
- nell'area analizzata il picco dei movimenti turistici risulta essere nel 2018;
- l'andamento ed il picco dei movimenti turistici, nella provincia analizzata lascia presupporre un recupero negli anni a venire.

2.2.5.8 Provincia di Parma

La Tabella 2.58 mostra un'offerta turistica in media rispetto alle altre province della regione Emilia-Romagna; infatti, questa si dispone di un numero di posti simili alla provincia di Modena. In particolare, l'offerta di posti letto dell'area in questione evidenzia un andamento lievemente e linearmente decrescente.

Tabella 2.58 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Parma tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Parma	Posti letto							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	15.157	14.176	14.231	13.867	13.510	12.478	-17,68%	-3,82%
Comuni di bassa vocazione turistica	4.714	4.753	4.797	4.886	4.776	4.324	-8,27%	-1,71%

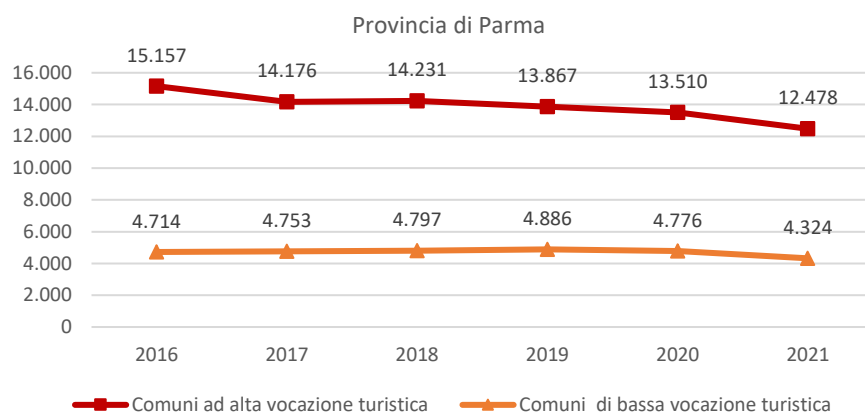


Figura 2.54 – Posti letto provincia di Parma tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di arrivi interessanti la medesima area.

Tabella 2.59 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Parma tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Parma	Arrivi							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	537.659	538.594	576.045	558.978	218.415	337.837	-37,17%	-8,87%
Comuni di bassa vocazione turistica	127.193	134.171	148.908	150.869	71.563	98.077	-22,89%	-5,07%
Altri Comuni	1.185	5.983	7.452	7.316	4.312	3.847	224,64%	26,56%

Coerentemente con il resto delle province dell'Emilia-Romagna la variazione % tra l'anno 2016 e l'anno 2021 risulta essere negativa a causa della considerevole diminuzione di arrivi dal 2020. Il grafico sotto riportato evidenzia una lenta crescita, pressoché lineare, fino all'anno 2020 in cui è osservato un picco negativo seguito da una ripresa che fa ben presagire per gli anni a venire.

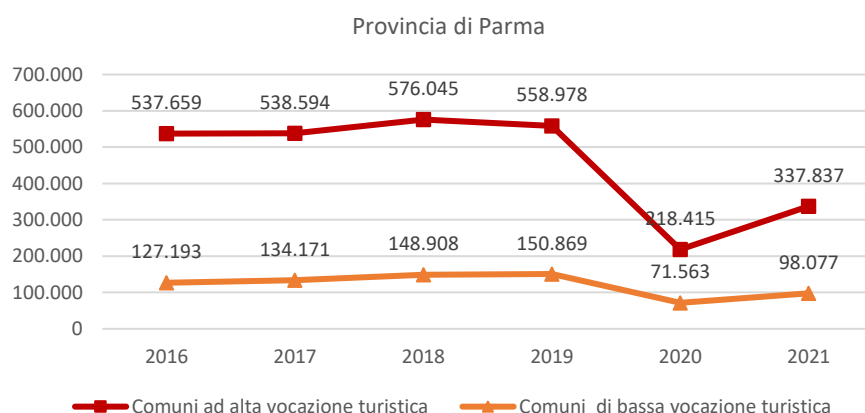


Figura 2.55 – Arrivi provincia di Reggio nell'Emilia tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di presenze interessanti la medesima area.

Tabella 2.60 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Reggio nell'Emilia tra l 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Parma	Presenze							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	1.329.297	1.181.232	1.242.247	1.213.649	493.088	725.612	-45,41%	-11,40%
Comuni di bassa vocazione turistica	386.045	417.541	384.505	404.151	233.490	279.193	-27,68%	-6,28%
Altri Comuni	2.821	15.942	21.326	18.584	11.104	10.379	267,92%	29,76%

Dalla Tabella 2.60, si evidenzia un andamento non molto simile a quello degli arrivi, ma anche in questo caso il CAGR negativo è dovuto principalmente alla deflessione dei valori nel 2020. Rispetto al 2019, nei comuni ad alta vocazione turistica facenti parte della provincia di Parma, mancano all'appello circa 700.000 presenze.

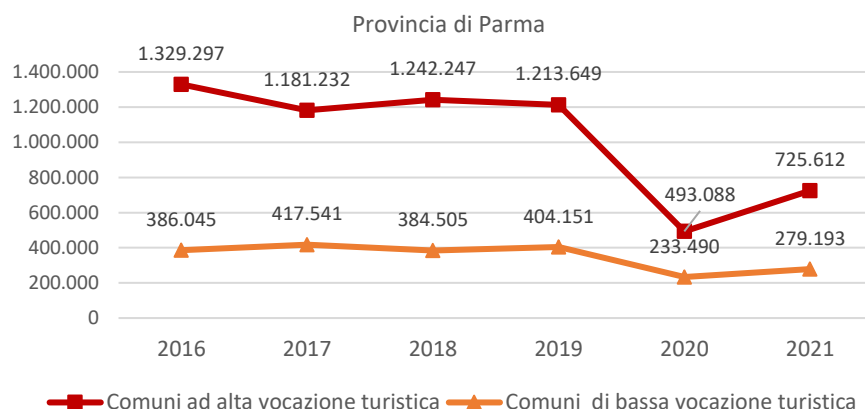


Figura 2.56 – Arrivi provincia di Parma a tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Volendo riassumere i risultati ottenuti per la provincia di Parma, segue che:

- il numero di arrivi e presenze evidenzia come nella provincia di Parma il turismo abbia un peso considerevole tra i settori economici della provincia;
- l'offerta turistica della zona è inferiore rispetto ad altre province (es. Modena) nonostante il numero di arrivi e presenze nel parmigiano siano maggiori;
- nell'area analizzata il picco dei movimenti turistici non risulta essere uniforme, infatti, il maggior numero di presenze avviene nel 2016 mentre il maggior numero di arrivi nel 2018.

2.2.5.9 Provincia di Reggio nell'Emilia

La Tabella 2.61 denota un'offerta turistica bassa rispetto alle altre province della regione Emilia-Romagna. In particolare, l'offerta di posti letto dell'area in questione evidenzia un andamento lievemente e linearmente decrescente.

Tabella 2.61 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Parma tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Parma	Posti letto							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	7.988	7.838	7.739	7.317	7.345	7.278	-8,89%	-1,84%
Comuni di bassa vocazione turistica	3.275	3.177	3.134	3.330	3.274	3.221	-1,65%	-0,33%

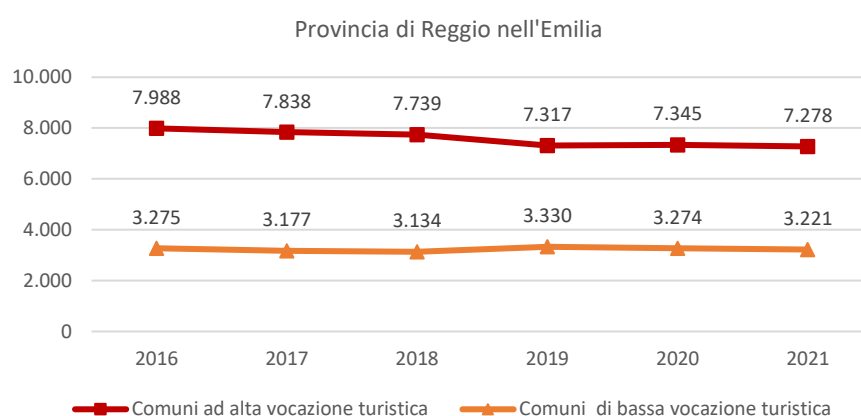


Figura 2.57 – Posti letto provincia di Reggio nell'Emilia tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di arrivi interessanti la medesima area.

Tabella 2.62 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Reggio nell'Emilia tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Reggio nell'Emilia	Arrivi							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	230.449	251.920	260.343	270.773	106.532	135.553	-41,18%	-10,07%
Comuni di bassa vocazione turistica	67.658	108.327	115.573	103.500	56.334	78.751	16,40%	3,08%
Altri Comuni	19.778	12.243	12.077	28.100	4.186	7.867	-60,22%	-16,84%

Coerentemente con il resto delle province dell'Emilia-Romagna la variazione % tra l'anno 2016 e l'anno 2021 risulta essere negativa a causa della considerevole diminuzione di arrivi dal 2020, circa 100.000 arrivi per il cluster "Comuni ad alta vocazione turistica". Il grafico sotto riportato evidenzia una lenta crescita, pressoché lineare, fino all'anno 2020 in cui è osservato un picco negativo seguito da una lenta ripresa che fa ben presagire per gli anni a venire.

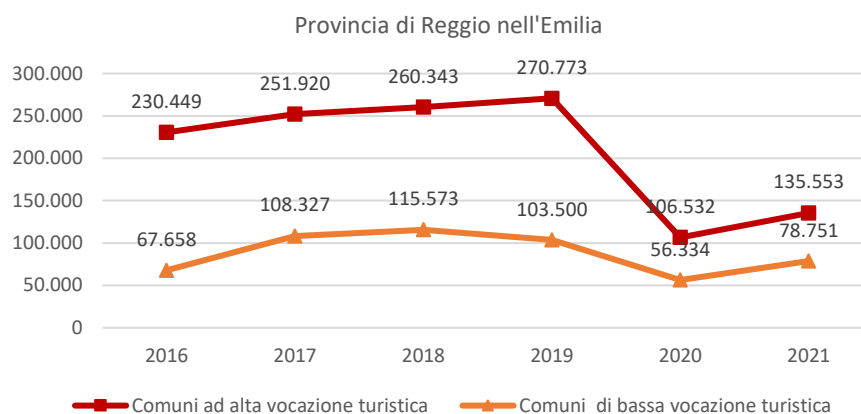


Figura 2.58 – Arrivi provincia di Reggio nell'Emilia tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di presenze interessanti la medesima area.

Tabella 2.63 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Reggio nell'Emilia tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Reggio nell'Emilia	Presenze							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	487.559	554.307	556.931	550.559	250.195	288.272	-40,87%	-9,98%
Comuni di bassa vocazione turistica	154.600	234.623	267.485	239.948	159.052	186.868	20,87%	3,86%
Altri Comuni	32.680	20.288	21.393	54.022	14.294	36.110	10,50%	2,02%

Dalla Tabella 2.63 si evidenzia un andamento quasi analogo a quello degli arrivi, tuttavia, ed anche in questo caso se i comuni ad alta vocazione turistica registrano un CAGR negativo in linea con l'andamento regionale, quelli a bassa vocazione turistica lo registrano positivo nonostante, comunque, nel 2020 ci sia un calo significativo.

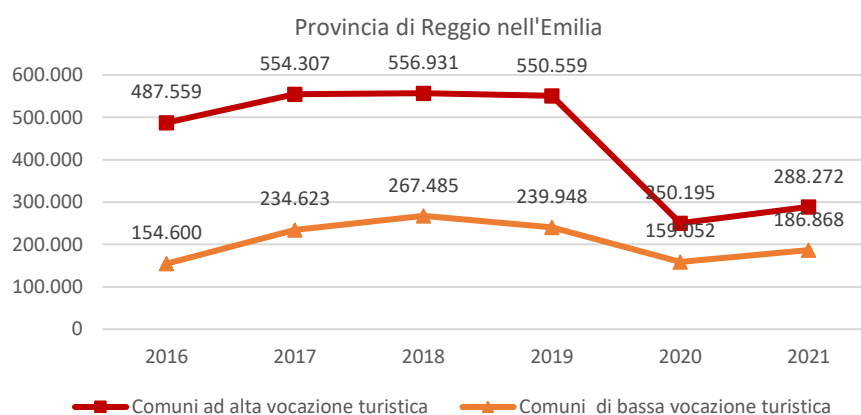


Figura 2.59 – Arrivi provincia di Parma tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Volendo riassumere i risultati ottenuti per la provincia di Reggio nell'Emilia, segue che:

- il numero di arrivi e presenze evidenzia come la provincia di Reggio nell'Emilia non sia eccessivamente incline al turismo;
- l'offerta turistica della zona è in linea con le necessità della domanda turistica;
- nell'area analizzata il picco dei movimenti turistici risulta essere negli anni 2018-2019.

2.2.5.10 Provincia di Firenze

La Tabella 2.64 denota un'offerta turistica molto elevata; infatti, questa si dispone di un numero di posti letto superiore rispetto alle province analizzate fin qui. Inoltre, è importante sottolineare che nonostante le vicissitudini dell'anno 2019-2020.

Tabella 2.64 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Firenze tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Firenze	Posti letto							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	46.184	49.130	50.107	51.385	53.824	54.537	18,09%	3,38%
Comuni ad alta vocazione turistica	27.632	27.921	32.364	28.476	27.954	28.846	4,39%	0,86%
Comuni di bassa vocazione turistica	16.431	16.962	17.604	20.919	20.802	20.760	26,35%	4,79%

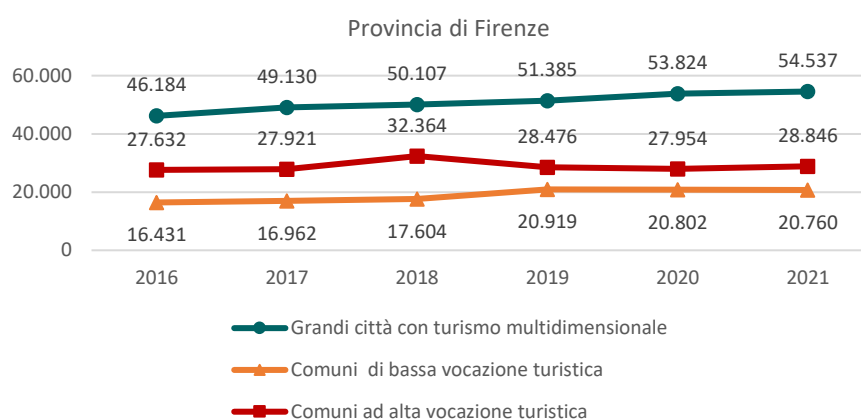


Figura 2.60 – Posti letto provincia di Firenze tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di arrivi interessanti la medesima area.

Tabella 2.65 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Firenze tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Firenze	Arrivi							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	3.589.777	3.826.699	3.909.073	3.995.016	811.123	1.417.059	-60,53%	-16,96%
Comuni ad alta vocazione turistica	930.939	967.241	917.672	890.303	246.203	410.691	-12,55%	-2,65%
Comuni di bassa vocazione turistica	326.399	340.966	343.656	432.020	155.517	285.431	-55,88%	-15,10%
Altri Comuni	-	-	-	-	-	-	-	-

Coerentemente con il resto delle province analizzate la variazione % tra l'anno 2016 e l'anno 2021 risulta essere negativa a causa della considerevole diminuzione di arrivi dal 2020. Il grafico sotto riportato evidenzia una lenta crescita pressoché lineare fino all'anno 2020 in cui è osservato un picco negativo.

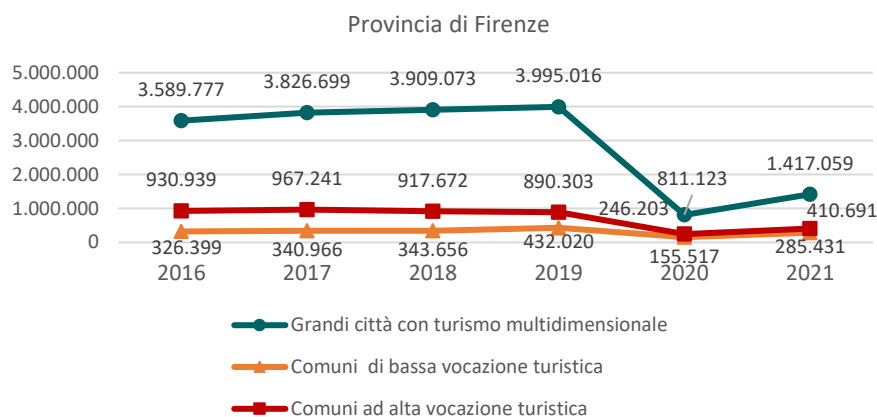


Figura 2.61 – Arrivi provincia di Firenze tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di presenze interessanti la medesima area.

Tabella 2.66 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Firenze tra l 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Firenze	Presenze							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	9.334.085	10.056.157	10.592.202	10.955.345	1.954.369	3.135.440	-66,41%	-19,60%
Comuni ad alta vocazione turistica	1.296.837	1.289.824	1.254.758	1.572.120	518.971	902.241	-30,43%	-7,00%
Comuni di bassa vocazione turistica	3.001.130	3.064.506	3.139.232	3.124.001	822.008	1.246.459	-58,47%	-16,12%
Altri Comuni	-	-	-	-	-	-	-	-

Dalla Tabella 2.66 si evidenzia un andamento molto simile a quello degli arrivi, dal quale si intuisce come il CAGR negativo sia dovuto principalmente alla forte deflessione dei valori nel 2020, che in questo caso risulta ancor più evidente vista la natura turistica della zona. Rispetto al 2019, il crollo è particolarmente evidente in grandi città con turismo multidimensionale.

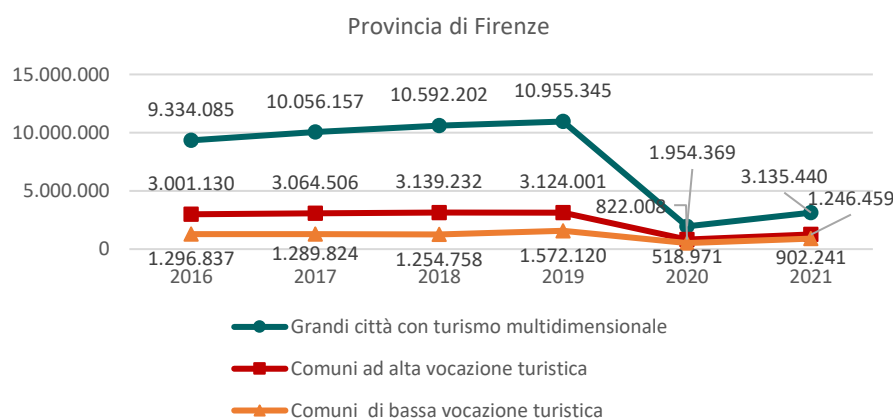


Figura 2.62 – Presenze provincia di Firenze a tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Volendo riassumere i risultati ottenuti per la provincia di Firenze, segue che:

- il numero di arrivi e presenze evidenzia come nella provincia di Firenze il turismo sia un driver economico importante;
- l'offerta turistica della zona nonostante il crollo di movimenti turistici ha continuato ad espandersi in previsione di una ripresa del numero di arrivi e presenze, soprattutto internazionali;
- nell'area analizzata il picco dei movimenti turistici risulta essere tra il 2018 e il 2019;

2.2.5.11 Provincia di Pesaro e Urbino

La Tabella 2.67 denota un'offerta turistica in media rispetto alle altre province analizzate. In particolare, l'offerta di posti letto dell'area in questione evidenzia un andamento crescente fino all'anno 2018 in cui la curva inverte il proprio coefficiente angolare, che aumenta il proprio valore (negativo) dall'anno 2020.

Tabella 2.67 – Posti letto delle strutture ricettive delle aree della Provincia di Pesaro e Urbino tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Pesaro e Urbino	Posti letto							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale								
Comuni ad alta vocazione turistica	37.636	38.843	42.639	42.242	42.292	35.848	-4,75%	-0,97%
Comuni di bassa vocazione turistica	7.975	8.198	8.680	9.012	8.827	6.652	-16,59%	-3,56%

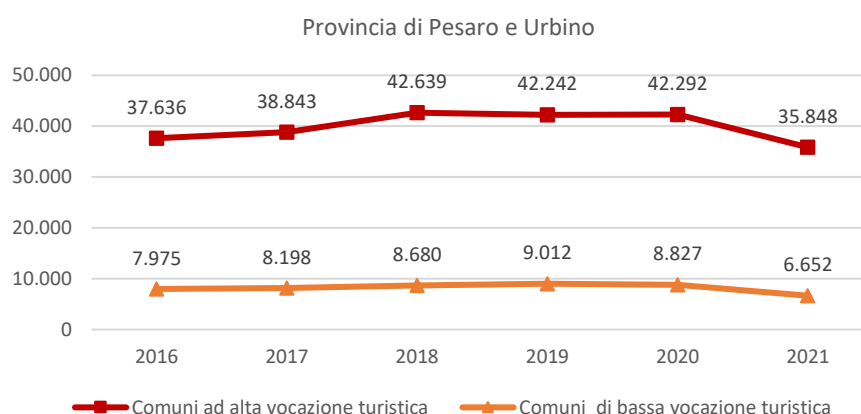


Figura 2.63 – Posti letto provincia di Pesaro e Urbino tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di arrivi interessanti la medesima area.

Tabella 2.68 – Arrivi nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Pesaro e Urbino tra il 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Pesaro e Urbino	Arrivi							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	612.435	583.936	600.667	627.499	380.776	508.646	-16,95%	-3,65%
Comuni di bassa vocazione turistica	40.334	20.406	32.541	42.478	26.117	33.345	-17,33%	-3,73%
Altri Comuni	4.877	10.442	6.628	3.092	6.586	4.073	-16,49%	-3,54%

In accordo con il resto delle province analizzate la variazione % tra l'anno 2016 e l'anno 2021 risulta essere negativa a causa della considerevole diminuzione di arrivi dal 2020. Il grafico sotto riportato, per il cluster "Comuni ad alta

vocazione turistica”, evidenzia inizialmente un decremento seguito da una crescita pressoché lineare fino all’anno 2020 in cui è osservato un picco negativo seguito da una ripresa che fa ben presagire per gli anni a venire.

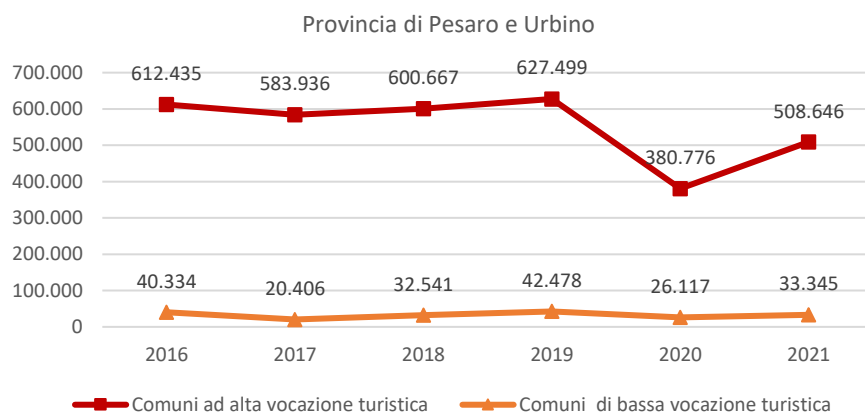


Figura 2.64 – Arrivi provincia di Pesaro e Urbino tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Successivamente, è stato compiuto un esercizio simile, a quanto appena descritto, per comprendere ed analizzare il numero di presenze interessanti la medesima area.

Tabella 2.69 – Presenze nelle strutture ricettive delle aree della Provincia di Pesaro e Urbino tra l 2016 e il 2021. Fonte: Istat

Provincia di Pesaro e Urbino	Presenze							CAGR 2021-2016
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ % 2021 vs 2016	
Grandi città con turismo multidimensionale	-	-	-	-	-	-	-	-
Comuni ad alta vocazione turistica	2.940.690	3.148.904	2.659.639	2.888.427	2.046.494	2.618.777	-10,95%	-2,29%
Comuni di bassa vocazione turistica	165.014	104.174	127.014	153.108	102.270	119.659	-27,49%	-6,23%
Altri Comuni	23.722	43.693	24.848	8.591	24.211	14.430	-39,17%	-9,46%

Dalla Tabella 2.69 si evidenzia un andamento altalenante non eccessivamente simile a quello degli arrivi, anche se si intuisce come il CAGR negativo sia dovuto principalmente alla deflessione dei valori nel 2020. Rispetto al 2019, nei comuni ad alta vocazione turistica facenti parte della provincia di Pesaro e Urbino, mancano all’appello molte presenze, tuttavia, è da notare come questo non avvenga anche per il cluster dei comuni a bassa vocazione turistica.

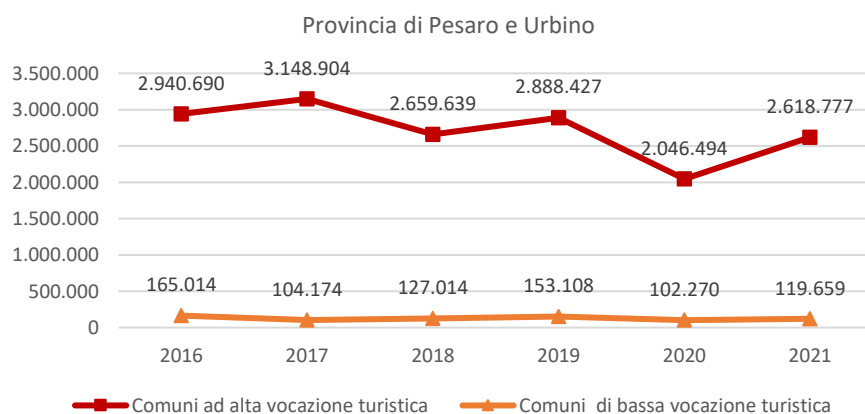


Figura 2.65 – Arrivi provincia di Pesaro e Urbino a tra il 2016 ed il 2021. Fonte: Istat

Volendo riassumere i risultati ottenuti per la provincia di Pesaro e Urbino, segue che:

- il numero di arrivi e presenze evidenzia una buona tendenza della provincia di Pesaro e Urbino all'esercizio turistico;
- l'offerta turistica della zona anche è in linea con i movimenti turistici;
- nell'area analizzata il picco dei movimenti turistici è tra il 2017 e il 2019;
- l'andamento ed il picco dei movimenti turistici, nella provincia analizzata lascia presupporre un recupero negli anni a venire.

3 ATTUALI CARATTERISTICHE DELLE INFRASTRUTTURE E DEI SERVIZI DI TRASPORTO PASSEGGERI E MERCI

La linea Bologna-Castel Bolognese interessa i territori dell'Area di Studio, definita nel capitolo precedente, i quali nello specifico, sono costituiti dalle seguenti province:

- provincie della Regione Emilia-Romagna;
- provincia di Firenze per la Regione Toscana;
- provincia di Pesaro e Urbino per la regione Marche.

Nei successivi paragrafi sono analizzate in dettaglio le infrastrutture stradali, ferroviarie e i servizi di trasporto passeggeri e merci che caratterizzano e collegano le aree indicate.

3.1 LA RETE STRADALE

Nel capitolo verrà posta l'attenzione sulla rete stradale insistente sull'Area di Studio. In particolare, in un primo momento verranno analizzate in linea generale le regioni: Emilia-Romagna, Toscana, Marche, successivamente, l'attenzione sarà focalizzata alle infrastrutture che rappresentano una potenziale alternativa ai collegamenti ferroviari dell'Area di Studio.

3.1.1 REGIONE EMILIA-ROMAGNA

La prima regione oggetto dell'analisi delle infrastrutture stradali è l'Emilia-Romagna il cui territorio è attraversato da ben sei arterie autostradali (per un totale di 572 km) elemento che le assegna un ruolo strategico a livello nazionale ed europeo negli spostamenti di persone e merci. Questa caratteristica ha contribuito ulteriormente al successo economico del territorio, fortemente industrializzato e caratterizzato da indici di occupazione positivi.

Di seguito è rappresentato l'elenco delle sei autostrade che la attraversano:

Tabella 3.1 – Infrastrutture autostradali insistenti sul territorio della regione Emilia-Romagna

Sigla	Tratta	lunghezza	Gestore dell'Infrastruttura
A1	Milano – Napoli	760 km	Autostrade per l'Italia
A13	Bologna-Padova	116,7 km	Autostrade per l'Italia
A14	Bologna – Taranto	743 km	Autostrade per l'Italia
A15	Parma – La Spezia	108 km	Autocisa
A21	Piacenza-Torino	157 km	SATAP
A21	Piacenza-Brescia	81 km	Centropadane
A22	Brennero-Modena	315 km	Autobrennero

Nella tabella seguente si riporta un prospetto delle caratteristiche (tipologia) della rete stradale che caratterizza la Regione, così come classificata nell'ultimo rapporto del 'Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti - Anni 2020-2021'.

Tabella 3.2 – Rete stradale dell'Emilia-Romagna. Fonte: CNIT 2020-2021³

	Regione Emilia – Romagna	Territorio italiano	Rapporto Emilia Romagna / Territorio Italiano
RETE STRADALE TOTALE	19.051Km	235.492 km	8,09%
<i>Autostrade</i>	572 km	6.977 km	8,20%
<i>Altre strade di interesse nazionale</i>	1.309 km	23.305 km	5,62%
<i>Strade Regionali e Provinciali</i>	9.570 km	137.283 km	6,97%
<i>Strade Comunali</i>	7.600 km	67.927 km	11,19%

Provincia di	Strade comunali Province dell'AdS
Bologna	1.019 km
Forlì Cesena	590 km
Ravenna	932 km
Rimini	872 km
Ferrara	976 Km
Forlì	591 Km
Modena	958 Km
Parma	984 Km
Piacenza	381 Km
Reggio nell'Emilia	927 km



Figura 3.1 – Rete stradale dell'Area di Studio

La Figura 3.1 riporta le infrastrutture stradali di rilievo, insistenti sul territorio emiliano-romagnolo. Quelle che rappresentano una potenziale alternativa al collegamento ferroviario, sono:

³ [Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti](#)

- **Autostrada A14 Bologna-Taranto** principale soluzione di collegamento stradale tra le province dell'Area di Studio di Bologna, Forlì-Cesena, Rimini e Pesaro-Urbino. Tale arteria di fatti si estende lungo la costa Adriatica, specularmente all'infrastruttura ferroviaria, alleggerendo il carico di traffico su gomma sulla **Strada statale 16 Adriatica**. L'infrastruttura è caratterizzata da sei corsie, tre per senso di marcia, nelle tratte A1-Interconnessione Ramo Casalecchio, Bologna S. Lazzaro-Porto Sant'Elpidio e nei 6 km precedenti la barriera Taranto Nord; il resto del tracciato è a due corsie per senso di marcia. La velocità percorribile sull'infrastruttura in questione rende quest'ultima sicuramente una via alternativa al modo ferroviario;
- **Strada statale 9 via Emilia:** si presenta nei tratti extraurbani a carreggiata unica, con andamento prevalentemente rettilineo, e affianca in molti tratti la A14 fino ad innestarsi nella SS16 nei pressi di Rimini. Questa infrastruttura è caratterizzata da un limite di velocità di 90km/h, tuttavia, in un tratto di questa presso il comune di Castel Bolognese è stata richiesta una riduzione del limite di velocità ⁴a tutela della sicurezza.

3.1.2 REGIONE TOSCANA

La seconda regione oggetto dell'analisi delle infrastrutture stradali è la Toscana, che è attraversata da cinque arterie autostradali per un totale di 462 km. Di seguito è riportato l'elenco delle cinque autostrade che la attraversano:

Tabella 3.3 – Infrastrutture autostradali insistenti sul territorio della regione Toscana: Fonte CNIT 2020-2021⁵

Sigla	Tratta	Lunghezza	Gestore dell'Infrastruttura
A1	Milano-Napoli	760 km	ASPI
A11	Firenze-Pisa Nord	81,70 Km	ASPI
A12	Genova-Livorno	65,80 Km	SALT
A15	Parma-La Spezia	108 km	Autocamionale CISA

Nella tabella di seguito riportata si evidenzia un prospetto delle caratteristiche (tipologia) della rete stradale che caratterizza la Regione, così come classificata nell'ultimo rapporto del 'Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti - Anni 2020-2021'.

Tabella 3.4 – Rete stradale della Toscana. Fonte: CNIT 2020-2021

	Regione Toscana	Territorio italiano	Rapporto Toscana / Territorio Italiano
RETE STRADALE TOTALE	17.915 Km	235.492 km	7,61%
<i>Autostrade</i>	462 Km	6.977 km	6,62%
<i>Altre strade di interesse nazionale</i>	1.717 Km	23.305 km	7,37%
<i>Strade Regionali e Provinciali</i>	9.359 Km	137.283 km	6,82%
<i>Strade Comunali</i>	6.377 Km	67.927 km	9,39%

Dalla *Tabella 3.4*, si denota un'elevata estensione delle *Strade Regionali e Provinciali* che costituiscono circa la metà della rete e garantiscono un buon sistema di interconnessione a livello regionale. Rispetto alla regione Emilia-Romagna le tratte autostradali risultano meno estese, circa 110 Km in meno, mentre le "Altre strade di interesse nazionale" risultano, rispetto al territorio emiliano, maggiori di circa 408 Km.

⁴ ANAS

⁵ Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti

Sempre in Figura 3.1 si riportano le infrastrutture stradali di rilievo, insistenti sul territorio Toscano, che rappresentano una potenziale alternativa al collegamento ferroviario dell'Area di Studio:

- **Autostrada A1 Milano-Napoli**, in particolare la tratta Bologna-Firenze che si sviluppa parallelamente alla speculare linea AV. Questa è una delle arterie stradali più importanti della rete nazionale e insieme all'A14 Adriatica rappresenta la principale soluzione di collegamento su gomma tra il nord ed il sud Italia. Volendo concentrarsi sul tratto "Appenninico", l'infrastruttura si sviluppa a carreggiate separate con due corsie per senso di marcia, attraversando molti viadotti e gallerie, vista la complessa morfologia del territorio;
- **Strada statale 67 Tosco-Romagnola** è uno dei principali collegamenti tra la Toscana e l'Emilia-Romagna, e per di più attraversa tutta la penisola italiana da est a ovest. L'infrastruttura ha origine nella città di Pisa, passando per Firenze, fino ad arrivare sulla costa adriatica nella città di Ravenna. La strada è di carattere statale, di tipo extraurbano secondaria a carreggiata unica con una corsia per senso di marcia.

3.1.3 REGIONE MARCHE

L'ultima regione oggetto di analisi sono le Marche, che sono attraversate da una sola arteria autostradale per un totale di 168 Km. La regione non è dotata di un'elevata estensione della rete autostradale che si concentra per la maggior parte lungo la costa Adriatica. Di seguito sono riportate le caratteristiche della sola autostrada in questione:

Tabella 3.5 – Infrastrutture autostradali insistenti sul territorio della regione Marche: CNIT 2020-2021 ⁶

Sigla	Tratta	Lunghezza [Km]	Gestore dell'Infrastruttura
A14	Pesaro-San Benedetto del Tronto	168 Km	ASPI

Nella tabella seguente si riporta un prospetto delle caratteristiche (tipologia) della rete stradale che caratterizza la Regione, così come classificata nell'ultimo rapporto del 'Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti - Anni 2020-2021'.

Tabella 3.6 – Rete stradale della Marche. Fonte: CNIT 2020-2021

	Regione Marche	Territorio italiano	Rapporto Marche / Territorio Italiano
RETE STRADALE TOTALE	6.439 Km	235.492 km	3,55%
<i>Autostrade</i>	168 Km	6.977 km	2,41%
<i>Altre strade di interesse nazionale</i>	1.412 Km	23.305 km	6,06%
<i>Strade Regionali e Provinciali</i>	4.859 Km	137.283 km	3,54%
<i>Strade Comunali</i>	1.932 Km	67.927 km	2,84%

La Tabella 3.6 mette in luce la minor estensione della rete autostradale insistente sul territorio marchigiano rispetto alle altre regioni analizzate, infatti, il suo peso rispetto al totale nazionale è solo del 2,41%. Tuttavia, la regione seppur meno estesa delle altre analizzate registra un considerevole numero di Km di *Altre strade di interesse nazionale*, a cui, al fine di collegare tutta la regione alla costa, fanno da complemento le *Strade regionali e Provinciali*.

La Figura 3.1 riporta infine la rete stradale di rilievo, insistente sulla Regione Marche, di cui sarà approfondita l'analisi per quelle infrastrutture che rappresentano una potenziale alternativa al collegamento ferroviario, all'interno dell'Area di Studio. Tra queste si distingue l'Autostrada A14 Adriatica descritta in precedenza al paragrafo relativo all'Emilia-Romagna, nonché la Strada statale 16 (SS16) che corre parallela alla costa Adriatica e

⁶ [Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei Trasporti](#)

alla complementare autostrada. L'infrastruttura è di tipo extraurbano ad unica carreggiata con una corsia per senso di marcia, il limite di velocità risulta essere pari a 90 km/h.

3.2 RETE FERROVIARIA

L'analisi oggetto del paragrafo prevede, nella prima parte, un inquadramento generale delle linee ferroviarie a livello regionale per le aree in esame e, successivamente, un focus sulla linea Bologna – Castel Bolognese.

Nelle prosegua della trattazione (Tabella 3.7, Tabella 3.10, Tabella 3.12) si riporta dunque un prospetto delle caratteristiche (classificazione, tipologia ed elettrificazione) delle linee ferroviarie in esercizio gestite da RFI nel territorio rispettivamente delle regioni toccate dall' Area di Studio rispetto al totale della rete nazionale.

Relativamente alla classificazione, la rete ferroviaria italiana può essere suddivisa nelle seguenti categorie:

- **rete fondamentale:** linee ad alta densità di traffico ed elevata qualità dell'infrastruttura (direttrici internazionali e collegamenti tra principali città italiane);
- **rete complementare:** linee a densità di traffico di minor livello che funzionano da maglie di collegamento con i bacini regionali e con le direttrici principali;
- **rete di nodo:** linee che si sviluppano all'interno di grandi zone di collegamento tra reti fondamentali e reti complementari.

3.2.1 REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Di seguito si riporta quindi come anticipato, il prospetto relativo alla regione Emilia-Romagna:

Tabella 3.7 – Rete RFI in esercizio nella Regione Emilia-Romagna, sul territorio italiano. Fonte: RFI

	Regione Emilia-Romagna ⁷	Regione ER / Territorio Italiano	Territorio italiano ⁸
Linee ferroviarie in esercizio	1.319 km	7,84%	16.832 km
Classificazione			
Linee fondamentali	748 km	11,53%	6.486 km
Linee complementari	401 km	4,27%	9.396 km
Linee di nodo	170 km	17,89%	950 km
Tipologia			
Linee a doppio binario	804 km	10,40%	7.732 km
Linee a semplice binario	515 km	5,66%	9.100 km
Elettrificazione			
Linee elettrificate	1.233 km	10,14%	12.160 km
Linee non elettrificate	85 km	1,82%	4.672 km
Lunghezza complessiva dei binari	2.123 Km	9%	24.564 Km
Linea convenzionale	1.613 km	6,98%	23.097 km
Linea AV ⁹	510 km	34,76%	1.467 km
Tecnologie innovative di marcia treno¹⁰			
Sistemi di telecomando della circolazione	1.153 km	8,53%	13.519 km

⁷ [La rete RFI in cifre-Emilia-Romagna](#)

⁸ [La Rete RFI in cifre-Italia](#)

⁹ Riferiti alle tratte attrezzate con ERTMS alimentate a 25kv e ai loro collegamenti con le località di servizio

¹⁰ Tutte le linee della rete sono attrezzate con uno o più sistemi di protezione marcia treno

SCMT, per il controllo della marcia del treno	996 km	7,60%	13.109 km
SSC, per il supporto alla guida	78 km	2,72%	2.870 km
ERTMS, per l'interoperabilità	245 km	31,41%	780 km

In particolare, per la regione Emilia-Romagna (*Tabella 3.7*) le linee in gestione a RFI contano 1319 km binari in esercizio, il 79 % del totale regionale, mentre il resto delle linee regionali sono a carico di F.E.R., la cui rete infrastrutturale sarà analizzata nel proseguo della trattazione.

La rete ferroviaria RFI, nella regione Emilia-Romagna, è costituita da 748 km di linee fondamentali, di seguito riportate:

- linea Milano-Bologna (alta velocità e convenzionale);
- linea Firenze-Bologna (alta velocità e direttissima);
- linea Verona-Bologna;
- linea Padova-Bologna;
- linea **Bologna-Ancona, oggetto di questo studio nel tratto Bologna-Castel Bolognese.**

Seguono quindi le linee che compongono i 401km di linee complementari:

- linea Castel Bolognese-Ravenna;
- linea Ferrara-Rimini;
- linea Pontremolese;
- linea Piacenza-Cremona;
- linea Fidenza-Salsomaggiore Terme;
- linea Porrettana;
- linea Fidenza-Cremona;
- linea Modena-Mantova;
- linea Faenza-Lavezzola;
- linea Faenza-Firenze;
- linea Faenza-Ravenna;

In *Figura 3.2*, si riporta una mappa di dettaglio sulle linee insistenti sul territorio dell'Emilia-Romagna:

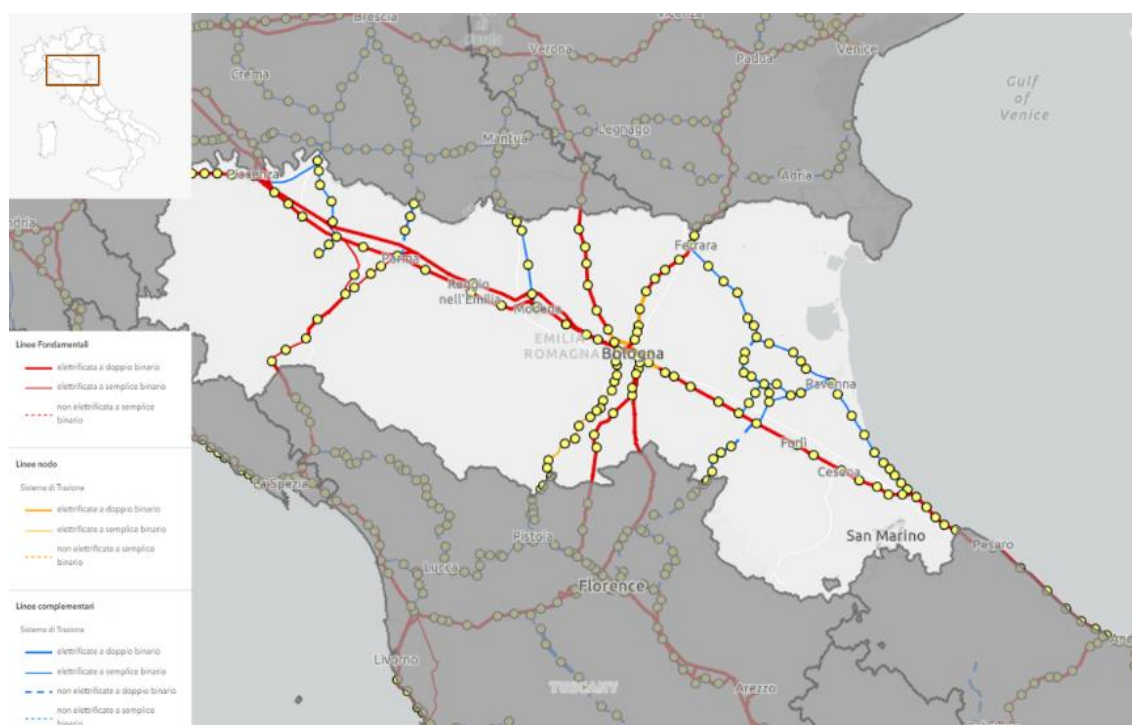


Figura 3.2 – Rete RFI in Emilia-Romagna. Fonte: RFI

Dei km totali di linee in esercizio, 804 km risultano essere a doppio binario mentre 515 km a semplice binario. Rispetto al grado di elettrificazione, ben il 93 % delle linee di gestione RFI è elettrificato, infatti, buona parte delle linee emiliane sono ad alta velocità, il 39% delle linee regionali in esercizio e il 34,76% del totale delle linee AV italiane.

Di seguito è riportato un prospetto che evidenzia le caratteristiche delle principali linee ferroviarie insistenti sull'area di studio.

Tabella 3.8 – Caratteristiche tecniche delle tratte che compongono le linee ferroviarie insistenti sull'Area di Studio nella Regione Emilia-Romagna. Fonte: RFI

N.	Tratta	N° binari	N° stazioni	Sistema di esercizio	Regime di circolaz.	Velocità max (km/h)	Codifica Massa Assiale (t/asse)	Modulo (m)	Ascesa max di linea (‰)
82	Piacenza-Bologna	2	15	S.C.C.	B.A.B-C.C	170	D4	625/650	13
84	Bologna - Rimini	2	15	C.T.C.	B.A.B-C.C	180	D4	600	7
85	Castel Bolognese-Ravenna	1	8	C.T.C.	B.C.A.	120	D4	475/575	11
87	Bologna-Prato-Firenze	2	20	C.T.C.	B.C.A.	175	D4	600	12

B.A.B – C.C. = Blocco Elettrico Automatizzato Banalizzato a Correnti Codificate
C.T.C. = Controllo centralizzato del traffico

S.C.C. = Sistema comando e controllo
B.C.A.= Blocco elettrico automatico conta assi

Le restanti linee ferroviarie regionali, come anticipato, sono in gestione a *Ferrovie Emilia-Romagna* (FER) e queste sono riportate di seguito:

- Linea Parma-Suzzara;

- Linea Suzzara-Ferrara;
- Linea Ferrara-Codigoro;
- Linea Bologna-Portomaggiore;
- Linea Casalecchio-Vignola;
- Linea Modena-Sassuolo;
- Linea Reggio Emilia-Sassuolo;
- Linea Reggio Emilia-Ciano d'Enza;
- Linea Reggio Emilia-Guastalla.

In Figura 3.3, si riporta una mappa di dettaglio sulle linee che interessano il territorio dell'Emilia-Romagna:

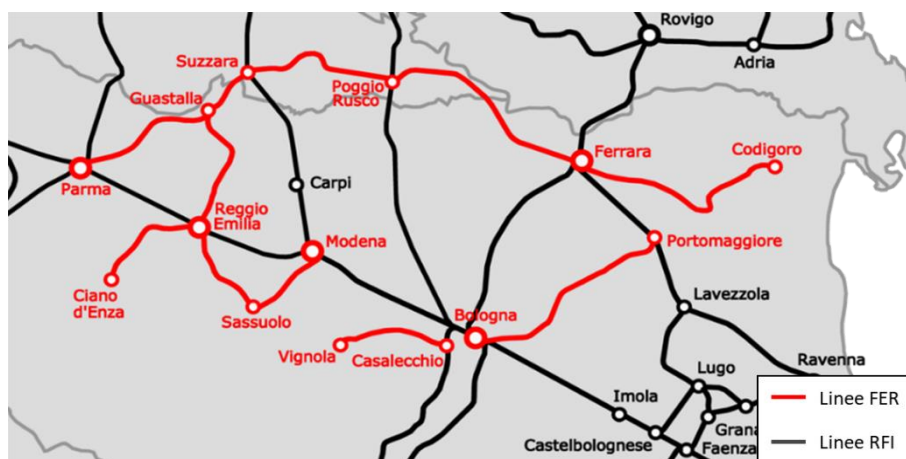


Figura 3.3 – Linee FER presenti nella Regione Emilia-Romagna

Quindi, si riportano nella seguente tabella le caratteristiche principali della rete ferroviaria gestite da F.E.R.

Tabella 3.9 – Rete F.E.R. in esercizio nella Regione Emilia-Romagna e sul territorio italiano. Fonte: F.E.R.

	Linee F.E.R. ¹¹	Linee F.E.R. /Territorio Italiano	Territorio italiano ¹²
LINEE FERROVIARIE IN ESERCIZIO	343km	2%	16.832 km
Linee fondamentali	-	-	6.486 km
Linee complementari	271 km	3%	9.396 km
Linee di nodo	72 km	8%	950 km
Tipologia			
Linee a doppio binario	-	-	7.732 km
Linee a semplice binario	362 km	4%	9.100 km
Elettrificazione			
Linee elettrificate	195 km	2%	12.160 km
Linee non elettrificate	167 km	4%	4.672 km
Lunghezza complessiva dei binari			
Linee convenzionali	-	-	-
Linea AV	-	-	-
TECNOLOGIE INNOVATIVE DI PROTEZIONE MARCIA TRENO			24.564 Km

¹¹ La Rete F.E.R.

¹² La Rete RFI in cifre-Italia

Sistemi di telecomando della circolazione	356 km	3%	23.097 km
SCMT, per il controllo della marcia del treno	243 km	2%	1.467 km
SSC, per il supporto alla guida	-		
ERTMS, per l'interoperabilità	-	-	13.519 km

L'infrastruttura ferroviaria di gestione F.E.R., rappresentata in precedenza, corrisponde al 2% del totale delle linee nazionali in esercizio, nonché il 2% delle linee elettrificate. La rete è interamente a singolo binario intervallata da 116 stazioni e fermate con servizio viaggiatori e 5 impianti merci tra pubblici (FER) e privati.

3.2.2 REGIONE TOSCANA

Dunque, in tabella segue un prospetto delle caratteristiche (classificazione, tipologia ed elettrificazione) delle linee ferroviarie di gestione RFI in Toscana. In Regione è presente un altro gestore ferroviario – prima noto come Rete Ferroviaria Toscana (RFT), dal 2015 incorporato in La Ferroviaria Italiana (LFI) SpA – che cura la gestione per conto di Regione Toscana delle infrastrutture ferroviarie Arezzo – Stia ed Arezzo – Sinalunga, fuori dal perimetro dell'Area di Studio.

Tabella 3.10 – Rete RFI in esercizio nella Regione Toscana, sul territorio italiano. Fonte: RFI

	Regione Toscana ¹³	Regione Toscana/Territorio Italiano	Territorio italiano ¹⁴
Linee ferroviarie in esercizio	1479 km	9%	16.832 km
Classificazione			
Linee fondamentali	785 km	12%	6.486 km
Linee complementari	656 km	7%	9.396 km
Linee di nodo	47 km	5%	950 km
Tipologia			
Linee a doppio binario	803 km	10%	7.732 km
Linee a semplice binario	685 km	8%	9.100 km
Elettrificazione			
Linee elettrificate	985 km	8%	12.160 km
Linee non elettrificate	503 km	11%	4.672 km
Lunghezza complessiva dei binari	2.292 Km	9%	24.564 Km
Linea convenzionale	2.235 km	10%	23.097 km
Linea AV ¹⁵	38 km	3%	1.467 km
Tecnologie innovative di marcia treno¹⁶			
Sistemi di telecomando della circolazione	1.373 km	10%	13.519 km
SCMT, per il controllo della marcia del treno	1.062 km	8%	13.109 km
SSC, per il supporto alla guida	276 km	10%	2.870 km
ERTMS, per l'interoperabilità	90 km	12%	780 km

La rete ferroviaria RFI toscana è composta da 785 km linee appartenenti alla rete fondamentale e 656 Km alla rete complementare, tuttavia, per semplicità di trattazione verranno analizzate unicamente le direttrici, insistenti sull'Area di Studio:

¹³ [La Rete RFI in cifre-Toscana](#)

¹⁴ [La Rete RFI in cifre-Italia](#)

¹⁵ riferiti alle tratte attrezzate con ERTMS alimentate a 25kV e ai loro collegamenti con le località di servizio

¹⁶ tutte le linee della rete sono attrezzate con uno o più sistemi di protezione marcia treno

- direttrice Bologna- Firenze-Roma (alta velocità);
- direttrice Bologna-Prato-Firenze

Segue quindi la direttrice, appartenente alla rete complementare toscana:

- direttrice Firenze-Faenza che in seguito si collega con la linea 85 Castel Bolognese-Ravenna;

In, *Figura 3.4*, si riporta una mappa di dettaglio delle linee insistenti sul territorio della Toscana:

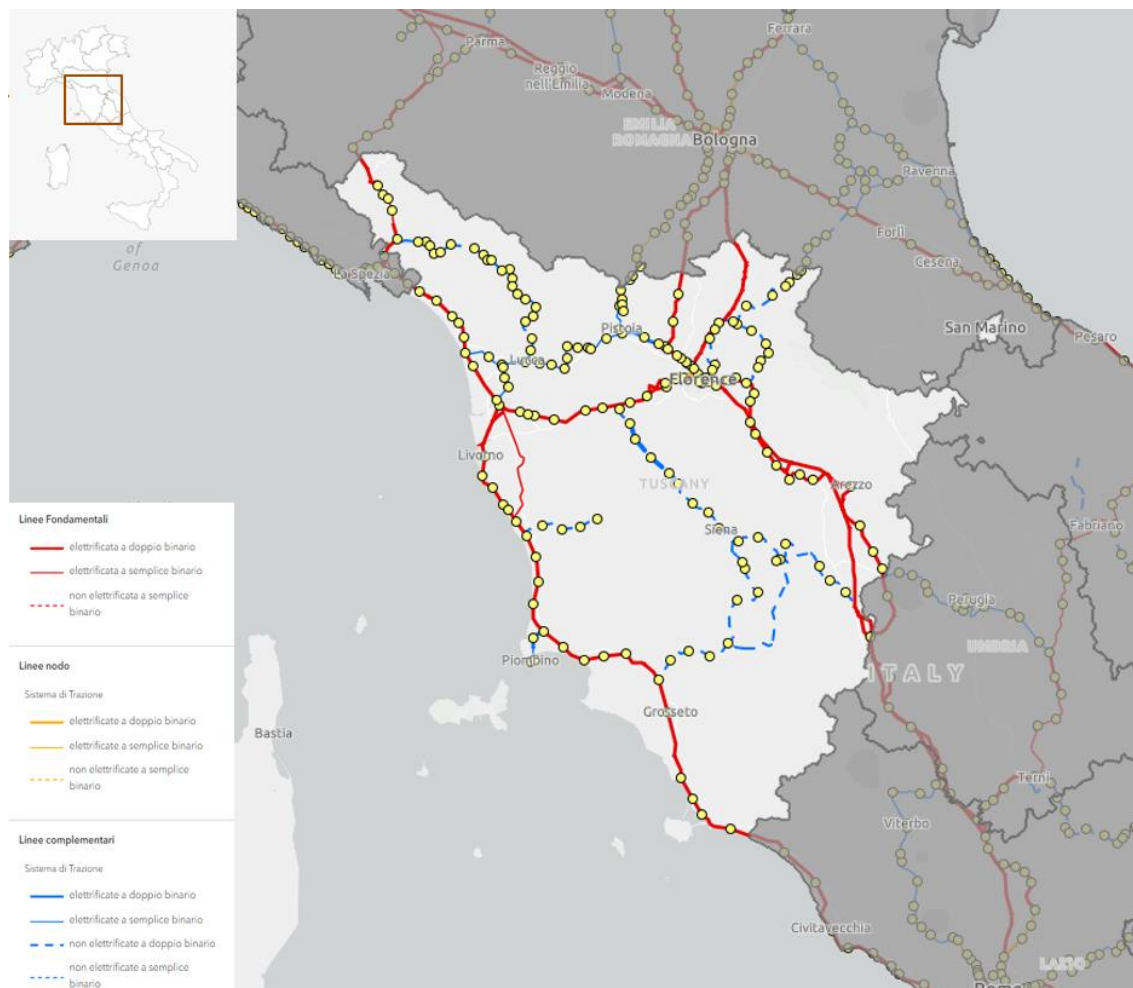


Figura 3.4 – Rete RFI in regione Toscana. Fonte: RFI

In generale, per la regione Toscana dei km totali di linee in esercizio, 803 km sono a doppio binario mentre i restanti 685 km a semplice binario. Rispetto al grado di elettrificazione, ben 985 km sono elettrificate, circa l'8% dell'intero territorio italiano. Le linee AV che insistono sul territorio regionale si estendono per 38 Km, circa il 3% dell'intera rete italiana.

Di seguito viene riportato un prospetto esplicativo delle caratteristiche delle linee ferroviarie, insistenti sulla quota parte di Regione appartenente all'Area di Studio.

Tabella 3.11 – Caratteristiche tecniche delle tratte che compongono le linee ferroviarie insistenti sull'Area di Studio nella Regione Toscana. Fonte: RFI

N.	Tratta	N° binari	N° stazioni	Sistema di esercizio	Regime di circolazione.	Velocità max (km/h)	Codifica Massa Assiale (t/asse)	Modulo (m)	Ascesa max di linea(‰)
82 bis	Bologna - Firenze-Roma (AV)	2	1	S.C.C.	Blocco radio	300	D4	404	15
95	Firenze-Faenza	1	20	C.T.C.	B.C.A.	140	-	270	26

S.C.C. = Sistema comando e controllo

C.T.C. = Controllo centralizzato del traffico

B.C.A.= Blocco elettrico automatico conta assi

3.2.3 REGIONE MARCHE

Dunque, in tabella segue un prospetto delle caratteristiche (classificazione, tipologia ed elettrificazione) delle linee ferroviarie di gestione RFI nella Regione Marche. Le linee regionali sono in gestione a RFI nella loro totalità.

Tabella 3.12 – Rete RFI in esercizio nella Regione Marche, sul territorio italiano. Fonte: RFI

	Regione Marche ¹⁷	Regione Marche/ Territorio Italiano	Territorio italiano ¹⁸
Linee ferroviarie in esercizio	386 Km	2%	16.832 km
Classificazione			
Linee fondamentali	248 Km	4%	6.486 km
Linee complementari	146 Km	2%	9.396 km
Linee di nodo	-	-	950 km
Tipologia			
Linee a doppio binario	210 Km	3%	7.732 km
Linee a semplice binario	184 Km	2%	9.100 km
Elettrificazione			
Linee elettrificate	276 Km	2%	12.160 km
Linee non elettrificate	118 Km	3%	4.672 km
Lunghezza complessiva dei binari	604 Km	2%	24.564 Km
Linea convenzionale	604 Km	3%	23.097 km
Linea AV ¹⁹	-	-	1.467 km
Tecnologie innovative di marcia treno²⁰		2%	
Sistemi di telecomando della circolazione	363 Km	3%	13.519 km
SCMT, per il controllo della marcia del treno	363 Km	3%	13.109 km
SSC, per il supporto alla guida	32 Km	1%	2.870 km
ERTMS, per l'interoperabilità	-	-	780 km

¹⁷ [La Rete RFI in cifre -Regione Marche](#)

¹⁸ [La Rete RFI in cifre-Italia](#)

¹⁹ riferiti alle tratte attrezzate con ERTMS alimentate a 25kV e ai loro collegamenti con le località di servizio

²⁰ tutte le linee della rete sono attrezzate con uno o più sistemi di protezione marcia treno

La rete ferroviaria marchigiana è composta da 386 km di linee in esercizio di cui 248 Km appartenenti alla rete fondamentale, tuttavia, per semplicità di trattazione verrà analizzata unicamente la direttrice, insistente sull'Area di Studio: direttrice Rimini-Ancona. Tale linea, risulta essere sequenziale alla linea oggetto dello studio di trasporto (Bologna-Castel Bolognese) e di importanza strategica a livello di trasporto merci e di trasporto passeggeri in quanto essa collega la regione Emilia-Romagna alla costa Adriatica. In, Figura 3.5, si riporta una mappa di dettaglio delle linee che interessano il territorio delle Marche:

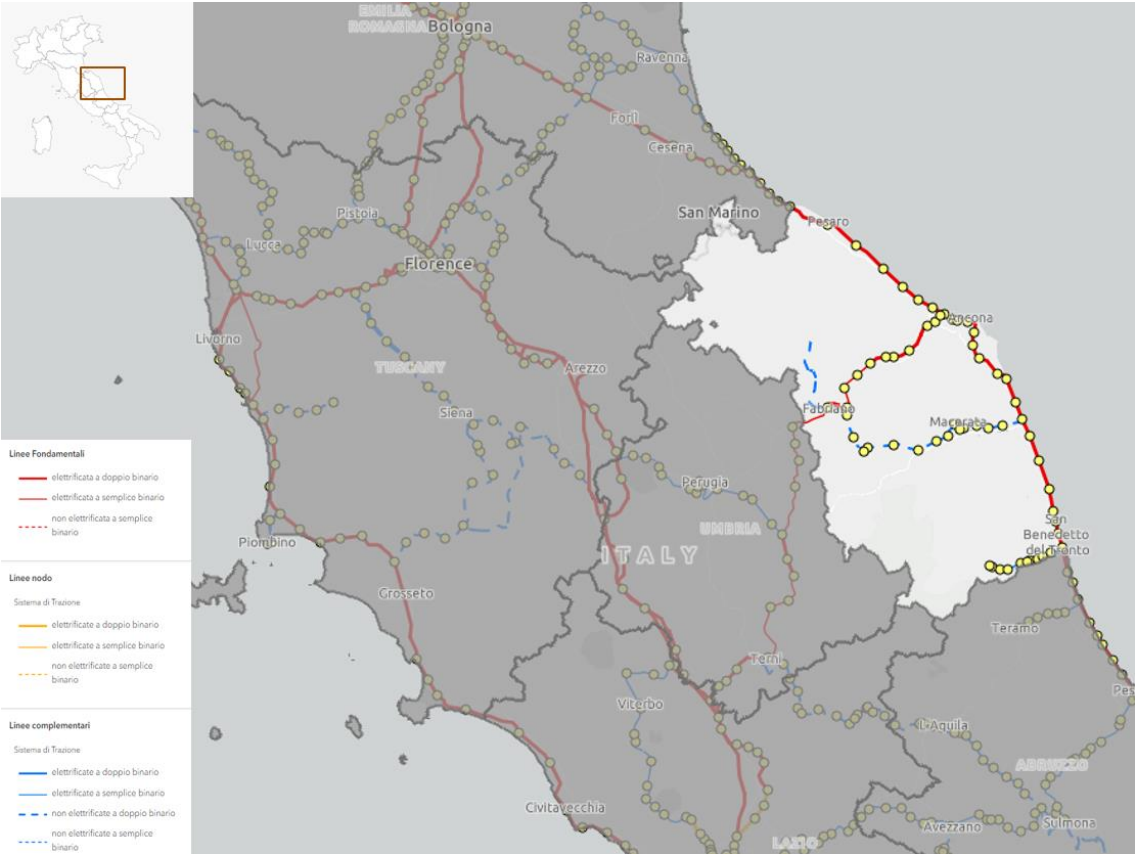


Figura 3.5 – Rete RFI in regione Marche. Fonte: RFI

Dalla Figura 3.5 si intuisce che la regione Marche, rispetto a quelle analizzate in precedenza, sia dotata di una rete ferroviaria meno estesa e capillare rispetto alle altre regioni analizzate, infatti, quasi la totalità della rete è costituita dalla direttrice adriatica. La rete ferroviaria in esercizio, considerata anche la minor estensione territoriale, risulta essere circa un quarto rispetto a quella toscana ed emiliana e di questa ben il 48% delle linee in esercizio è a semplice binario, mentre il restante 52% a binario doppio e si sviluppa interamente lungo la costa Adriatica. Del totale della rete, risultano elettrificate solamente le linee fondamentali per un totale di 201 km.

Di seguito viene riportato un prospetto dove sono riportate le caratteristiche della tratta di ferroviaria, che impatta l'Area di Studio.

Tabella 3.13 – Caratteristiche tecniche delle tratte che compongono le linee ferroviarie insistenti sull'Area di Studio nella Regione Marche. Fonte: RFI

N.	Linea	N°binari	N°stazioni	Sistema di esercizio	Regime di circolazione.	Velocità max (km/h)	Codifica Massa Assiale (t/asse)	Modulo (m)	Ascesa max di linea (%)
	Rimini - Ancona	2	15	S.C.C.	B.C.A.	165	D4L	575	12

S.C.C. = Sistema comando e controllo
C.T.C. = Controllo centralizzato del traffico

B.C.A.= Blocco elettrico automatico conta assi

3.3 SERVIZI FERROVIARI

La complessità della rete ferroviaria a servizio dell'Area di Studio che, come già rappresentato, prevede tra l'altro la presenza di ben due Gestori Infrastruttura, suggerisce di focalizzare l'attenzione, nel merito del presente Studio, a quei servizi ferroviari che interessano, nello specifico, le direttrici che sono interessate dal potenziamento indicate in Figura 1.1.

Per quanto riguarda i servizi di lunga percorrenza, questi interessano ovviamente le tratte appartenenti la direttrice principale, la linea commerciale [Bologna] P.M. Mirandola Ozzano - Ancona. Questi servizi, complessivamente pari a 23 coppie, sono prevalentemente costituiti (16 coppie) da collegamenti tra Milano e le principali località poste lungo la dorsale adriatica (Ancona, Pescara, Bari, Lecce e Taranto). I restanti servizi sono formati dalla singola coppia di IC Bologna-Bari e da collegamenti tra Lecce con: Bologna (2 coppie di IC), Torino (1 coppia di IC e di ES) e Venezia (2 coppie di ES).

Ben diversa e più complessa è la "struttura" che caratterizza i servizi regionali in virtù del reticolo ferroviario e della presenza, lungo le tratte interessate, di località in cui i servizi si originano (ovvero hanno destinazione finale).

Sulla direttrice principale si osserva anzitutto un diverso livello di carico che decresce con l'allontanarsi dal capoluogo di regione: tra Bologna e Imola si osservano attualmente 137 treni giornalieri che scendono a 103 nella successiva tratta fino a Castel Bolognese-Riolo Terme e a 69 in quella più a valle fino a Faenza. A Imola, infatti, sono presenti servizi tra questa località e Bologna (26 treni complessivi), Ferrara (3 coppie) e S. Pietro in Casale (1 coppia) mentre a Castel Bolognese-Riolo Terme molteplici servizi provenienti/diretti da/a nord sono collegati a Ravenna con istradamenti via Lugo - Russi.

L'entità dei servizi regionali sulle linee commerciali Castel Bolognese-Riolo Terme - Lugo, Lugo - Russi e Russi - Ravenna è decisamente meno consistente.

Tra Castel Bolognese-Riolo Terme e Russi viaggiano 39 treni alimentati prevalentemente da relazioni che collegano Ravenna/Rimini con Bologna/Castel Bolognese; circola inoltre una coppia *spot* che collega Ravenna a Milano.

Tra Russi e Ravenna la consistenza dei flussi passeggeri si incrementa a 53 treni giornalieri in luogo delle 5 coppie di servizi che collegano Faenza a Ravenna (via Granarolo) e delle 2 coppie di servizi Bologna - Ravenna che passano a Faenza.

CASTEL BOLOGNESE-RIOLO TERME - RUSSI	BOLOGNA C.LE	CASTELBOLOGNESE	GENOVA BRIGNOLE	MILANO CENTRALE	RAVENNA	RIMINI
BOLOGNA C.LE					5	11
CASTELBOLOGNESE					2	
LUGO					1	
MILANO CENTRALE						1
RAVENNA	4	2	1			
RIMINI	11			1		

RUSSI - RAVENNA	BOLOGNA C.LE	CASTELBOLOGNESE	FAENZA	GENOVA BRIGNOLE	MILANO CENTRALE	RAVENNA	RIMINI
BOLOGNA C.LE						7	11
CASTELBOLOGNESE						2	
FAENZA						5	
LUGO						1	
MILANO CENTRALE							1
RAVENNA	6	2	5	1			
RIMINI	11				1		

Figura 3.6 – Schema dei servizi che alimentano le linee commerciali Castel Bolognese-Riolo Terme - Lugo, Lugo - Russi e Russi - Ravenna

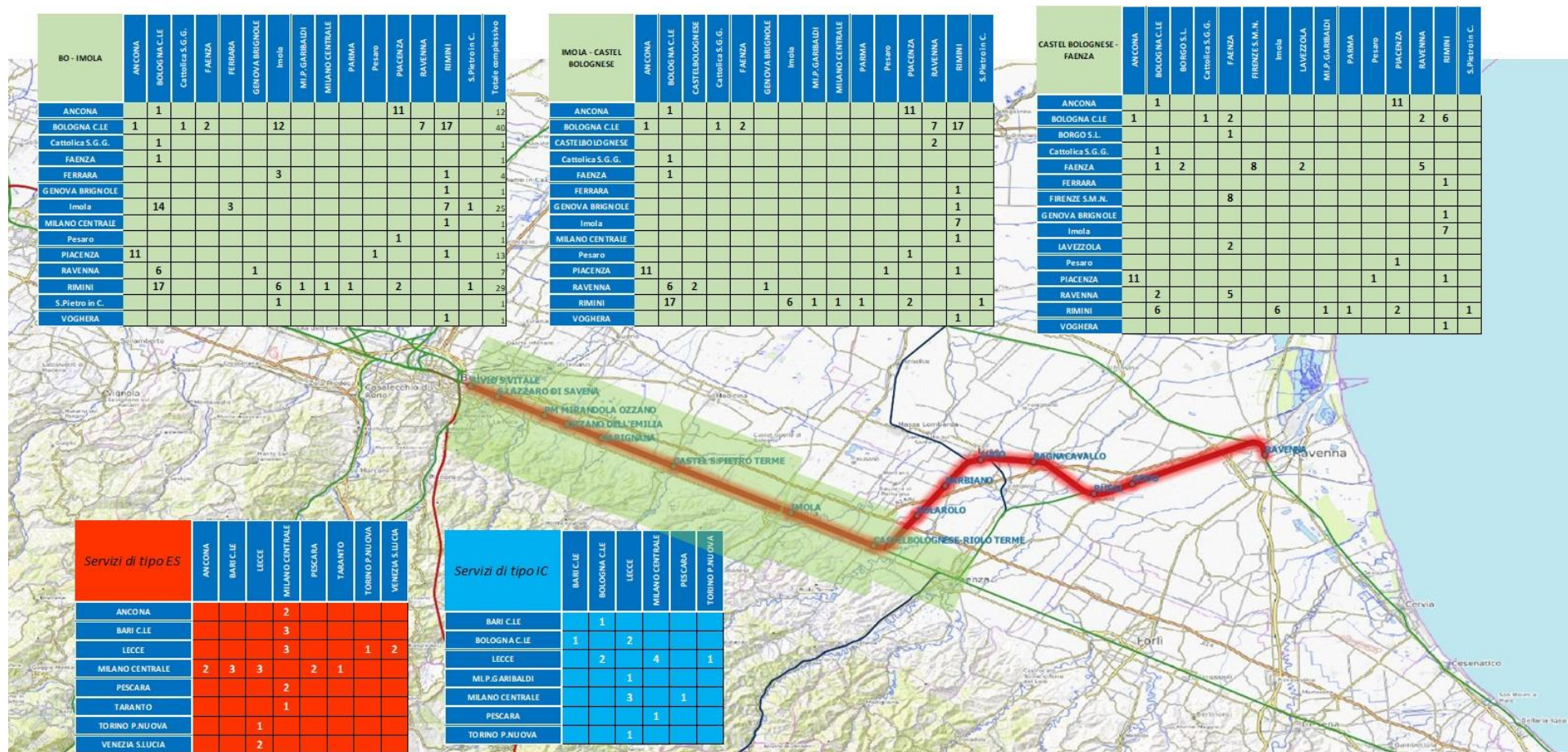


Figura 3 6 – Schema dei servizi che alimentano la dorsale adriatica

3.4 SERVIZI SU GOMMA

In quest'ultima sezione verrà analizzato il modo "autobus", con l'obiettivo di approfondire alcuni dei servizi offerti all'interno dell'Area di Studio e che interessano soprattutto le aree oggetto della presente analisi di redditività.

TPER – Trasporto Passeggeri Emilia-Romagna è la principale società di TPL la cui maggioranza delle quote è in capo a Regione Emilia-Romagna (46%) ed è responsabile del servizio di trasporto su gomma extraurbano nei territori di Bologna e Ferrara. Oltre a TPER, all'interno dell'Area di Studio, operano decine di società di trasporto pubblico: di seguito ne riporteremo alcune a titolo esemplificativo e non esaustivo con l'ausilio di una rappresentazione grafica (Figura 3.7):

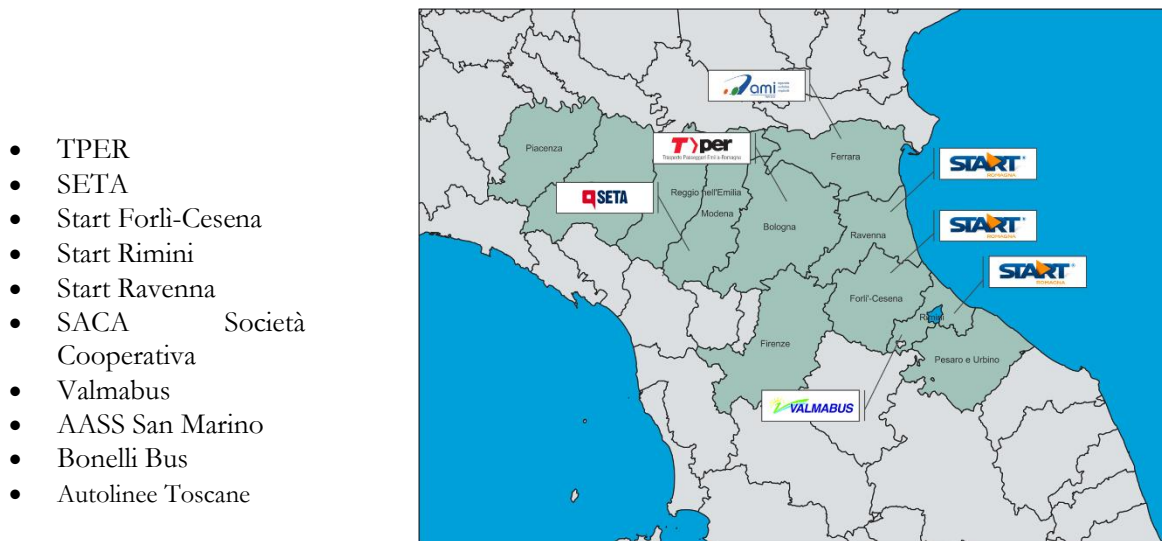


Figura 3.7 – Operatori del Trasporto Pubblico Extraurbano su gomma nel perimetro dell'Area di Studio

Dalla lettura emergono soprattutto due operatori:

1. TPER, come già anticipato, opera in qualità di gestore del servizio pubblico urbano ed extraurbano e copre gran parte dei collegamenti giornalieri con il capoluogo della Regione. Come si evince dalla Figura 3.7,
2. START, diversamente, opera principalmente nei territori delle province di Rimini, Ravenna e Forlì – Cesena.

Lo studio, come per le modalità di trasporto fin qui analizzate, prevedere un approfondimento per ciascuna tratta che quantifichi il numero di corse giornaliere, i tempi di percorrenza ed il costo delle singole corse alternative ai servizi ferroviari e all'auto privata.

Tabella 3.14 – Tempi di percorrenza e costi lungo le principali linee di servizio di trasporto pubblico locale dell'area di studio

Tratta	Operatore	Corse giornaliere	Tempo di percorrenza	Costo
Bologna – Castel Bolognese	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Castel Bolognese – Ravenna	START	3 corse	50 min	3,70 €
Faenza – Lavezzola	START	7 corse	74 min	3,70 €
Ravenna – Rimini	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Bologna – Rimini	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Bologna – Verona	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Bologna – Cesena	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Bologna – Forlì	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Bologna – Piacenza	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Ciò che emerge da una lettura dei dati sopra riportati, è la mancanza di un'alternativa concreta di trasporto pubblico locale extraurbano che sia realisticamente concorrenziale ai servizi ferroviari (Tabella 3.14). Per tale ragione, è stato effettuato un ulteriore approfondimento, verificando la copertura delle stesse tratte attraverso servizi di trasporto su gomma a mercato. I risultati di questa ulteriore indagine sono riassunti in Tabella 3.15.

Tabella 3.15 – Tempi di percorrenza e costi lungo le principali linee di servizio di trasporto dell'area di studio

Tratta	Operatore	Tempo di percorrenza	Costo ²¹
Ravenna – Rimini	Flixbus, Trenitalia	1h 15min	6 – 10 €
Bologna – Rimini	Trenitalia	1h 30 min	14 €
Bologna – Verona	Flixbus, Itabus, Autolinee Federico	1h 50min	7 – 9 €
Bologna – Cesena	Flixbus	1h 19 min	7 €
Bologna – Forlì	Trenitalia	1h 41 min	13 €
Bologna – Piacenza	Itabus, Flixbus, MarinoBus	2h 20min	12 - 20 €

La frequenza di tali corse è molto più bassa rispetto al modo treno e questo fattore non contribuito a favore di una scontistica rispetto al costo dell'alternativa ferroviaria. Inoltre, l'offerta di autobus a mercato, oltre ad essere più disorganizzata, non gode della medesima visibilità sui canali di vendita tradizionali dell'offerta di servizi ferroviari.

Tabella 3.16 – Comparazione alternative in termini di tempo e costo del singolo viaggio

Tratta	Auto			Treno		Autobus	
	Tempo	Distanza	Costo	Tempo	Costo	Tempo	Costo
Bologna – Castel Bolognese	49 min	48 km	8 €	25 min	5 €	n.a.	n.a.
Castel Bolognese – Ravenna	36 min	41 km	5 €	40 min	8 €	50 min	4 €
Faenza – Lavezzola	47 min	40 km	5 €	50 min	4 €	74 min	4 €
Ferrara – Ravenna	1h 19 min	76 km	9 €	1h 15 min	7 €	1h 40min	7 €
Ravenna – Rimini	53 min	54 km	10 €	1 h	5 €	1h 15min	7 €
Bologna – Rimini	1 h 20min	114 km	21 €	1h 25 min	11 €	1h 30 min	7 €
Bologna – Verona	1h 36 min	149 km	25 €	1h 30 min	10 €	1h 50min	6 €
Bologna – Cesena	1h	88 km	15 €	1h 8 min	8 €	1h 19 min	13 €
Bologna – Forlì	55 min	73 km	13 €	53 min	7€	1h 41 min	12€
Piacenza – Bologna	1h 43 min	157 km	27 €	1h 40min	13 €	2h 10min	12 €

Il confronto (Tabella 3.16) è stato eseguito selezionando l'alternativa più economica per ciascuna modalità di trasporto lungo la singola tratta (solo andata), mentre, per l'auto privata, oltre al costo del pedaggio, è stato sommato un costo medio del carburante pari a c.a. 1,7€/litro ed un consumo pari a 14,57 km/l.

Pertanto, volendo completare l'esercizio di comparazione delle alternative, comparando ciascuna alternativa di trasporto lungo le tratte individuate, emerge nettamente come il treno rappresenti, in ciascuno dei segmenti, la migliore alternativa per offerta di trasporto per tempi di percorrenza (non così lontani rispetto allo scenario “auto privata”), frequenza di erogazione del servizio e costo.

²¹ Fonte: busradar.it, ticket corsa singola a distanza di 10 giorni dalla ricerca

4 LA DOMANDA DI TRASPORTO ATTUALE

4.1 LA DOMANDA ATTUALE PER IL TRASPORTO PASSEGGERI

4.1.1 MOBILITÀ DI TRASPORTO REGIONALE

Obiettivo della attività è la ricostruzione delle matrici Origine/Destinazione (di seguito “O-D”) attuali degli spostamenti passeggeri tra le diverse zone in cui è suddivisa l’area di studio e dall’area di studio verso le altre zone del modello, se effettuata con servizi di tipo regionale: questa componente di domanda, come si vedrà, è assolutamente marginale nell’ambito del problema analizzato.

Sulla base dei dati disponibili e per tener conto della diversa disponibilità a pagare degli utenti - cioè del diverso Valore del Tempo (VoT) per motivo di viaggio - sono state ricostruite le matrici O-D degli spostamenti sistematici e degli spostamenti non sistematici.

La procedura di ricostruzione della domanda allo stato attuale è stata articolata in tre macro-fasi operative:

1. la raccolta ed elaborazione dei dati;
2. la **ricostruzione di matrici di base** da utilizzare come input nel processo di correzione;
3. la **correzione delle matrici modali** tramite dati di frequentazione e di traffico stradale.

Per quanto riguarda il punto 1) del precedente elenco, si è fatto riferimento alle seguenti fonti dati:

1. dati di frequentazione ferroviaria che interessano l’area di studio ed in particolare la direttrice oggetto di analisi;
2. dati di traffico dal sistema di monitoraggio regionale RER.

Per quanto riguarda il punto 2) del precedente elenco, si è fatto riferimento principalmente a dati della Matrice Istat pendolarismo 2011, oltre che a quella derivata dall’utilizzo dei Floating Car Data stradali derivanti dal sistema delle scatole nere assicurative.

4.1.1.1 Ricostruzione della matrice da fonte Istat

La matrice origine-destinazione Istat 2011 degli spostamenti per motivi di lavoro o di studio si riferisce alla popolazione residente in famiglia o in convivenza rilevata al 15° Censimento generale della popolazione (data di riferimento: 9 ottobre 2011).

Il file contiene i dati sul numero di persone che si spostano tra comuni - o all’interno dello stesso comune - classificate, oltre che per il motivo dello spostamento, per il sesso, il mezzo di trasporto utilizzato, la fascia oraria di partenza e la durata del tragitto. La base di calcolo sono le 28.871.447 persone che hanno dichiarato di recarsi giornalmente al luogo abituale di studio o di lavoro, partendo dall’alloggio di residenza, e di rientrarvi. Di queste, 28.852.721 sono residenti in famiglia e 18.726 sono residenti in convivenza (convento, istituto di reclusione, istituti assistenziali ecc.).

Il file è composto da 4.876.242 record suddivisi in Tipo record ‘S’ o ‘L’. In particolare:

- 988.625 record (Tipo record ‘S’) riportano il totale dei flussi pendolari negli strati derivanti dalle variabili: Tipo residenza, Provincia di residenza, Comune di residenza, Sesso, Motivo dello spostamento, Luogo di studio o di lavoro, Provincia abituale di studio o di lavoro, Comune abituale di studio o di lavoro, Stato estero di studio o di lavoro.

- **record** (Tipo record 'L') nei quali il totale dei flussi pendolari è prodotto a livello più dettagliato, tenendo conto anche del **Mezzo, dell'Orario di uscita e del Tempo impiegato**.

La lista delle variabili riportate nel file è la seguente.

Tabella 4.1 – Variabili riportate nel file “Matrice Istat pendolarismo 2011”. Fonte: Istat

Descrizione del campo	Valori
Tipo record	S dato riferito alle modalità assunte dalle variabili di strato: Provincia di residenza, Comune di residenza, Sesso, Motivo dello spostamento, Luogo di studio o di lavoro, Provincia abituale di studio o di lavoro, Comune abituale di studio o di lavoro, Stato estero di studio o di lavoro. L dato riferito alle modalità assunte dalle variabili di strato: Provincia di residenza, Comune di residenza, Sesso, Motivo dello spostamento, Luogo di studio o di lavoro, Provincia abituale di studio o di lavoro, Comune abituale di studio o di lavoro, Stato estero di studio o di lavoro, Mezzo, Orario di uscita, Tempo impiegato.
Tipo residenza	1 in famiglia; 2 in convivenza;
Provincia di residenza	Da Elenco dei comuni italiani al 01 gennaio 2011-Istat;
Comune di residenza	Da Elenco dei comuni italiani al 01 gennaio 2011-Istat;
Sesso	1 maschio; 2 femmina;
Motivo dello spostamento	1 si reca al luogo di studio (compresi asilo nido, scuola materna e corsi di formazione professionale); 2 si reca al luogo di lavoro;
Luogo di studio o di lavoro	1 nello stesso comune di residenza; 2 in un altro comune italiano; 3 all'estero;
Provincia abituale di studio o di lavoro	Da Elenco dei comuni italiani al 01 gennaio 2011-Istat;
Comune abituale di studio o di lavoro	Da Elenco dei comuni italiani al 01 gennaio 2011-Istat;
Stato estero di studio o di lavoro	Da Elenco Stati Esteri all'08 ottobre 2011-Istat;
Mezzo	01 treno; 02 tram; 03 metropolitana; 04 autobus urbano, filobus; 05 corriera, autobus extra-urbano; 06 autobus aziendale o scolastico; 07 auto privata (come conducente); 08 auto privata (come passeggero); 09 motocicletta, ciclomotore, scooter; 10 bicicletta; 11 altro mezzo; 12 a piedi;
Orario di uscita	1 prima delle 7,15; 2 dalle 7,15 alle 8,14; 3 dalle 8,15 alle 9,14; 4 dopo le 9,14;
Tempo impiegato	1 fino a 15 minuti; 2 da 16 a 30 minuti; 3 da 31 a 60 minuti;

	4 oltre 60 minuti;
Stima numero di individui	Variabile di conteggio
Numero di individui	Variabile di conteggio

In particolare, per quanto riguarda le variabili di conteggio, per le analisi riguardanti le sole variabili presenti nel tipo record 'S' è opportuno utilizzare la variabile di conteggio "Numero di individui". Viceversa, se le analisi comportano l'uso di una o più variabili considerate solo nel tipo record 'L' (mezzo utilizzato, orario di uscita, tempo impiegato) allora è opportuno utilizzare la variabile di conteggio "Stima numero di individui".

A tal fine, a partire dal database grezzo sopra descritto, sono state effettuate le elaborazioni sintetizzate di seguito:

- sono stati selezionati i flussi passeggeri comune-comune, per tutto il territorio nazionale, distinti per le seguenti modalità di trasporto:
 - auto privata (conducente);
 - auto privata (passeggero);
 - bus extra-urbano;
 - bus urbano;
 - scuolabus/bus aziendale;
 - treno.
- è stata effettuata una prima conversione dalla nomenclatura dei comuni Istat 2011 alla nomenclatura dei comuni Istat 2018, tenendo conto di tutte le variazioni intercorse nei 7 anni;
- infine, è stata effettuata la conversione dai comuni Istat 2018 al codice identificativo della zonizzazione definita ed è stata filtrata la fascia bi-oraria di punta 07:00-09:00.

Nel caso in cui i dati da fonte fossero disponibili ad un livello di aggregazione maggiore rispetto alla zonizzazione adottata nel modello, i flussi sono stati ripartiti rispetto alle zone utilizzando le percentuali calcolate a partire dai valori di popolazione 2011 forniti da Istat per le sezioni censuarie.

4.1.1.2 Ricostruzione della matrice di domanda dai dati FCD

La domanda di spostamento all'interno di un territorio regionale strategico come l'Emilia-Romagna è normalmente caratterizzata da una percentuale di spostamenti non sistematici elevata. Inoltre, non esiste una correlazione stabile ovvero una proporzionalità tra la domanda sistematica e quella non sistematica determinabile a priori nei diversi contesti socio-economici del Paese. L'impossibilità di ricostruire questa domanda attraverso l'indagine sul pendolarismo Istat ha reso necessario l'utilizzo di un processo alternativo di stima basato sui dati Floating Car Data (FCD) di derivazione assicurativa.

Il tasso di campionamento dei dati FCD presenta un valore compreso tra il 3-4% dei veicoli immatricolati nell'area di analisi: in particolare, le percentuali variano leggermente tra comune e comune. Questo tasso di campionamento, rispetto alla zonizzazione adottata, può essere considerato sufficiente alla determinazione di una matrice O-D di base che deve quindi essere espansa all'universo.

La base dati FCD si compone di una serie di triple informazioni (longitudine, latitudine, tempo) associate ad ogni veicolo monitorato e distinte per viaggio. È quindi immediato determinare l'origine e la destinazione di ogni viaggio

utilizzando una zonizzazione georeferenziata, associando i punti di partenza e di arrivo di ogni viaggio ad una zona del modello.

Il campione di FCD di fonte Viasat si riferisce alla settimana lavorativa che va dal 11 al 17 Luglio 2021; i giorni completi di rilievo sono quelli feriali dal lunedì al venerdì. Di ogni veicolo registrato si conosce sia il produttore che il modello: l'analisi dei veicoli tracciati restituisce una prevalenza di automobili, confermando la validità dell'utilizzo di questo dato ai fini dello studio.

Tabella 4.2 Classificazione veicolare delle tracce FCD

Sigla classe	Classe veicolare	Descrizione	Numero rilievi	Percentuale
PC	1	Passenger car	4.593.120	68,44%
PV	2	Veicoli che possono essere sia destinati alla mobilità di passeggeri che di merci di piccola taglia (ex. Doblò)	164.095	2,44%
REC	3	Autobus, camper	6.962	0,10%
LCV	4	Furgoni (ex. Ducato)	412.945	6,15%
STR	5	Camion di piccola taglia (sotto i 35q - verifica non sempre effettuabile)	138.235	2,06%
TR	6	Motrici	1.249.962	18,62%
RIM	7	Rimorchi e semirimorchi	62.892	0,94%
WORK	8	Mezzi da lavoro o da cantiere	48.881	0,73%
nd	0	non definito	34.514	0,51%

Il processo utilizzato è riassumibile in 3 steps:

- 1 ricostruzione di una matrice Origine-Destinazione dei veicoli tracciati
- 2 espansione della stessa tramite i tassi di campionamento dei comuni di origine
- 3 correzione della matrice così ottenuta tramite i conteggi puntuali disponibili



Figura 4.1 – Densità dei dati FCD su scala nazionale

L'analisi del campione mostra alcuni aspetti rilevanti in merito alla distribuzione oraria dei dati di traffico, che presenta due picchi nelle tipiche ore di punta, ma di un'entità di poco superiore alle altre ore diurne .

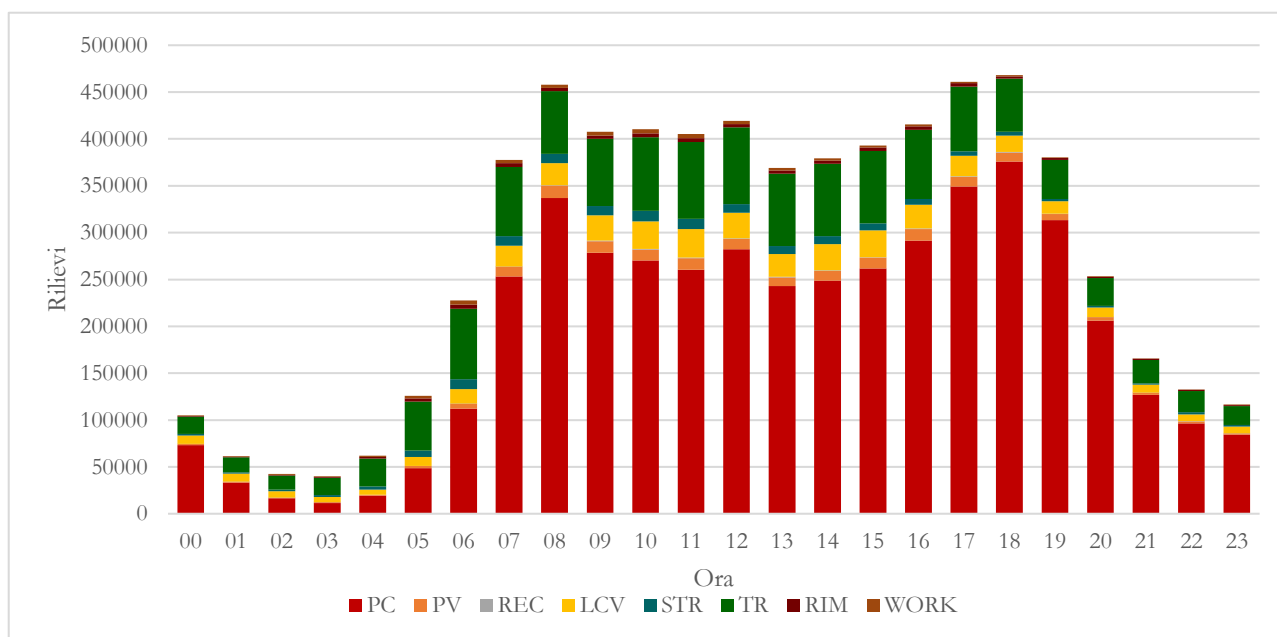


Figura 4.2 - Andamento orario delle osservazioni

4.1.1.3 I dati di traffico del sistema di monitoraggio regionale

Per la corretta ricostruzione della domanda auto totale è stato utile acquisire i dati di traffico da postazioni fisse lungo le arterie principali di spostamento tra le aree oggetto di analisi. Il sistema MTS di Regione Emilia è un sistema di monitoraggio tramite postazioni fisse diffuso sulle strade di competenza e controllo regionale, utile alla raccolta di dati in continuo in merito al traffico sulla rete stradale: si tratta di un Sistema, realizzato dalla Regione, dalle Province e dall'Anas, composto da 281 postazioni, in funzione 24 ore su 24, installate sulle strade statali e principali provinciali. Per lo studio in oggetto, che riguarda la domanda passeggeri, il dato di interesse è costituito dai soli veicoli di tipo automobile o van e non dai veicoli commerciali, che forniscono informazioni relative invece al trasporto merci. Il dataset disponibile riguardava Ottobre 2022: da questo è stato scelto il martedì come giorno rappresentativo e calcolato il valore medio di traffico per tutti i martedì di ottobre 2022.

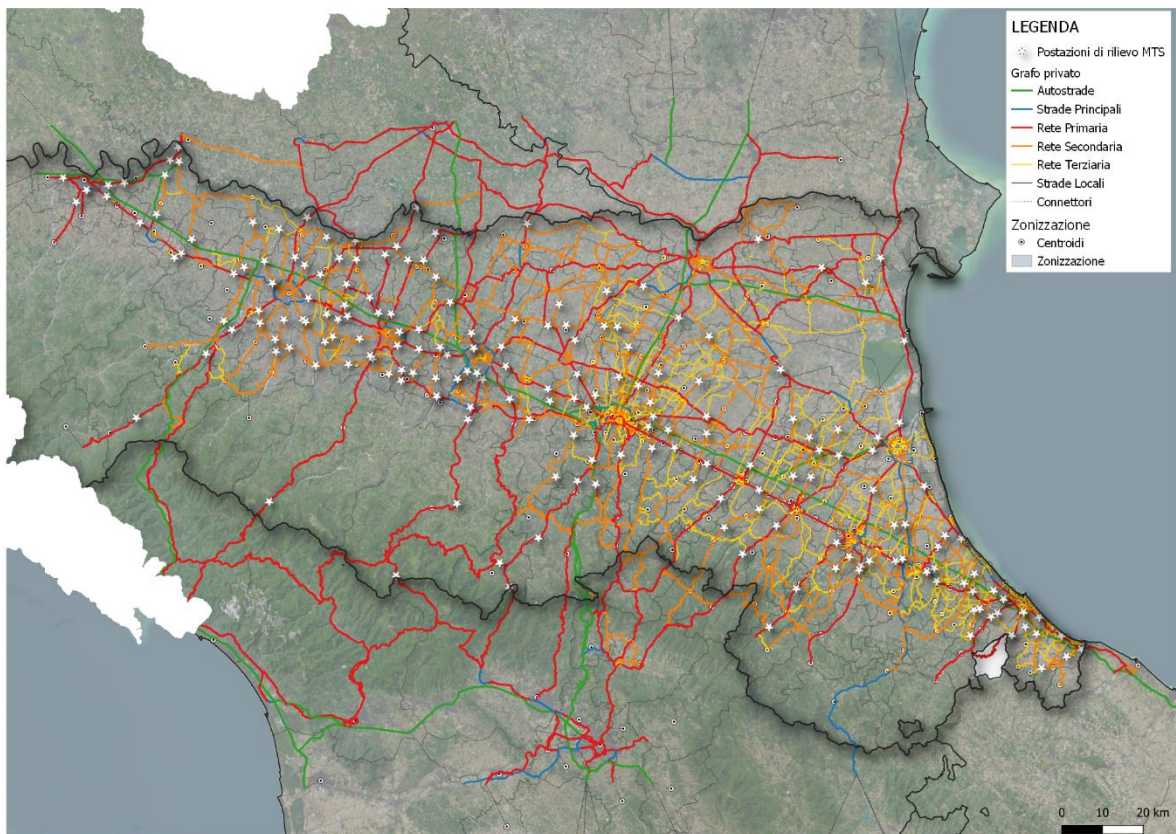


Figura 4.3 – Postazioni del sistema regionale di monitoraggio del traffico privato MTS

4.1.1.4 I dati di frequentazione ferroviaria

In un processo analogo a quello attuato per la componente di domanda stradale, è opportuno valutare la consistenza della domanda non sistematica sul mezzo ferroviario o, comunque, stimare eventuali variazioni di domanda intercorse dal 2011 all'anno di calibrazione e ricostruzione dello stato attuale (2022). Per questo motivo sono stati acquisiti ed elaborati i dati di frequentazione ferroviaria sui servizi della direttrice Adriatica da Bologna, in particolare della tratta Bologna-Castel Bolognese alle stazioni di:

1. Bologna Centrale
2. Castel Bolognese
3. Castel San Pietro
4. Faenza
5. Imola
6. Ozzano Emilia
7. San Lazzaro di Savena
8. Varignana
9. Bologna San Vitale.

I dati forniti riguardano i mesi di Marzo e novembre 2019 e Maggio 2022. Prima di procedere con l'uso completo del dataset, è stata analizzata l'eventuale differenza tra le due campagne di rilievo 2019, in modo da decidere se e come usare i dataset.

Il grafico mostra i presenti a bordo dei medesimi treni per la medesima tratta a novembre e a Marzo 2019: si può notare una sostanziale differenza di andamento, confermata anche dalle medesime elaborazioni per saliti e discesi.

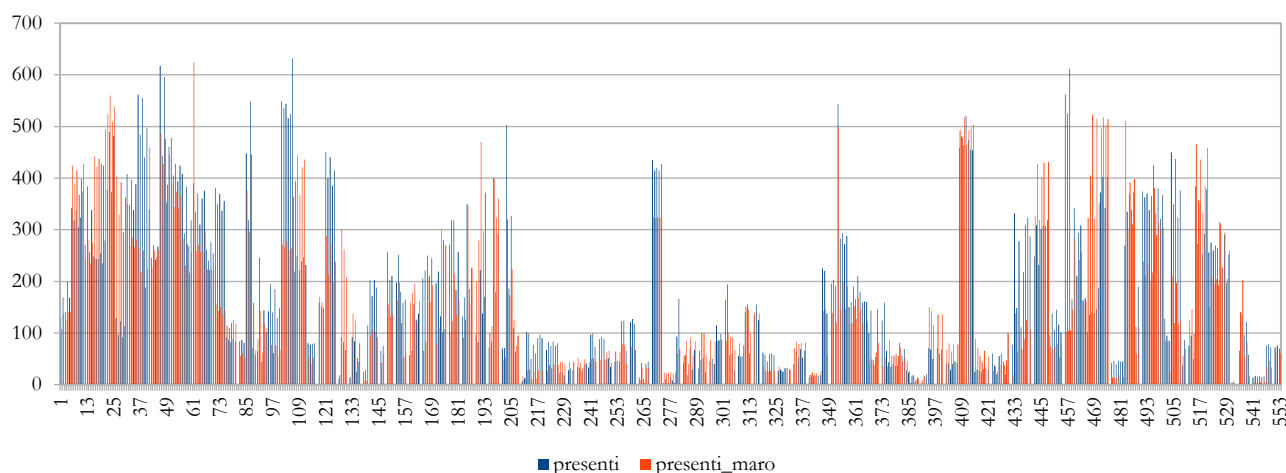


Figura 4.4 – Confronto rilevati novembre - marzo 2019

Si sceglie di utilizzare marzo 2019 e non la media dei due mesi, data l'alta variabilità rilevata dal confronto, oltre a maggio 2022. I dati sono stati filtrati scegliendo tutti i martedì del mese, in coerenza con quanto fatto sui dati di traffico stradale, e mediati. Quindi si è proceduto a mapparli sul grafo, trovando le corrispondenze tra treni rilevati e treni inseriti nel grafo costitutivo del modello di offerta dei servizi ferroviari, che è stato implementato utilizzando un approccio “a frequenza”. Si ottengono così 198 rilievi di tipo saliti, discesi e presenti sui singoli servizi ferroviari utili alla correzione del dato matriciale di base.

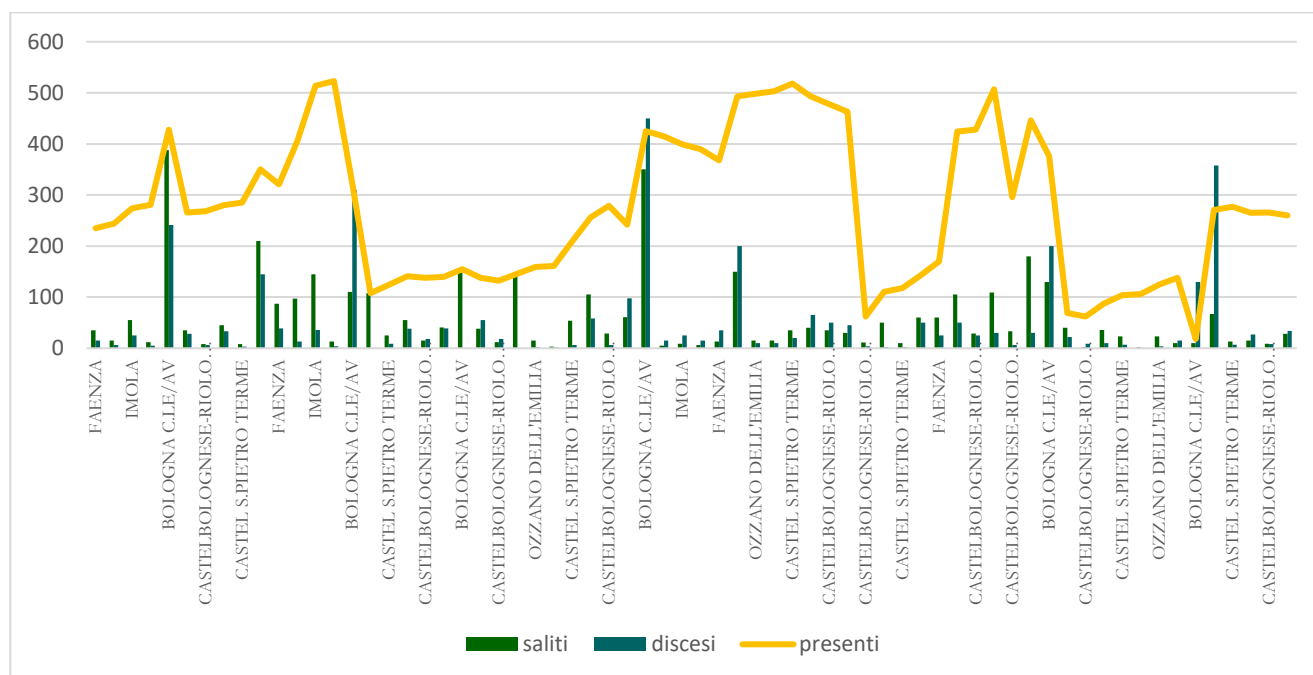


Figura 4.5 – Elaborazione dei rilievi saliti-discesi-presenti utilizzati

Tabella 4.3 – Prospetto complessivo dei dati di rilievo medi utilizzati

id linea	stazione	progressivo	saliti	discesi	presenti
2	FAENZA	15	35	15	235
2	CASTEL BOLOGNESE-RIOLO TERME	16	15	6	244
2	IMOLA	17	55	25	274
2	CASTEL S.PIETRO TERME	18	12	5	281
2	BOLOGNA C.LE	19	388	241	428
4	FAENZA	16	35	28	266
4	CASTEL BOLOGNESE-RIOLO TERME	17	8	6	268
4	IMOLA	18	45	33	280
4	CASTEL S.PIETRO TERME	19	8	3	285
4	BOLOGNA C.LE	20	210	145	350
8	FAENZA	12	87	39	321
8	CASTEL BOLOGNESE-RIOLO TERME	13	97	13	405
8	IMOLA	14	145	36	514
8	CASTEL S.PIETRO TERME	15	13	4	523
8	BOLOGNA C.LE	16	110	310	323
12	BOLOGNA C.LE	1	108	0	108
12	CASTEL S.PIETRO TERME	2	25	9	124
12	IMOLA	3	55	38	141
12	CASTEL BOLOGNESE-RIOLO TERME	4	15	18	138
12	FAENZA	5	41	39	140
42	BOLOGNA C.LE	1	155	0	155
42	IMOLA	4	38	55	138
42	CASTEL BOLOGNESE-RIOLO TERME	5	12	18	132
46	BOLOGNA C.LE	1	146	0	146
46	OZZANO DELL'EMILIA	2	15	2	159
46	VARIGNANA	3	3	1	161
46	CASTEL S.PIETRO TERME	4	54	6	209
46	IMOLA	5	105	58	256
46	CASTEL BOLOGNESE-RIOLO TERME	6	29	6	279
46	FAENZA	7	61	98	242
106	BOLOGNA C.LE	8	350	450	425
106	CASTEL S.PIETRO TERME	9	5	15	415
106	IMOLA	10	9	25	399
106	CASTEL BOLOGNESE-RIOLO TERME	11	6	15	390
106	FAENZA	12	13	35	368
110	BOLOGNA C.LE	15	150	200	493
110	OZZANO DELL'EMILIA	16	15	10	498
110	VARIGNANA	17	15	10	503

110	CASTEL S.PIETRO TERME	18	35	20	518
110	IMOLA	19	40	65	493
110	CASTEL BOLOGNESE-RIOLO TERME	20	35	50	478
110	FAENZA	21	30	45	463
130	CASTEL BOLOGNESE-RIOLO TERME	6	11	4	62
130	IMOLA	7	50	2	110
130	CASTEL S.PIETRO TERME	8	10	2	118
130	BOLOGNA C.LE	10	60	50	143
134	FAENZA	4	60	25	170
139	FAENZA	8	105	50	424
139	CASTEL BOLOGNESE-RIOLO TERME	9	29	25	428
139	IMOLA	10	109	30	507
142	CASTEL BOLOGNESE-RIOLO TERME	14	33	6	296
142	IMOLA	15	180	30	446
142	BOLOGNA C.LE	16	130	200	376
147	FAENZA	8	40	22	69
147	CASTEL BOLOGNESE-RIOLO TERME	9	2	9	62
147	IMOLA	10	36	10	88
147	CASTEL S.PIETRO TERME	11	23	7	104
147	VARIGNANA	12	2	0	106
147	OZZANO DELL'EMILIA	13	23	4	125
147	BOLOGNA S.VITALE	15	10	15	138
147	BOLOGNA C.LE	16	10	130	18
155	BOLOGNA C.LE	12	67	358	271
155	CASTEL S.PIETRO TERME	13	13	7	277
155	IMOLA	14	15	27	265
155	CASTEL BOLOGNESE-RIOLO TERME	15	9	8	266
155	FAENZA	16	28	34	260

4.1.1.5 *Correzione delle matrici modali*

I dati acquisiti permettono la ricostruzione delle matrici modali complessive all'anno di calibrazione 2022, necessarie per la successiva calibrazione dei modelli di domanda.

In particolare, si è sviluppato il seguente processo:

- acquisizione delle matrici Istat modali auto conducente, treno, tpl gomma e auto passeggero;
- estrazione della matrice modale auto campionata dal processo di elaborazione dei dati FCD;
- correzione della matrice auto tramite i dati del sistema di monitoraggio regionale MTS relativi alle sole auto;
- correzione della matrice treno tramite i dati elaborati a partire dai rilievi TPER mappati sul grafo ferroviario;

- confronto e analisi delle matrici ottenute tramite il calcolo dei seguenti coefficienti di controllo:
 - emissione complessiva per zona, dato dal rapporto della somma degli emessi corretti con la popolazione per ciascuna zona;
 - rapporto sistematici/totale per ogni modo;
 - rapporto tra emessi treno e emessi auto.

Infatti, nonostante non sia disponibile un dato di validazione dei suddetti coefficienti di controllo, alcuni valori possono essere considerati comunque *spia* di criticità nel risultato ottenuto dal processo di correzione, come nel caso in cui gli emessi superino la popolazione o i non sistematici treno siano molto maggiori dei sistematici, considerando che si sta analizzando il fenomeno di mobilità regionale dell'ora di punta di un giorno feriale. In questi casi le matrici corrette vengono modificate e sottoposte a nuova correzione, in un processo iterativo che porta alla fine alla definizione delle matrici attuali necessarie per la calibrazione aggregata dei modelli di domanda.

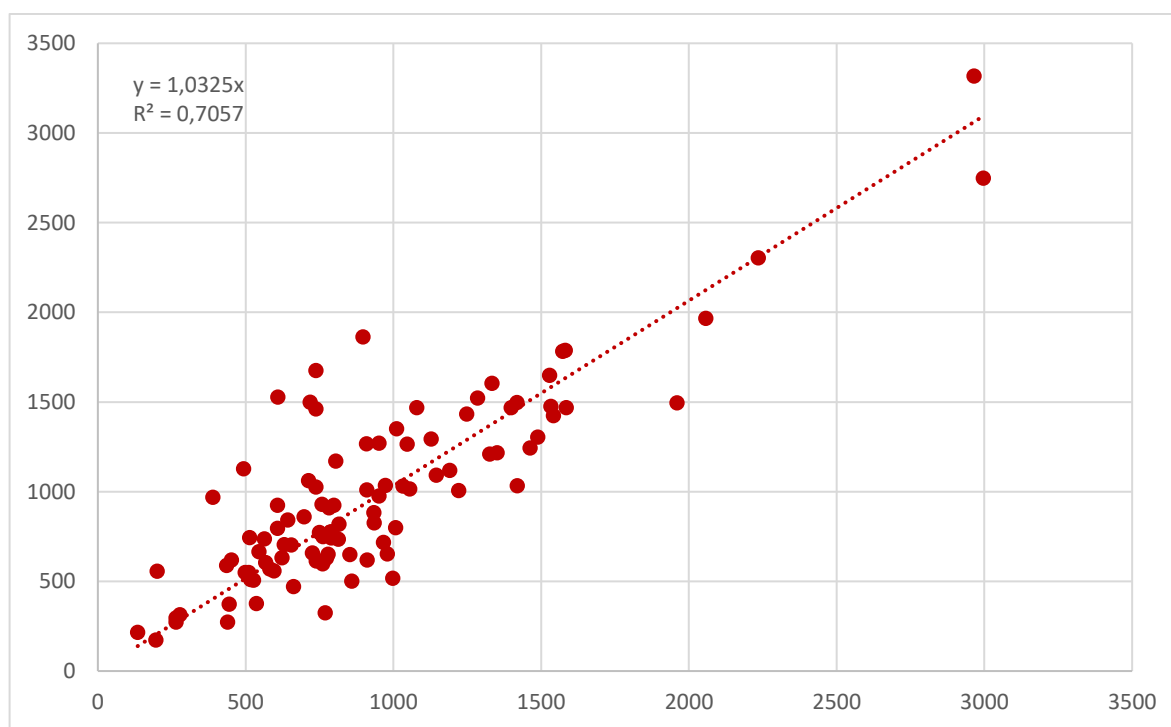


Figura 4.6 – Confronto tra risultati dell'assegnazione della matrice corretta e rilievi stradali puntuali (validazione della correzione)

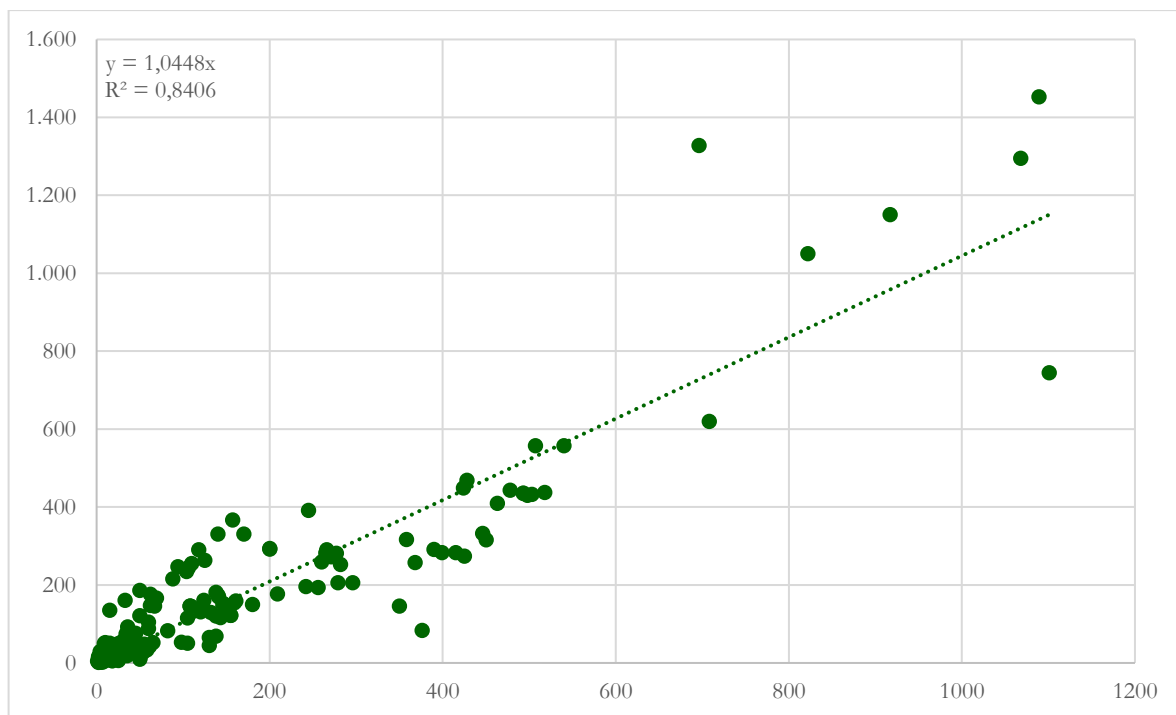


Figura 4.7 – Confronto tra risultati dell'assegnazione della matrice corretta e rilievi passeggeri ferroviari (validazione della correzione)

La matrice pax treno così ottenuta è superiore a quella Istat di un volume medio pari al 20% ma ha una distribuzione della domanda tra relazioni origine-destinazione assolutamente confrontabile, come dimostra l'analisi di regressione tra i due dati matriciali (aggregati per cluster di analisi).

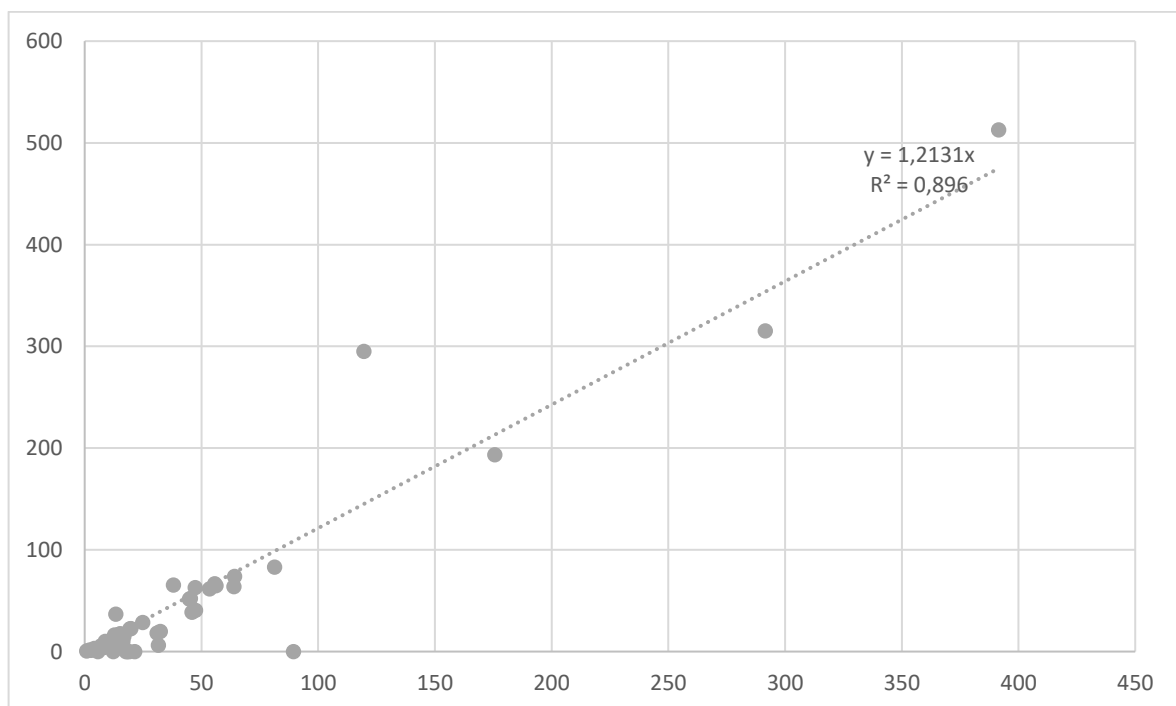


Figura 4.8 – Confronto tra valori di scambio OD della matrice corretta e della matrice Istat

Il risultato finale di questo processo restituisce una matrice ferro la cui validazione risulta in $R^2=0.8941$ e una auto per cui $R^2=0.9181$.

Le matrici complessive modali corrette auto -ferro sono state successivamente suddivise in matrici per scopo. Si è assunto quanto segue:

se $\overline{vol_{OD}} < vol_{OD}$ è stata corretta la quota sistematica

se $\overline{vol_{OD}} > vol_{OD}$ la differenza è stata imputata a domanda non sistematica

dove se $\overline{vol_{OD}}$ è il valore corretto mentre vol_{OD} è quello originale, derivato dal sistematico Istat.

4.1.2 MODALITÀ DI LUNGA PERCORRENZA

La ricostruzione della attuale domanda di trasporto ha fatto ricorso al sistema di modelli implementato per le simulazioni negli scenari futuri, la cui descrizione dettagliata è presente nell'Appendice al presente documento.

In questo paragrafo si riportano alcuni risultati aggregati e di dettaglio relativi all'anno base (2019).

In termini aggregati, nello scenario attuale i passeggeri che utilizzano servizi di lunga percorrenza sull'itinerario oggetto di intervento (Bologna – Castel Bolognese) risultano essere pari complessivamente a 6,8 milioni (mese di riferimento novembre); si precisa che questa entità non comprende i movimenti relativi alla domanda regionale, avente sia origine che destinazione all'interno dell'area di studio (Bologna, Ravenna, Forlì-Cesena, Rimini e Pesaro), che, come ampiamente rappresentato in precedenza, sono trattati nel relativo modello.

Nella figura successiva sono rappresentati i flussi ferroviari passeggeri di lunga percorrenza mensili all'anno base (2019), relativi esclusivamente ai soli servizi ferroviari di lunga percorrenza in transito sulle diverse tratte di cui si compone l'itinerario in argomento.



Figura 4.9 – Flussi ferroviari passeggeri lunga percorrenza sui servizi in transito sull'itinerario Bologna – Castel Bolognese all'anno base (2019)

Di seguito si riportano i risultati di dettaglio all'anno base 2019, in termini di carichi sulle tratte maggiormente impattate dall'intervento in oggetto, ovvero quelle tra Bologna e Pesaro (tratte Bologna C.le/AV – Faenza; Faenza – Forlì; Forlì – Cesena; Cesena – Rimini; Rimini – Riccione; Riccione – Pesaro).

Come nel caso dei risultati aggregati, tali valori sono relativi alla sola domanda di lunga percorrenza nel mese di riferimento (novembre), in entrambe le direzioni; sono quindi esclusi dal calcolo i movimenti relativi alla domanda regionale, i quali sono trattati nel relativo modello.

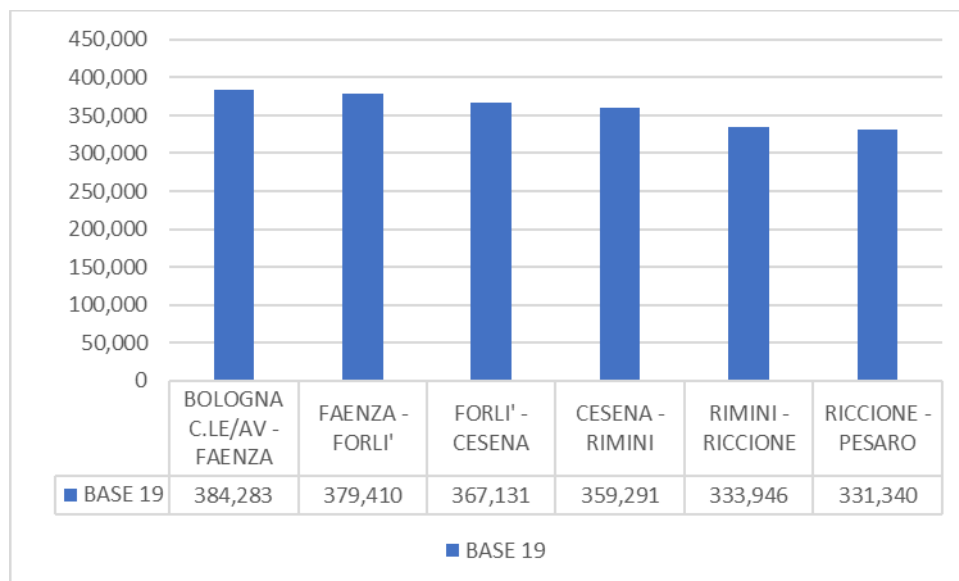


Figura 4.10 – Carichi bidirezionali per tratta tra Bologna e Pesaro all'anno base 2019 (segmento di domanda lunga percorrenza)

4.2 LA DOMANDA ATTUALE PER IL TRASPORTO MERCI

Si riportano di seguito le considerazioni ed i risultati aggregati e di dettaglio relativi all'anno base per quanto riguarda il segmento di domanda merci.

Tre distinte componenti di domanda alimentano i flussi in transito sull'infrastruttura di intervento:

- domanda di trasporto merci nazionale in transito lungo il corridoio adriatico;
- domanda da/per il porto di Ravenna;
- domanda ferroviaria internazionale in transito lungo il corridoio adriatico.

4.2.1 IL TRAFFICO DEL PORTO DI RAVENNA

Il porto di Ravenna è il principale porto italiano per le rinfuse solide e lavora prevalentemente in importazione a supporto dell'industria manifatturiera (settori agro-alimentare, chimico, metallurgico, edilizio) del Nord Italia, ed ha quindi una particolare rilevanza, non solo logistica, ma economico-produttivo a livello sovranazionale.

Come mostrato nella tabella e nel grafico successivo, il traffico del porto, dopo un brusco calo legato alla crisi globale del 2007-2008, ha registrato una fase di costante espansione, raggiungendo il massimo storico di 27,8 milioni di tonnellate nel 2022.

Tabella 4.4 – Traffico marittimo del Porto di Ravenna (tonnellate annue 2002-2022)

Anno	Totale	Prodotti petroliferi	Rinfuse liquide non petrolifere	Rinfuse solide	Merce varia	Merce in container	Merce in trailer	su
2002	17.104.363							
2003	18.704.425							
2004	19.972.835							
2005	23.888.989	2.946.148	1.810.898	11.979.692	4.397.334	1.996.491	748.630	
2006	26.777.198	3.367.000	1.844.537	12.563.072	6.190.841	1.990.776	813.950	

Anno	Totale	Prodotti petroliferi	Rinfuse liquide non petrolifere	Rinfuse solide	Merce varia	Merce in container	Merce su trailer
2007	26.336.232	2.729.804	1.801.699	12.721.484	5.733.261	2.514.923	803.336
2008	25.924.050	2.949.577	1.885.250	11.733.337	5.876.625	2.613.453	845.931
2009	18.718.819	2.739.928	1.891.874	8.599.686	2.576.813	2.098.819	795.756
2010	21.934.241	2.761.852	2.178.156	9.763.212	4.104.057	2.208.960	898.783
2011	23.354.118	2.551.528	2.263.854	9.999.710	5.384.556	2.472.291	671.678
2012	21.469.477	2.455.171	2.129.284	9.732.867	4.273.241	2.287.161	582.755
2013	22.485.841	2.383.114	2.035.007	9.814.691	4.620.192	2.475.045	1.158.269
2014	24.460.154	2.448.416	1.977.157	10.120.015	5.668.799	2.453.301	1.792.466
2015	24.738.959	2.349.986	1.877.874	10.091.865	6.296.776	2.530.618	1.591.870
2016	25.962.764	2.447.386	1.892.142	10.734.033	6.449.127	2.563.399	1.876.677
2017	26.513.570	2.603.811	1.943.892	11.413.706	6.338.610	2.456.937	1.756.614
2018	26.684.341	2.608.590	2.015.404	11.301.203	6.713.933	2.383.200	1.662.011
2019	26.256.248	2.582.348	2.061.014	11.167.726	6.426.155	2.388.268	1.630.737
2020	22.407.481	2.252.927	1.901.355	9.433.803	5.140.585	2.127.236	1.551.575
2021	27.100.051	2.630.431	2.020.296	11.307.208	7.416.024	2.279.623	1.446.469
2022	27.389.886	2.594.675	2.290.908	11.721.874	6.542.356	2.421.403	1.818.670

Il traffico ferroviario in partenza/arrivo ai terminal portuali ha anch'esso registrato una fase di continua espansione, a meno del significativo calo del 2009, legato direttamente al crollo del traffico marittimo. Complessivamente, nell'arco di un ventennio, il traffico ferroviario portuale è incrementato da 1,4 milioni di tonnellate annue nel 2002 sino a 3,7 milioni di tonnellate nel 2022, registrando il suo massimo storico nel 2021 (3,9 milioni di tonnellate).

Tabella 4.5 – Traffico ferroviario del Porto di Ravenna (tonnellate annue 2002-2022)

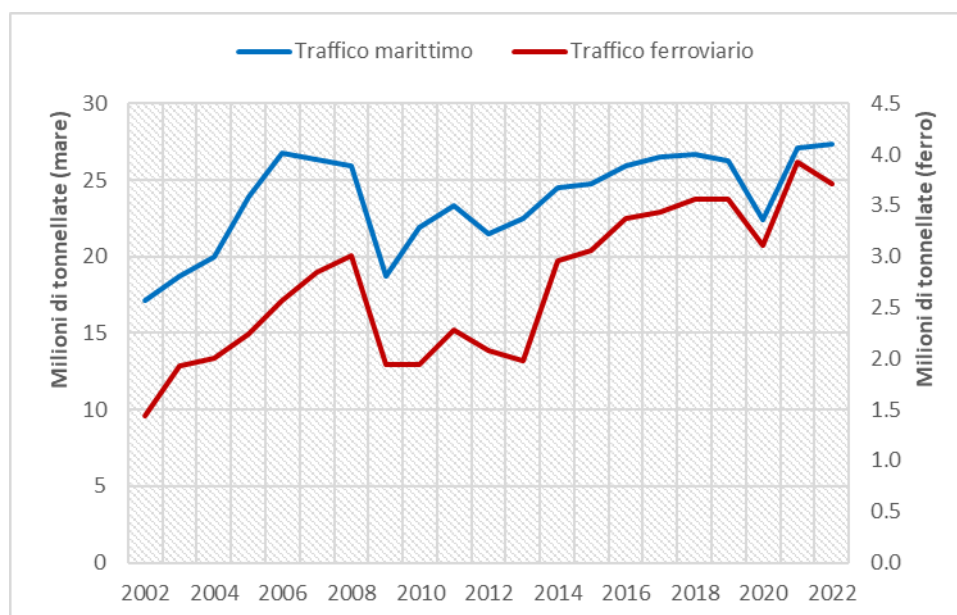
Anno	Traffico marittimo totale	Traffico ferro su totale	Quota ferro	TEU porto	TEU ferro	Quota TEU ferro
2002	17.104.363	1.432.686	8,4%	160.613	15.578	9,7%
2003	18.704.425	1.924.145	10,3%	160.360	20.179	12,6%
2004	19.972.835	1.999.032	10,0%	169.432	26.649	15,7%
2005	23.888.989	2.245.591	9,4%	168.588	26.344	15,6%
2006	26.777.198	2.563.583	9,6%	162.052	24.678	15,2%
2007	26.336.232	2.841.657	10,8%	206.786	33.347	16,1%
2008	25.924.050	3.008.595	11,6%	214.324	33.494	15,6%
2009	18.718.819	1.936.965	10,3%	185.022	29.937	16,2%
2010	21.934.241	1.936.965	8,8%	183.041	26.789	14,6%
2011	23.354.118	2.284.644	9,8%	215.336	24.195	11,2%
2012	21.469.477	2.076.834	9,7%	208.152	23.375	11,2%
2013	22.485.841	1.984.352	8,8%	226.879	26.248	11,6%
2014	24.460.154	2.959.135	12,1%	222.548	22.095	9,9%
2015	24.738.959	3.059.970	12,4%	244.813	19.966	8,2%
2016	25.962.764	3.368.090	13,0%	234.511	22.174	9,5%
2017	26.513.570	3.439.545	13,0%	223.369	19.383	8,7%
2018	26.684.341	3.561.351	13,3%	216.320	17.089	7,9%

Anno	Traffico marittimo totale	Traffico ferro totale	su	Quota ferro	TEU porto	TEU ferro	Quota ferro	TEU
2019	26.256.248	3.566.129		13,6%	218.138	17.233	7,9%	
2020	22.407.481	3.109.805		13,9%	194.868	13.805	7,1%	
2021	27.100.051	3.931.486		14,5%	212.926	13.347	6,3%	
2022	27.389.886	3.709.023		13,5%	228.435	23.563	10,3%	

Tabella 4.6 – Traffico marittimo e ferroviario attuale del Porto di Ravenna (2019)

Anno	Rinfuse / Tradizionale			Contenitori / Intermodale			Totale		
	Mare	Ferro	Quota Ferro	Mare	Ferro	Quota Ferro	Mare	Ferro	Quota Ferro
2019	22.237	3.377	15,2%	4.019	189	4,7%	26.256	3.566	13,6%

Figura 4.11 – Andamento del traffico marittimo e ferroviario del Porto di Ravenna (tonnellate annue 2002-2022)



4.2.2 I VOLUMI DI TRASPORTO MERCI ED IL TRAFFICO ATTUALE

La tabella seguente mostra la domanda di trasporto merci attuale sulle due linee Bologna – Castel Bolognese e Ferrara – Ravenna all'anno base. Si considerano entrambe le linee rilevanti per gli sviluppi futuri degli itinerari del trasporto merci su ferrovia lungo la direttrice adriatica ed il porto di Ravenna.

Tabella 4.7 – Domanda e traffico ferroviario sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara (2019)

	LINEA	2019		
		TRAD.	COMB.	TOT.
DOMANDA (T/ANNO)	BO-CB	4.675.000	2.516.000	7.191.000
	RA-FE	728.000	0	728.000
	TOT.	5.403.000	2.516.000	7.919.000
TRAFFICO (TRENI/ANNO)	BO-CB	9.720	4.760	14.480
	RA-FE	1.550	0	1.550
	TOT.	11.270	4.760	16.030

	LINEA	2019		
		TRAD.	COMB.	TOT.
CARICO MEDIO (T/TRENO)	TOT.	480	530	490
TRAFFICO (TRENI/GIORNO)	BO-CB	19	10	29
	RA-FE	3	0	3
	TOT.	22	10	32

Per una migliore comprensione dei risultati ottenuti, i volumi di traffico sono stati disaggregati per macro-direttrice di traffico, definite come illustrato nella figura successiva.

Figura 4.12 – Direttrici di traffico definite per l'analisi dei risultati



Le regioni a Nord di Bologna sono state raggruppate in tre macro-zone, corrispondenti all'Emilia (inclusa Bologna stessa oltre alle altre province emiliane tra Bologna e Piacenza), il Nord Italia (che include tutte le restanti province del Nord Italia) e l'Estero.

A Sud di Bologna, sono stati distinti i traffici tra la direttrice di Ravenna (che comprende, oltre al porto, i terminal di Lugo e Russi) e la direttrice Adriatica (in cui ricade anche l'altro terminal regionale di Villa Selva, oltre a tutti i terminal sulla linea Adriatica).

La tabella seguente mostra la domanda ferroviaria merci annua per direttrice (somma su entrambe le direzioni di trasporto) all'anno base 2019. Si osserva come la domanda estera corrisponda a circa il 25% della domanda complessiva. Il traffico in partenza o destinazione al porto di Ravenna è pari al 47% del traffico complessivo sulle due tratte, con una quota di traffico internazionale pari al 16%.

Tabella 4.8 – Domanda merci ferroviaria sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara per direttrice (2019)

DA / A	DOMANDA (T/ANNO)			TRAFFICO (TRENI/ANNO)		
	Ravenna	Adriatica	TOTALE	Ravenna	Adriatica	TOTALE
Estero	591.000	1.462.000	2.053.000	1.280	3.260	4.530
Nord	2.079.000	1.804.000	3.883.000	2.790	4.120	6.910
Emilia	1.053.000	931.000	1.984.000	1.830	2.760	4.590
TOTALE	3.722.000	4.197.000	7.919.000	5.890	10.140	16.030
CARICO MEDIO (T/TRENO)				630	410	490

5 LA DOMANDA FUTURA: APPROCCIO METODOLOGICO E SCENARI DI VALUTAZIONE

5.1 SINTESI DELL'APPROCCIO METODOLOGICO

5.1.1 TRAFFICO PASSEGGERI

Lo studio, per la parte di trasporto passeggeri, si fonda su due apparati modellistici specificatamente sviluppati per l'analisi dell'area di studio, **sia per la domanda regionale che per quella di lunga percorrenza**, ciascuno costituito da due componenti fondamentali, al loro interno articolati in specifici sotto-modelli:

- **modello multi-modale di domanda**, che consente di descrivere la mobilità sull'intera area di studio (inclusi gli spostamenti in attraversamento), e che comprende a sua volta un modello di offerta e di domanda (generazione, attrazione, distribuzione e ripartizione modale), segmentato per scopo di spostamento e modo di trasporto;
- **modello di assegnazione ferroviaria**, che consente di assegnare ai servizi ed alle tratte la domanda di trasporto ferroviario, stimando così i passeggeri per tratta dell'infrastruttura di progetto.

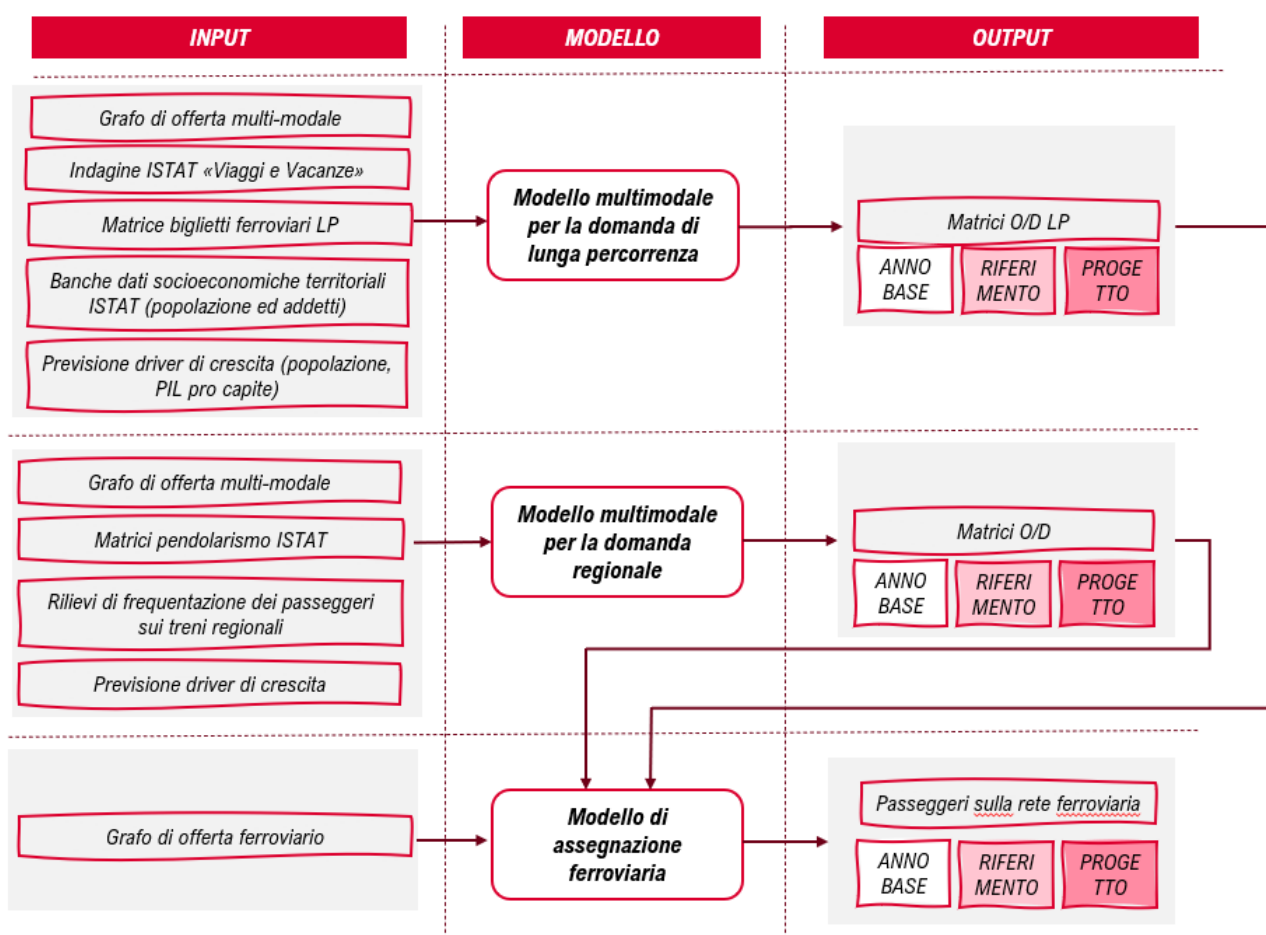


Figura 5.1 – Sistema di modelli per la previsione del trasporto passeggeri

La descrizione dettagliata degli apparati modellistici in questione è demandata all'Appendice di cui si compone il presente documento.

5.1.2 TRAFFICO MERCI

Lo studio in oggetto, per la parte di trasporto merci, si basa su un preesistente apparato modellistico di RFI e già utilizzato nell'ambito di precedenti Studi, che copre l'intero territorio italiano e consente l'analisi del traffico di tipo nazionale.

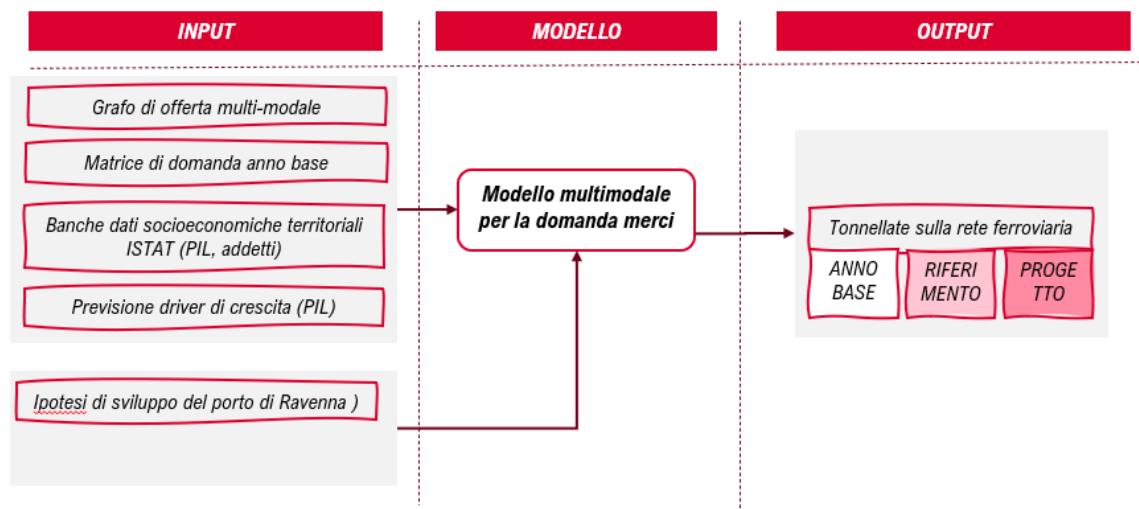


Figura 5.2 – Sistema di modelli per la previsione del trasporto merci

Il sistema di modelli utilizzato permette, in particolare, di analizzare le dinamiche della domanda complessiva di scambio tra le diverse zone di traffico nazionali, di come questa si ripartisce tra le modalità stradale e ferroviaria (a sua volta distinta tra trasporto combinato e tradizionale) e come ancora i flussi di domanda modali che caratterizzano ciascuna coppia di relazioni origine-destinazione si distribuiscono lungo gli assi stradali e ferroviari.

Il modello nel suo complesso è costituito dalle seguenti tre componenti:

- **modello di offerta.** L'offerta di trasporto è rappresentata dal sistema di viabilità stradale e ferroviaria dell'area di studio. Tale sistema è stato replicato all'interno del software modellistico utilizzato per questo studio attraverso una successione schematica di archi (segmenti stradali e ferroviari) e nodi, che prende il nome di grafo di rete. Per la modalità ferroviaria (combinato e tradizionale), il modello comprende anche la codifica esplicita dei servizi, in termini sia di percorsi (sequenze di nodi ed archi) che di distanze e tempi di percorrenza.
- **modello di domanda.** Il modello di domanda consente di stimare le tre matrici origine/destinazione (specifiche per ciascun modo di trasporto - stradale, ferroviario combinato e ferroviario tradizionale) che quantificano il volume di merce trasportato, per ogni modalità, da ciascuna zona di origine ad ogni zona di destinazione in un determinato intervallo di tempo. La zonizzazione adottata nel modello è su base provinciale, quindi questa rappresenta l'unità territoriale minima di analisi. Il modello di domanda, secondo una impostazione standard nel campo della pianificazione dei trasporti, comprende un modello di generazione per la stima della domanda merci in spedizione da ciascuna zona, un modello di distribuzione per la stima della matrice complessiva tra coppie di zone, ed un modello di ripartizione modale per suddividere la domanda tra le diverse modalità di trasporto in funzione dei rispettivi livelli di servizio offerto.
- **modello di interazione domanda-offerta.** Infine, in questa componente, domanda e offerta interagiscono attraverso un algoritmo di assegnazione, il cui compito è quello di distribuire i volumi di traffico contenuti nella matrice O/D (domanda) sul grafo di rete (offerta). Tale modello consente quindi la stima dei flussi di traffico sulle reti di trasporto e l'analisi degli indicatori trasportistici per scenario.

Il modello nazionale originale di RFI è stato calibrato all'anno base il 2016 e nell'ambito del presente studio è stato aggiornato al 2019, sia per quanto riguarda la domanda che l'offerta. La descrizione dettagliata dell'apparato modellistico in questione è demandata all'Appendice di cui si compone il presente documento.

5.2 SCENARI DI VALUTAZIONE

5.2.1 DEFINIZIONE DEGLI SCENARI DI VALUTAZIONE

Lo Studio di Trasporto in oggetto considera tre distinti orizzonti temporali, il 2031, il 2033 ed il 2040 per i quali sono stati simulati due scenari per il trasporto passeggeri (2031 e 2033) e due scenari per il trasporto merci (2033 e 2040), declinati attraverso la combinazione delle ipotesi macroeconomiche che influenzano la domanda di trasporto e la configurazione del sistema infrastrutturale e dei servizi di trasporto. Per ogni orizzonte temporale, gli scenari simulati e oggetto di valutazione sono:

- **lo Scenario di riferimento:** scenario in cui si prevede un'evoluzione inerziale delle infrastrutture, che implica l'assenza di modifiche del reticolo infrastrutturale in esame;
- **lo Scenario di progetto:** scenario che prevede gli interventi infrastrutturali e regolatori considerati nello scenario programmatico, unitamente alla realizzazione degli interventi oggetto di studio, e la conseguente revisione dei servizi di trasporto.

In linea con l'attuale quadro programmatico, i principali interventi infrastrutturali considerati agli orizzonti temporali 2031 e 2033 includono rispettivamente:

- il completamento della velocizzazione Castel Bolognese – Ravenna entro il 2031;
- la velocizzazione Castel Bolognese – Ravenna ed il quadruplicamento bivio San Vitale – Castel Bolognese in affiancamento entro il 2033.

Lo scenario 2040 è stato considerato esclusivamente per previsioni evolutive della domanda di trasporto merci.

5.2.2 PROIEZIONI SOCIO-ECONOMICHE

Per determinare le previsioni di traffico agli orizzonti temporali definiti, è stata selezionata l'Area di Studio sulla quale valutare l'effetto degli interventi infrastrutturali considerati, che si compone delle:

- province della Regione Emilia-Romagna (Bologna, Ferrara, Forlì-Cesena, Modena, Parma, Piacenza, Ravenna, Reggio nell'Emilia, Rimini);
- province di Firenze e Pesaro-Urbino.

L'analisi si è quindi concentrata sulle seguenti variabili:

- popolazione residente dei Comuni che compongono le province appartenenti all'Area di Studio;
- Prodotto Interno Lordo (PIL) a prezzi concatenati (anno 2015) delle province dell'Area di Studio;
- consistenza della forza lavoro, ovvero il numero di occupati.

L'analisi delle variabili presentate sopra ha permesso di determinare le Proiezioni demografiche, macroeconomiche e della forza lavoro agli orizzonti temporali definiti (2031 e 2033).

Nei paragrafi seguenti sono presenti i capitoli specifici che descrivono ciascuna delle tre proiezioni per le province che compongono l'Area di Studio (AdS).

5.2.2.1 Proiezioni demografiche

Le proiezioni di popolazione per gli orizzonti temporali di analisi sono state realizzate basandosi sulle stime demografiche regionali fornite da Istat²² distribuite nei seguenti intervalli di confidenza, ciascuno dei quali consente di prefigurare sette diversi scenari di andamento della curva demografica:

- limite inferiore 90%
- limite inferiore 80%
- limite inferiore 50%
- mediana
- limite superiore 50%
- limite superiore 80%
- limite superiore 90%

Gli scenari di evoluzione scelti sono:

- (1) **worst case** - limite inferiore 90% (Tabella 5.1): scenario più pessimistico;
- (2) **median case** - mediana (Tabella 5.2): scenario equilibrato;
- (3) **best case** - limite superiore 90% (Tabella 5.3): scenario più ottimistico.

Le tabelle seguenti presentano unicamente gli anni necessari alla costruzione degli scenari di simulazione del presente Studio, secondo gli scenari di evoluzione demografica scelti.

Inoltre, per semplicità di trattazione, per ciascuno scenario sono stati adottati gli stessi tassi di crescita all'interno della stessa regione stimando puntualmente la popolazione per ciascun comune all'interno dell'Area di Studio.

Tabella 5.1 – Proiezioni Istat scenario limite inferiore 90% (worst case)

Territorio	2021	2031	2033	CAGR (2022 -2031)	CAGR (2022 - 2033)
Italia	59.236.213	57.224.308	56.749.616	-0,332%	-0,348%
Emilia-Romagna	4.438.937	4.421.966	4.411.061	-0,023%	-0,041%
Toscana	3.692.865	3.601.033	3.578.453	-0,227%	-0,243%
Marche	1.498.236	1.427.439	1.412.066	-0,463%	-0,477%

Tabella 5.2 – Proiezioni Istat scenario mediano (median case)

Territorio	2021	2031	2033	CAGR (2022 -2031)	CAGR (2022 - 2033)
Italia	59.236.213	57.768.887	57.483.769	-0,231%	-0,234%
Emilia-Romagna	4.438.937	4.468.415	4.474.483	0,089%	0,085%
Toscana	3.692.865	3.639.182	3.629.833	-0,114%	-0,117%
Marche	1.498.236	1.442.097	1.431.694	-0,354%	-0,355%

Tabella 5.3 – Proiezioni Istat scenario limite superiore 90% (best case)

Territorio	2021	2031	2033	CAGR (2022 -2031)	CAGR (2022 - 2033)
Italia	59.236.213	58.346.050	58.263.078	-0,125%	-0,115%
Emilia-Romagna	4.438.937	4.517.932	4.541.868	0,208%	0,218%
Toscana	3.692.865	3.679.325	3.684.585	0,003%	0,016%
Marche	1.498.236	1.457.406	1.452.239	-0,241%	-0,230%

L'analisi dei risultati presentati nelle tabelle precedenti evidenzia un differente trend evolutivo delle regioni che compongono l'Area di Studio. In particolare, l'Emilia-Romagna nei due scenari più ottimistici, registra tassi di crescita positivi distanti dallo scenario nazionale. La Toscana, invece, si ritiene possa godere di un effetto benefico solamente nello scenario più favorevole dei tre selezionati. Ciò nonostante, entrambe le regioni si posizionano

²² ISTAT, [Previsioni della popolazione](#)

meglio rispetto all'andamento italiano, mentre il territorio marchigiano, oltre a posizionarsi al di sotto della media, sembra subire maggiormente un fenomeno di decrescita della popolazione residente in tutti gli scenari proposti. Di seguito è presente una rappresentazione grafica delle proiezioni della variabile demografica “popolazione” negli orizzonti temporali considerati.

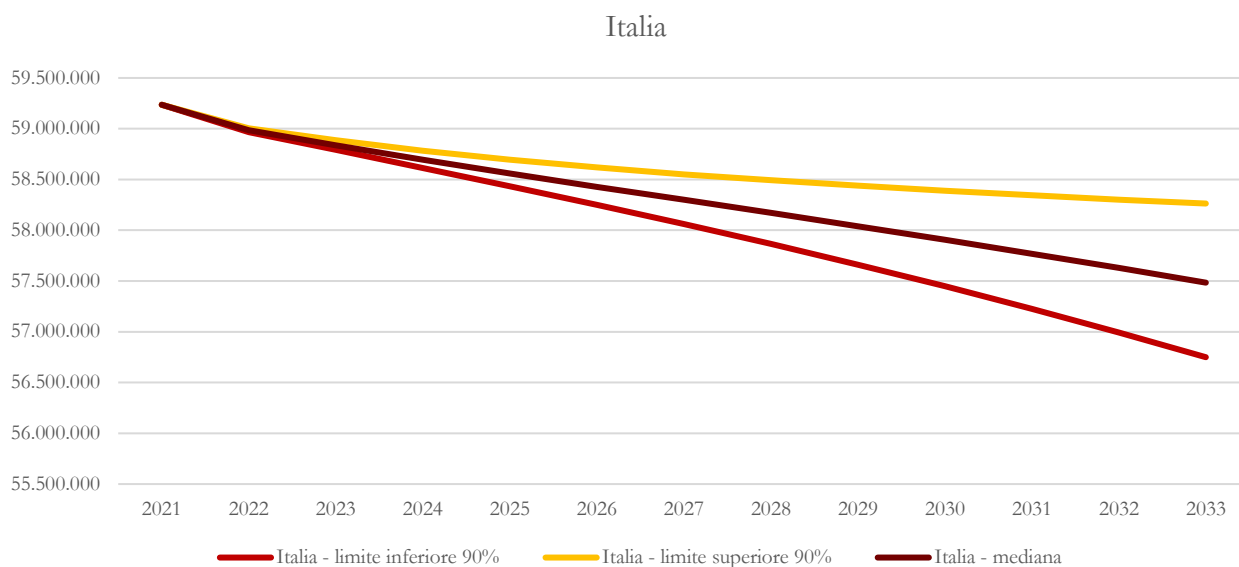


Figura 5.3 – Proiezioni demografiche per l'Italia fonte Istat

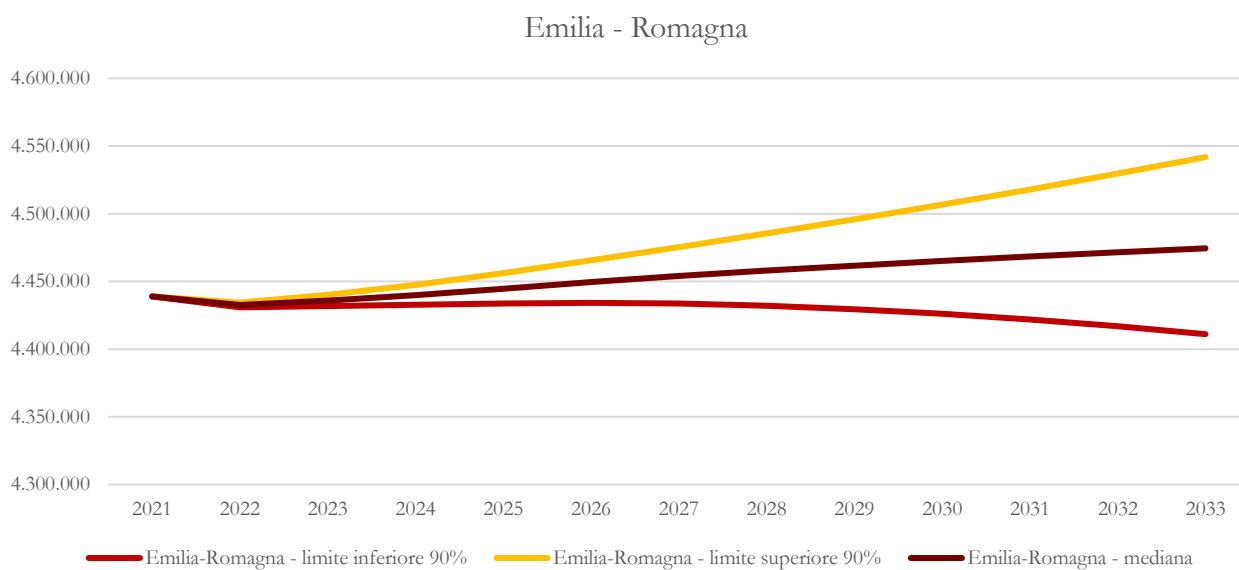


Figura 5.4 – Proiezioni demografiche per l'Emilia – Romagna fonte Istat

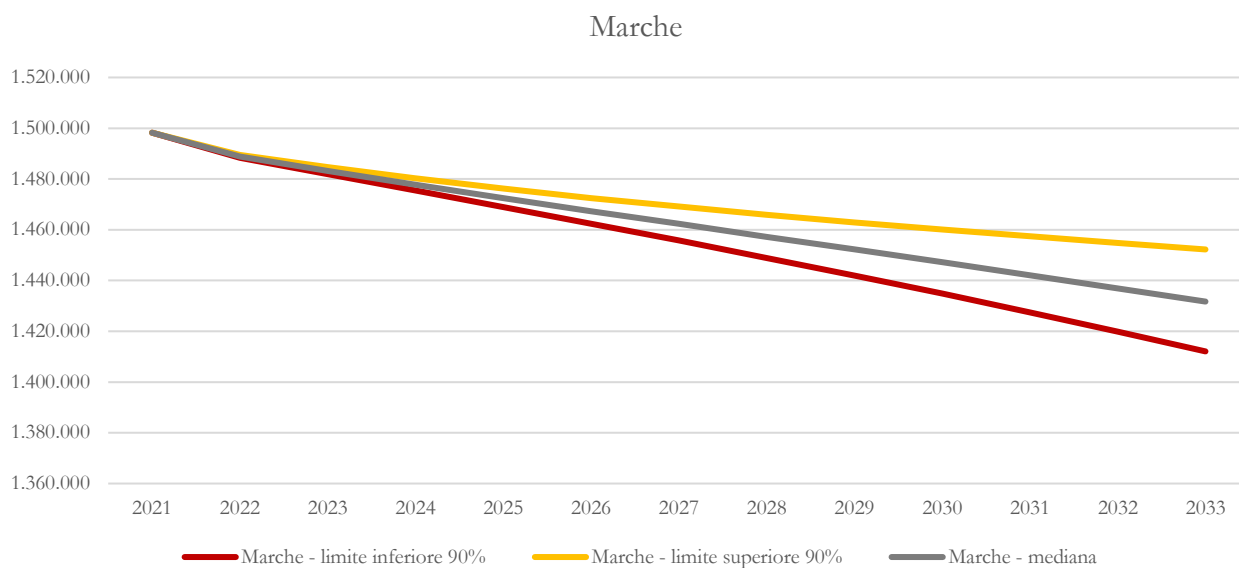


Figura 5.5 – Proiezioni demografiche per le Marche fonte Istat

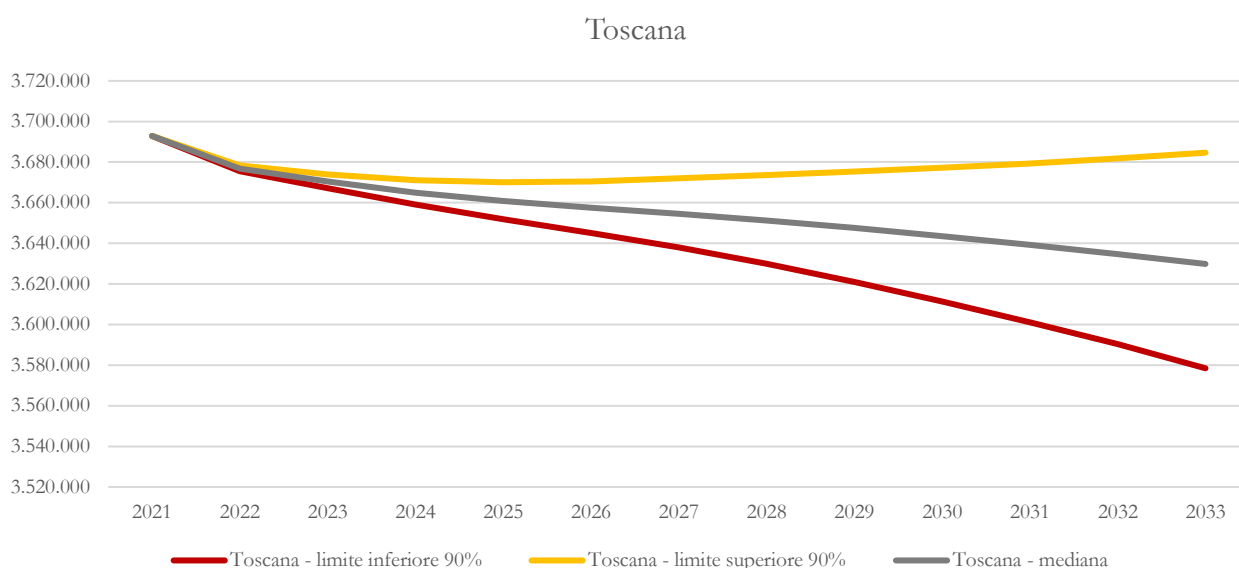


Figura 5.6 – Proiezioni demografiche per la Toscana fonte Istat

Al termine dell'analisi, la scelta dello scenario da adottare per la proiezione della popolazione al 2033 è ricaduta su quello “mediano” (Tabella 2), ritenuto più cautelativo rispetto agli altri due selezionati, che presentavano una variabilità troppo ampia tra loro.

5.2.2.2 Proiezioni macro-economiche

Utilizzando le serie storiche fornite da Istat ed estrapolando la serie di PIL a prezzi concatenati (anno 2015, con l'ultimo valore puntuale a disposizione al 2021) è stato possibile stimare l'evoluzione del Prodotto Interno Lordo (PIL) reale italiano al 2022 applicando la crescita indicata da Banca d'Italia (registrata nel 2022 rispetto all'anno precedente). In seguito, per il periodo 2023 – 2025, sono state adottate le stime di crescita indicate dal Governo nel I NADEF²³ pubblicato in data 28-set-2022, mentre per il biennio 2026 – 2027, le stime di crescita fornite dall'*International Monetary Fund* (IMF).²⁴ Infine, per la stima del PIL sino al 2033, per il periodo 2027 – 2033 è stata adottata la media delle crescite registrate tra il 2018 ed il 2019, ovvero la crescita di PIL nel biennio pre-pandemico e non affetto da crisi economiche.

Tabella 5.4 – Referenze e relative stime di crescita del prodotto interno lordo

Ente	Fonte	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2027 - 2033
Ministero dell'Economia e delle Finanze	Nota di aggiornamento al Documento di Economia e Finanza, Settembre 2022	3,30%	0,60%	1,80%	1,50%	-	-	
Fondo Monetario Internazionale	Stime di crescita PIL Reale, Fondo Monetario internazionale, Dicembre 2022					1,10%	0,74%	
	Media delle crescite registrate tra il 2018 ed il 2019							0,70%

A partire dall'ultimo anno a disposizione, applicando le percentuali di crescita riportate in *Tabella 5.4* è stata ipotizzata la crescita del PIL reale indicata in *Tabella 5.5*:

Tabella 5.5 – Stime di Crescita del Prodotto Interno Lordo (PIL) 2022 – 2033 in milioni di €

	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Italy	1.733.880 €	1.744.283 €	1.775.681 €	1.802.316 €	1.821.492 €	1.835.008 €
Emilia-Romagna	160.111 €	161.071 €	163.971 €	166.430 €	168.201 €	169.449 €
Toscana	111.259 €	111.926 €	113.941 €	115.650 €	116.880 €	117.748 €
Marche	41.176 €	41.423 €	42.169 €	42.802 €	43.257 €	43.578 €

	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Italy	1.847.936 €	1.860.954 €	1.874.065 €	1.887.268 €	1.900.564 €	1.913.954 €
Emilia-Romagna	170.643 €	171.845 €	173.056 €	174.275 €	175.503 €	176.739 €
Toscana	118.577 €	119.413 €	120.254 €	121.101 €	121.954 €	122.813 €
Marche	43.885 €	44.194 €	44.505 €	44.819 €	45.135 €	45.453 €

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica delle proiezioni del PIL reale italiano.

²³ [Nota di Aggiornamento – Documento di Economia e Finanza 2022](#)

²⁴ [International Monetary Fund](#)

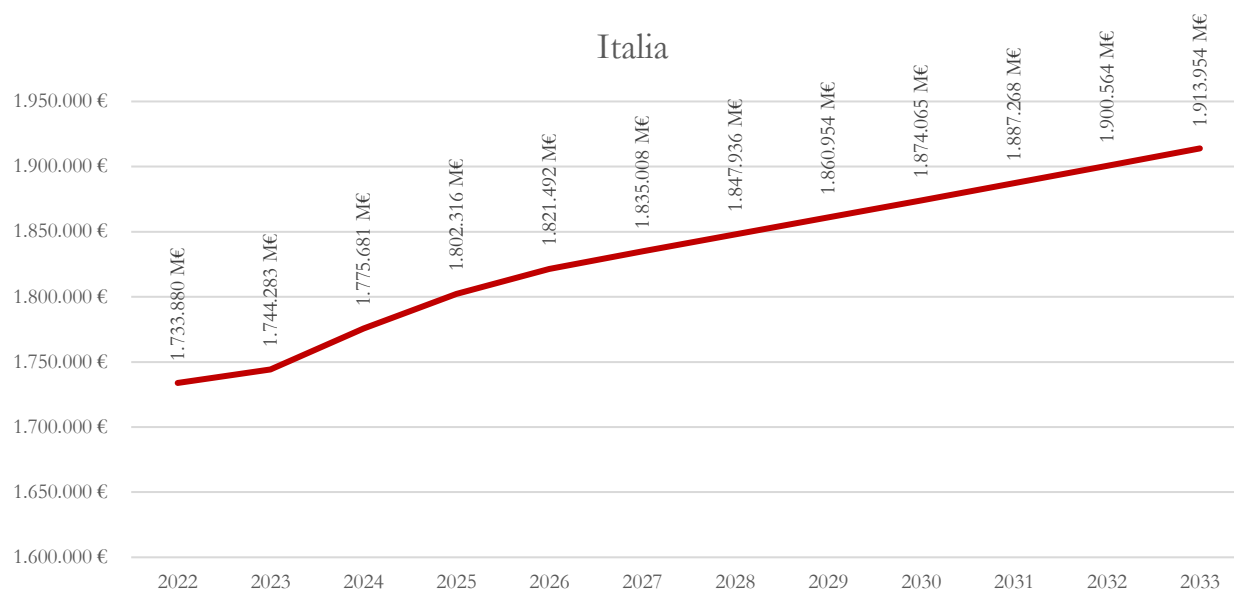


Figura 5.7 – Proiezione Prodotto Interno Lordo italiano in milioni di €

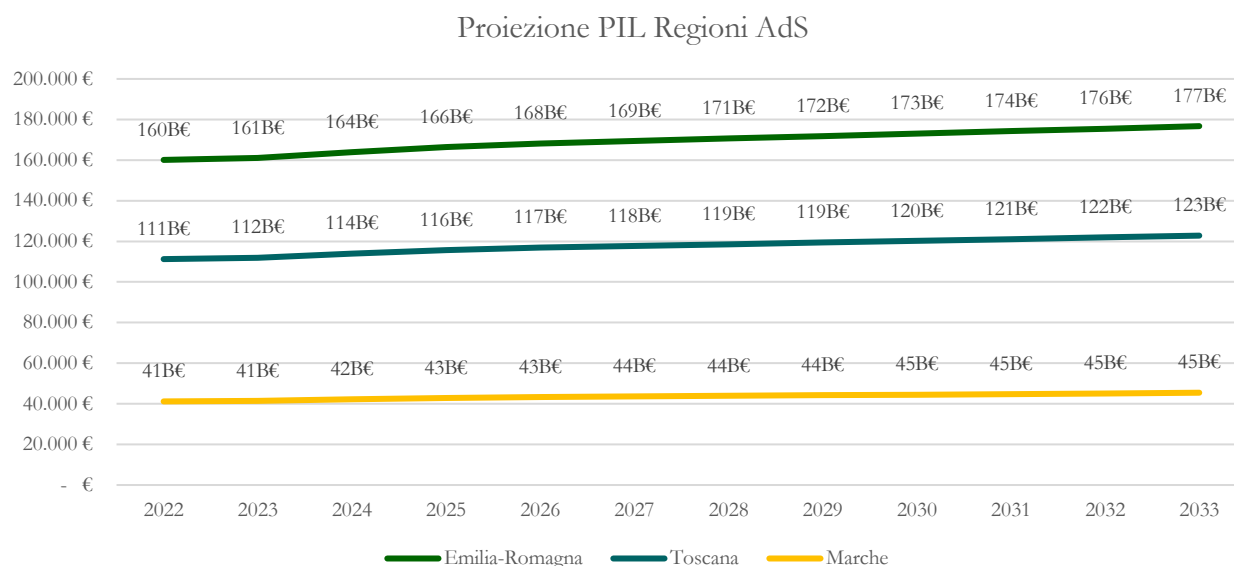


Figura 5.8 – Proiezione Prodotto Interno Lordo regionale in miliardi (B) di €

Secondo le stime qui riportate, il Prodotto Interno Lordo dell'Italia crescerà ad un CAGR pari a 0,9 punti percentuali tra il 2022 ed il 2031 e del 2,8% se si analizza il Prodotto Interno Lordo a prezzi costanti (PIL nominale). Infatti, rispetto alle proiezioni di PIL nominale (a prezzi correnti) effettuate per ciascuna provincia dell'Area di Studio, è possibile tracciare l'andamento indicato in *Tabella 5.6* ipotizzando una crescita uniforme tra le provincie dell'Area di Studio. Di seguito sono presentati i risultati dell'analisi.

Tabella 5.6 – Stime di Crescita del Prodotto Interno Lordo (PIL) nominale 2022 – 2033 in milioni di €

Provincia di	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Piacenza	10.259 €	10.710 €	11.171 €	11.562 €	11.923 €	12.296 €
Parma	18.658 €	19.479 €	20.317 €	21.028 €	21.685 €	22.363 €
Reggio nell'Emilia	20.803 €	21.718 €	22.652 €	23.445 €	24.178 €	24.933 €
Modena	28.411 €	29.661 €	30.937 €	32.020 €	33.021 €	34.053 €
Bologna	45.439 €	47.438 €	49.478 €	51.210 €	52.810 €	54.461 €
Ferrara	9.829 €	10.261 €	10.703 €	11.077 €	11.424 €	11.781 €
Ravenna	13.259 €	13.842 €	14.438 €	14.943 €	15.410 €	15.892 €
Forlì-Cesena	13.886 €	14.497 €	15.120 €	15.649 €	16.138 €	16.643 €
Rimini	11.027 €	11.512 €	12.008 €	12.428 €	12.816 €	13.217 €
Firenze	45.102 €	47.086 €	49.111 €	50.830 €	52.419 €	54.057 €
Pesaro e Urbino	10.670 €	11.139 €	11.618 €	12.025 €	12.401 €	12.788 €

Provincia di	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Piacenza	12.507 €	12.721 €	12.939 €	13.161 €	13.387 €	13.616 €
Parma	22.747 €	23.137 €	23.533 €	23.937 €	24.347 €	24.765 €
Reggio nell'Emilia	25.361 €	25.796 €	26.238 €	26.688 €	27.146 €	27.611 €
Modena	34.637 €	35.231 €	35.835 €	36.449 €	37.074 €	37.710 €
Bologna	55.395 €	56.345 €	57.311 €	58.294 €	59.294 €	60.311 €
Ferrara	11.983 €	12.188 €	12.397 €	12.610 €	12.826 €	13.046 €
Ravenna	16.164 €	16.441 €	16.723 €	17.010 €	17.302 €	17.599 €
Forlì-Cesena	16.928 €	17.219 €	17.514 €	17.814 €	18.120 €	18.430 €
Rimini	13.444 €	13.674 €	13.909 €	14.147 €	14.390 €	14.636 €
Firenze	54.984 €	55.927 €	56.886 €	57.862 €	58.854 €	59.863 €
Pesaro e Urbino	13.008 €	13.231 €	13.458 €	13.688 €	13.923 €	14.162 €

5.2.2.3 Proiezione Forza Lavoro

Come sopra, per “Forza lavoro” si intende il numero di occupati ed è una delle tre variabili necessarie alla composizione degli scenari di simulazione. Le proiezioni disponibili sono state analizzate, oltre che per le Province dell’Area di Studio, anche per le Regioni Italiane e per l’Italia. Pertanto, per la definizione di una stima puntuale delle variazioni della consistenza della forza lavoro si è proceduto come segue:

- I. A partire dall’ultimo dato ITAT²⁵ è stato calcolato, sulle serie storiche di occupati e popolazione aggregati per provincia, il rapporto occupati/popolazione.
- II. Successivamente è stata calcolata la crescita tendenziale del rapporto occupati / popolazione in Italia conoscendo:
 - a. l’evoluzione del numero di occupati attraverso le stime di crescita della forza lavoro fornite dal Governo nel documento NADEF (Tabella 5.7)

²⁵ [ISTAT \(2021\)](#)

Tabella 5.7 – Fonti e crescite adottate per l'evoluzione della forza lavoro in Italia

Ente	Fonte	2022	2023	2024	2025	2026 - 2033
Ministero dell'Economia e delle Finanze	Nota di aggiornamento al Documento di Economia e Finanza, novembre 2022	2,30%	0,30%	0,90%	0,80%	0,67% (*)

(*) media delle crescite registrate tra il 2023 ed il 2025

b. l'evoluzione della popolazione fornite da Istat (vedi cap. *Proiezioni demografiche*)

III. In seguito, per ciascun'area, il rapporto di crescita occupati/popolazione (ricavato al punto I) è stato proiettato adottando le crescite che si ritengono valide per l'Italia mettendo in relazione il numero numeratore (ricavato al punto II.a) e denominatore (ricavato al punto II.b) durante gli anni 2022 – 2027.

Tabella 5.8 – Tassi di crescita del rapporto occupati/popolazione in Italia

	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Italia	2,66%	0,73%	1,15%	1,04%	0,90%	0,89%

	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Italia	0,89%	0,89%	0,89%	0,90%	0,91%	0,91%

IV. Infine, essendo note le proiezioni di popolazione per ciascuna area geografica, così come descritto attraverso lo scenario “mediano” (vedi cap. *Proiezioni demografiche*), è stato sufficiente moltiplicare queste ultime per il rapporto occupati/popolazione (ricavato al punto IV), ottenendo come risultato il numero di occupati per ciascuna delle Province dell'Area di Studio per il periodo oggetto di osservazione.

In Tabella 5.9 sono riportati i tassi di crescita aggregati previsti in ciascuna Regione dell'Area di Studio.

Tabella 5.9 – Crescita della forza lavoro nelle regioni facenti parte dell'AdS

Proiezioni della forza lavoro	CAGR (2022 - 2031)	CAGR (2021 - 2033)
Emilia-Romagna	1,0%	1,0%
Toscana	0,8%	0,8%
Marche	0,5%	0,5%

I risultati, in Tabella 5.10, così ottenuti sono riportati di seguito.

Tabella 5.10 – Proiezioni occupati 2021-2035 (in migliaia)

Territorio	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Italia	24.921	25.494	25.570	25.801	26.007	26.180	26.355
Piemonte	1.906	1.949	1.953	1.969	1.983	1.994	2.005
Valle d'Aosta / Vallée d'Aoste	57	58	58	59	59	59	59
Liguria	649	662	661	666	671	674	677
Lombardia	4.602	4.706	4.735	4.792	4.841	4.884	4.927
Trentino Alto Adige / Südtirol	509	521	525	533	541	547	554
Veneto	2.196	2.244	2.253	2.277	2.299	2.319	2.338
Friuli-Venezia Giulia	541	552	554	559	564	568	572
Emilia-Romagna	2.092	2.141	2.154	2.180	2.205	2.227	2.249

<i>Provincia di Piacenza</i>	132	135	136	138	139	141	142
<i>Provincia di Parma</i>	215	220	222	224	227	229	232
<i>Provincia di Reggio nell'Emilia</i>	252	258	259	263	266	268	271
<i>Provincia di Modena</i>	326	334	336	340	344	347	351
<i>Provincia di Bologna</i>	486	497	499	506	511	516	522
<i>Provincia di Ferrara</i>	158	161	162	164	166	167	169
<i>Provincia di Ravenna</i>	183	187	188	191	193	195	197
<i>Provincia di Forlì-Cesena</i>	183	187	188	191	193	195	197
<i>Provincia di Rimini</i>	157	161	162	164	166	168	170
Toscana	1.672	1.703	1.707	1.724	1.740	1.753	1.767
<i>Provincia di Firenze</i>	458	465	466	471	475	479	483
Umbria	379	386	387	391	395	398	401
Marche	664	676	677	682	687	690	694
<i>Provincia di Pesaro e Urbino</i>	162	165	165	166	167	168	169
Lazio	2.517	2.577	2.589	2.616	2.641	2.663	2.685
Abruzzo	534	546	547	551	554	557	559
Molise	113	115	114	114	115	115	115
Campania	1.973	2.026	2.029	2.042	2.055	2.065	2.075
Puglia	1.412	1.446	1.448	1.457	1.465	1.471	1.476
Basilicata	206	210	210	210	211	211	212
Calabria	635	650	649	652	654	656	658
Sicilia	1.612	1.655	1.655	1.665	1.673	1.679	1.684
Sardegna	651	667	667	671	673	675	677

Territorio	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Italia	26.707	26.885	27.065	27.245	27.427	27.610	27.794
Piemonte	2.027	2.037	2.049	2.060	2.071	2.083	2.095
Valle d'Aosta / Vallée d'Aoste	60	60	61	61	61	61	62
Liguria	684	687	691	694	698	702	705
Lombardia	5.012	5.055	5.099	5.144	5.190	5.237	5.285
Trentino Alto Adige / Südtirol	567	574	581	588	595	602	609
Veneto	2.378	2.397	2.417	2.437	2.457	2.478	2.498
Friuli-Venezia Giulia	580	584	588	593	597	601	606
Emilia-Romagna	2.294	2.316	2.339	2.362	2.385	2.409	2.432
<i>Provincia di Piacenza</i>	<i>145</i>	<i>146</i>	<i>148</i>	<i>149</i>	<i>151</i>	<i>152</i>	<i>154</i>
<i>Provincia di Parma</i>	<i>236</i>	<i>238</i>	<i>241</i>	<i>243</i>	<i>245</i>	<i>248</i>	<i>250</i>
<i>Provincia di Reggio nell'Emilia</i>	<i>276</i>	<i>279</i>	<i>282</i>	<i>285</i>	<i>287</i>	<i>290</i>	<i>293</i>
<i>Provincia di Modena</i>	<i>358</i>	<i>361</i>	<i>365</i>	<i>368</i>	<i>372</i>	<i>375</i>	<i>379</i>
<i>Provincia di Bologna</i>	<i>532</i>	<i>537</i>	<i>542</i>	<i>548</i>	<i>553</i>	<i>559</i>	<i>564</i>
<i>Provincia di Ferrara</i>	<i>173</i>	<i>174</i>	<i>176</i>	<i>178</i>	<i>179</i>	<i>181</i>	<i>183</i>
<i>Provincia di Ravenna</i>	<i>201</i>	<i>203</i>	<i>205</i>	<i>207</i>	<i>209</i>	<i>211</i>	<i>213</i>
<i>Provincia di Forlì-Cesena</i>	<i>201</i>	<i>203</i>	<i>205</i>	<i>207</i>	<i>209</i>	<i>211</i>	<i>213</i>
<i>Provincia di Rimini</i>	<i>173</i>	<i>175</i>	<i>176</i>	<i>178</i>	<i>180</i>	<i>182</i>	<i>183</i>
Toscana	1.796	1.810	1.824	1.839	1.853	1.868	1.882
<i>Provincia di Firenze</i>	<i>490</i>	<i>494</i>	<i>498</i>	<i>502</i>	<i>506</i>	<i>510</i>	<i>514</i>
Umbria	408	411	414	417	421	424	427
Marche	702	706	709	713	717	721	725
<i>Provincia di Pesaro e Urbino</i>	<i>171</i>	<i>172</i>	<i>173</i>	<i>174</i>	<i>175</i>	<i>176</i>	<i>177</i>
Lazio	2.732	2.755	2.778	2.801	2.823	2.846	2.868
Abruzzo	565	568	571	574	577	580	583
Molise	115	115	116	116	116	117	117
Campania	2.097	2.108	2.119	2.129	2.140	2.151	2.161
Puglia	1.488	1.494	1.500	1.505	1.511	1.516	1.521
Basilicata	212	213	213	213	213	214	214
Calabria	662	664	666	668	670	672	674
Sicilia	1.696	1.702	1.708	1.713	1.719	1.725	1.730
Sardegna	680	682	683	685	686	688	689

Di seguito, una rappresentazione grafica di quanto riportato in *Tabella 5.10*.

Proiezione Forza Lavoro Italia

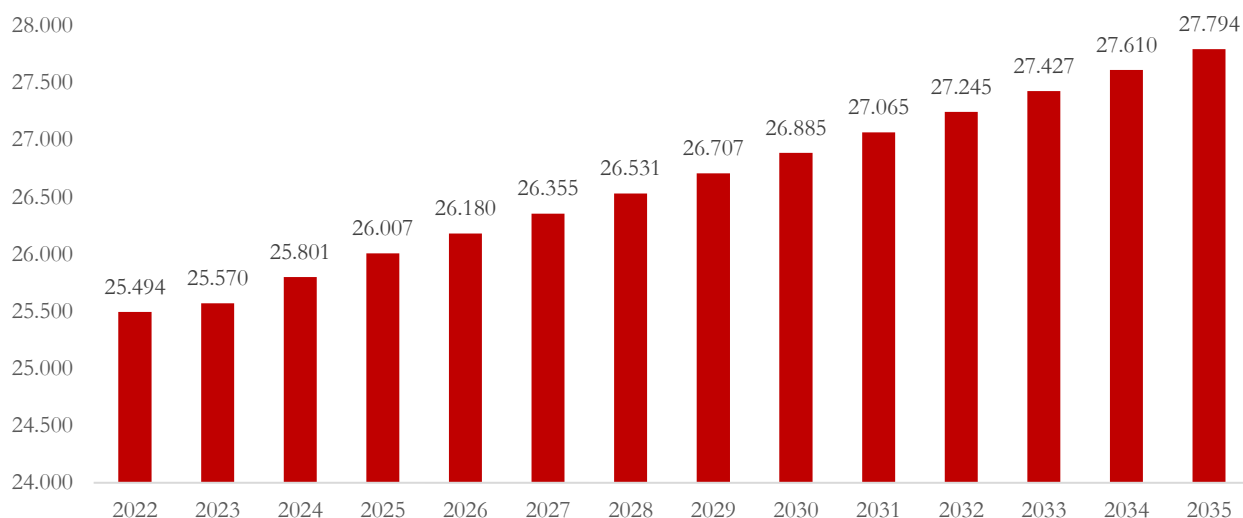


Figura 5.9 – Proiezioni Occupati sul territorio nazionale

Proiezione Forza Lavoro Regioni (Area di Studio)

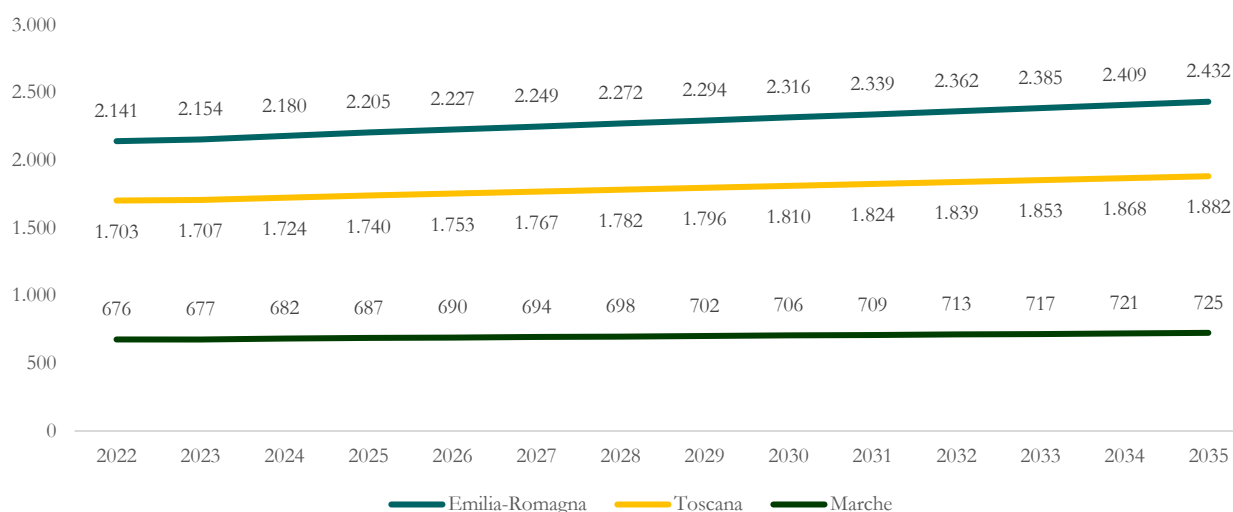


Figura 5.10 – Proiezioni Occupati sul territorio delle regioni facenti parte dell'Area di Studio

Le figure e Figura 5.9 e Figura 5.10 evidenziano che le proiezioni della variabile “numero di occupati” godono di un andamento di crescita positivo negli orizzonti temporali considerati sia su territorio nazionale che su territorio regionale.

Tale crescita è da implicarsi all' effetto di contrazione della popolazione residente, a cui però si aggiunge un incremento del PIL, riconducibile all'aumento del numero di occupati.

5.2.3 INTERVENTI PIANIFICATI NELL'AREA DI STUDIO

5.2.3.1 Interventi di potenziamento della rete ferroviaria merci: nodo ferroviario di Ferrara

Il progetto di potenziamento del nodo ferroviario di Ferrara prevede l'interramento di due linee – linea FER Ferrara-Codigoro e linea RFI Ferrara - Ravenna – che attraversano la città di Ferrara, ed il completamento della Bretella Suzzara-Ravenna-Rimini che interessa in modo particolare il traffico merci diretto soprattutto al Porto di

Ravenna. Tali realizzazioni consentiranno di alleggerire in modo consistente il traffico sia ferroviario sia viario e che rientrano in un intervento complessivo sul nodo di Ferrara pari a circa 67 milioni di euro.

Nel dettaglio, l'opera unifica in un'unica sede ferroviaria – da realizzare in buona parte in trincea e galleria artificiale – le due linee ferroviarie a singolo binario esistenti che, in uscita dalla stazione di Ferrara, si dirigono rispettivamente verso Codigoro (linea FER) e verso Ravenna-Rimini (Linea RFI), risolvendo le relative interferenze ferroviarie con la viabilità stradale della città di Ferrara. Nell'ambito urbano, questo progetto prevede la ricucitura urbana tra due parti della città, con la creazione di piste ciclabili, spazi di arredo e verde urbano, riorganizzazione delle fermate bus e attraversamenti dedicati. Saranno poi eliminati due passaggi a livello, uno dei quali particolarmente trafficato sulla via Bologna, con impatti positivi sul traffico, la sicurezza ferroviaria e l'ambiente, dovuto alle minori emissioni in atmosfera da vetture in sosta o in coda e al minore impatto acustico.

Inoltre, il completamento della Bretella Suzzara-Ravenna, opera parzialmente realizzata, che si sviluppa in trincea/galleria artificiale, ha lo scopo di collegare direttamente le linee Suzzara – Ferrara e Ferrara - Ravenna, creando un by-pass sulla stazione di Ferrara che costituisce parte dell'itinerario merci alternativo tra il corridoio adriatico ed il Centro-Nord Europa. In questo modo si consente al traffico merci di transitare sul collegamento tra il Porto di Ravenna e l'asse Brennero, senza entrare in stazione per invertire il senso di marcia.

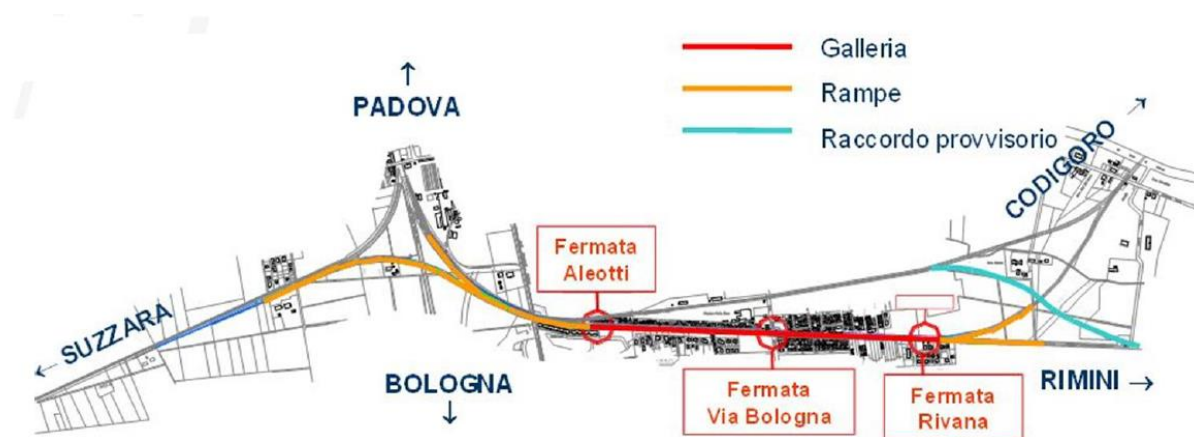


Figura 5.11 – Planimetria dell'intervento di potenziamento del nodo ferroviario di Ferrara

5.2.3.2 Interventi infrastrutturali di sviluppo del porto di Ravenna

Interventi di potenziamento dell'accessibilità nautica

Il porto di Ravenna occupa una posizione di rilievo sia a livello nazionale, sia a livello di bacino adriatico: è infatti il 1° porto del Mare Adriatico e il 1° in Italia per la movimentazione di rinfuse solide. La rilevanza strategica del porto di Ravenna è confermata anche dalla pianificazione comunitaria: il porto di Ravenna è infatti un porto della rete centrale Europea, che appartiene ai corridoi Baltico-Adriatico e Mediterraneo, nonché al Corridoio Ferroviario Merci n. 5. Nell'ambito dello sviluppo del corridoio Baltico-Adriatico è identificato quale piattaforma logistica prioritaria del regolamento Connecting Europe Facility.

L'Autorità di Sistema Portuale del Matra Adriatico centro settentrionale ha in corso ed in previsione significativi interventi per il miglioramento dell'accessibilità nautica e lo sviluppo dei terminal e delle aree logistiche, tra cui in particolare il progetto HUB portuale di Ravenna ed il potenziamento del terminal Ro-Ro/Ro-pax esistente.

Particolarmente rilevante, ai fini dello sviluppo del traffico portuale, è l'intervento dell'Hub portuale, che include lavori di dragaggio dei canali portuali, i conseguenti interventi di adeguamento delle banchine esistenti, la realizzazione di una nuova banchina da destinare a servizio del terminal per contenitori, l'acquisizione e l'apprestamento di aree da adibire a servizi per la logistica. Tale progetto è organizzato in due Fasi:

- la Prima Fase del Progetto, del valore complessivo di 235 milioni euro – finanziati da CIPE, Banca Europea degli Investimenti, Unione Europea (Innovation and Networks Executive Agency) e dalla stessa Autorità di Sistema Portuale – consistono nell’escavo di 5 milioni di metri cubi di sedimenti, per approfondire i fondali del porto sino a -12,5 mt, nel rifacimento del primo lotto di banchine esistenti (per oltre 6,5 km) per adeguarle ai nuovi fondali e nella realizzazione di una nuova banchina della lunghezza di oltre 1.000 mt in Penisola Trattaroli da destinarsi principalmente a Terminal Container.
- la Seconda Fase del Progetto, del valore complessivo 230 milioni, interamente finanziati con risorse derivanti dal Fondo Infrastrutture del Ministero e da risorse derivanti dal PNRR, oltre che da risorse della stessa Autorità, prevede l’adeguamento di ulteriori banchine, l’approfondimento dei fondali a -14,50 mt e la realizzazione di un impianto di trattamento dei materiali risultanti dall’escavo.

Figura 5.12 – Progetto HUB portuale di Ravenna – approfondimento fondali (FASE I e FASE II)

La realizzazione del progetto Hub Portuale di Ravenna consentirà di superare progressivamente la marginalizzazione dello scalo in rapporto alle dimensioni della flotta mondiale, ed in particolare la Fase II del progetto consentirà l'accesso a pieno carico di navi di stazza lorda sino a 40-50 mila tonnellate (Panamax e post-Panamax), ovvero a circa il 60-70% della flotta mondiale in unità (corrispondenti a circa il 40-50% della flotta in stazza lorda), ovvero alla quasi totalità delle navi che sono di interesse dei potenziali traffici del porto di Ravenna.

Nel Porto di Ravenna sono in corso investimenti di RFI per circa 78 milioni di euro per migliorare l'accessibilità di ultimo miglio ferroviaria e per sviluppare servizi intermodali. In particolare, gli investimenti riguardano:

3. Realizzazione del nuovo cavalcaferrovia Teodorico e il prolungamento del sottopassaggio della stazione ferroviaria di Ravenna (già completati)
4. Potenziamento della stazione merci Sinistra Candiano
 - a. 7 nuovi binari arrivo/partenza in aggiunta ai 5 attuali e centralizzazione ed elettrificazione di tutto il fascio investimento
 - b. “bretella” (già ultimata) che permette ai treni merci di bypassare la stazione di Ravenna
 - c. Realizzazione della nuova stazione merci
5. Realizzazione della nuova stazione merci Destra Candiano
 - a. centralizzazione ed elettrificazione dei 6 binari esistenti, costruzione di 3 nuovi binari ed elettrificazione della tratta di collegamento con l’attuale stazione di Ravenna

La figura di seguito mostra la localizzazione degli interventi previsti.



Figura 5.13 – Investimenti per l’accessibilità ferroviaria al porto di Ravenna

Infine, nell’ambito portuale, sono previsti ulteriori interventi per lo sviluppo del traffico ferroviario, ovvero la realizzazione dei collegamenti ferroviari alle nuove aree logistiche retroportuali (L2 ed L3) e del collegamento ferroviario al terminal RoRo, attualmente non collegato alla rete ferroviaria.



Figura 5.14 – Collegamenti ferroviari alle nuove aree logistiche ed al terminal Ro-Ro

5.2.4 IPOTESI RELATIVE ALL'OFFERTA DEI SERVIZI DI TRASPORTO PASSEGGERI

In questo paragrafo sono esposte le ipotesi di esercizio formulate nell'ambito del presente Studio e che riguardano i servizi passeggeri.

Per il trasporto regionale, queste ipotesi derivano dalla possibile evoluzione dell'Accordo Quadro in essere tra il Gestore Infrastruttura e la Regione Emilia-Romagna; per quello a lunga percorrenza riflettono invece le richieste formulate dalle IIFF al Gestore Infrastruttura.

Lo sviluppo di queste ipotesi, negli orizzonti temporali considerati in queste analisi (2031 e 2033), sono coerenti con l'assetto infrastrutturale considerato nei due sotto-scenari, di riferimento e di progetto, che devono essere simulati al fine di opportunamente "isolare" gli effetti prodotti dagli investimenti in analisi. Gli schemi che seguono mostrano una schematizzazione dell'assetto della rete ferroviaria in corrispondenza di ciascuno degli scenari simulati.

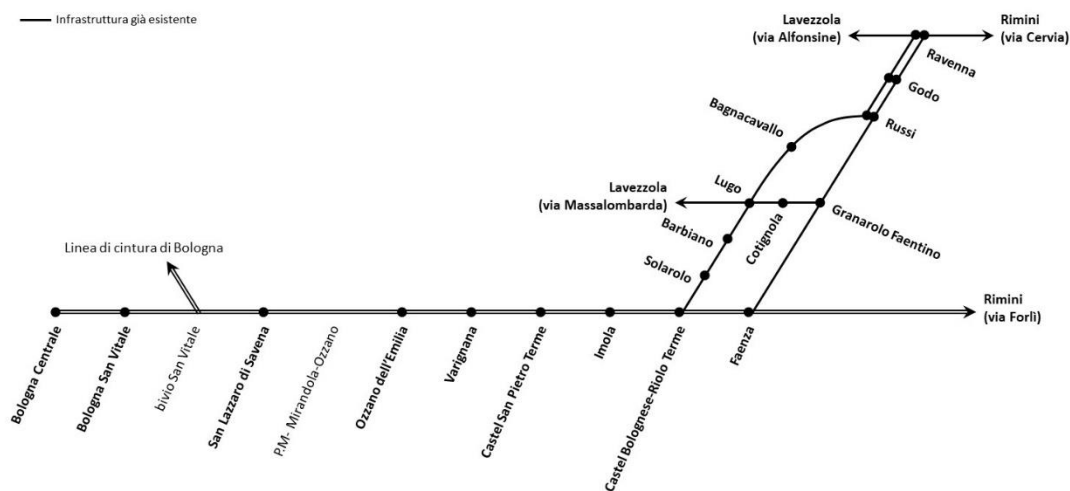


Figura 5.15 – Assetto della rete ferroviaria nello Scenario di Riferimento 2031

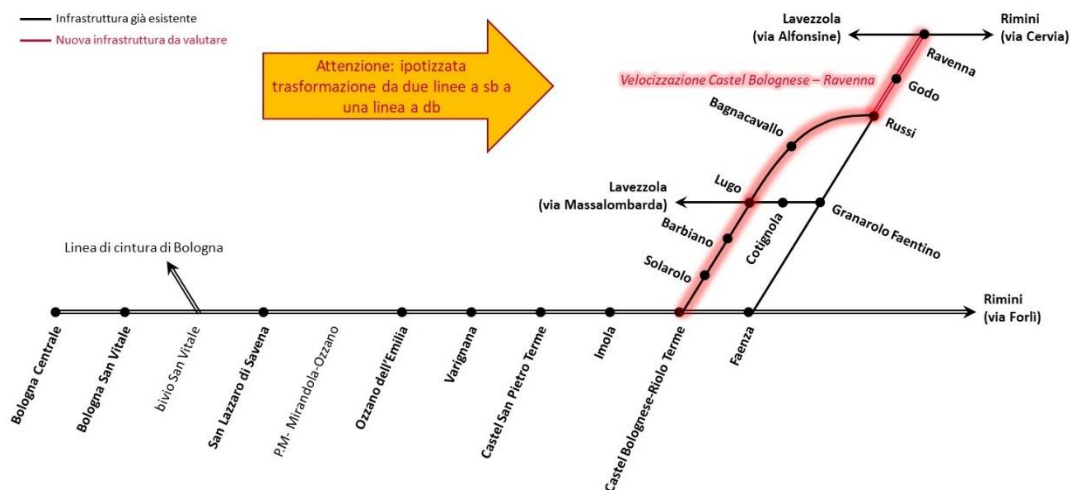


Figura 5.16 – Assetto della rete ferroviaria nello Scenario di Progetto 2031

Al 2031 la differenza tra i due scenari di riferimento e progetto consiste unicamente nell'adeguamento dell'itinerario Castel Bolognese-Riolo Terme - Russi - Ravenna; si precisa che nello scenario di progetto si immagina adeguato il tratto a doppio binario tra Godo e Ravenna che allo stato attuale (ed in quello di riferimento) viene esercito considerando i due binari come linee a binario unico.

Nelle seguenti illustrazioni sono mostrati analogamente gli scenari per l'orizzonte temporale 2033; lo scenario di riferimento al 2033 (si veda la prima delle seguenti figure) corrisponde ovviamente a quello di progetto del 2031.

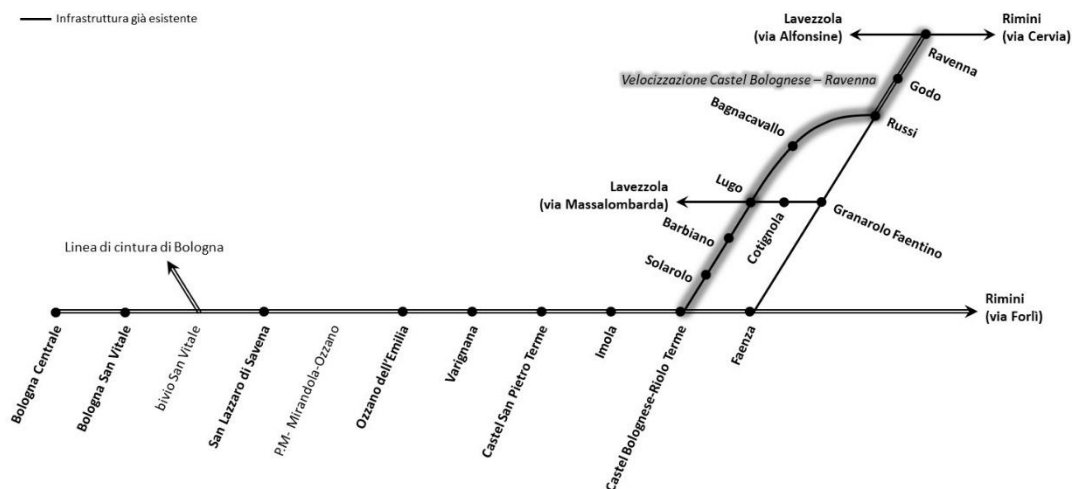


Figura 5.17 – Assetto della rete ferroviaria nello Scenario di Riferimento 2033

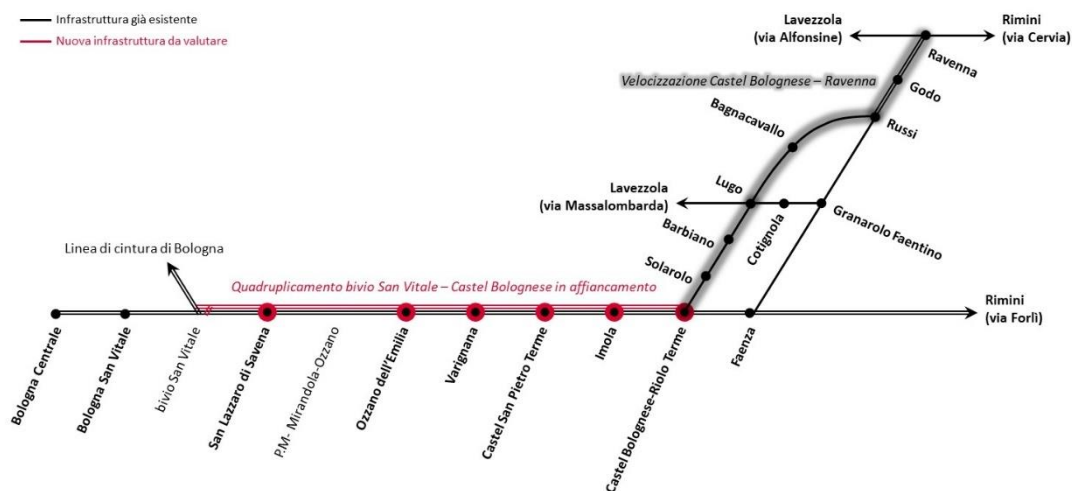


Figura 5.18 – Assetto della rete ferroviaria nello Scenario di Progetto 2033, soluzione in affiancamento alla linea esistente

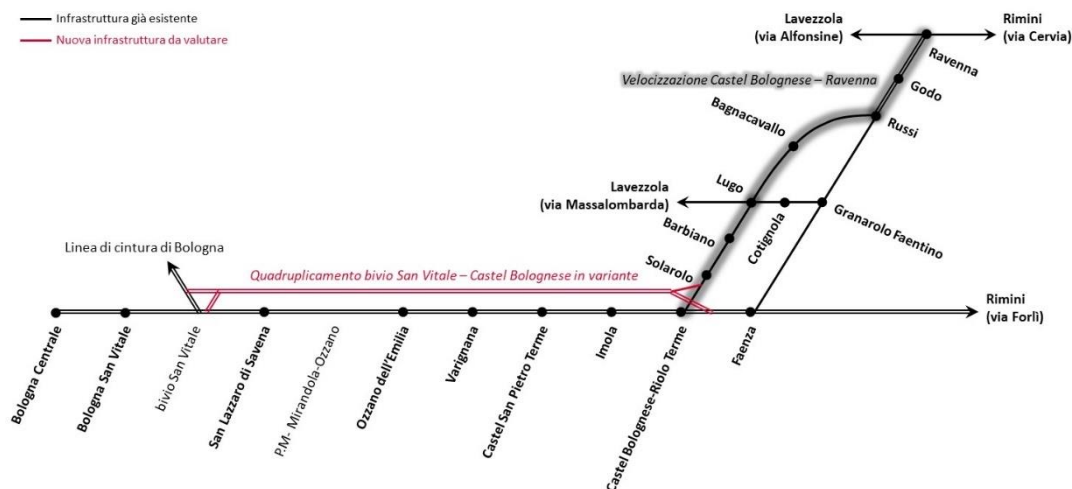


Figura 5.19 – Assetto della rete ferroviaria nello Scenario di Progetto 2033, soluzione in variante

Le schematizzazioni che seguono mostrano i quadri di sintesi dei servizi passeggeri che si ipotizzano circolanti sull'insieme di infrastrutture rappresentate in precedenza. La successione degli scenari dei servizi è la medesima di quella considerata per l'evoluzione infrastrutturale.

Si evidenzia come tra gli scenari di riferimento e progetto al 2031 non si apprezzino modifiche alla frequenza dei vari servizi considerati; l'intervento produce comunque un incremento delle velocità per quei servizi regionali che utilizzano l'itinerario Castel Bolognese-Riolo Terme - Russi - Ravenna oggetto di potenziamento con conseguente riduzione dei tempi di percorrenza su talune relazioni. Ne discende che al 2031 non è necessario produrre valutazioni nel merito della domanda di lunga percorrenza.

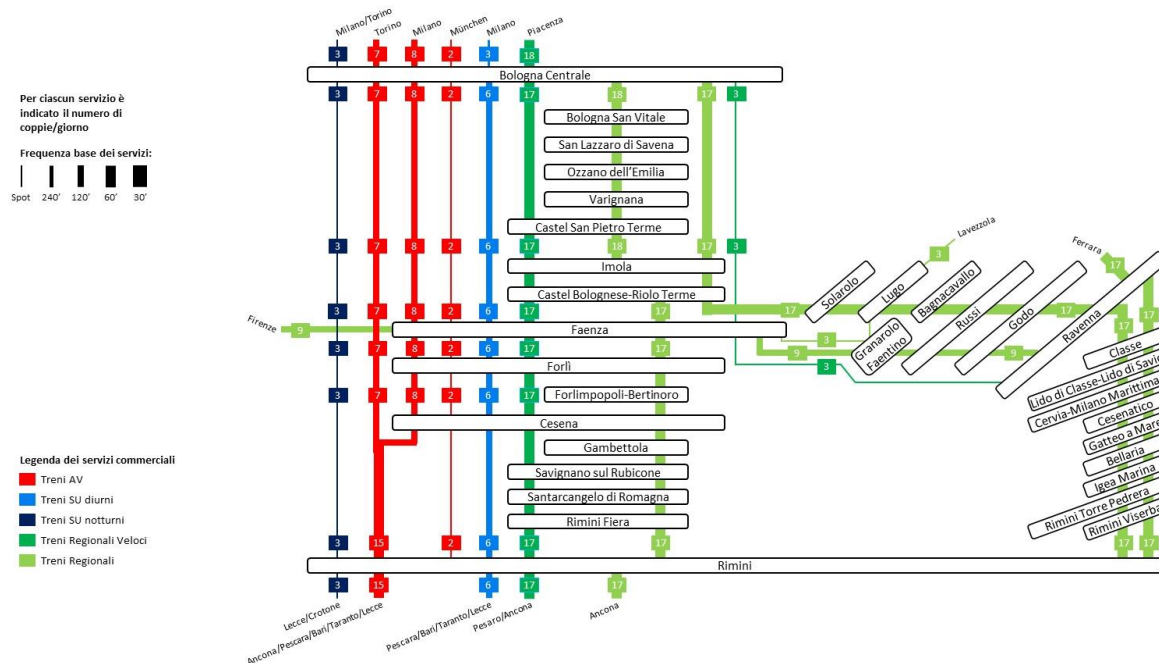


Figura 5.20 – Schema di sintesi dei servizi nello Scenario di Riferimento 2031

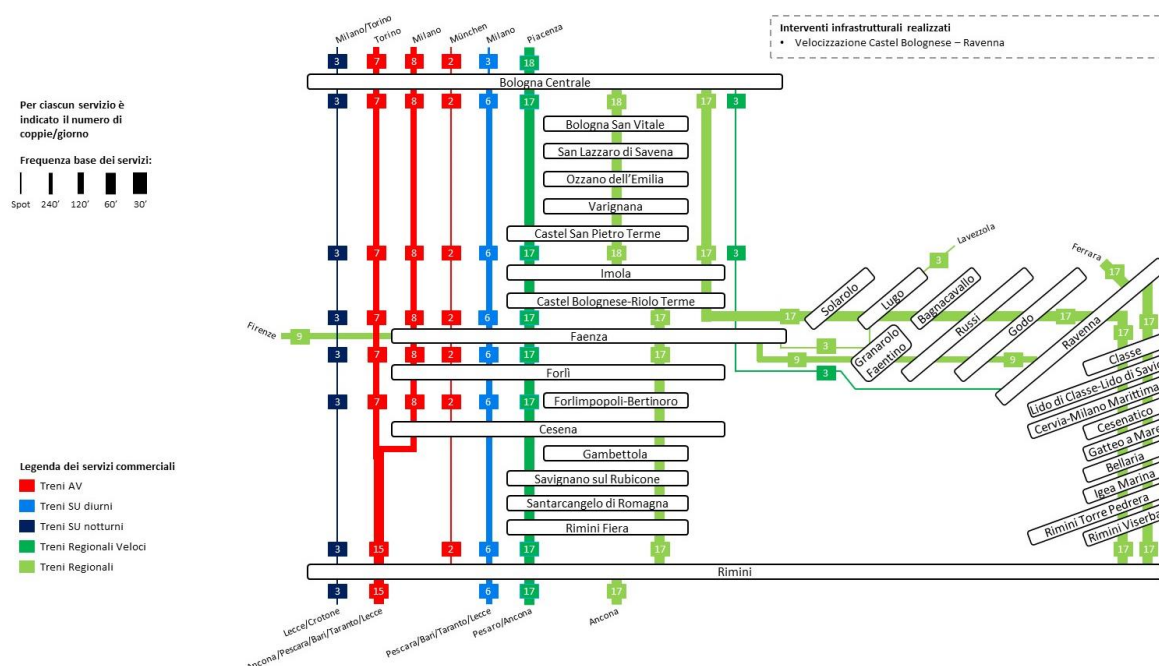


Figura 5.21 – Schema di sintesi dei servizi nello Scenario di Progetto 2031

Nel merito del 2033 vale anzitutto la pena sottolineare come l'insieme di interventi previsti nel *global project* considerato e che al 2033 si ipotizza in esercizio non produca alcun incremento delle frequenze dei servizi di lunga percorrenza, interessando questi anche le tratte della direttrice ferroviaria adriatica poste a sud di Castel Bolognese che non risultano potenziate in alcun modo. Per quanto riguarda questi servizi e in considerazione della “specializzazione” delle due linee a doppio binario presenti nello scenario di progetto tra Bologna e Castel Bolognese, ancorché diversa a seconda della soluzione di raddoppio considerata, si apprezza comunque un aumento delle velocità e una riduzione dei tempi di percorrenza. Per i servizi regionali il quadruplicamento della tratta Bologna Castel Bolognese favorisce l'introduzione di un ulteriore servizio orario cadenzato tra Bologna e Imola; come per i servizi di lunga percorrenza, la specializzazione delle due linee tra Bologna e Castel Bolognese produce riduzioni ai tempi di percorrenza.

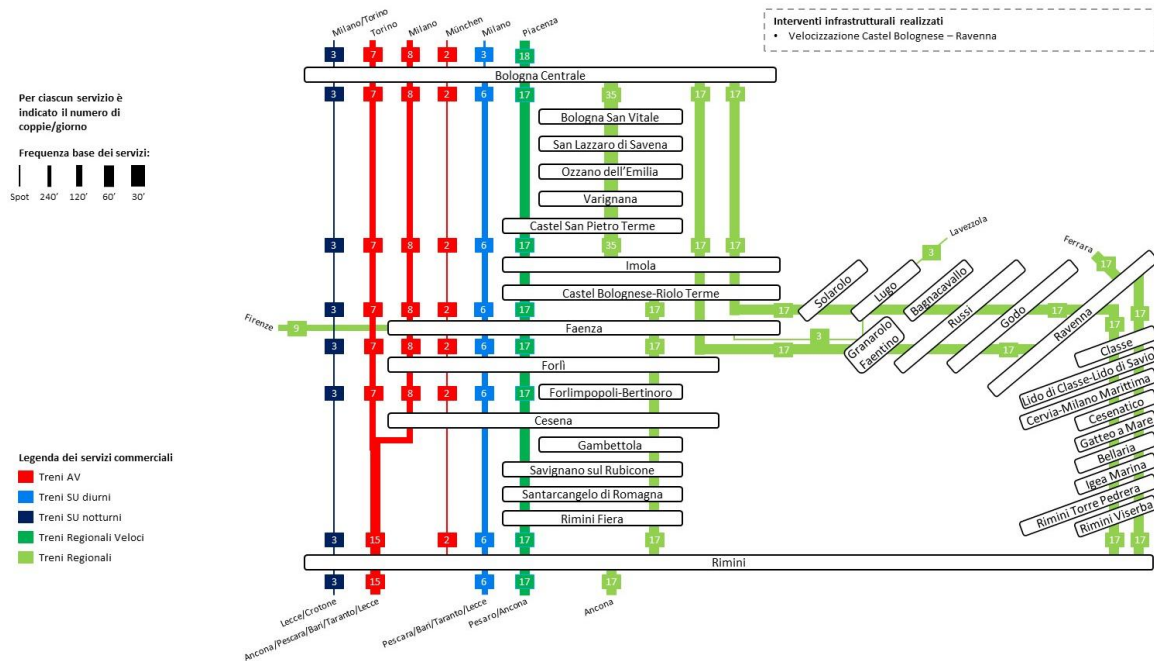


Figura 5.22 – Schema di sintesi dei servizi nello Scenario di Riferimento 2033

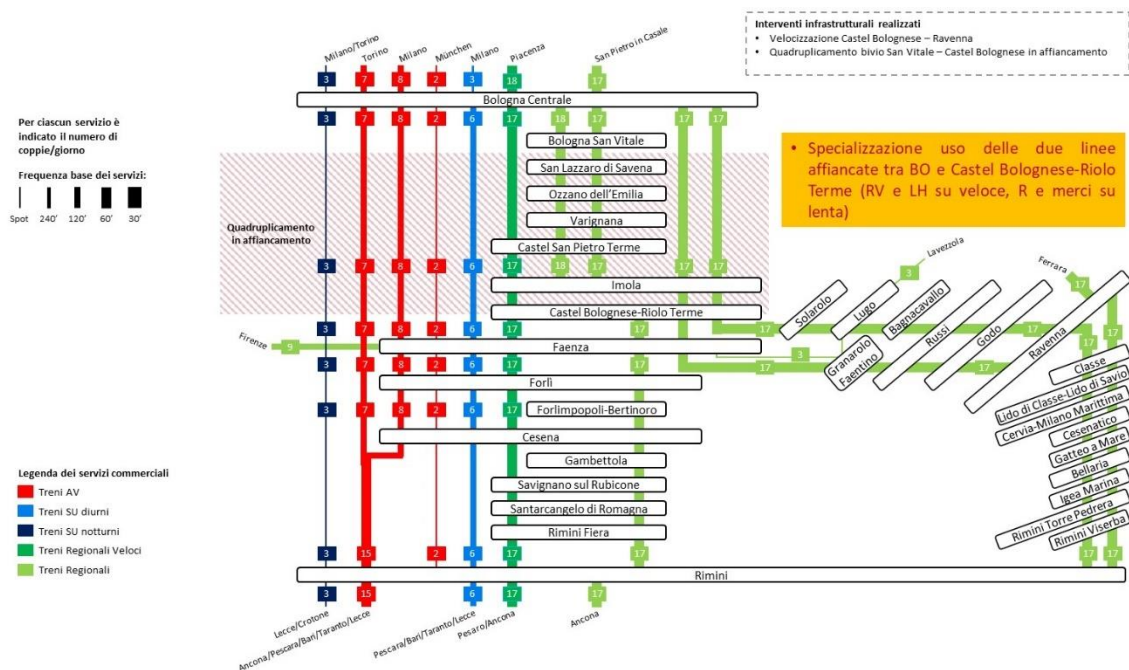


Figura 5.23 – Schema di sintesi dei servizi nello Scenario di Progetto 2033, soluzione in affiancamento alla linea esistente

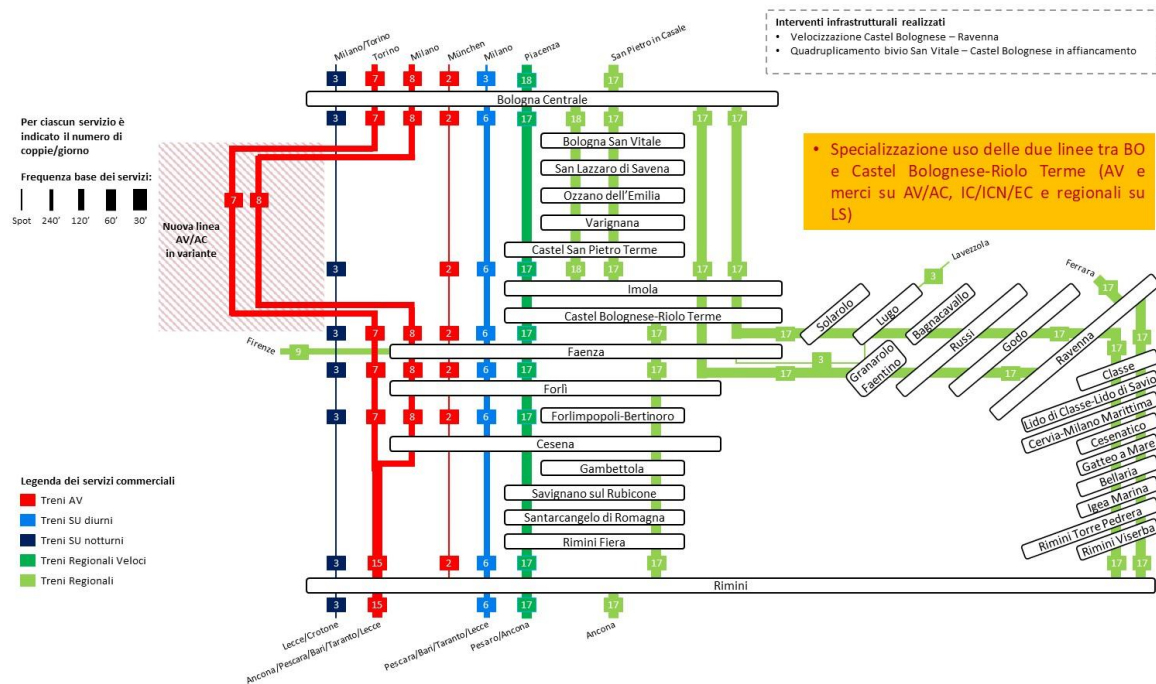


Figura 5.24 – Schema di sintesi dei servizi nello Scenario di Progetto 2033, soluzione in variante

6 LA DOMANDA FUTURA: SINTESI DEI PRINCIPALI RISULTATI

6.1 SCENARI DI SIMULAZIONE

Di seguito si riportano i risultati ottenuti in ciascuno scenario futuro per i servizi nell'area oggetto di analisi.

Per quanto rappresentato al §5.2.4, le analisi da effettuare nell'ambito dello studio di traffico in oggetto prevedono la simulazione - nel sistema di modelli - del set di scenari trasportistici, dipendenti dagli scenari infrastrutturali ai due orizzonti temporali di analisi (2031 e 2033), riportato nella tabella seguente.

Tabella 6.1 – Sintesi degli scenari infrastrutturali oggetto di analisi, articolati rispetto agli orizzonti temporali di riferimento

Scenario	2031	Scenario	2033
SR2031	Scenario di riferimento secondo gli AAQQ RFI-RER	SR2033	Intervento infrastrutturale di velocizzazione della tratta Castelbolognese - Ravenna
SP2031	Intervento infrastrutturale di velocizzazione della tratta Castelbolognese - Ravenna	SP2033A	Intervento infrastrutturale di Velocizzazione Castel Bolognese – Ravenna e Quadruplicamento bivio San Vitale – Castel Bolognese in affiancamento. Specializzazione uso delle due linee affiancate tra BO e Castel Bolognese-Riolo Terme (RV e LH su veloce, R e merci su lenta)
		SP2033B	Intervento infrastrutturale di Velocizzazione Castel Bolognese – Ravenna e Quadruplicamento bivio San Vitale – Castel Bolognese in affiancamento. Specializzazione uso delle due linee tra BO e Castel Bolognese-Riolo Terme (AV e merci su AV/AC, IC/ICN/EC e regionali su LS)

In tabella viene riportato un prospetto riassuntivo dei servizi inseriti nel modello per la fascia bi-oraria di punta mattutina oggetto di analisi, con il confronto dei servizi attuali sostituiti. Si rimanda al paragrafo di illustrazione della ricostruzione del grafo ferroviario per l'illustrazione di dettaglio del sistema di offerta, inclusi i tempi di percorrenza, del sistema attuale.

Tabella 6.2 – Prospetto dei servizi inseriti nei diversi scenari del modello

ID LINEA	CLASSE	DA	A	FREQUENZA	GRUPPO	NUOVO ID LINEA	NUOVA RELAZIONE	SR2031	SP2031	SR2033	SPA2033	SPB2033
2	1	ANCONA	PIACENZA	3	100	103-104	PIACENZA-BOLOGNA	1	1	1	1	1
4	1	ANCONA	PIACENZA	1	100							
8	1	ANCONA	PIACENZA	1	100							
12	1	BOLOGNA C.LE/AV	ANCONA	1	100	101-102	PIACENZA-ANCONA	2	2	2	2	2
106	1	PIACENZA	ANCONA	1	100							
110	1	PIACENZA	ANCONA	1	100							
213	1	FAENZA	RAVENNA	2	200	201-202	FAENZA - RAVENNA	1	1	1	1	1
218	1	RAVENNA	FAENZA	1	200							
219	1	RAVENNA	FAENZA	1	200							
38	1	BOLOGNA C.LE/AV	RAVENNA	1	300	301-302	BOLOGNA-RIMINI	2	2	2	2	2

120	1	PESARO	RAVENNA	1	300	303-304	RAVENNA-RIMINI	2	2	2	2	2
130	1	RAVENNA	GENOVA BRIGNOLE	1	300							
131	1	RAVENNA	PESARO	1	300							
147	1	RIMINI	S.PIETRO IN CASALE	1	300							
155	1	VOGHERA	RIMINI	1	300	305	BOLOGNA-RAVENNA	1	1	0	0	0
220	1	RAVENNA	RIMINI	1	300							
223	1	RIMINI	RAVENNA	1	300							
62	1	CASTELBOLOG NES	RAVENNA	1	300	307-308	BOLOGNA-RAVENNA			2	2	2
124	1	RAVENNA	CASTEL BOLOGNESE- RIOLO TERME	1	300							
42	1	BOLOGNA C.LE/AV	RIMINI	1	400	401-402	BOLOGNA-IMOLA	2	2	4	2	2
46	1	BOLOGNA C.LE/AV	RIMINI	1	400							
134	1	RIMINI	BOLOGNA C.LE/AV	1	400	403-404	CASTEL BOLOGNESE- RIMINI	2	2	2	2	2
155	1	RIMINI	BOLOGNA C.LE/AV	2	400							
139	1	RIMINI	BOLOGNA C.LE/AV	1	400	405-406	S.PIETRO CASALE- BOLOGNA-IMOLA	0	0	0	2	2
211	1	BOLOGNA CENTRALE	IMOLA	1	400							
75	1	FERRARA	IMOLA	1	500	INVARIATO						
90	1	IMOLA	FERRARA	1	500							
215	1	FERRARA	IMOLA	1	500							
216	1	IMOLA	FERRARA	1	500							
180	10	LECCE	MILANO CENTRALE	2	600	601-602	MILANO - PESCARA	1	1	1	1	1
189	10	MILANO CENTRALE	LECCE	1	600							
201	10	TORINO PORTA NUOVA	LECCE	1	600	603-604	MILANO - ANCONA	1	1	1	1	1
162	7	BARI CENTRALE	BOLOGNA C.LE/AV	1	700	701-702	BOLOGNA-FOGGIA (6 COPPIE / GIORNO)	1	1	1	1	1
164	7	BARI CENTRALE	TORINO PORTA NUOVA	1	700							
172	7	MILANO CENTRALE	TARANTO	1	700							
34	1	BOLOGNA C.LE/AV	PORTOMAGGIOR E	2		INVARIATO						
118	1	PORTOMAGGI ORE	BOLOGNA C.LE/AV	2								
78	1	FERRARA	POGGIO RUSCO	1								
117	1	POGGIO RUSCO	ARGELLINO - BOLOGNA C.LE/AV	1								
79	1	FERRARA	RAVENNA	1								
80	1	FERRARA	RAVENNA	1								
126	1	RAVENNA	FERRARA	1								
127	1	RAVENNA	FERRARA	1								
16	1	BOLOGNA C.LE/AV	CASALECCHIO GARIBALDI	3								
20	1	BOLOGNA C.LE/AV	FERRARA	1								
21	1	BOLOGNA C.LE/AV	FERRARA	1								
29	1	BOLOGNA C.LE/AV	MILANO CENTRALE	3								
53	1	BOLOGNA C.LE/AV	VERONA PORTA NUOVA	1								
59	1	CASALECCHIO GARIBALDI	BOLOGNA C.LE/AV	2								
217	1	LAVEZZOLA	FAENZA	1								

92	1	LAVEZZOLA	FAENZA	1	
292	1	FAENZA	LAVEZZOLA	1	
417	1	FAENZA	LAVEZZOLA	1	
69	1	FAENZA	FIRENZE SANTA MARIA NOVELLA	1	
72	1	FERRARA	BOLOGNA C.LE/AV	2	
94	1	MILANO CENTRALE	BOLOGNA C.LE/AV	1	
142	1	RIMINI	MILANO CENTRALE	1	
152	1	VENEZIA S.LUCIA	BOLOGNA C.LE/AV	2	
212	1	CODIGORO	FERRARA	1	
214	1	FERRARA	CODIGORO	1	
269	1	FIRENZE SANTA MARIA NOVELLA	FAENZA	1	
221	1	RIMINI	ANCONA	1	
222	1	RIMINI	ANCONA	1	
421	1	ANCONA	RIMINI	1	
422	1	ANCONA	RIMINI	1	

Ogni scenario implementa anche le eventuali velocizzazioni di alcune tratte di servizio negli scenari di progetto e la modifica dei tempi di percorrenza, così come permesso dai progetti infrastrutturali di previsione e dagli AAQQ tra Amministrazione Regionale (Regione Emilia-Romagna) e Gestore Infrastruttura (RFI). Per quanto riguarda il sistema di TPL gomma e il sistema tariffario dei servizi pubblici, non sono stati rilevati elementi di dettaglio in merito, per cui questi due aspetti rimangono invariati negli scenari futuri di analisi. Questa scelta assicura inoltre che tutti gli effetti differenziali riscontrati rispetto all'attuale siano unicamente imputabili alle modifiche dei servizi ferroviari e non ad altri interventi, non direttamente connessi alla realizzazione del progetto in analisi, sul sistema pubblico in generale.

Si evidenzia infine come gli scenari di analisi futuri non rappresentino uno scenario di offerta completamente modificato rispetto all'attuale per quanto riguarda i servizi regionali o comunque di interesse per i passeggeri che si muovono all'interno dell'area di studio, per cui gli effetti attesi in termini di cambiamento della distribuzione delle scelte modali non siano di molti punti percentuali.

6.2 SVILUPPI DEL TRAFFICO PASSEGGERI REGIONALE

In termini di domanda totale si osserva una graduale crescita dell'utenza che sceglie il treno legata sia all'evoluzione temporale degli scenari di analisi, e quindi osservabile anche nello scenario di riferimento ad ogni orizzonte temporale, sia ai differenti assetti di offerta tra scenario di riferimento e scenario di progetto al 2031 e al 2033.

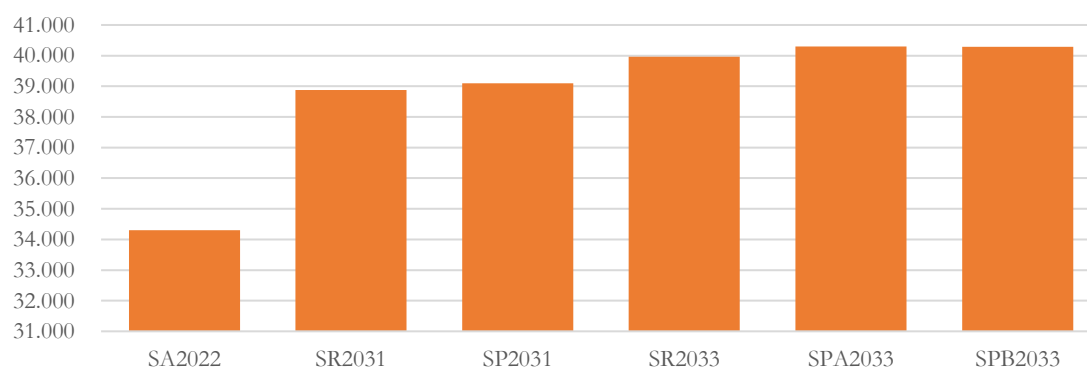
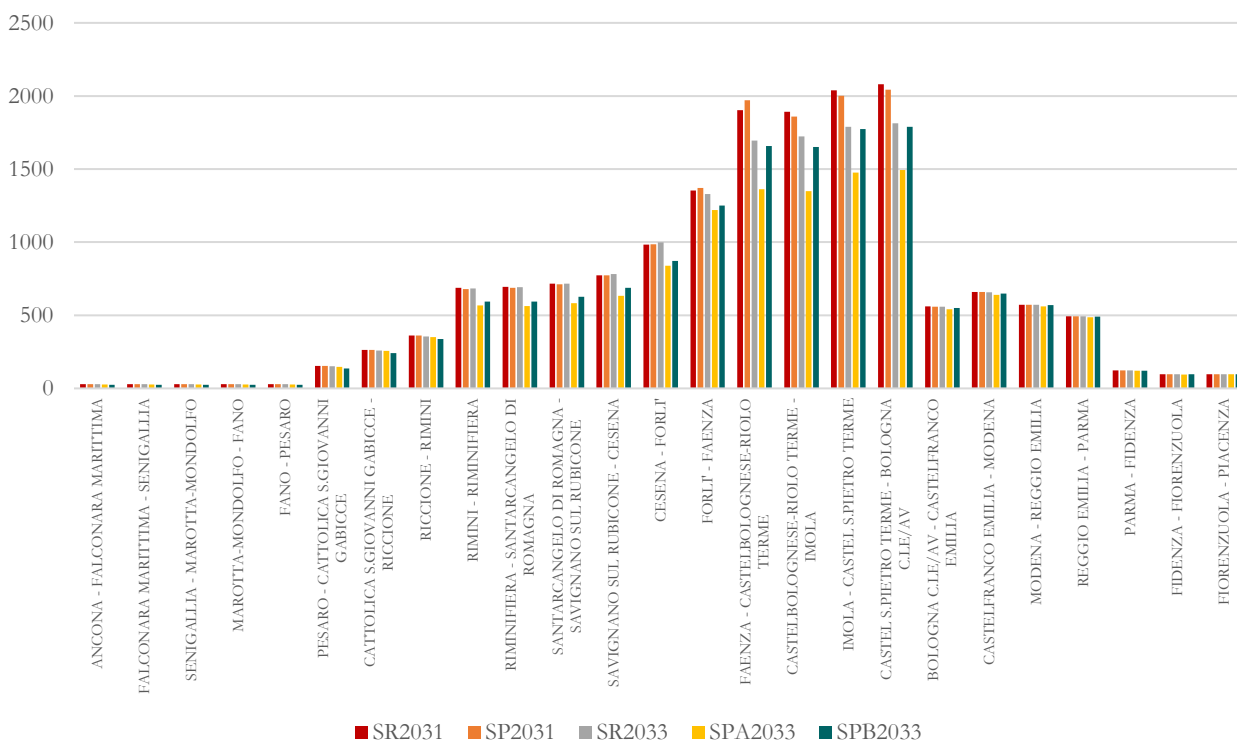
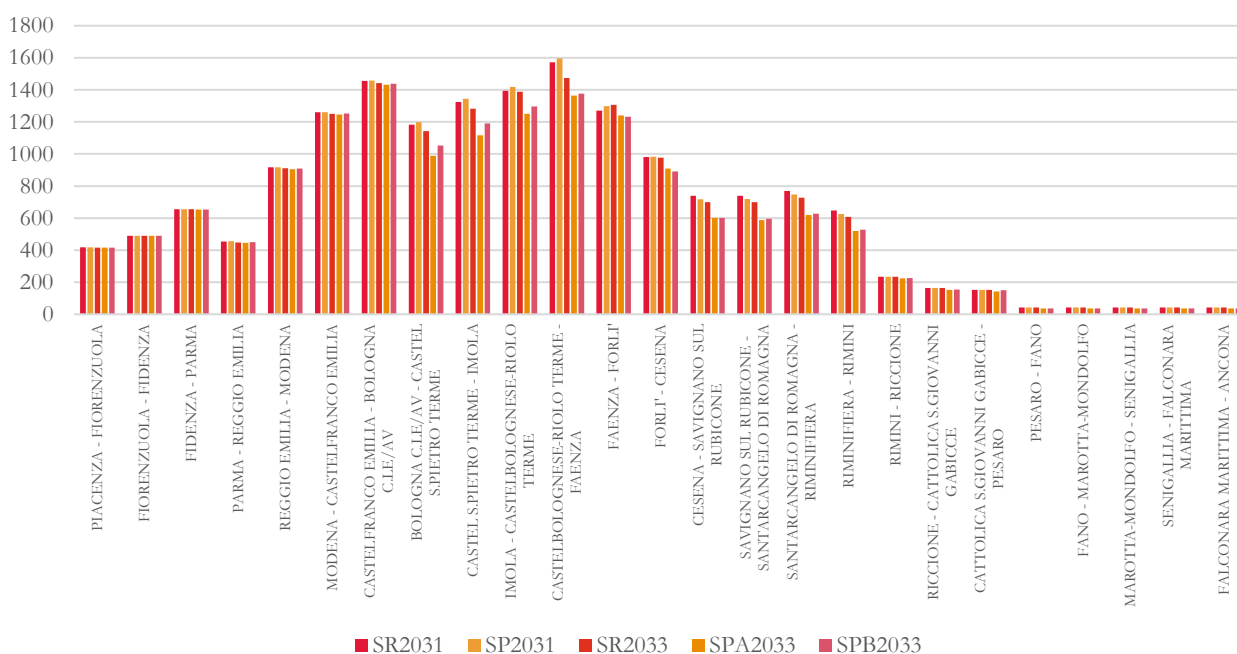


Figura 6.1 – Evoluzione della domanda ferroviaria negli scenari di analisi

Nei successivi paragrafi vengono mostrati i risultati in termini di carichi sui servizi oggetto di modifica tra scenari di riferimento e progetto. Si precisa che i risultati sono relativi alla domanda bi-oraria di punta mattutina.

6.2.1 PIACENZA-ANCONA VIA FAENZA (LINEE 101 - 102)

La domanda interna regionale carica i servizi di questa linea soprattutto tra Rimini e Bologna, ma si estende anche tra Piacenza e Pesaro: si ricorda che, per impostazione del modello, queste tratte sono caricate in questo caso dalla domanda interna-esterna o esterna-interna e non di attraversamento. In generale, i servizi Piacenza – Ancona sono maggiormente carichi al 2031.



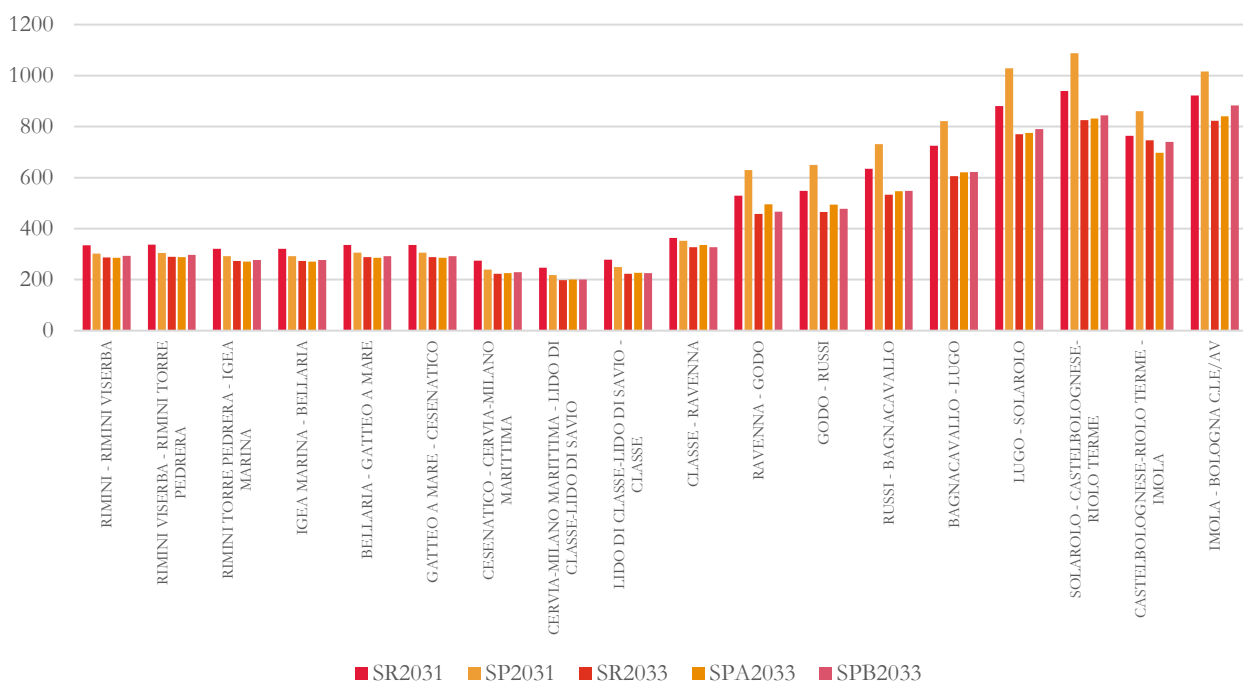
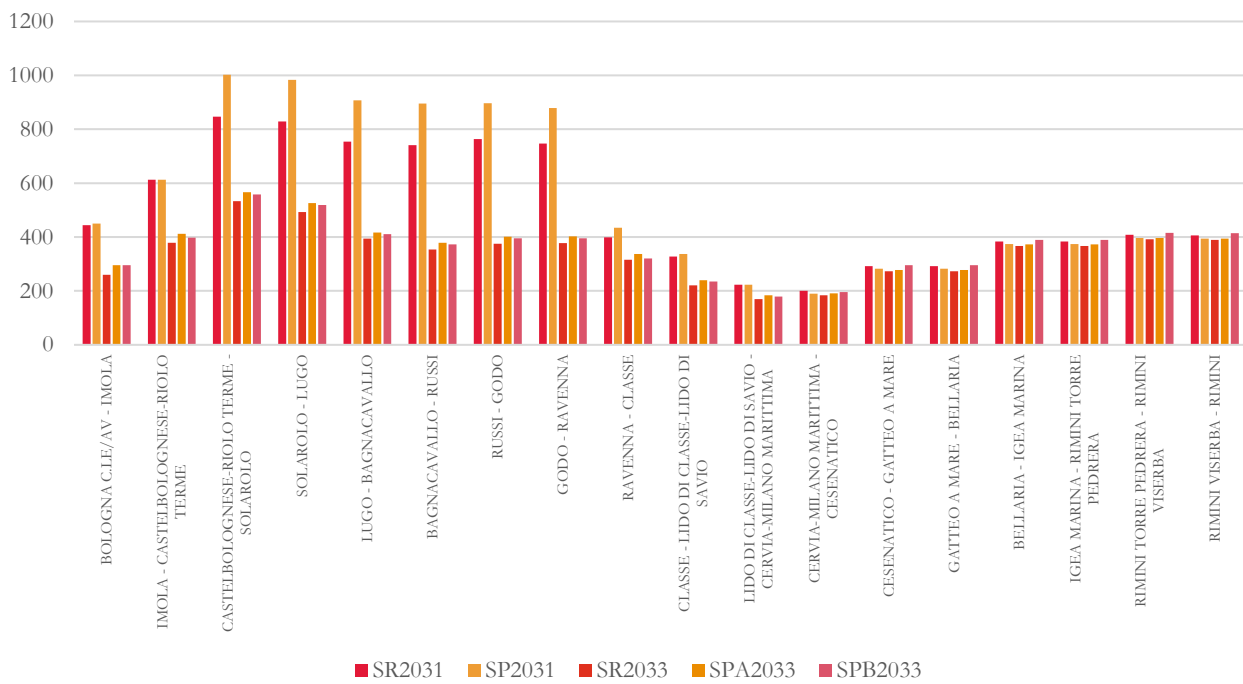
6.2.2 FAENZA – RAVENNA (LINEE 201-202)

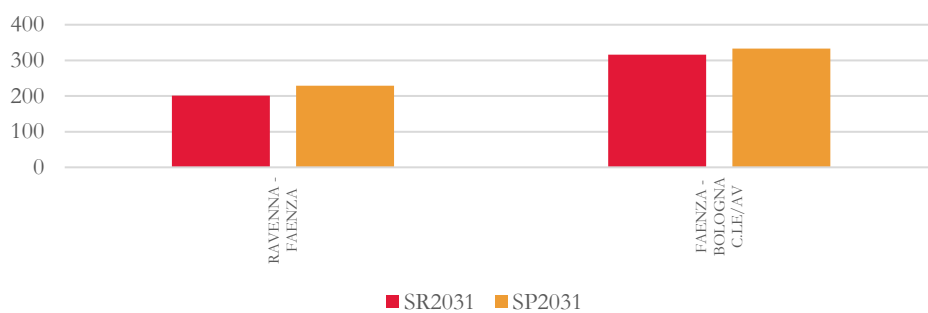
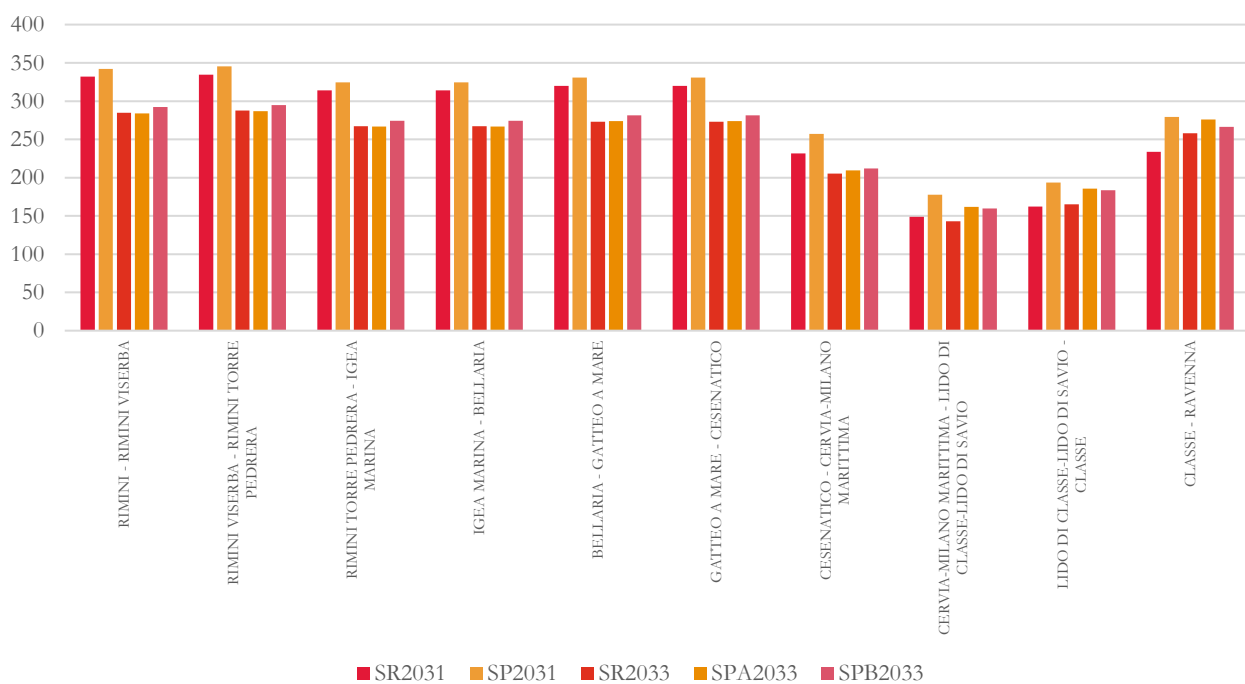
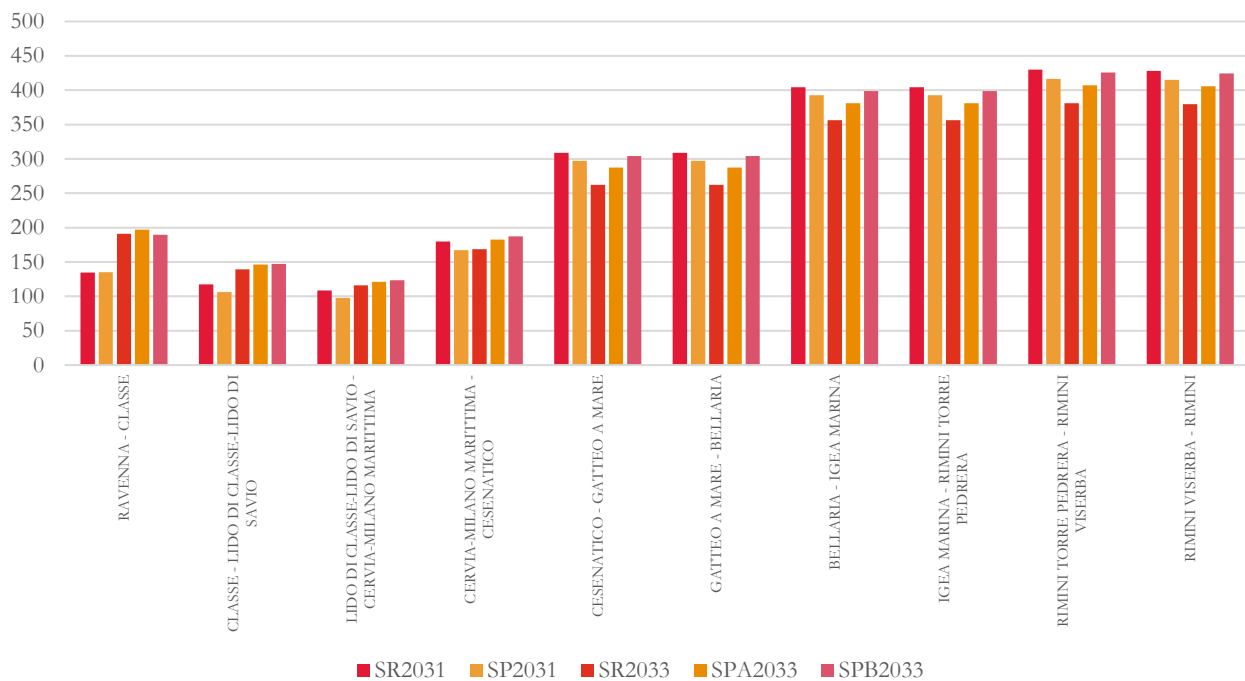
Questi servizi prettamente romagnoli son maggiormente carichi al 2033, in particolare nello scenario progettuale A di poche unità.

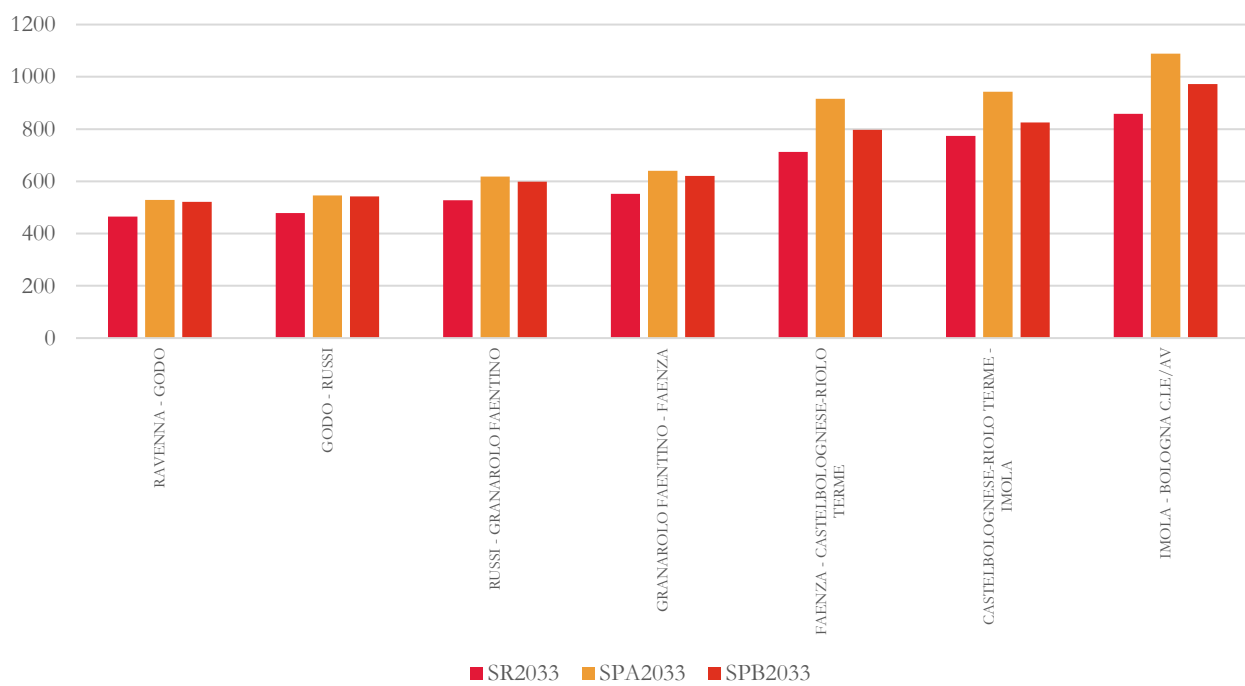
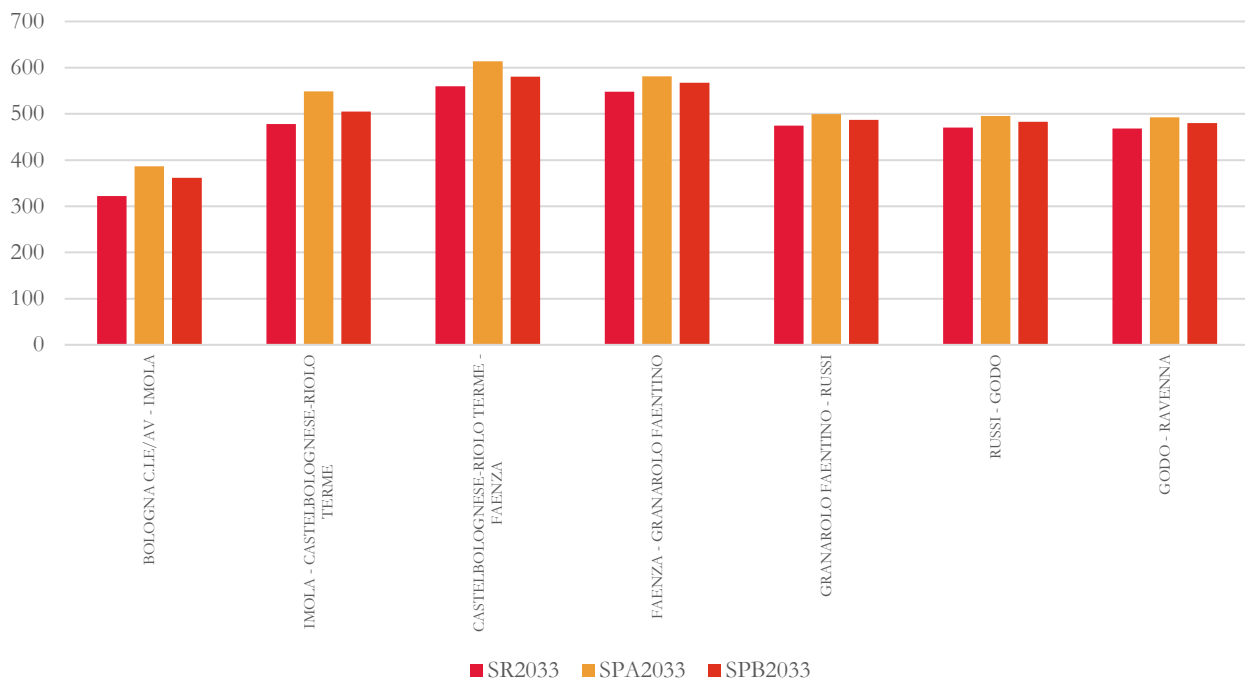


6.2.3 LINEA BOLOGNA – RIMINI VIA RAVENNA (LINEE 301-302-303-304-305-306-307-308)

I servizi lungo la Bologna – Rimini via Ravenna , che includono anche servizi di estensione limitata, aumentano al 2033 e i passeggeri si distribuiscono di conseguenza su un maggior numero di treni: questo spiega la riduzione dei passeggeri tra 2031 e 2033 tra Castel Bolognese e Ravenna sui servizi che coprono tutta la relazione.

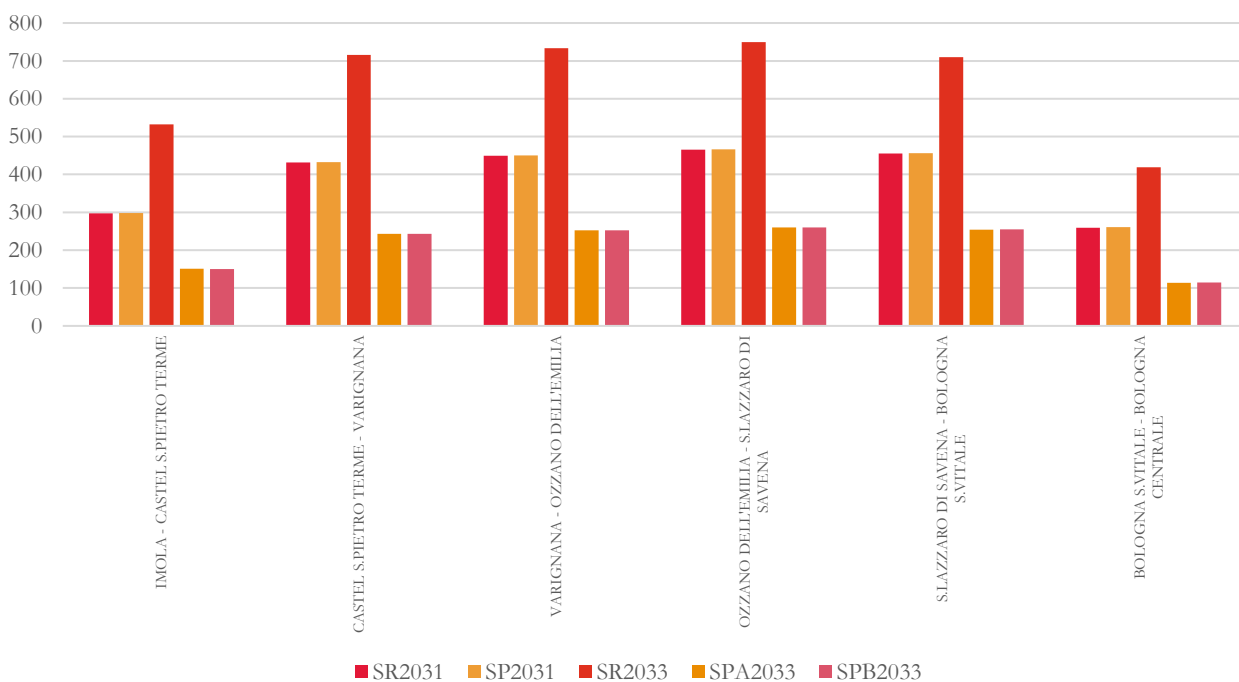
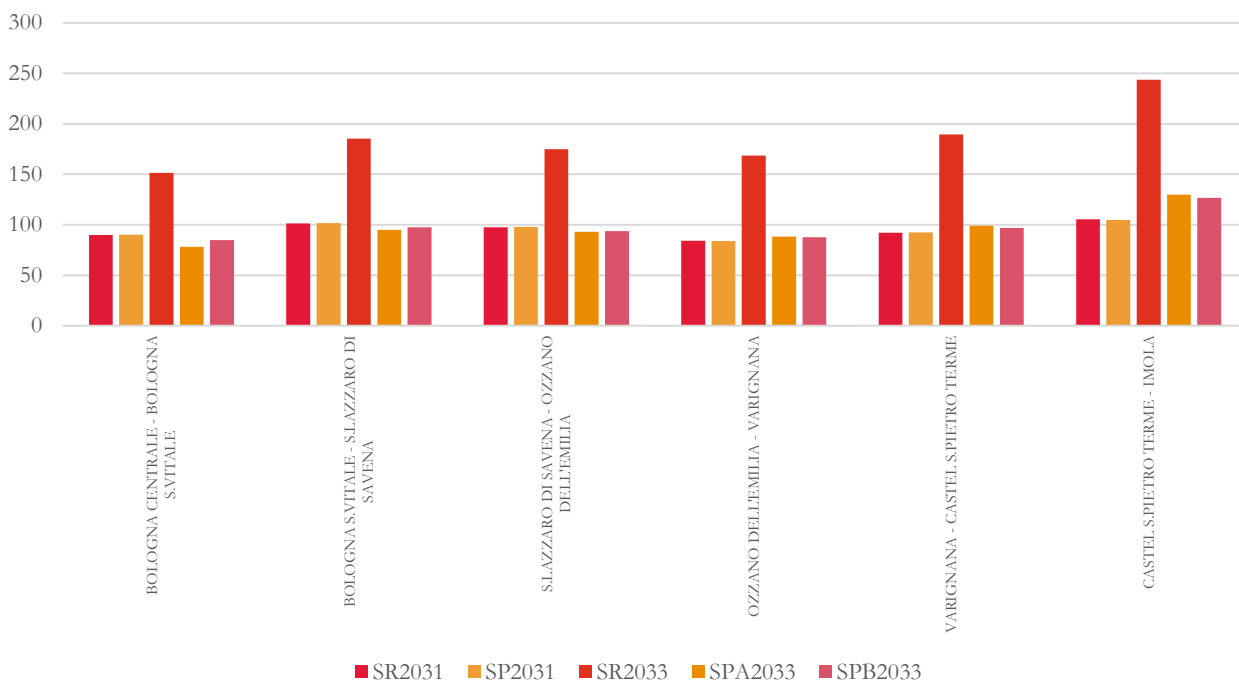


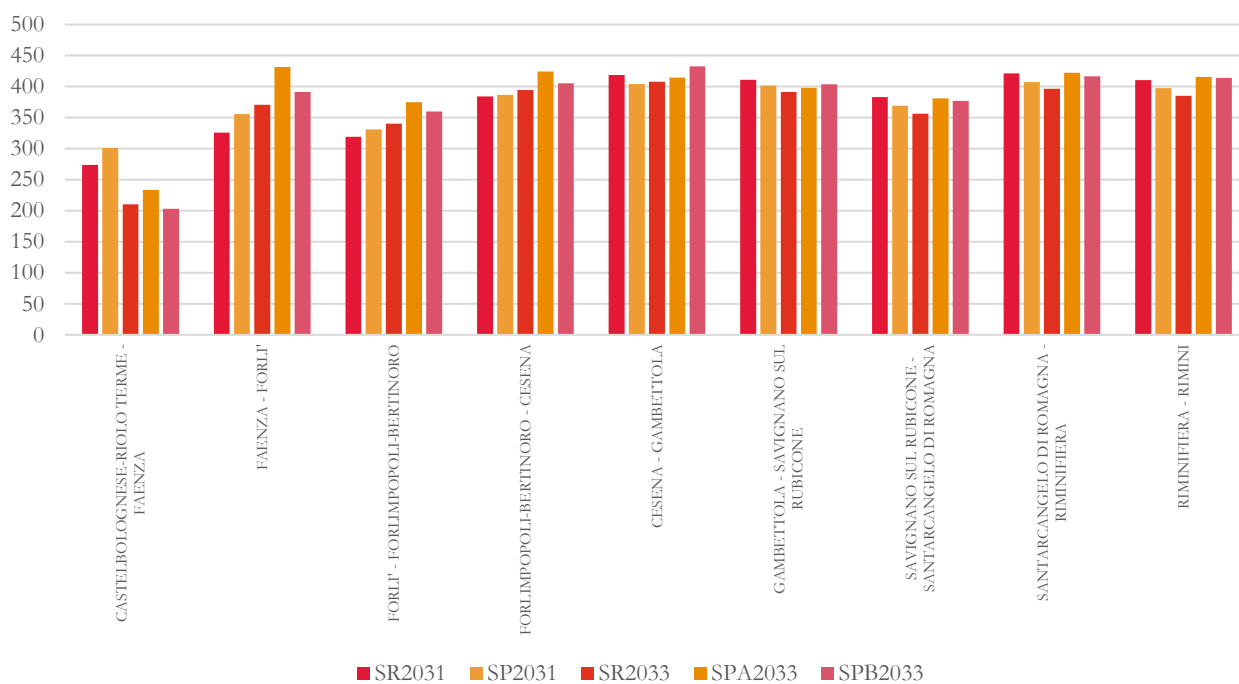


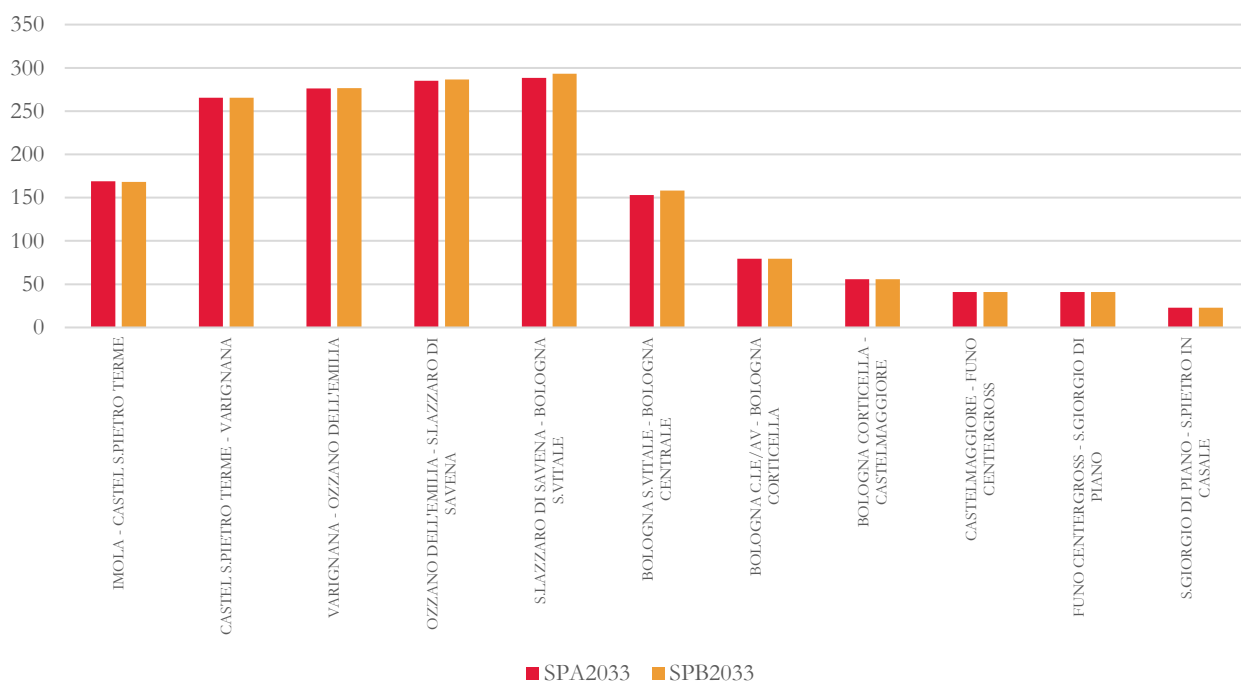
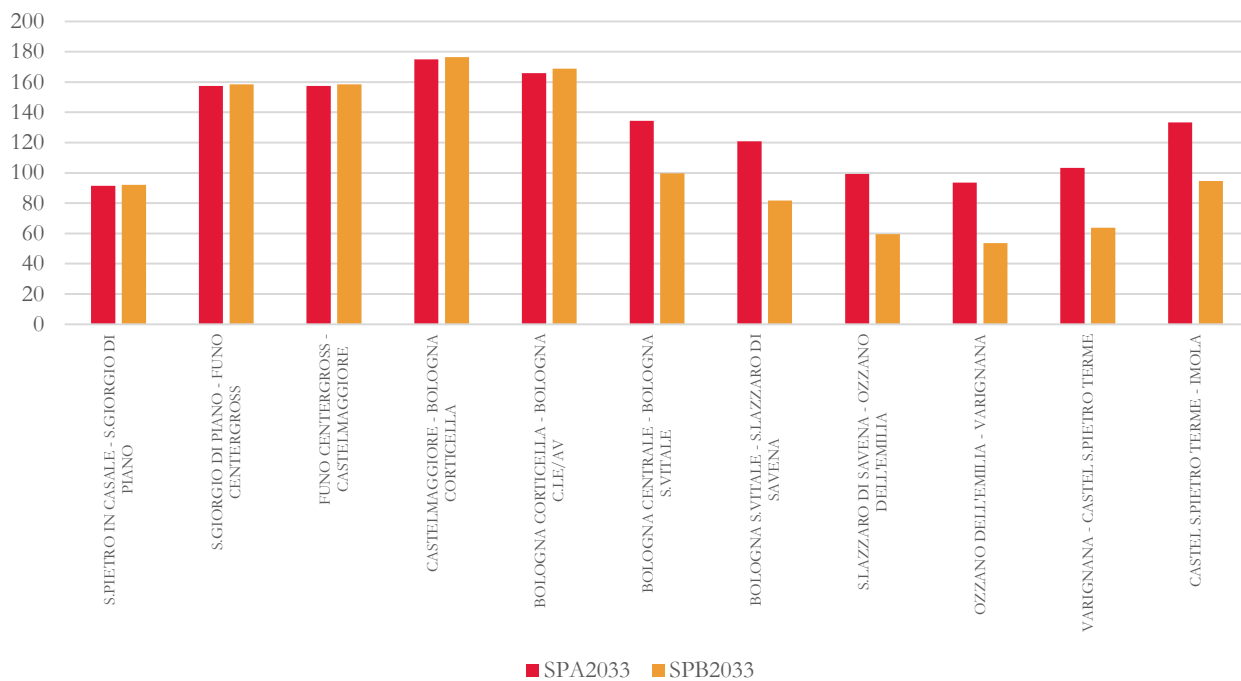


6.2.4 BOLOGNA – IMOLA (LINEE 401-402-403-404-405-406)

Anche i servizi Bologna – Imola aumentano al 2033 e i passeggeri si distribuiscono di conseguenza su un maggior numero di treni.



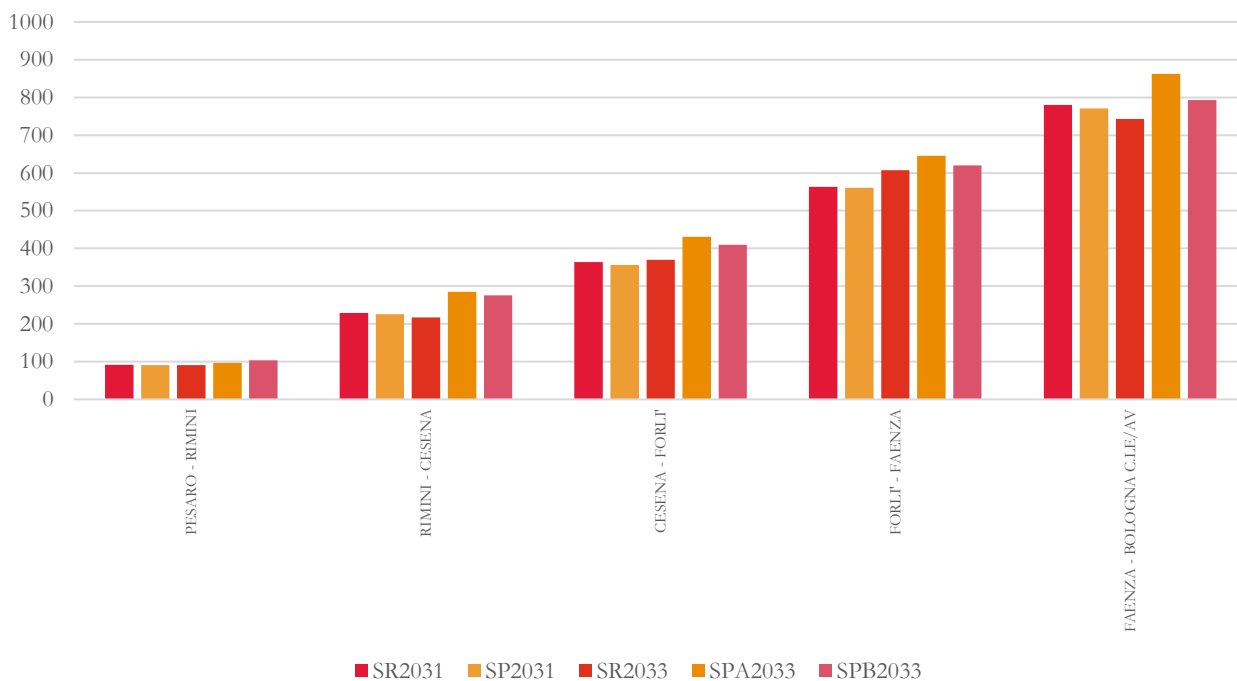
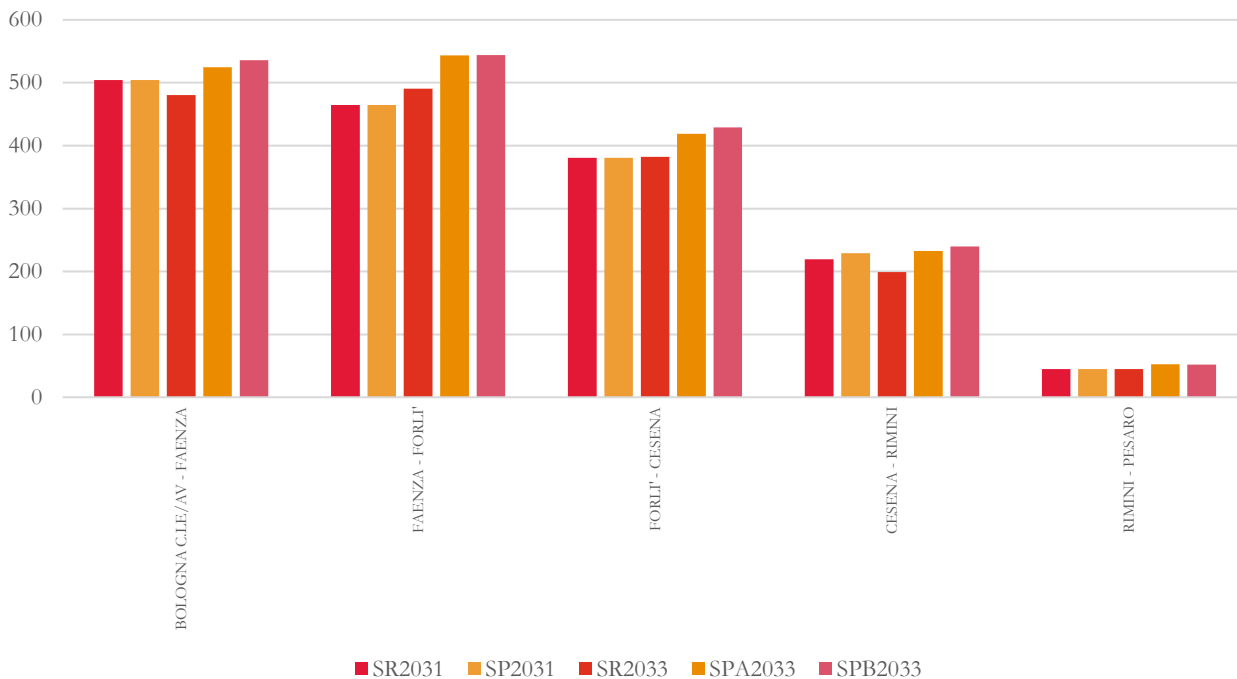




6.2.5 DIRETTRICE EMILIA-ADRIATICA LP (LINEE 601-602-603-604)

I treni di LP vengono illustrati solo per la tratta tra Bologna e Pesaro, in cui vengono utilizzati dai movimenti regionali, dal momento che il modello non è costruito per cogliere le variazioni sulle relazioni di lunga percorrenza.

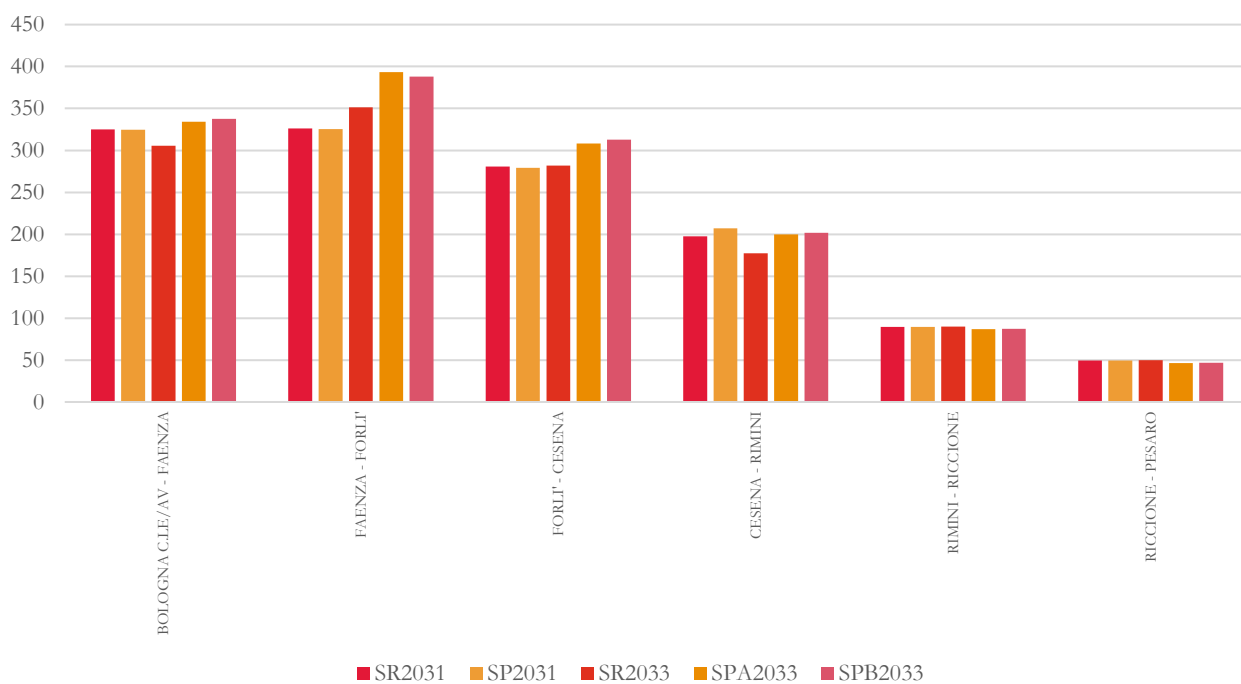
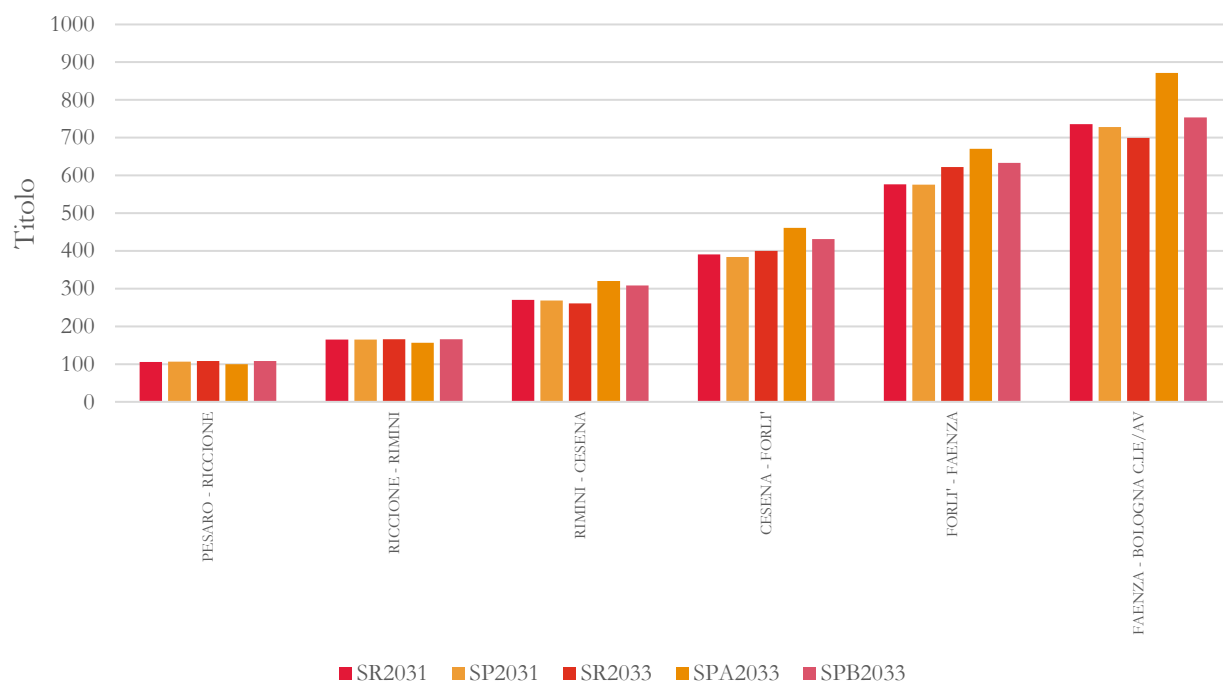
I servizi LP registrano un aumento di utenza negli scenari progettuali 2033.





6.2.6 DIRETTRICE ADRIATICA LP (LINEE 701-702)

I treni di LP vengono illustrati solo per la tratta tra Bologna e Pesaro, in cui vengono utilizzati dai movimenti regionali, dal momento che il modello non è costruito per cogliere le variazioni sulle relazioni di lunga percorrenza.



6.3.1 CARICHI COMPLESSIVI SULLA BOLOGNA-CASTEL BOLOGNESE

Per comprendere meglio i risultati illustrati nei paragrafi precedenti, si analizza il confronto dei carichi complessivi osservati sulle tratte oggetto di analisi nei diversi scenari di analisi. Si esclude la tratta quasi urbana tra Bologna Centrale e San Lazzaro di Savena, dove le dinamiche urbane di mobilità, non analizzate in questo studio, hanno un'influenza rilevante sui risultati complessivi.

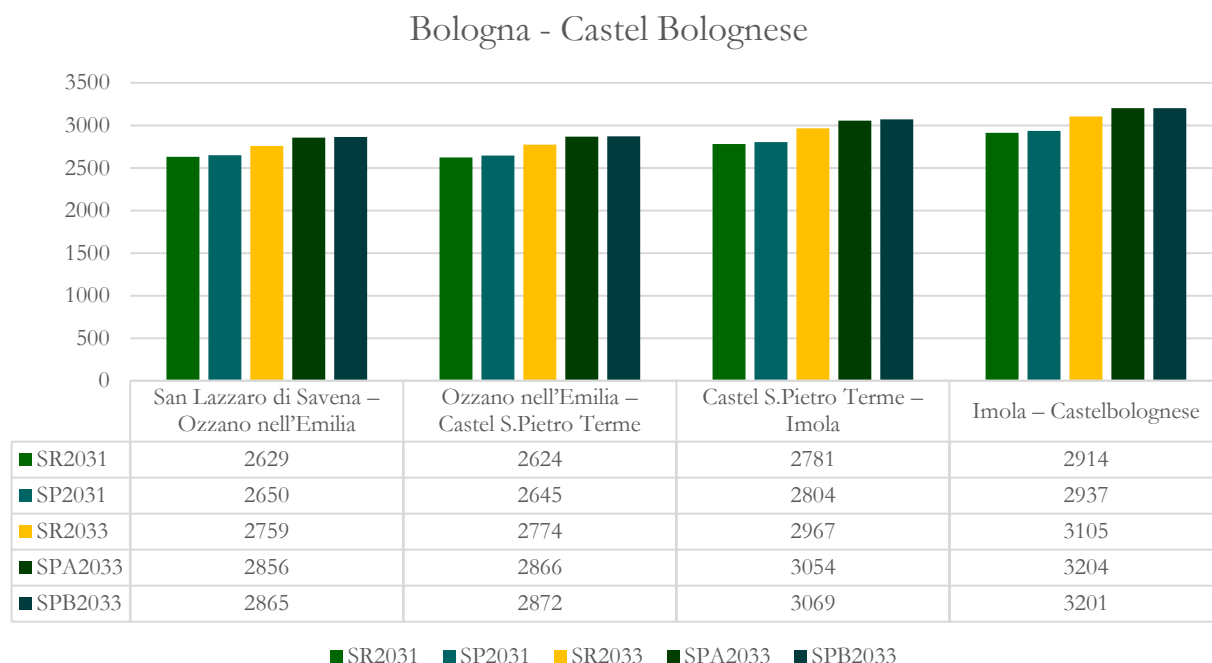


Figura 6.2 Carichi complessivi per tratta tra Bologna e Castel Bolognese

Si nota una lieve crescita tra gli scenari di progetto e i relativi scenari di riferimento: al 2031 questa crescita è estremamente esigua, dell'ordine del +1%, mentre al 2033 supera il +3%. In merito agli scenari di progetto del 2033, lo scenario progettuale B (SPB2033) risulta più attrattivo dello scenario progettuale A (SPA2033) di un valore però paragonabile con il margine di errore del modello.

In questa direzione il carico lungo la linea aumenta in direzione di Imola e la tratta maggiormente carica è Imola - Castel Bolognese.

Castel Bolognese - Bologna

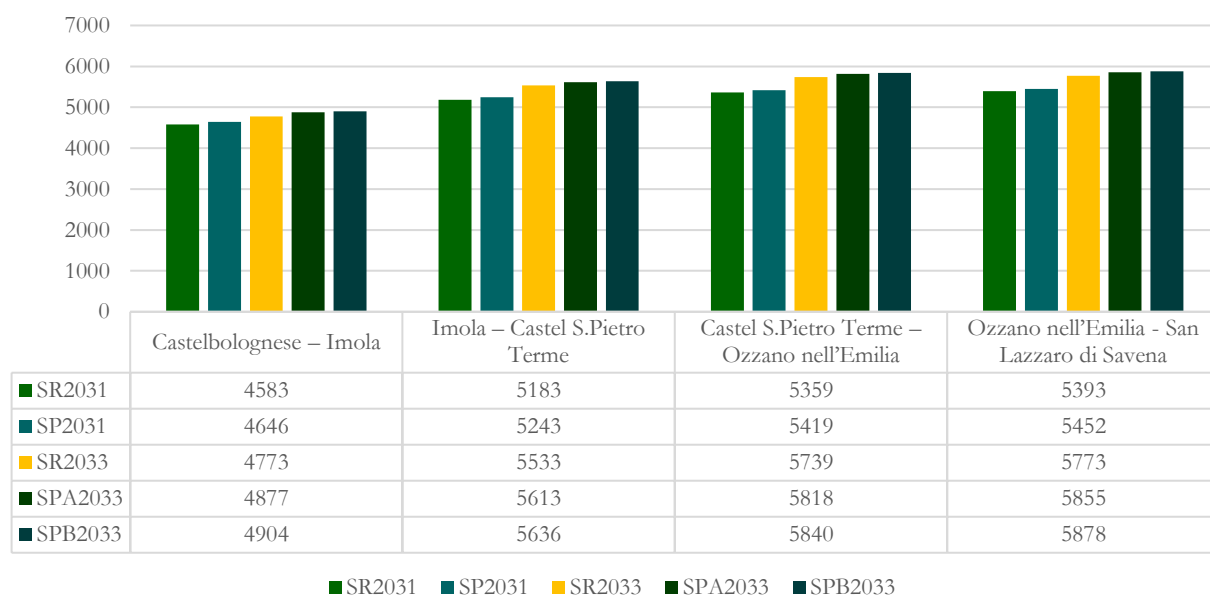


Figura 6.3 – Carichi complessivi per tratta tra Castel Bolognese e Bologna

In questa direzione, dove in generale la domanda è maggiore rispetto a quella opposta, il carico aumenta ovviamente in direzione di Bologna. Anche in questo caso al 2031 si registra una crescita esigua, dell'ordine del +1%, di poco inferiore al 2033 (+1,5%). In merito agli scenari di progetto del 2033, lo scenario progettuale B (SPB2033) risulta più attrattivo dello scenario progettuale A (SPA2033) di un valore però paragonabile con il margine di errore del modello.

6.4 SVILUPPI DEL TRAFFICO PASSEGGERI LUNGA PERCORRENZA

Si riportano di seguito i risultati aggregati e di dettaglio relativi alle simulazioni di ciascuno scenario trasportistico individuato, per quanto riguarda il segmento di domanda concernente la lunga percorrenza, all'anno base (2019) e negli scenari di riferimento (2033) e di progetto, nelle due configurazioni previste (A e B, 2033).

6.4.1 RISULTATI AGGREGATI

Si ricorda come nello scenario attuale (anno base 2019), i passeggeri ferroviari annui di lunga percorrenza sulla tratta oggetto di intervento (Bologna – Castel Bolognese) risultano essere pari complessivamente a 6,8 milioni.

Nella tabella seguente sono invece indicati i passeggeri totali ferroviari annui per tipologia di domanda e scenari futuri (riferimento e progetto A e B).

Tabella 6.3 – Passeggeri totali ferroviari annui di lunga percorrenza per tipologia di domanda e scenari futuri

Tipologia domanda	Passeggeri ferroviari 2033		
	Scenario di riferimento	Scenario di progetto A	Scenario di progetto B
Tendenziale	7,793,874	7,793,874	7,793,874
In diversione modale	-	252,945	313,717
Totale	7,793,874	8,046,819	8,107,591

La crescita complessiva dei passeggeri annui nello scenario di riferimento 2033 rispetto all'anno base 2019 è del 14,6%. Tale crescita è determinata prevalentemente dalla crescita complessiva della domanda in funzione dei driver socioeconomici. Rispetto allo scenario di riferimento, la domanda degli scenari di progetto è maggiore di circa il 3,2% nello scenario di progetto A e del 4,0% nello scenario di progetto B, in funzione del miglioramento delle prestazioni dei servizi ferroviari di lunga percorrenza.

Per ciò che riguarda la stima della quota di spostamenti per motivo negli scenari futuri, il segmento affari occupa circa il 22% degli spostamenti di lunga percorrenza, il segmento visite o altri motivi occasionali il 27%, ed il segmento turismo rappresenta la parte preponderante con circa il 51%.

6.4.2 FLUSSI PASSEGGERI SULL'INFRASTRUTTURA DI PROGETTO

Nelle figure successive sono rappresentati i flussi ferroviari passeggeri di lunga percorrenza mensili all'anno base (2019) e negli scenari futuri di riferimento e di progetto (A e B) al 2033, relativi esclusivamente ai soli servizi ferroviari di lunga percorrenza in transito sulla tratta Bologna – Castel Bolognese, oggetto di intervento. La struttura della domanda è sostanzialmente simile in tutti gli scenari, data anche la sostanziale stabilità della struttura dei servizi ferroviari di corridoio. Si specifica che per la domanda ferroviaria di lunga percorrenza con origine o destinazione a nord di Bologna (e.g. Torino Porta Nuova, Milano Centrale, Venezia S. Lucia, ecc.) nelle simulazioni si è tenuto conto anche del possibile interscambio al nodo di Bologna Centrale/AV da/per l'origine/destinazione finale. In questi casi, in figura è rappresentato esclusivamente il carico ferroviario sui servizi di interesse (tratta Bologna – Castel Bolognese), ovvero a sud del nodo della stazione ferroviaria di Bologna. Per tale motivo, in assenza di treni diretti da/per la stazione ferroviaria di Venezia S. Lucia, non è rappresentato nei flussogrammi relativi agli scenari futuri il carico in direzione Venezia sulla tratta Bologna – Venezia, che effettua l'interscambio a Bologna.



Figura 6.4 – Flussi ferroviari passeggeri lunga percorrenza sui servizi in transito sulla tratta Bologna – Castel Bolognese all'anno base (2019)



Figura 6.5 – Flussi ferroviari passeggeri lunga percorrenza sui servizi in transito sulla tratta Bologna – Castel Bolognese nello scenario di riferimento (2033)



Figura 6.6 – Flussi ferroviari passeggeri lunga percorrenza sui servizi in transito sulla tratta Bologna – Castel Bolognese nello scenario di progetto A (2033)



Figura 6.7 – Flussi ferroviari passeggeri lunga percorrenza sui servizi in transito sulla tratta Bologna – Castel Bolognese nello scenario di progetto B (2033)

6.4.3 RISULTATI DI DETTAGLIO

Di seguito si riportano i risultati di dettaglio, nei vari scenari (anno base 2019, scenario di riferimento 2033, scenario di progetto A 2033, scenario di progetto B 2033), in termini di carichi sulle tratte maggiormente impattate dall'intervento in oggetto, ovvero quelle tra Bologna e Pesaro (tratte Bologna C.le/AV – Faenza; Faenza – Forlì; Forlì – Cesena; Cesena – Rimini; Rimini – Riccione; Riccione – Pesaro).

Come nel caso dei risultati aggregati, tali valori sono relativi alla sola domanda di lunga percorrenza nel mese di riferimento (novembre), in entrambe le direzioni; sono quindi esclusi dal calcolo i movimenti relativi alla domanda regionale, i quali sono trattati nel relativo modello.

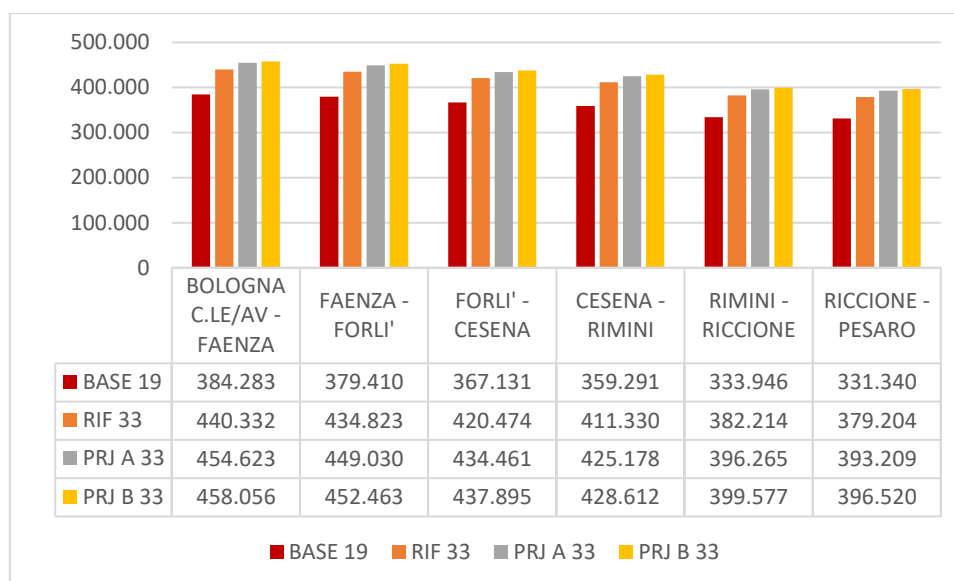


Figura 6.8 – Carichi bidirezionali per tratta tra Bologna e Pesaro (segmento di domanda lunga percorrenza)

6.5 SVILUPPI DEL TRAFFICO MERCI

6.5.1 PREMESSA

Le previsioni di traffico ferroviario merci sono determinate, oltre che dall'attesa crescita dei volumi trasportati, dai vincoli di capacità che limitano l'effettivo utilizzo della modalità ferroviaria sulle direttrici di interesse per la linea Adriatica tra Bologna e Castel Bolognese. L'impatto atteso del progetto a favore del traffico merci è rilevante in termini di incremento della capacità disponibile, mentre si assume sia marginale in termini prestazionali (tempi di percorrenza), data la limitata estensione della tratta di intervento rispetto alle percorrenze dei servizi merci.

In considerazione di questo, la stima della domanda merci ferroviaria nei differenti scenari è stata sviluppata secondo il seguente approccio:

- stima della domanda ferroviaria teorica agli orizzonti temporali di analisi senza tener conto dei vincoli di capacità. Questa stima tiene conto dell'atteso incremento della produttività ferroviaria (incremento del carico medio) e della crescita complessiva della domanda nazionale, marittima ed internazionale. La stima di traffico potenziale è fissa ed invariante per tutti gli scenari di valutazione (riferimento, progettuale A e progettuale B), essendo marginali gli effetti dell'intervento in termini di riduzione dei costi di trasporto ferroviario;
- stima della domanda ferroviaria effettiva, tenuto conto della capacità residua effettivamente disponibile per il trasporto merci, tenuto conto del previsto potenziamento dei servizi passeggeri. Ai fini di una valutazione realistica dell'impatto dovuto ai vincoli di capacità, sono stati analizzati gli instradamenti alternativi dei servizi a livello di rete nazionale, considerando non solo le linee Adriatica e Ferrara – Ravenna (per i servizi da/per il porto), ma anche gli instradamenti via Napoli – Bari (tenuto conto il completamento del potenziamento AV/AC della stessa). Pertanto, per i servizi di trasporto merci eccedenti la capacità disponibile, si è valutato:
 - in prima istanza, l'instradamento lungo percorsi ferroviari alternativi, laddove presenti, dando precedenza al traffico di tipo tradizionale, più difficilmente movimentabile su strada;
 - in via residuale, esaurita la capacità disponibile su tutti gli itinerari ferroviari, la relativa domanda è stata considerata movimentata via gomma.

I risultati delle analisi sono sintetizzati nelle successive sezioni, dando evidenza sia delle previsioni complessive, sia dell'organizzazione dei servizi, in ragione della capacità disponibile in ciascuna configurazione infrastrutturale (scenari di riferimento e di Progetto nelle alternative A e B). Prima dei risultati si espongono le ipotesi adottate

circa l'evoluzione dei traffici del Porto di Ravenna, che contribuisce allo sviluppo dei traffici sugli itinerari interessati dal presente Studio, nonché le valutazioni prodotte al fine di determinare la capacità disponibile negli scenari di riferimento (non progetto).

6.5.2 PREVISIONI DI CRESCITA DEL TRAFFICO DEL PORTO DI RAVENNA

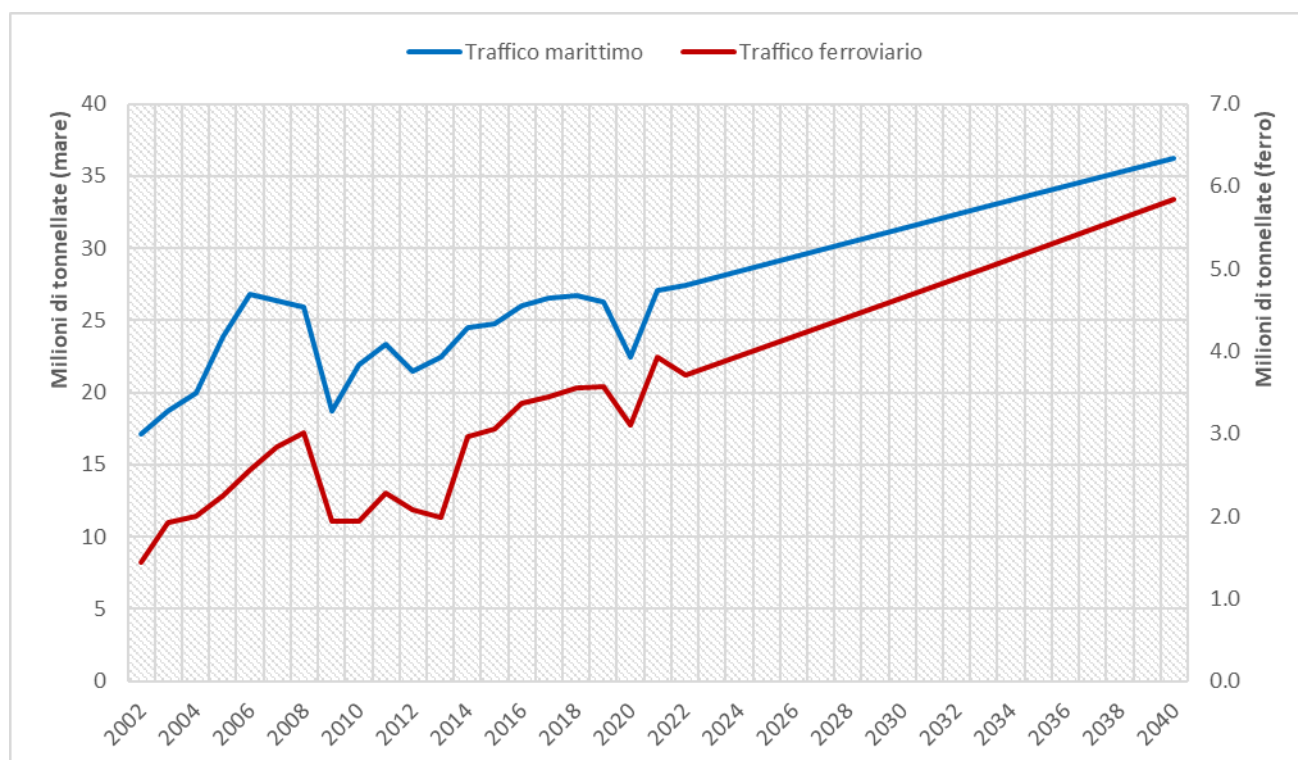
In prospettiva, il traffico ferroviario al porto di Ravenna è atteso in crescita, non solo in ragione delle prospettive di sviluppo economico nazionale e regionale, ma anche in considerazione degli importanti investimenti in corso al porto per il miglioramento dell'accessibilità nautica e ferroviaria già rappresentati in precedenza.

Ai fini del presente studio, si è assunto prudenzialmente che tali investimenti consentano al porto di confermare sino al 2040 l'attuale trend di crescita marittima e ferroviaria, pur con un incremento prevalentemente legato ai segmenti di trasporto intermodale (container e semi-trailer), in linea con gli attesi sviluppi dei terminal contenitori e Ro-Ro raccordati alla ferrovia. Tali previsioni sono state desunte, oltre che dal trend storico, anche dalle previsioni elaborate ai fini della valutazione dei previsti investimenti di sviluppo del porto.

Tabella 6.4 – Traffico marittimo e ferroviario attuale e previsto del Porto di Ravenna (2019, 2033 e 2040)

Anno	Rinfuse / Tradizionale			Contenitori / Intermodale			Totale		
	Mare	Ferro	Quota Ferro	Mare	Ferro	Quota Ferro	Mare	Ferro	Quota Ferro
2019	22.237	3.377	15,2%	4.019	189	4,7%	26.256	3.566	13,6%
2033	24.520	4.168	17,0%	8.311	831	10,0%	32.832	5.000	15,2%
2040	25.748	4.377	17,0%	10.469	1.465	14,0%	36.217	5.843	16,1%

Figura 6.9 – Previsioni di traffico marittimo e ferroviario del Porto di Ravenna (tonnellate annue 2002-2040)



6.5.3 ANALISI DELLA CAPACITÀ RESIDUA

Nel presente paragrafo vengono affrontati aspetti connessi alla capacità dell'infrastruttura ferroviaria oggetto di analisi.

Una volta definite le ipotesi di offerta dei servizi passeggeri per lo scenario futuro (orizzonte 2033) sia per il segmento regionale, sia per quello di lunga percorrenza, si è provveduto a simularne l'esercizio sull'infrastruttura a doppio binario, tenendo conto degli *upgrade* tecnologici già pianificati per lo scenario inerziale. Tali ipotesi sono state rappresentate in *Figura 5.22*, *Figura 5.23* e *Figura 5.24*. Si è poi proceduto al calcolo della capacità residua da destinare ai treni merci mediante saturazione dell'orario, basata sulla costruzione di un orario fattibile²⁶ che fosse in linea con i criteri commerciali di appetibilità ed efficacia, quali il cadenzamento dei servizi e una costruzione delle "missioni" di lunga percorrenza che tenesse conto delle effettive origine e termine corsa, in modo tale da ricreare una situazione il più possibile realistica. Per traguardare questo obiettivo il perimetro dell'analisi si è spinto fino a Rimini, lungo la linea Adriatica, e fino a Ravenna, lungo le due linee "antenna" Castel Bolognese - Russi - Ravenna e Faenza - Russi - Ravenna.

Una volta definita la capacità residua per lo Scenario di Riferimento, si è proceduto con le medesime modalità per i due Scenari di Progetto ipotizzati, soluzione in affiancamento e soluzione in variante. Anche per questi scenari infrastrutturali è infatti fondamentale valutare la capacità residua e assimilarla come vincolo al soddisfacimento della domanda, dal momento che il perimetro degli interventi di Fase 1 (quadruplicamento fino a Castel Bolognese) risulta comunque molto limitato rispetto all'estensione dell'intero corridoio Adriatico. Lo sviluppo dei traffici su quest'ultimo è fortemente condizionato dalla capacità della linea e gli approfondimenti in merito verranno sviluppati nel corso delle fasi successive, che traggono il quadruplicamento dell'intero asse. In questa fase, pertanto, i maggiori benefici legati all'incremento di capacità da destinare ai treni merci sono orientati verso il Porto di Ravenna, i cui traffici si inseriscono sulla linea Adriatica in corrispondenza delle località di Castel Bolognese-Riolo Terme oppure di Faenza.

Nei due Scenari di Progetto si sono ottenuti risultati differenti e più vantaggiosi per lo scenario in variante: questo è principalmente dovuto all'eliminazione delle interferenze nel nodo di Castel Bolognese-Riolo Terme, che nella soluzione in affiancamento proposta risultano essere particolarmente impattanti.

Per tutti e 3 gli scenari riferiti all'orizzonte 2033 vengono considerati come già completati gli interventi di potenziamento della linea Castel Bolognese - Russi - Ravenna, dal momento che per questi l'indicazione fornita circa il traguardo temporale di attivazione è il 2031. Ai fini di un'ottimizzazione dell'uso della capacità residua ai fini merci, sia per lo Scenario di Riferimento al 2033, sia per i due relativi Scenari di Progetto, si è ipotizzata la specializzazione del traffico merci sulle due già citate linee "antenna", nel modo seguente:

- i flussi merci pari provenienti da Ravenna sono stati instradati lungo la linea Castel Bolognese - Russi - Ravenna;
- i flussi merci dispari diretti a Ravenna sono stati instradati lungo la linea Faenza - Russi - Ravenna.

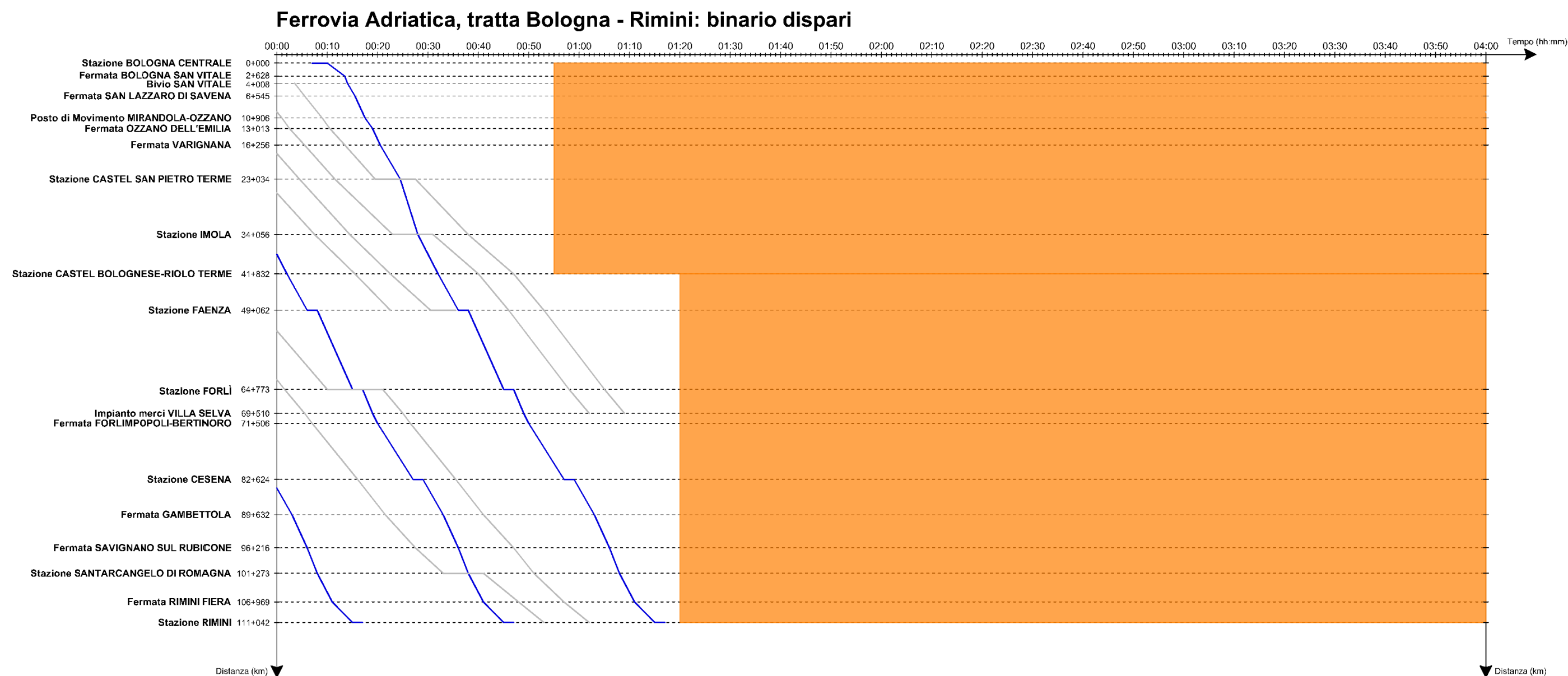
Per tutte le linee del reticolo analizzato sono state ipotizzate delle Interruzioni Programmate d'Orario (IPO) giornaliere pari a 4 ore.

Ai fini della valorizzazione dei benefici trasportistici differenziali legati all'incremento di capacità residua l'approccio adottato è stato quello di garantire l'accesso all'infrastruttura a tutti i servizi passeggeri annoverati negli schemi di offerta e, in seguito, inserire i servizi merci fino a saturazione dell'orario. Dal momento che i servizi passeggeri sono annoverabili, in termini di coppie/giorno, come un "precarico" che non varia tra Scenario di Riferimento e Scenari di Progetto dell'orizzonte 2033, non vengono valorizzati gli effetti legati a un aumento delle

²⁶ Un orario si definisce fattibile quando rispetta vincoli tecnici (distanziamento minimo rispettato, nessun conflitto fra le tracce orario, rispetto dei tempi di percorrenza...) e operativi (coincidenze fra treni, tempi di sosta minimi e massimi...).

frequenze rispetto all'orizzonte 2031: ciò permette di evitare errate doppie contabilizzazioni dei benefici capacitivi e questi ultimi vengono interamente legati al solo traffico merci.

Nelle pagine successive sono riportati i *train graph* risultanti dalle analisi svolte. Dal momento che, relativamente alla tratta Bologna - Castel Bolognese, i risultati ottenuti per il binario dispari e per quello pari sono quantitativamente equivalenti (già plausibilmente ipotizzabile), a titolo esemplificativo si riportano i grafici relativi al binario dispari. Vengono inoltre riportati i *train graph* relativi alle due linee “antenna” da/per Ravenna, per i cui servizi si è studiata la compatibilità oraristica con l'offerta ipotizzata sulla linea Bologna - Rimini.



Legenda tracce orario					
—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity	—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity	—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte
—	Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress	—	Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale	—	Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.10 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Riferimento, fascia 00 - 04)

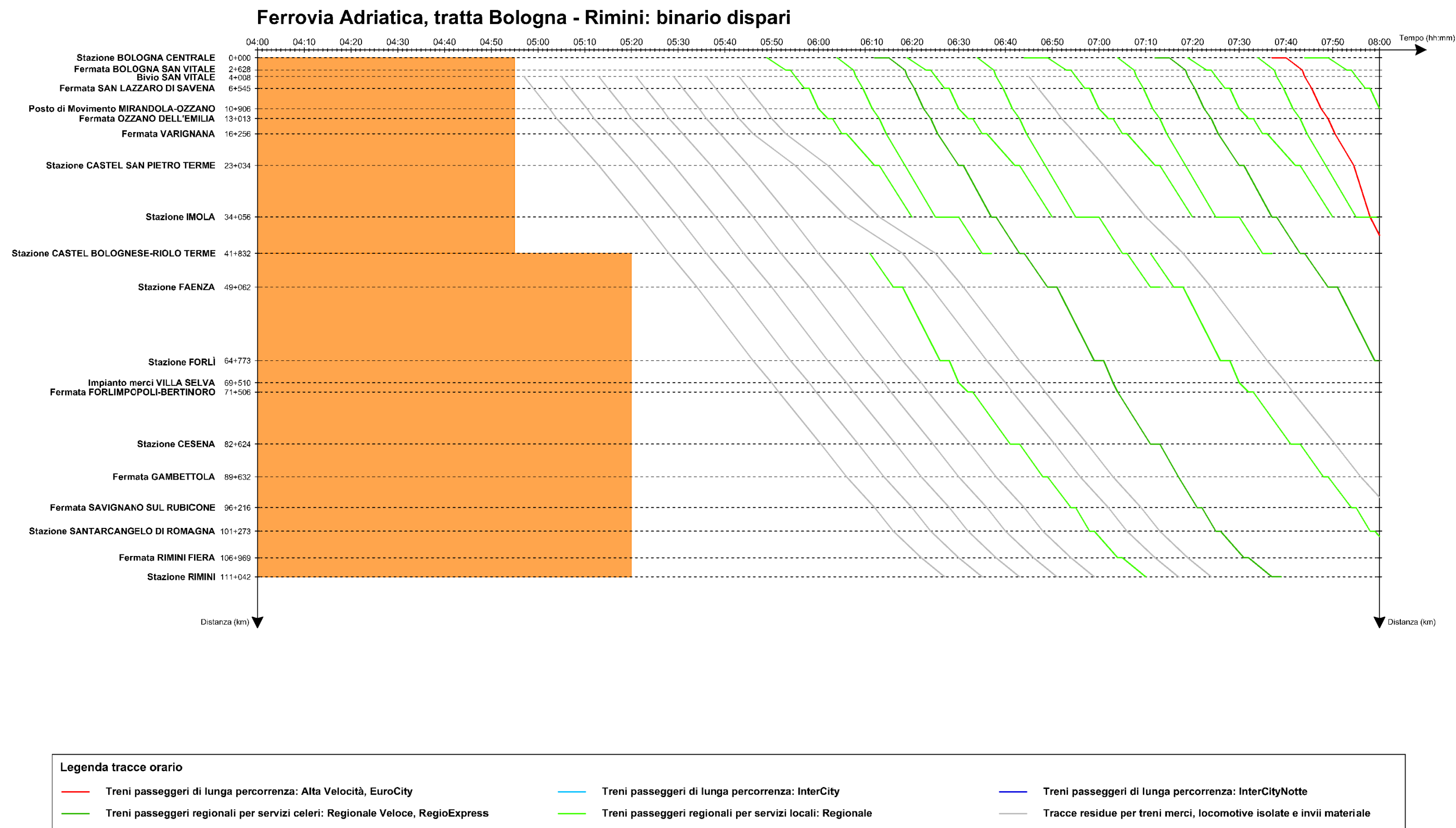
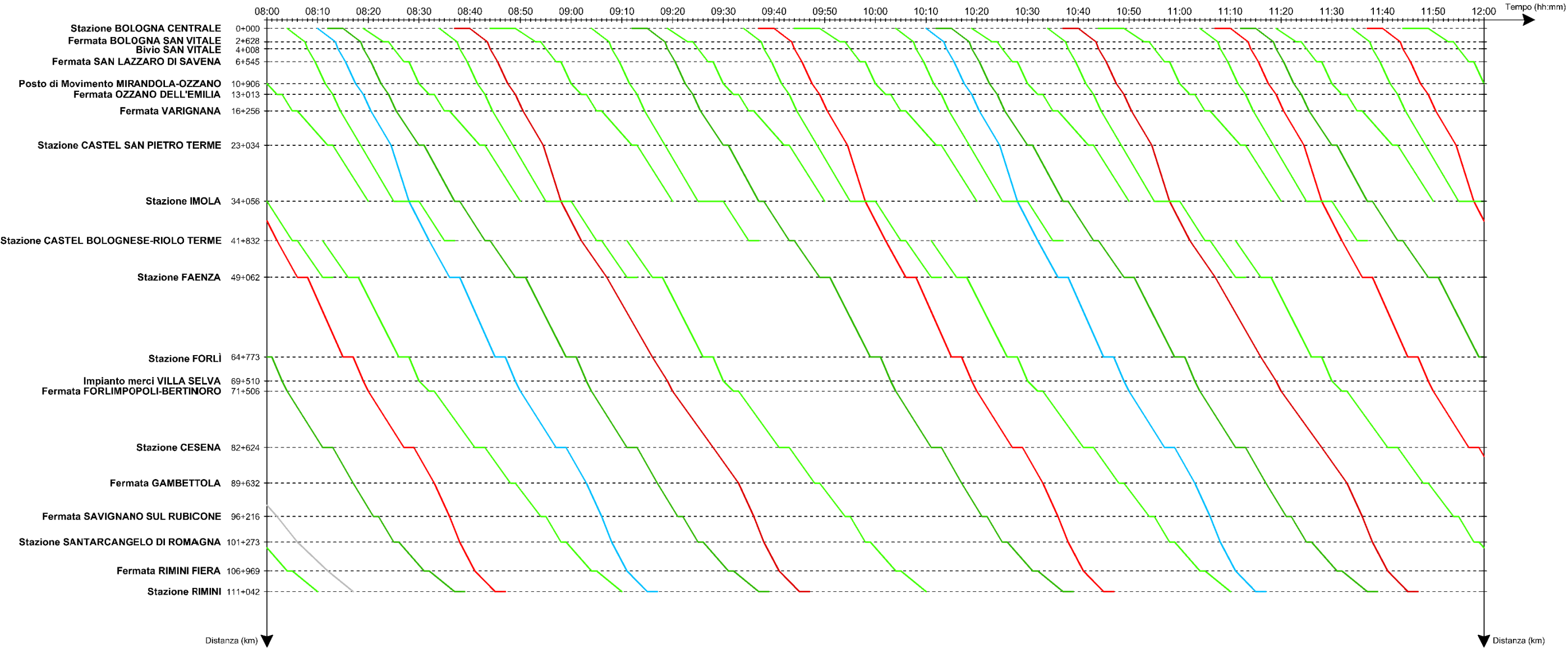


Figura 6.11 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Riferimento, fascia 04 - 08)

Ferrovia Adriatica, tratta Bologna - Rimini: binario dispari

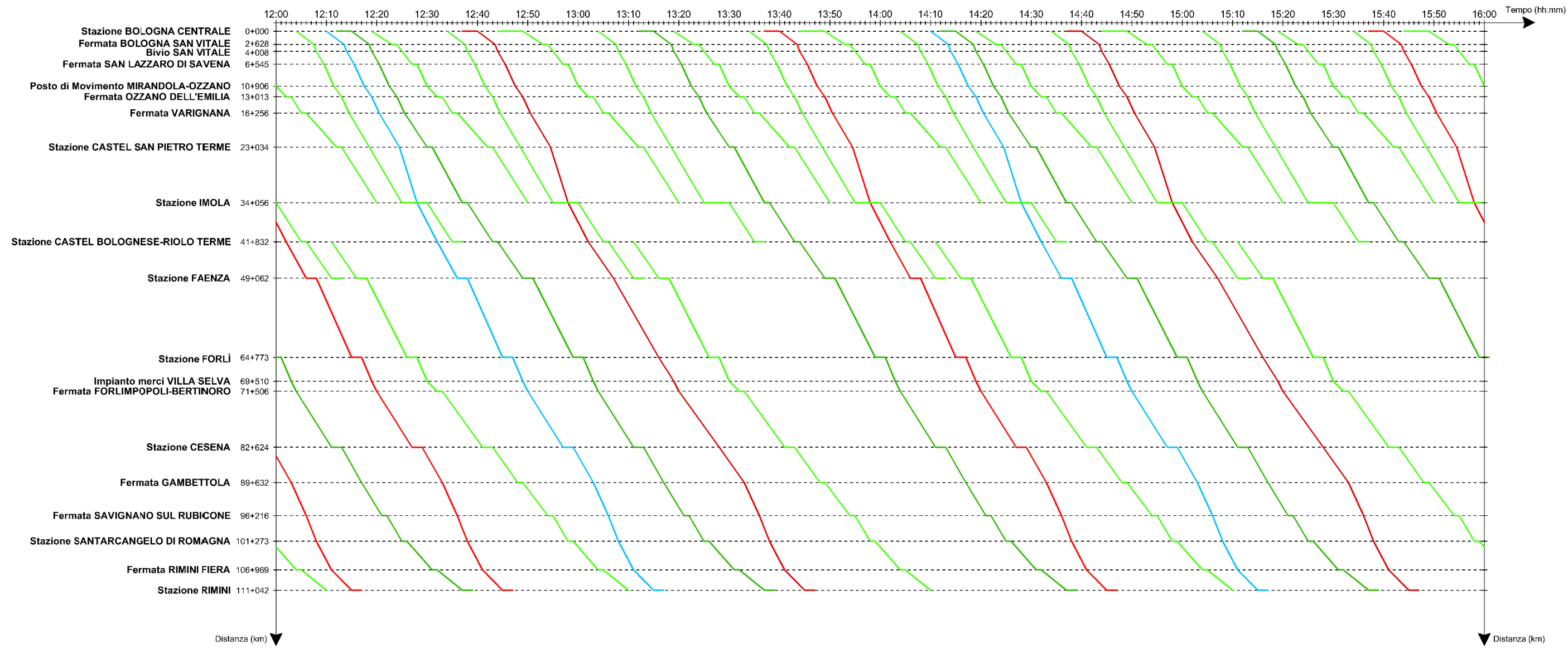


Legenda tracce orario

- Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity
-
-
- Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity

Figura 6.12 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Riferimento, fascia 08 - 12)

Ferrovia Adriatica, tratta Bologna - Rimini: binario dispari



Legenda tracce orario

Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity

Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress

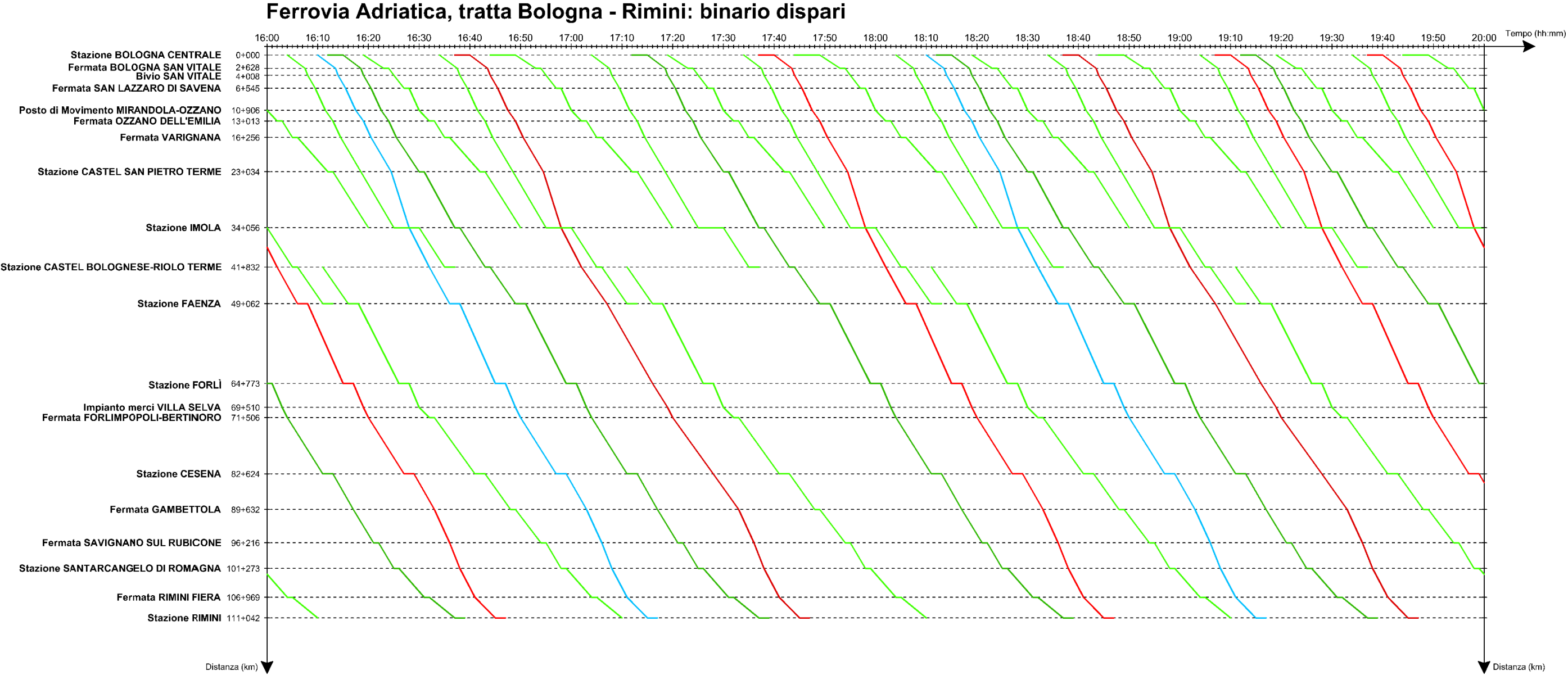
Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity

Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte

Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.13 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Riferimento, fascia 12 - 16)



Legenda tracce orario

Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity

Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity

Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte

Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.14 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Riferimento, fascia 16 - 20)

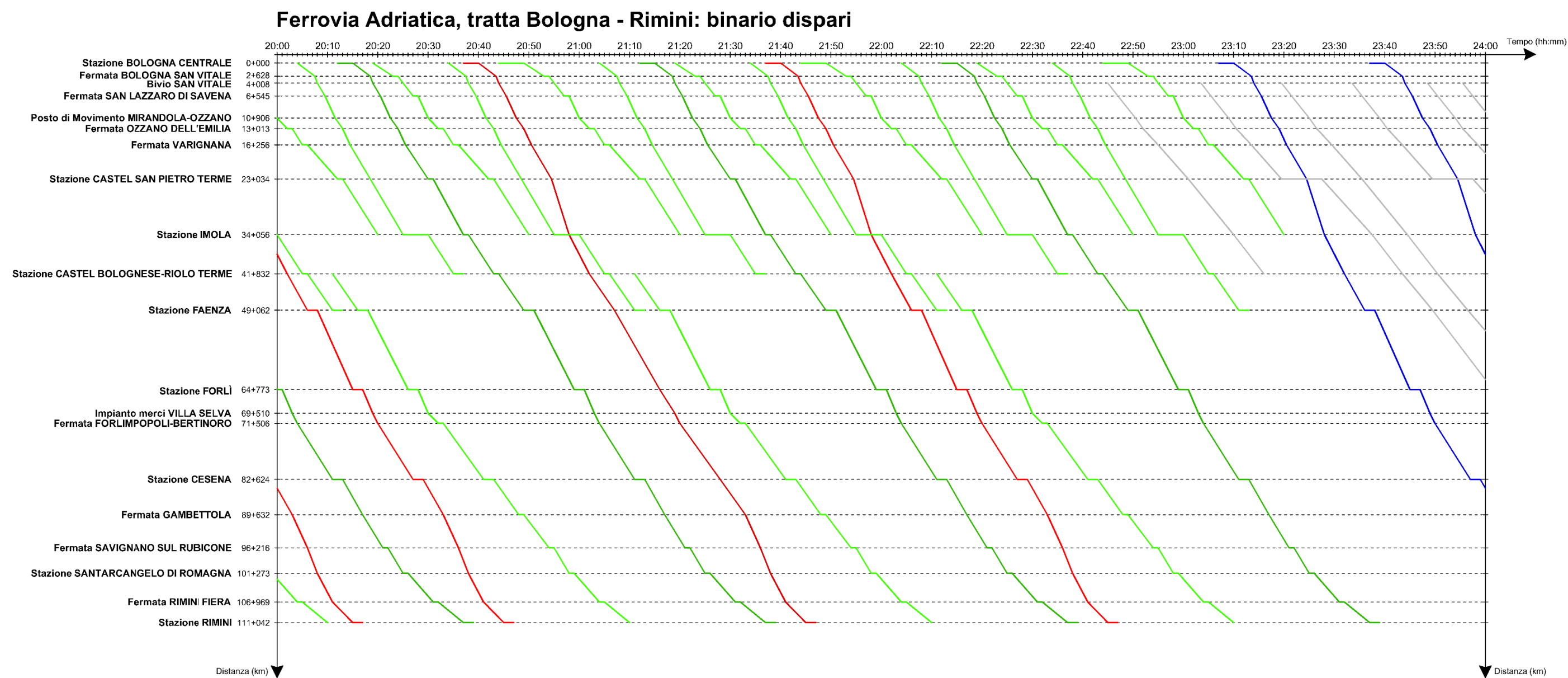
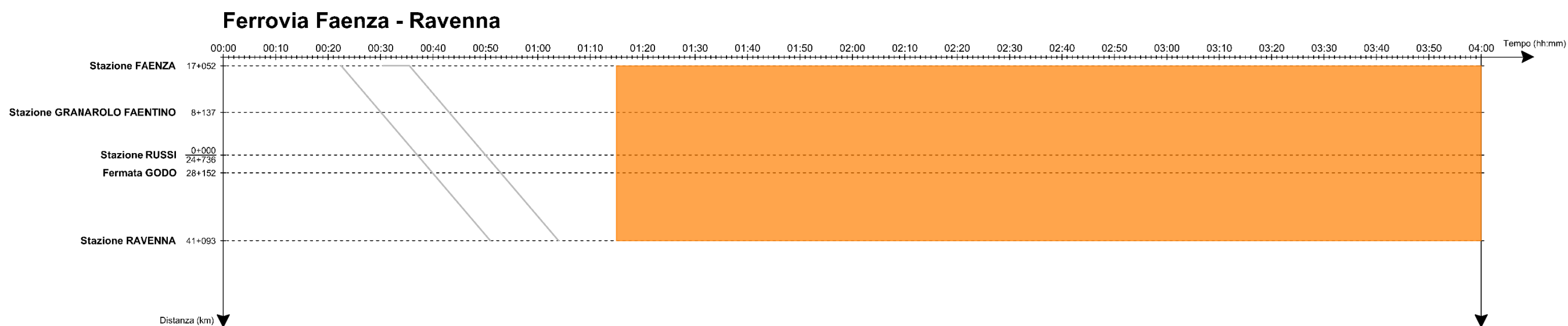
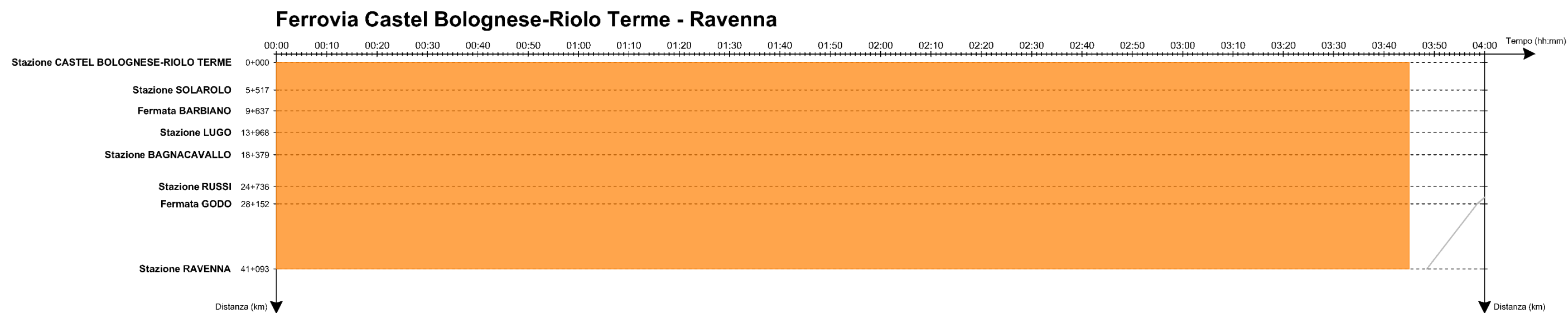
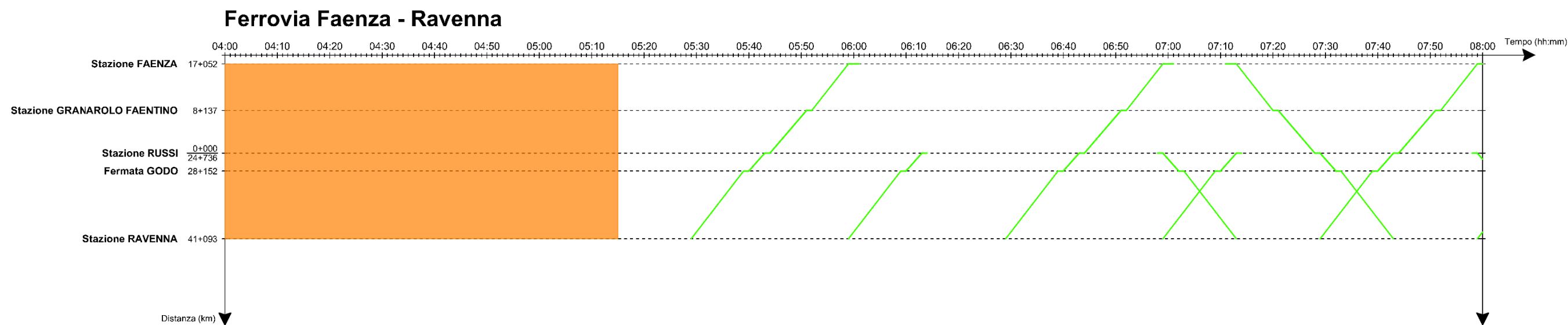
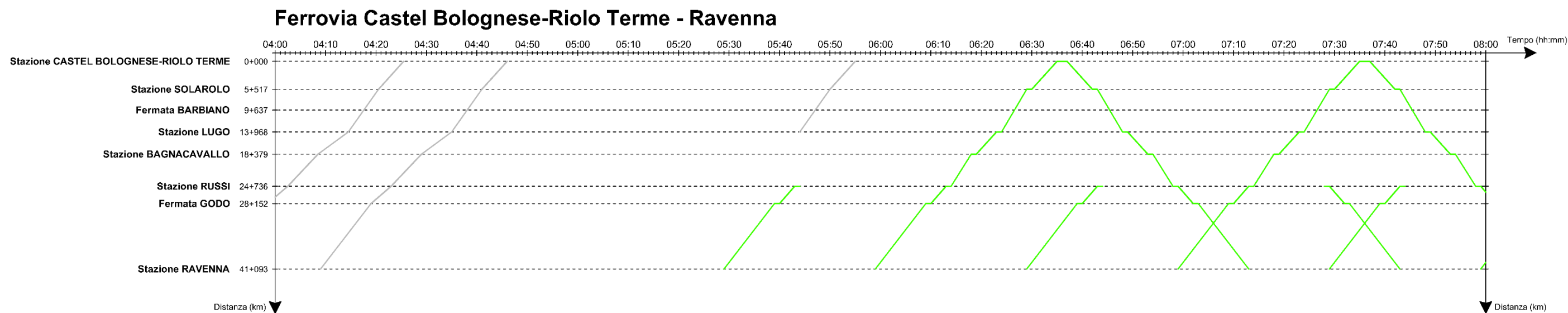


Figura 6.15 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Riferimento, fascia 20 - 24)



Legenda tracce orario					
—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity	—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity	—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte
—	Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress	—	Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale	—	Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

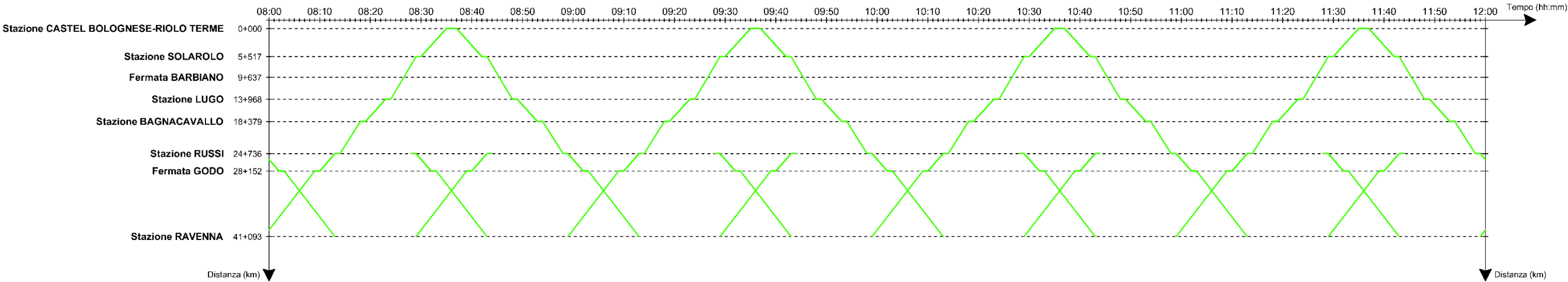
Figura 6.16 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Riferimento, fascia 00 - 04)



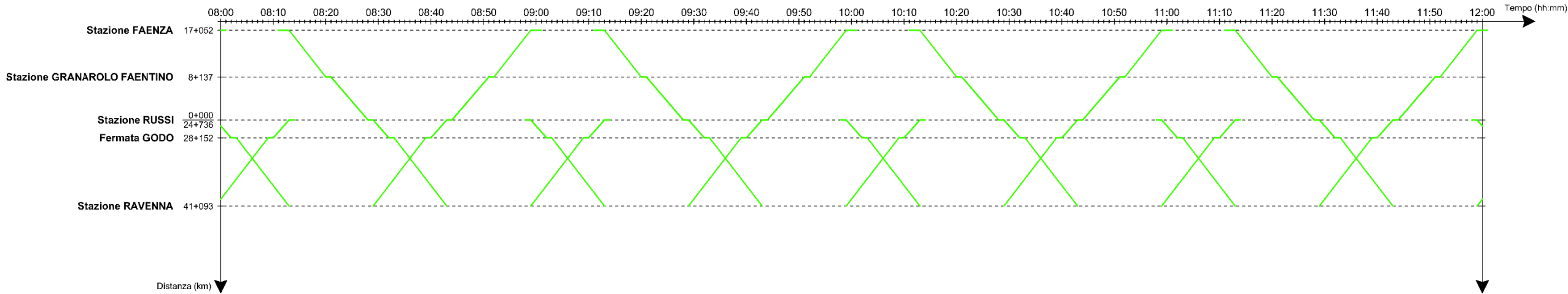
Legenda tracce orario					
—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity	—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity	—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte
—	Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress	—	Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale	—	Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.17 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Riferimento, fascia 04 - 08)

Ferrovia Castel Bolognese-Riolo Terme - Ravenna



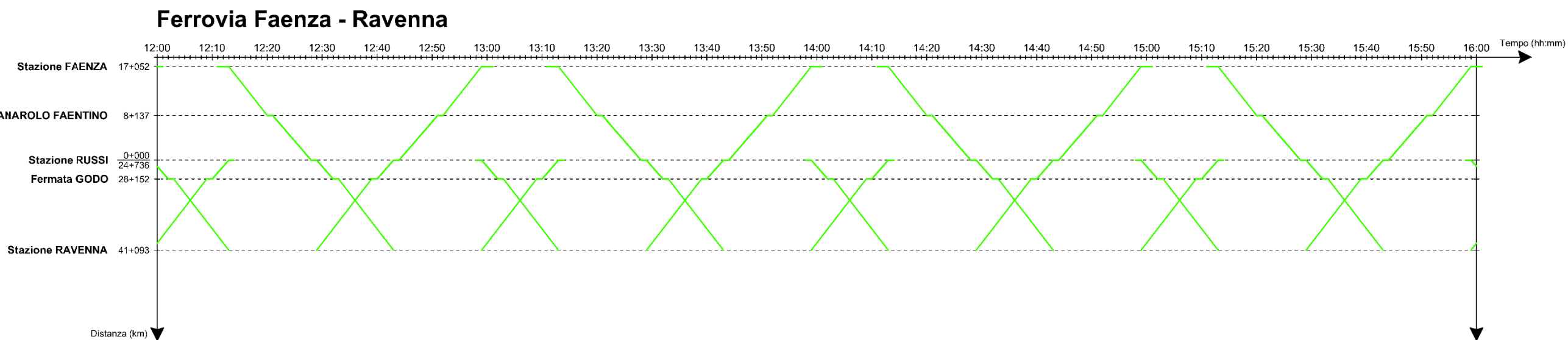
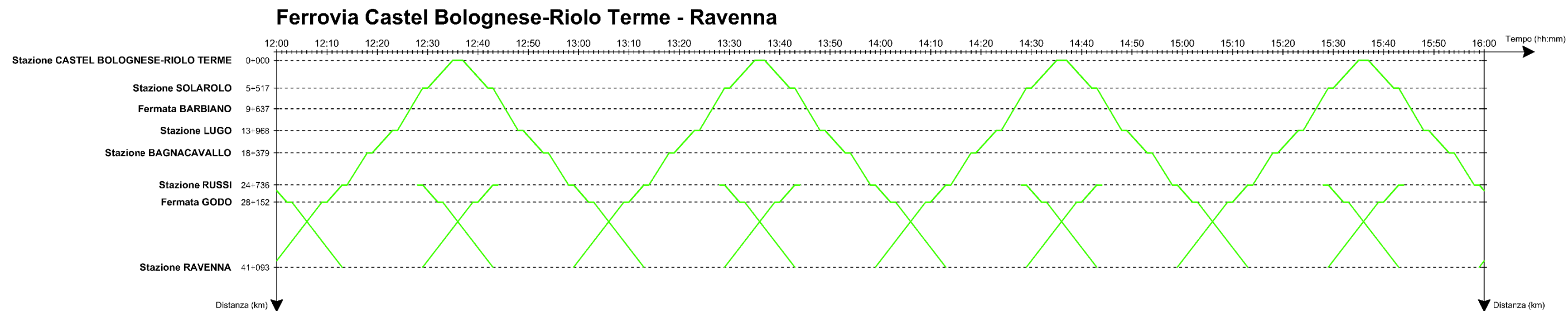
Ferrovia Faenza - Ravenna



Legenda tracce orario

- Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity
- Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity
- Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte
- Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress
- Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale
- Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

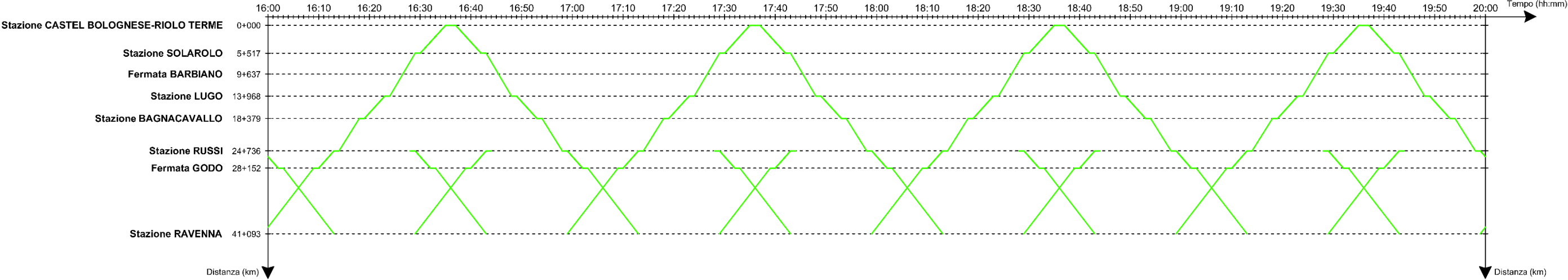
Figura 6.18 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Riferimento, fascia 08 - 12)



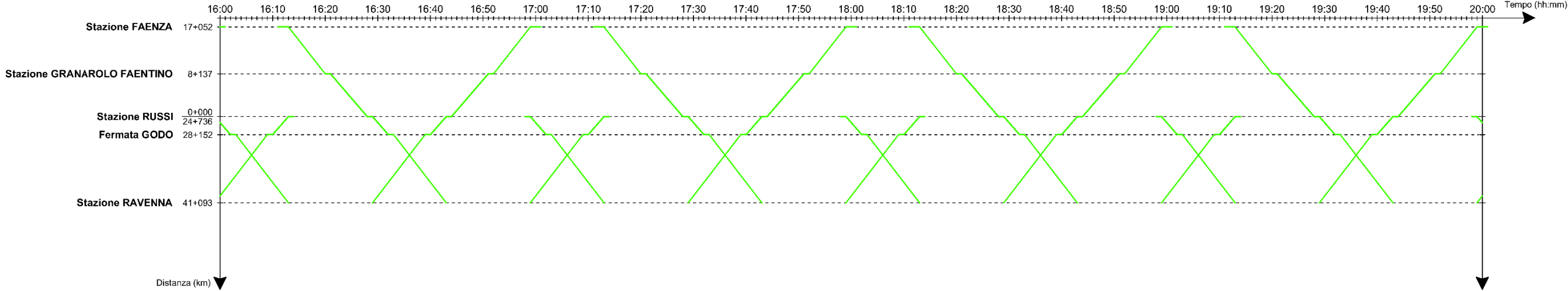
Legenda tracce orario					
—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity	—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity	—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte
—	Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress	—	Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale	—	Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.19 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Riferimento, fascia 12 - 16)

Ferrovia Castel Bolognese-Riolo Terme - Ravenna



Ferrovia Faenza - Ravenna



Legenda tracce orario

Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity

Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity

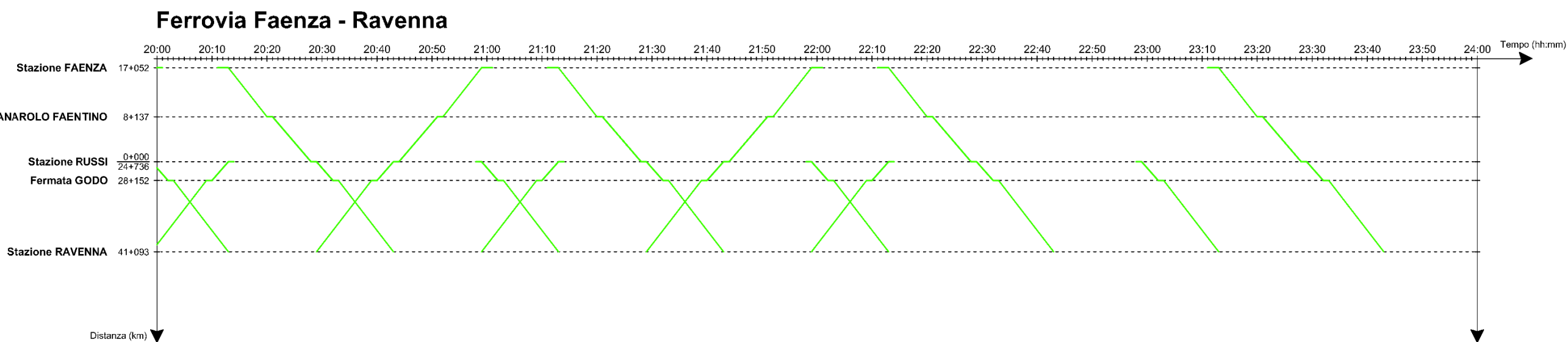
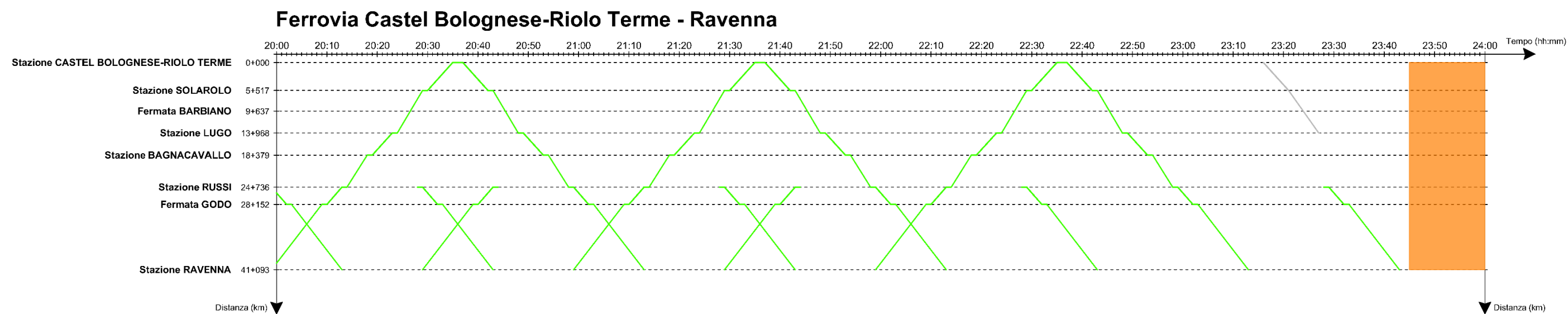
Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte

Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

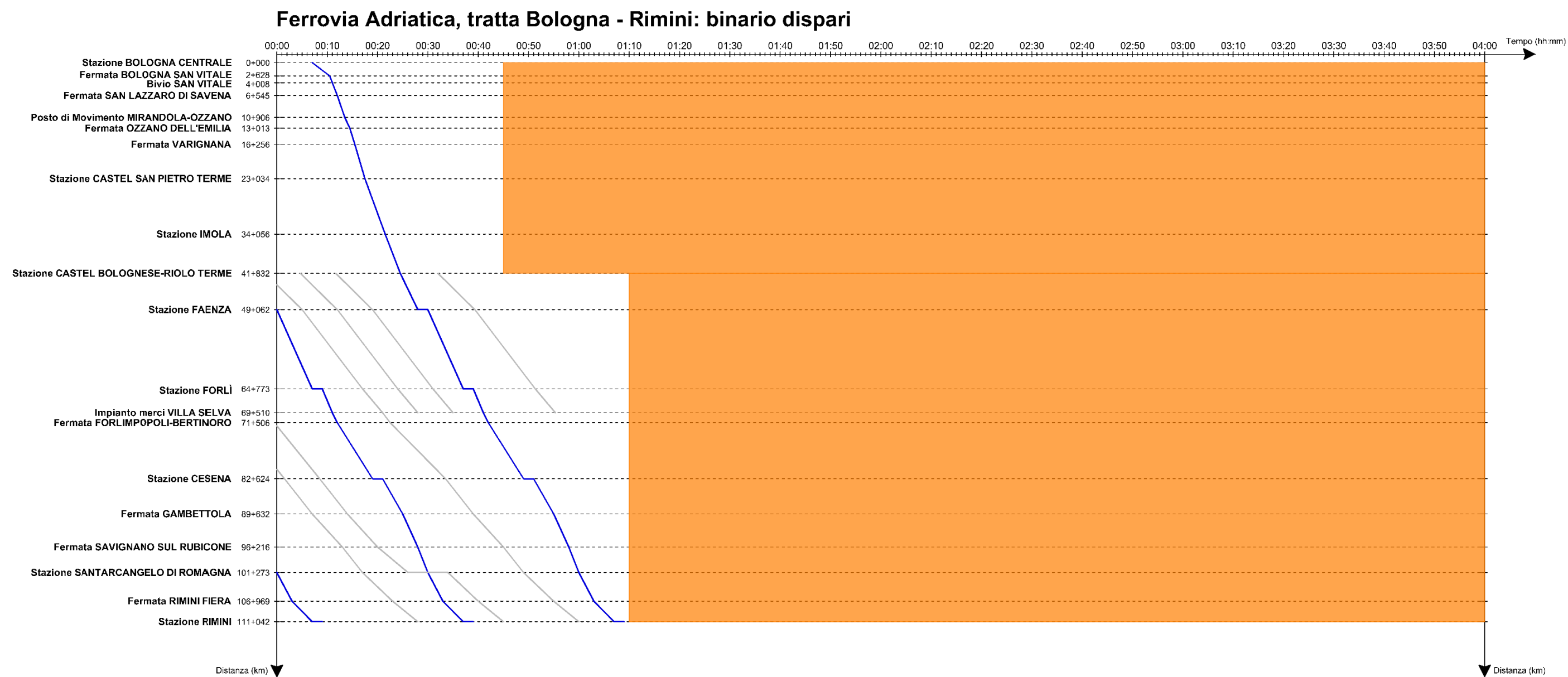
Figura 6.20 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Riferimento, fascia 16 - 20)

162



Legenda tracce orario					
—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity		—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity	
—	Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress		—	Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale	
			—	Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale	

Figura 6.21 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Riferimento, fascia 20 - 24)



Legenda tracce orario

Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte

Figura 6.22 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto A, fascia 00 - 04)

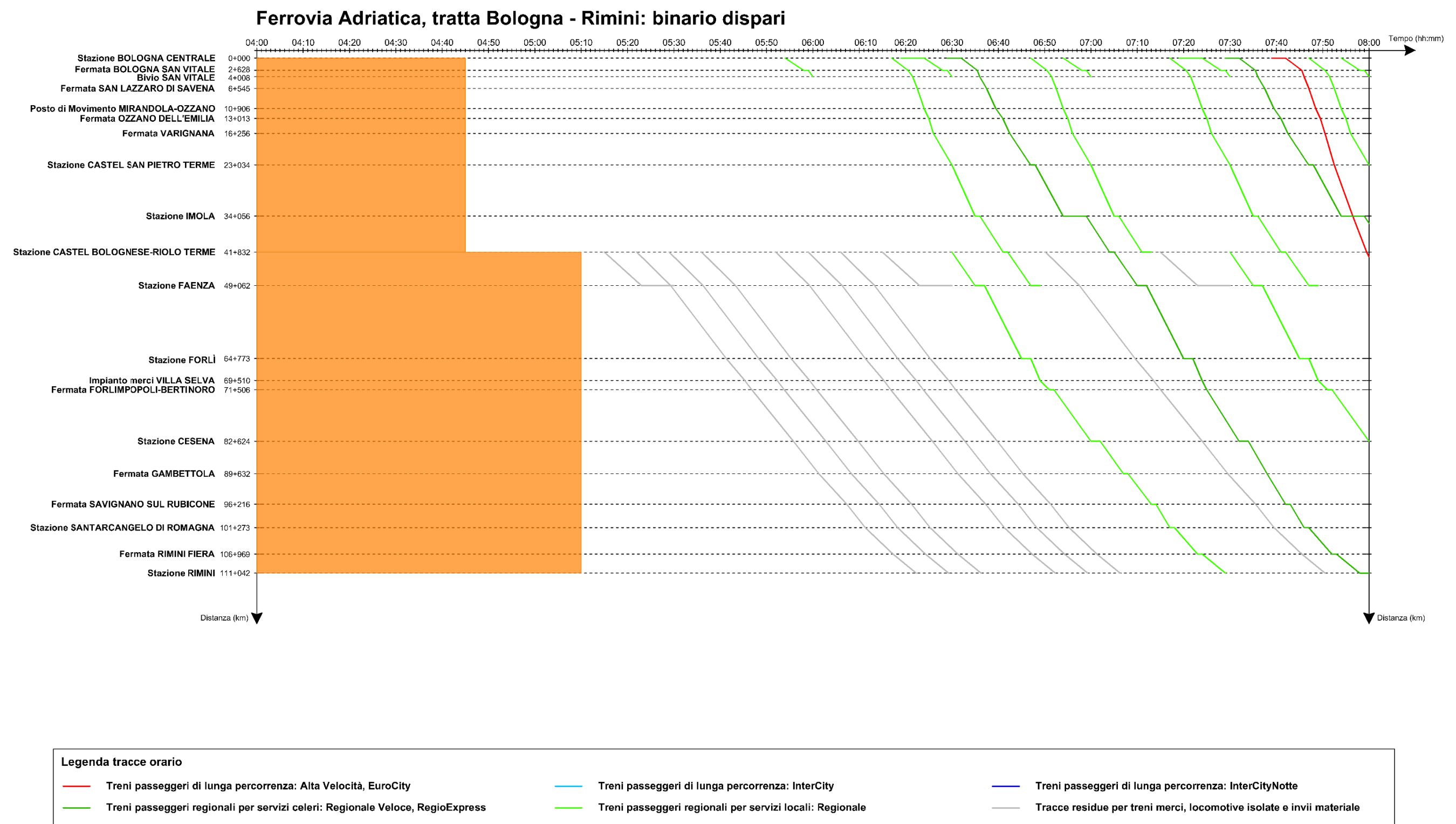
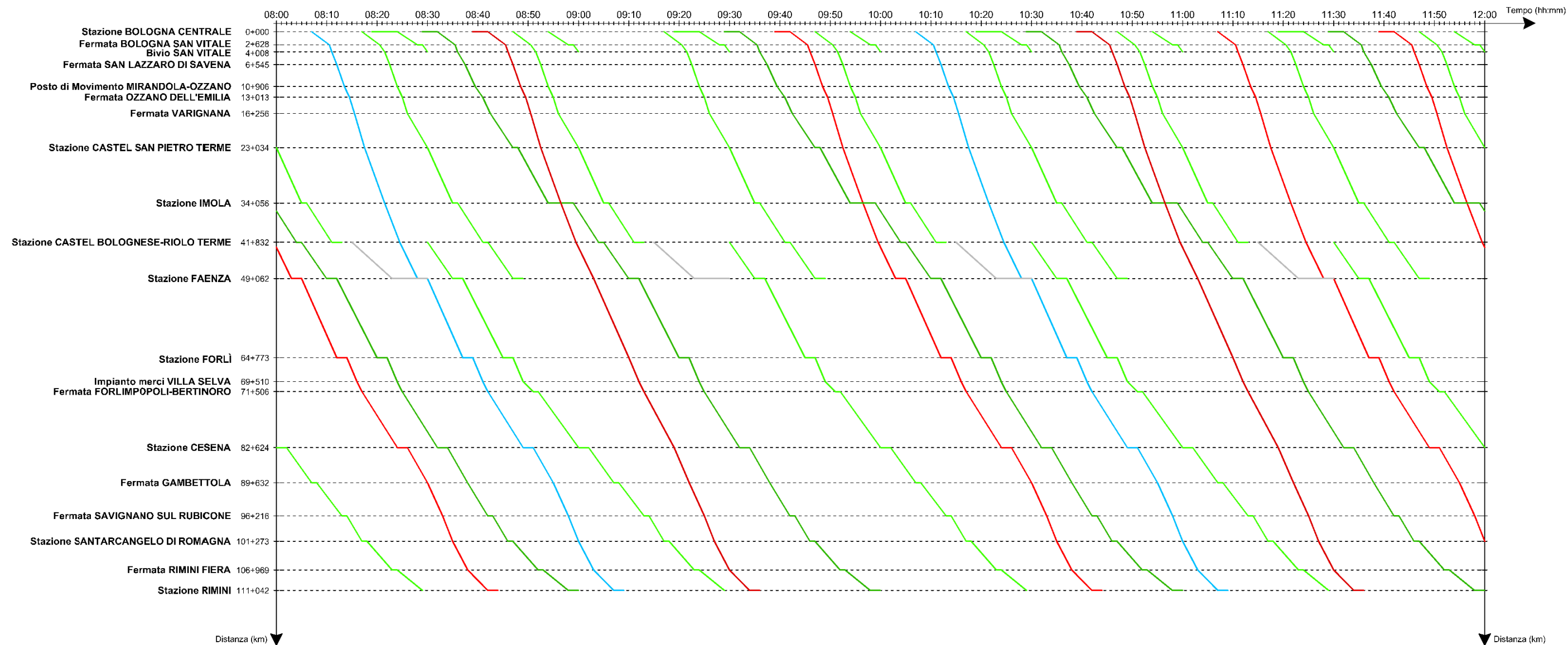


Figura 6.23 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto A, fascia 04 - 08)

Ferrovia Adriatica, tratta Bologna - Rimini: binario dispari



Legenda tracce orario

- Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity
- Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity
- Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte
- Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress
- Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale
- Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.24 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto A, fascia 08 - 12)

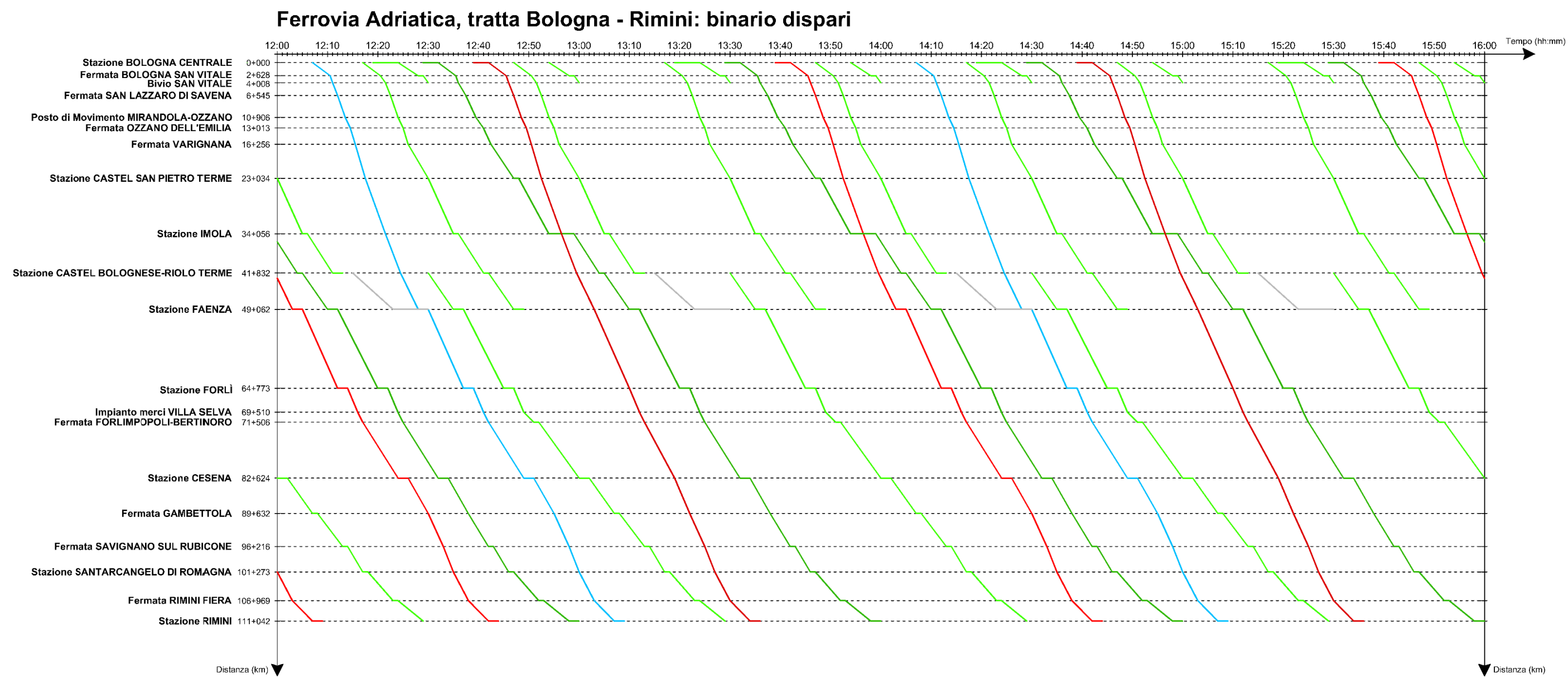
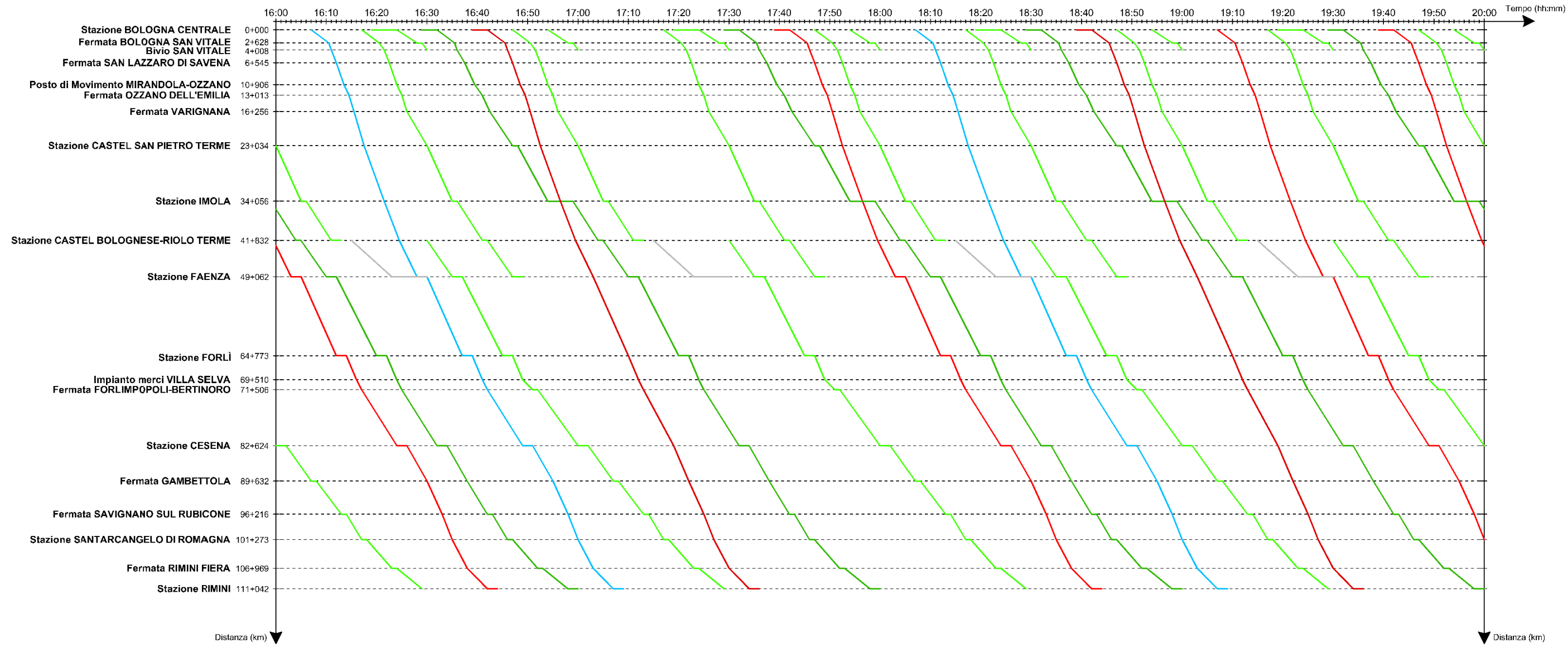


Figura 6.25 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto A, fascia 12 - 16)

Ferrovia Adriatica, tratta Bologna - Rimini: binario dispari



Legenda tracce orario

Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity

Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity

Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte

Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.26 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto A, fascia 16 - 20)

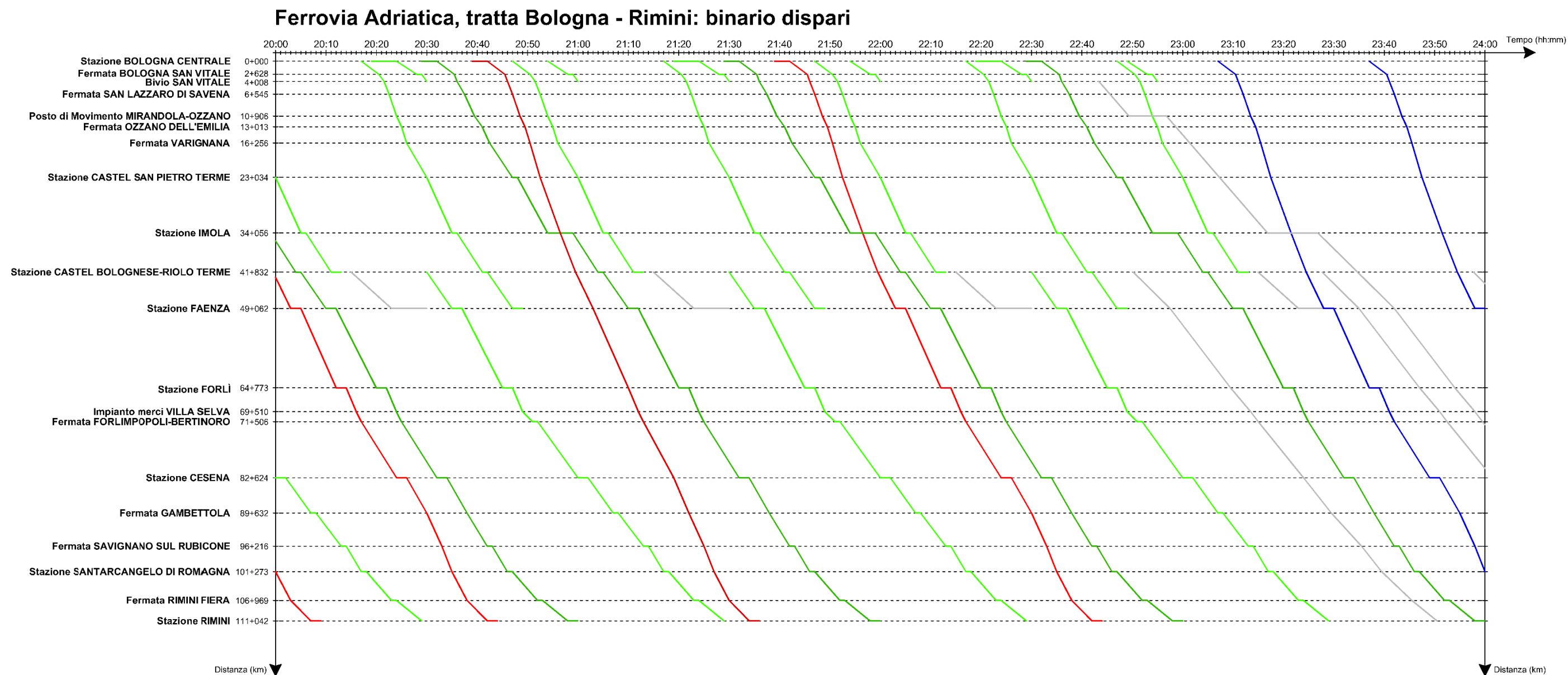
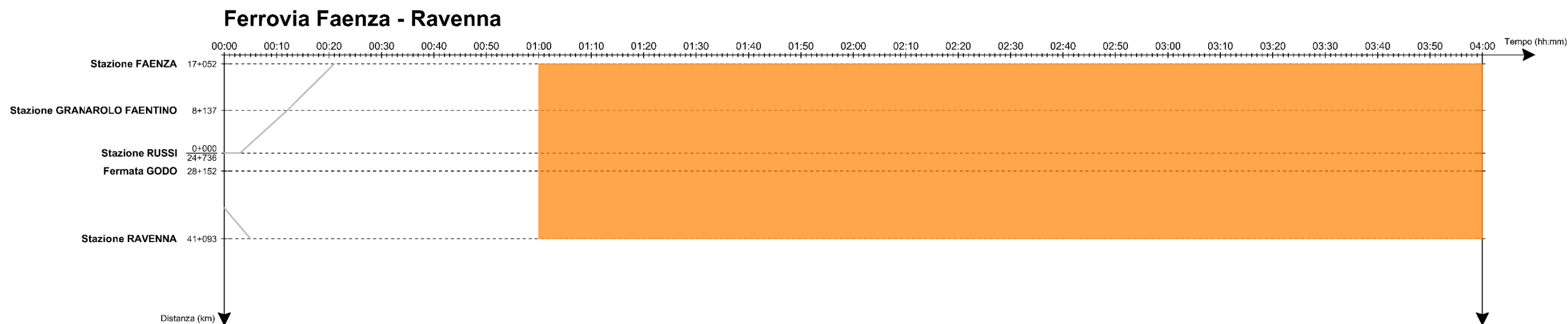
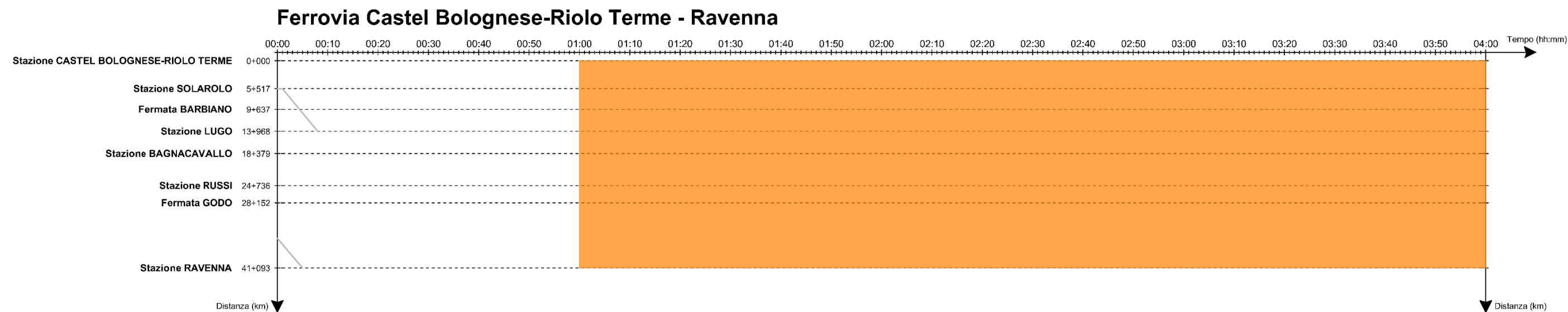
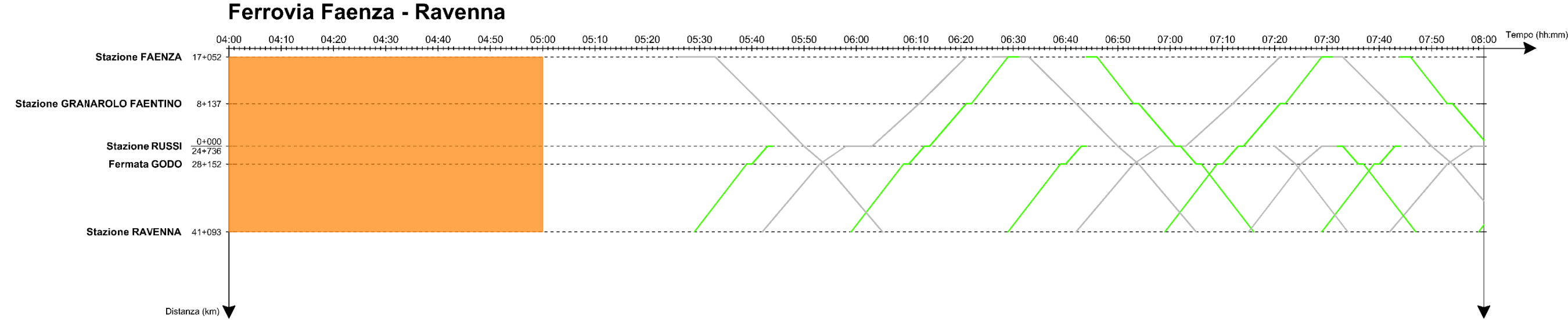
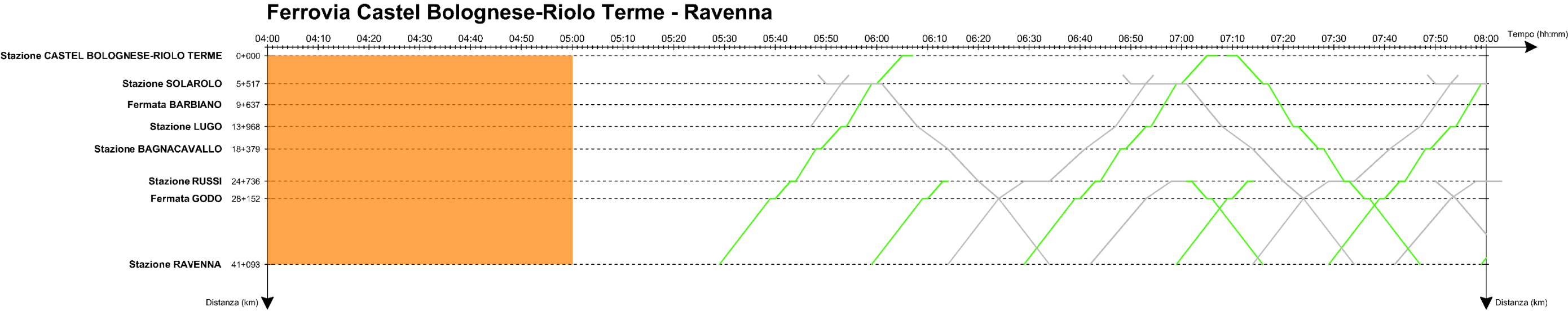


Figura 6.27 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto A, fascia 20 - 24)



Legenda tracce orario					
—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity		—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity	
—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte		—	Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress	
—	Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale		—	Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale	

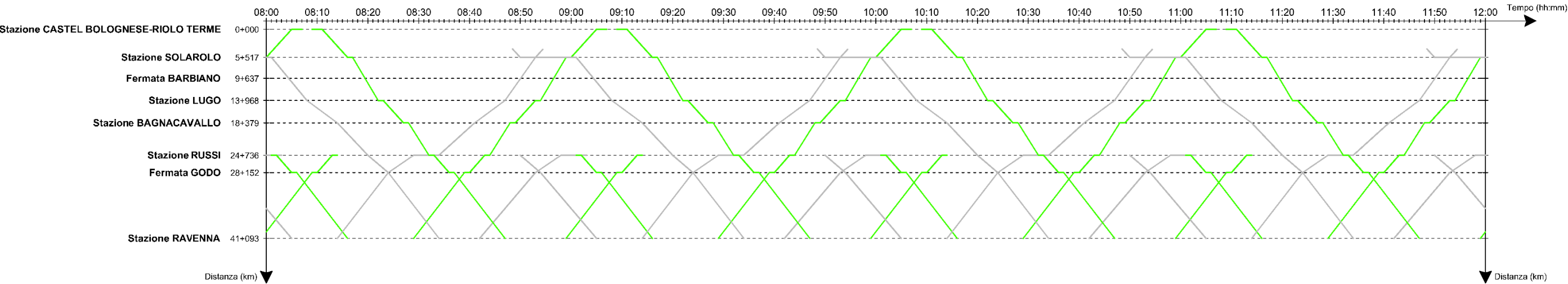
Figura 6.28 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto A, fascia 00 - 04)



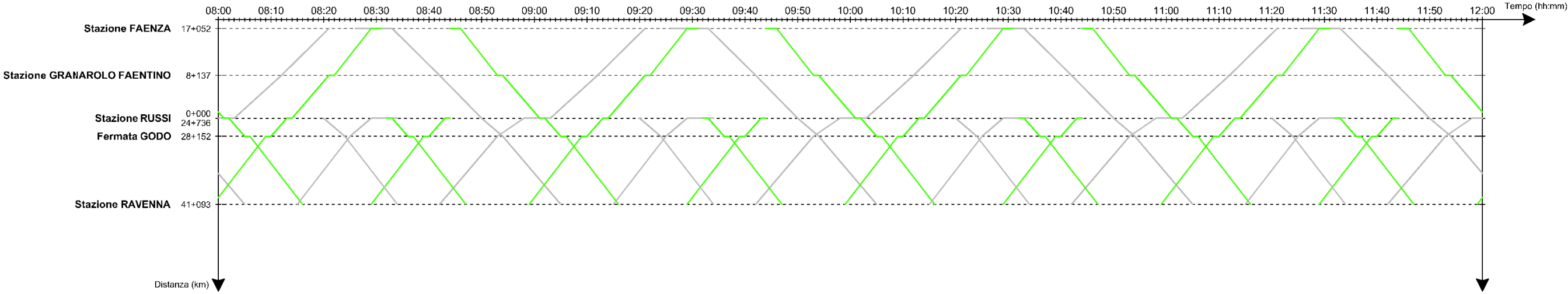
Legenda tracce orario					
—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity		—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity	
—	Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress		—	Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale	
			—	Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale	

Figura 6.29 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto A, fascia 04 - 08)

Ferrovia Castel Bolognese-Riolo Terme - Ravenna



Ferrovia Faenza - Ravenna



Legenda tracce orario

Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity

Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity

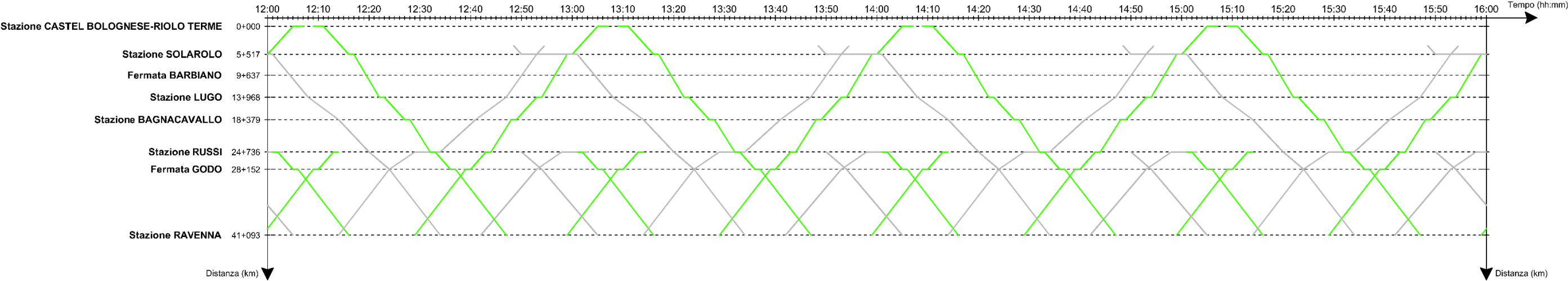
Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte

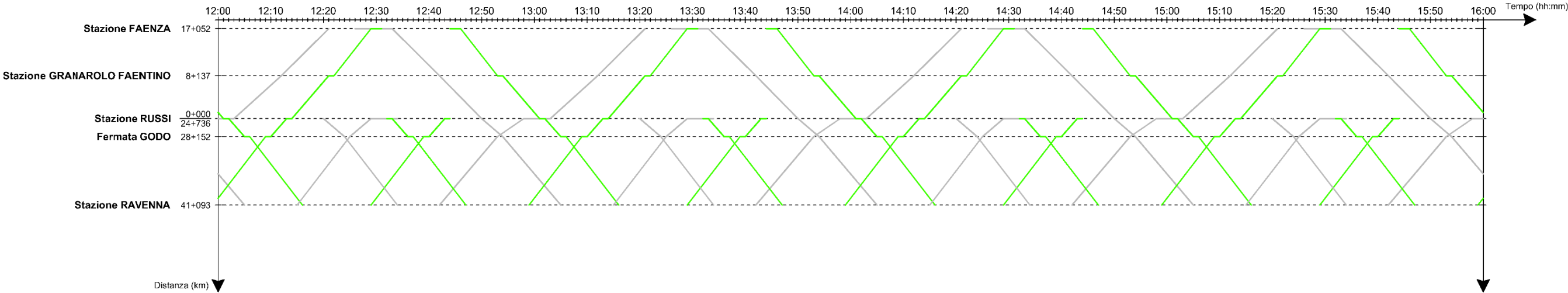
Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.30 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto A, fascia 08 - 12)

Ferrovia Castel Bolognese-Riolo Terme - Ravenna



Ferrovia Faenza - Ravenna



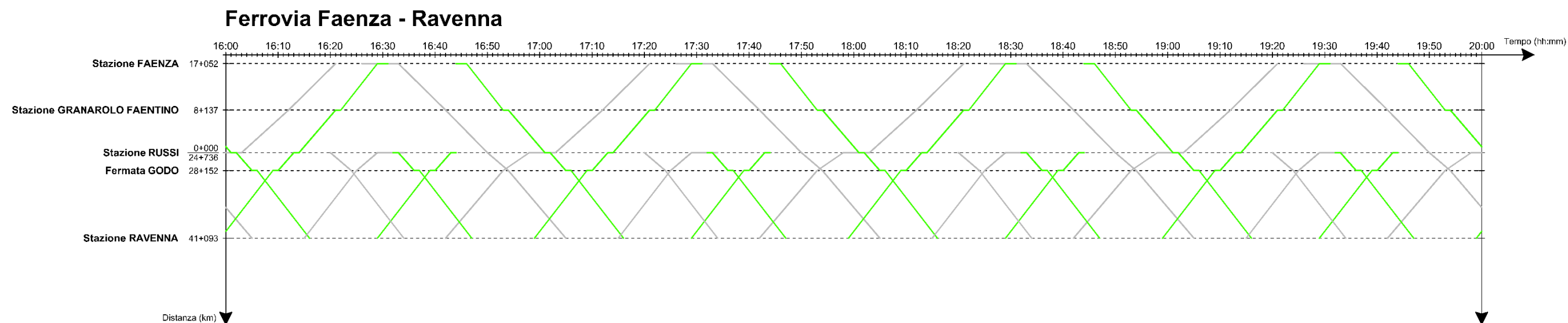
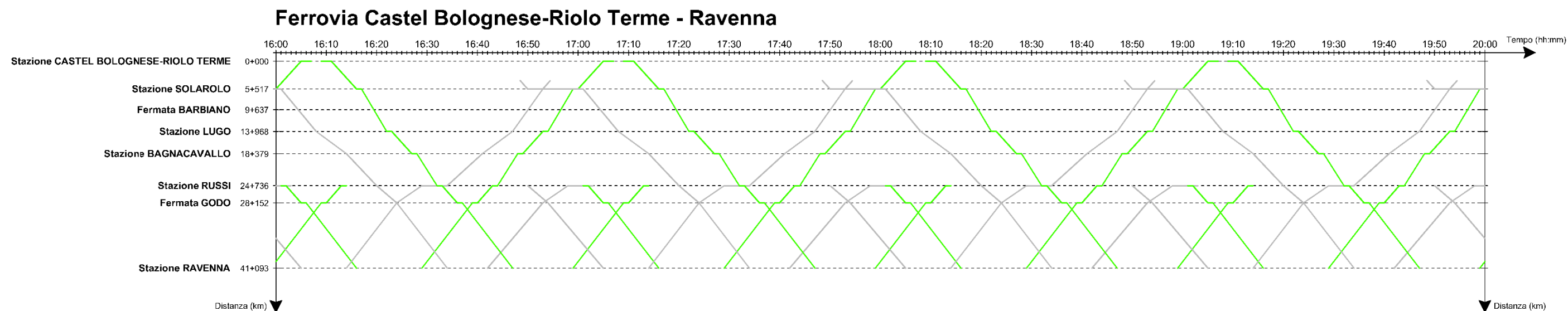
Legenda tracce orario

Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotteTreni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress

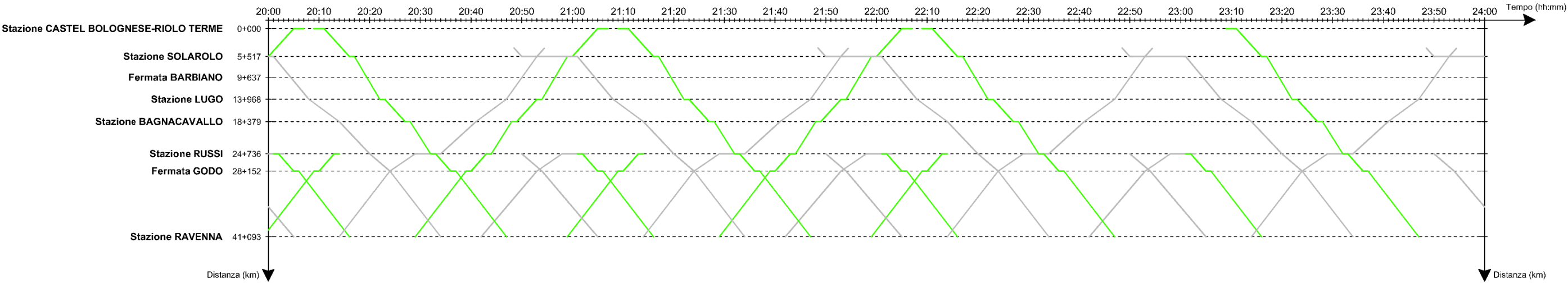
Figura 6.31 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto A, fascia 12 - 16)



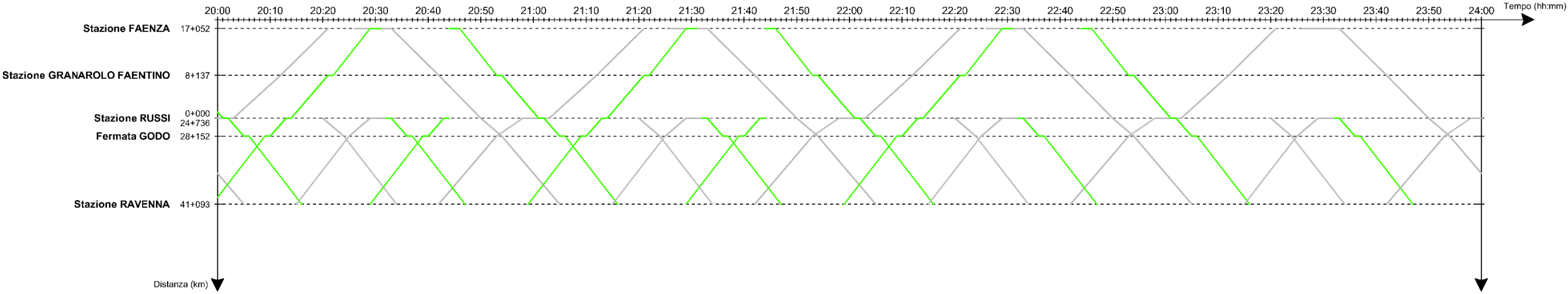
Legenda tracce orario		
—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity	— Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity
—	Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress	— Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale
		— Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.32 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto A, fascia 16 - 20)

Ferrovia Castel Bolognese-Riolo Terme - Ravenna



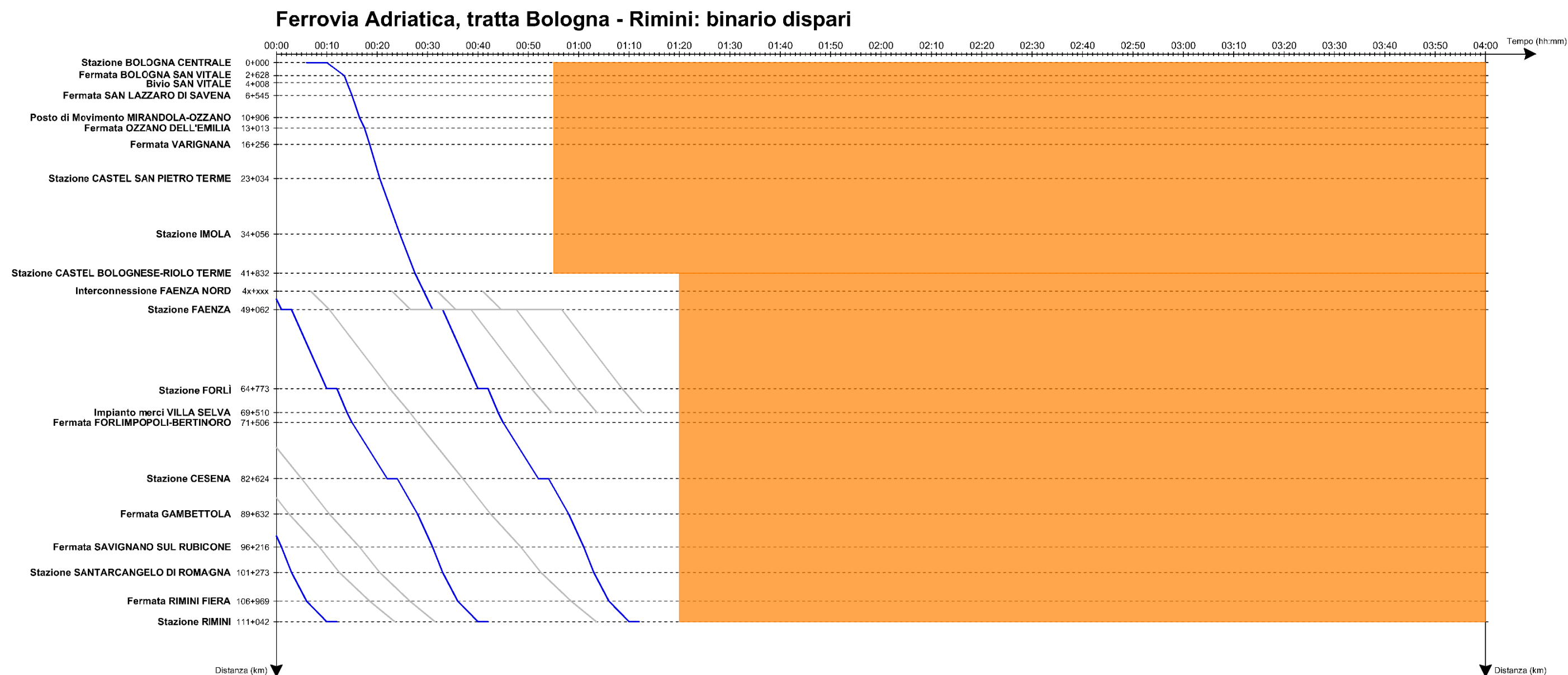
Ferrovia Faenza - Ravenna



Legenda tracce orario

- Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity
- Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity
- Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte
- Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress
- Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale
- Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.33 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto A, fascia 20 - 24)



Legenda tracce orario					
—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity	—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity	—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte
—	Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress	—	Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale	—	Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.34 — Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto B, fascia 00 - 04)

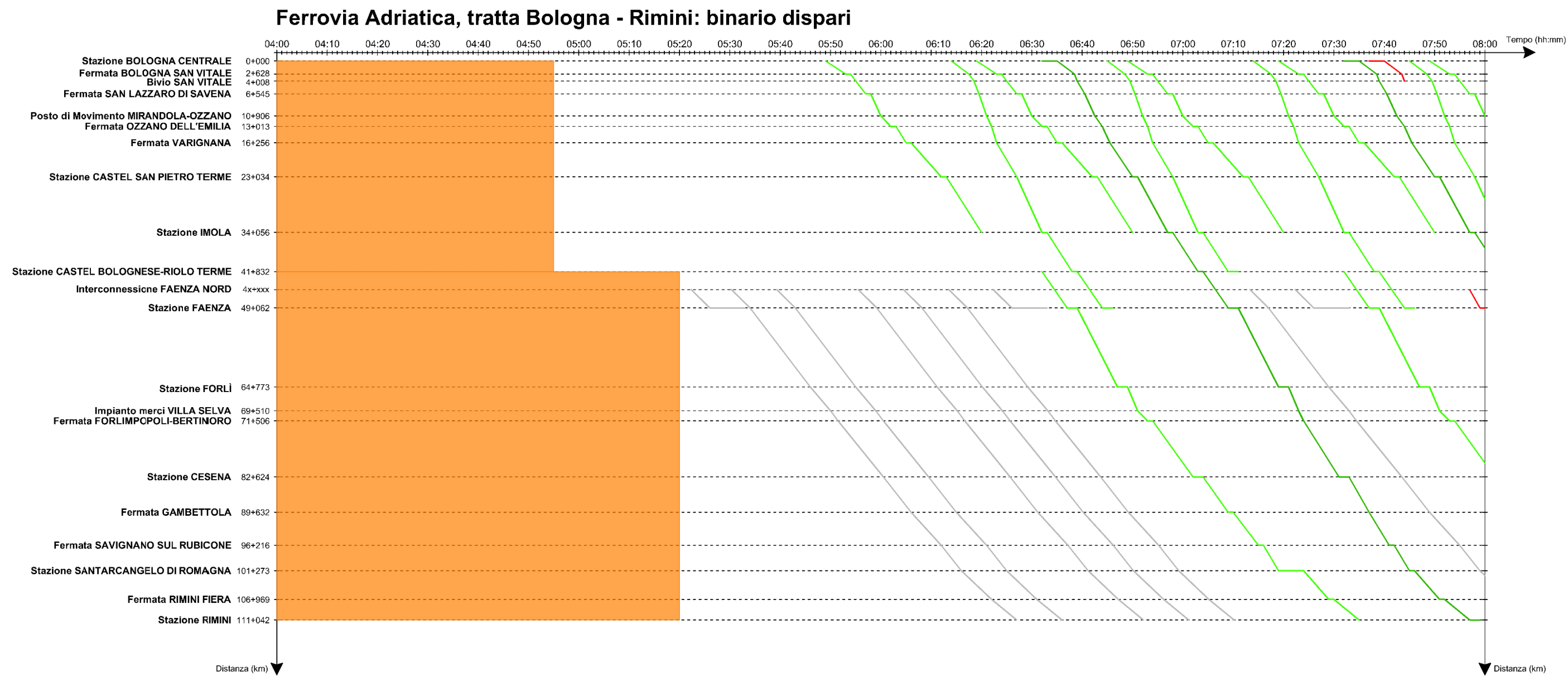
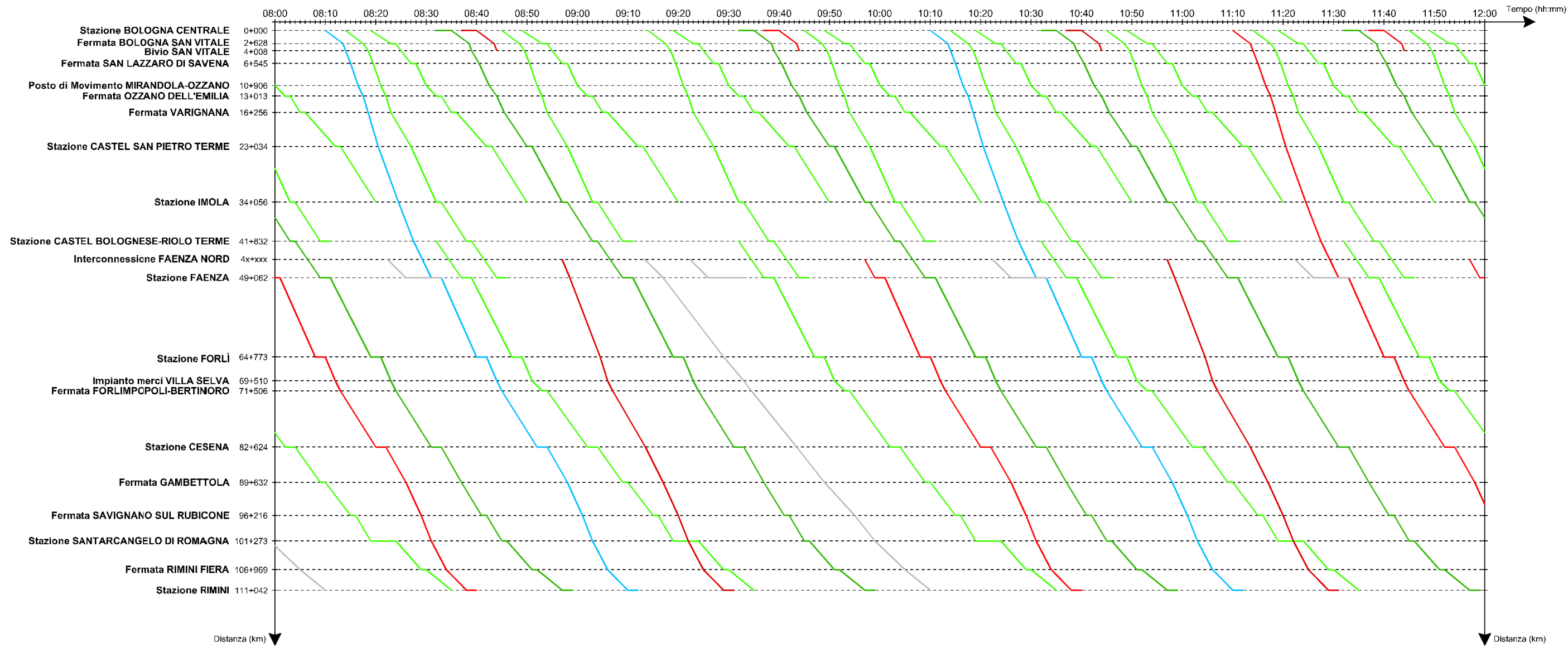


Figura 6.35 — Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto B, fascia 04 - 08)

Ferrovia Adriatica, tratta Bologna - Rimini: binario dispari



Legenda tracce orario

Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity

Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity

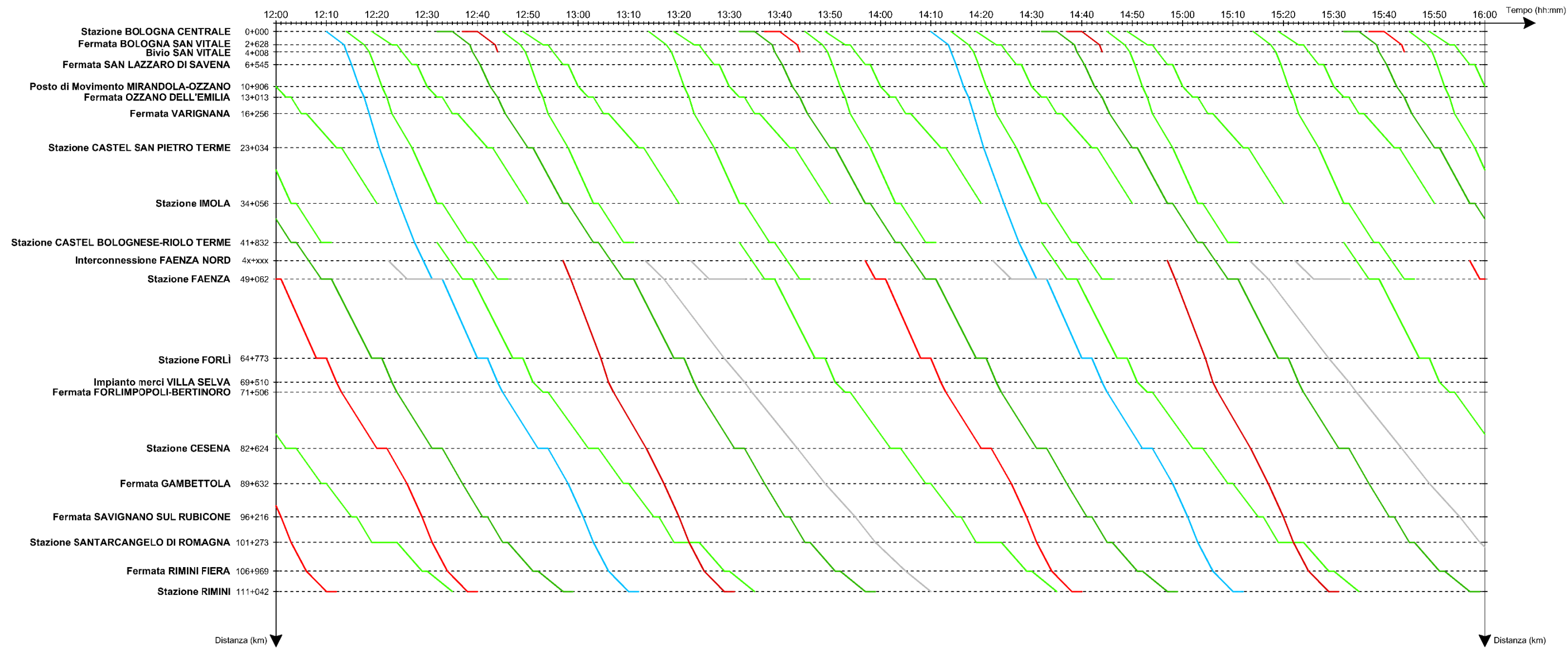
Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte

Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.36 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto B, fascia 08 - 12)

Ferrovia Adriatica, tratta Bologna - Rimini: binario dispari



Legenda tracce orario

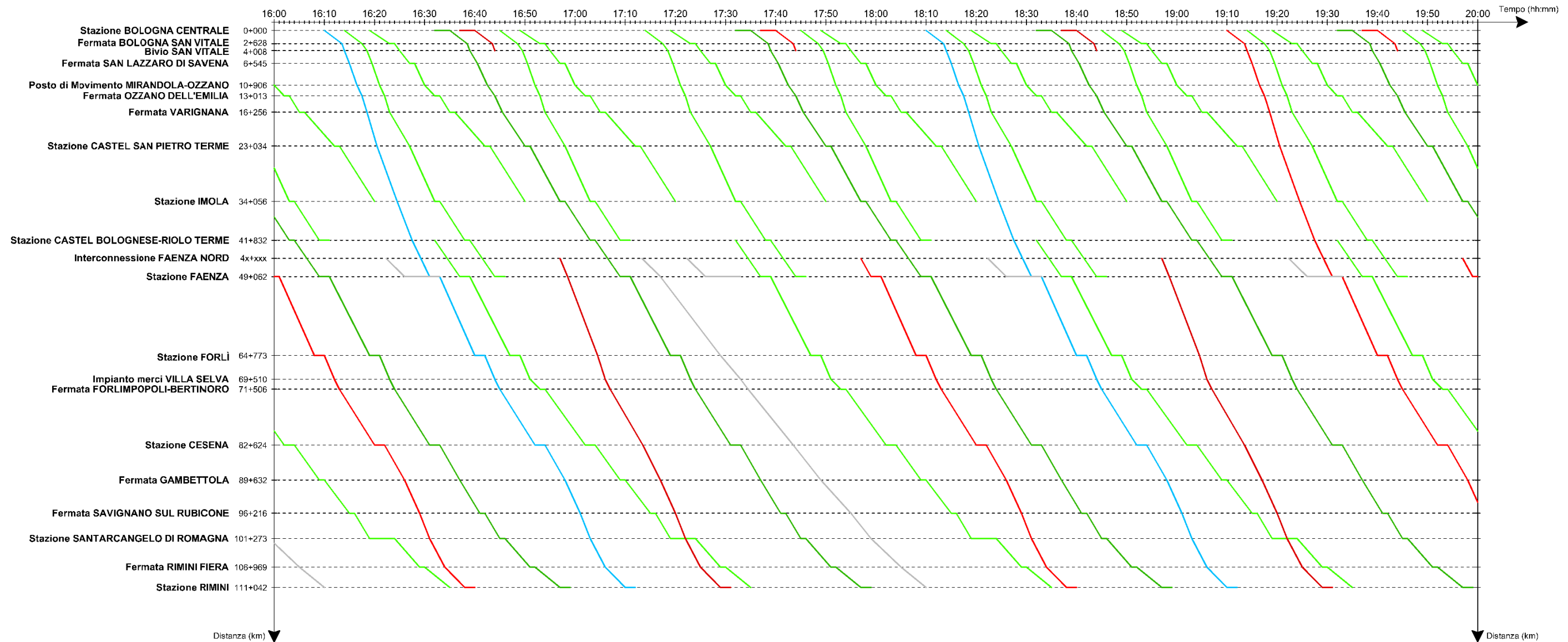
- Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity
- Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regioale Veloce, RegioExpress

- Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity
- Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale

- Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte
- Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.37 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto B, fascia 12 - 16)

Ferrovia Adriatica, tratta Bologna - Rimini: binario dispari



Legenda tracce orario

Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity

Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity

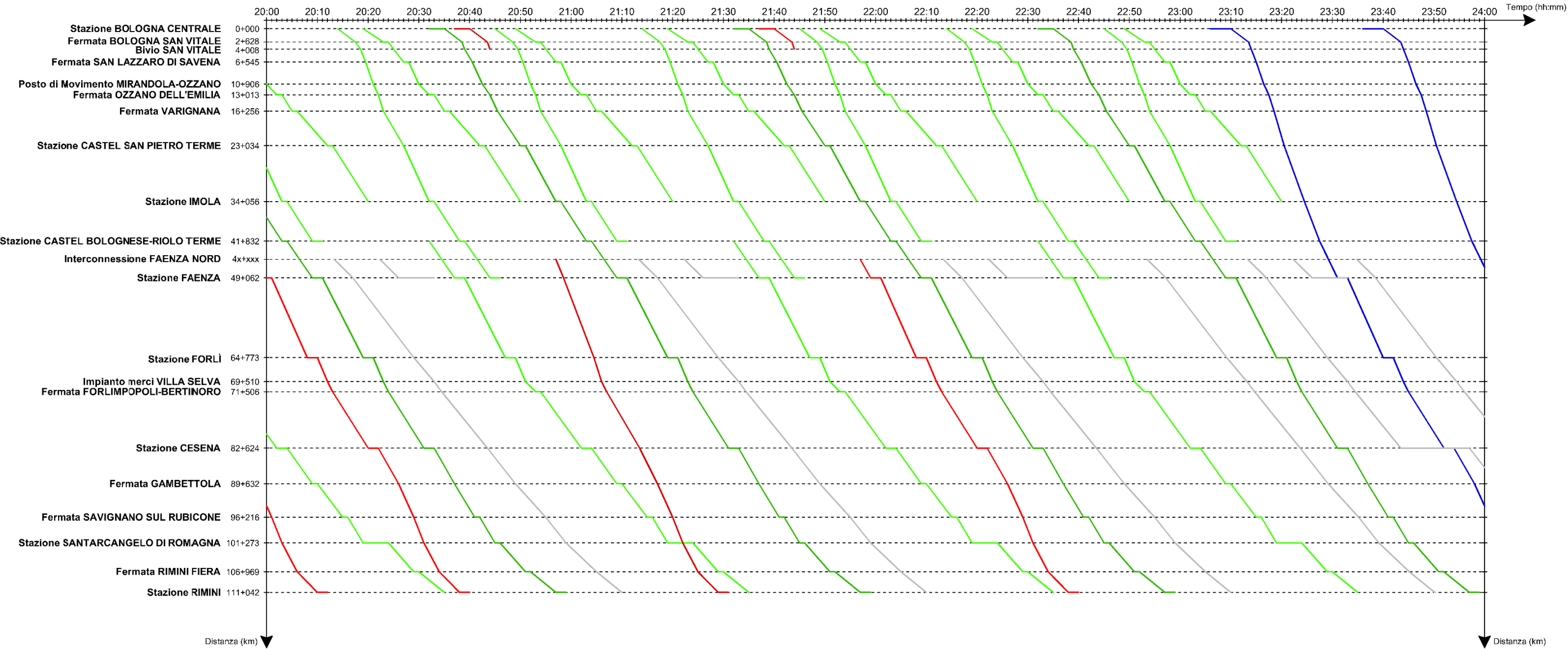
Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte

Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.38 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto B, fascia 16 - 20)

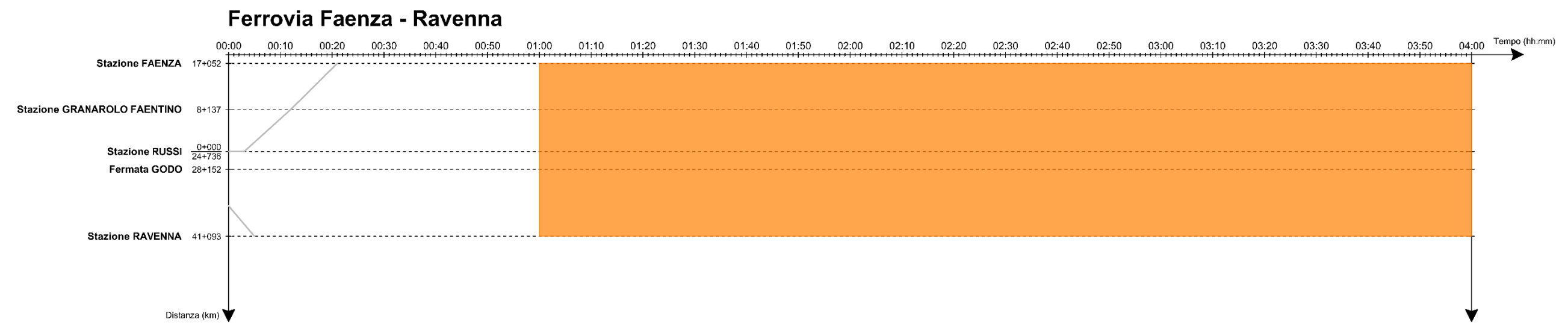
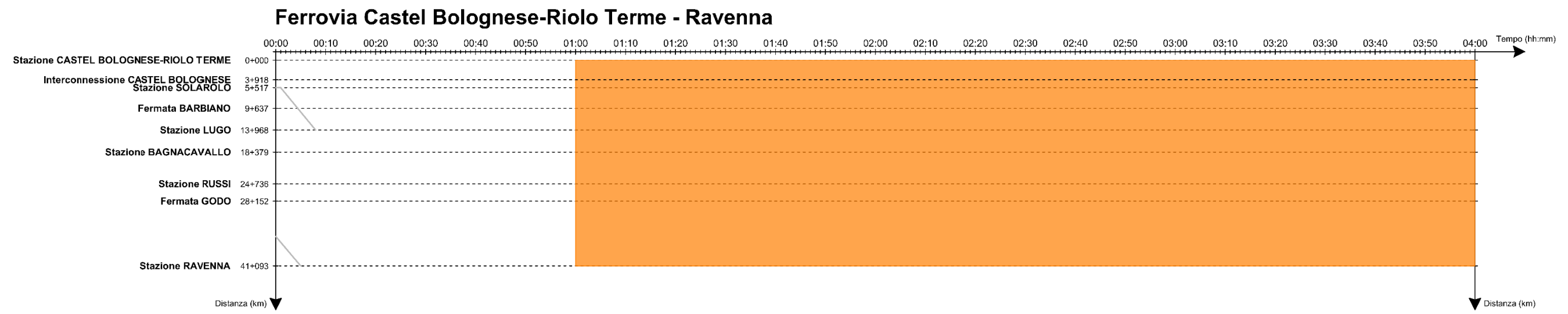
Ferrovia Adriatica, tratta Bologna - Rimini: binario dispari



Legenda tracce orario

- Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity
- Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress
- Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity
- Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale
- Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte
- Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.39 – Orario grafico per simulazione capacità tratta Bologna - Rimini (Scenario di Progetto B, fascia 20 - 24)



Legenda tracce orario

Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity

Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity

Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte

Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.40 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto B, fascia 00 - 04)

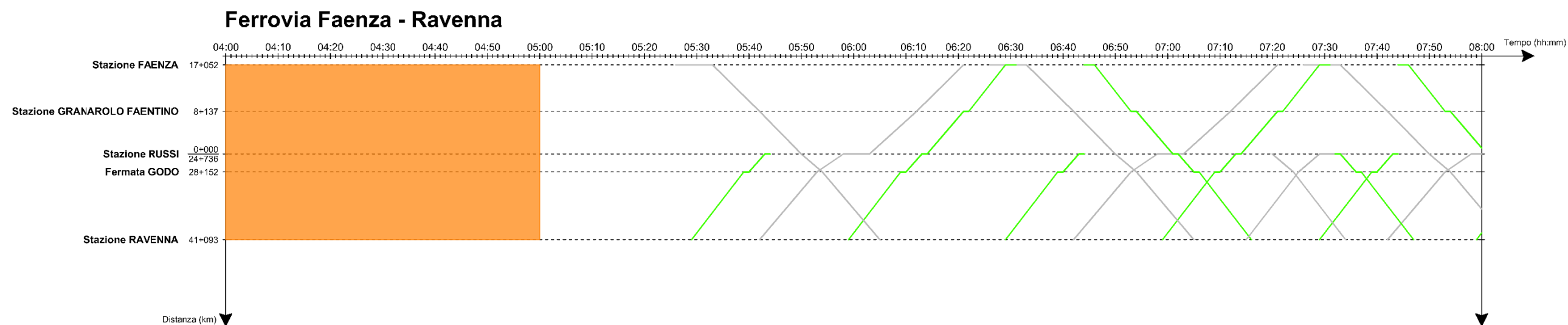
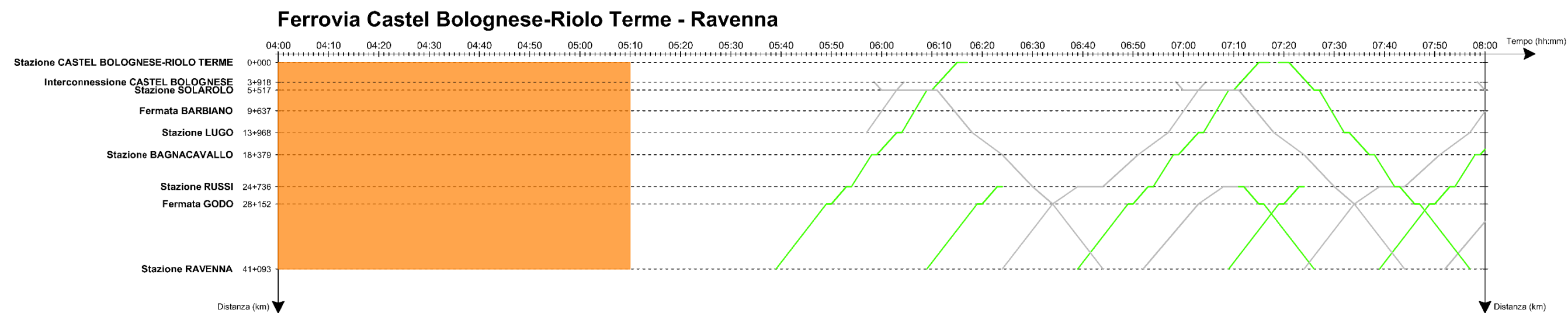
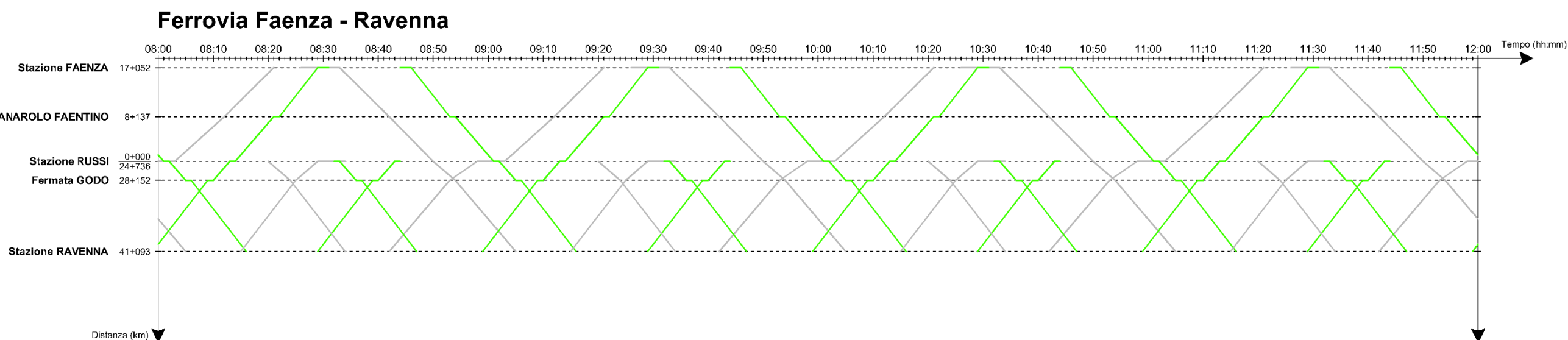
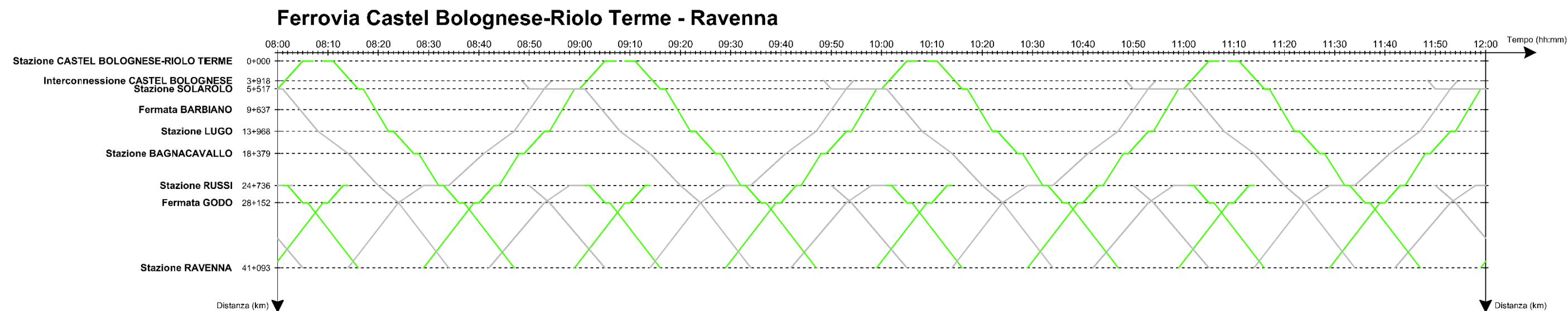
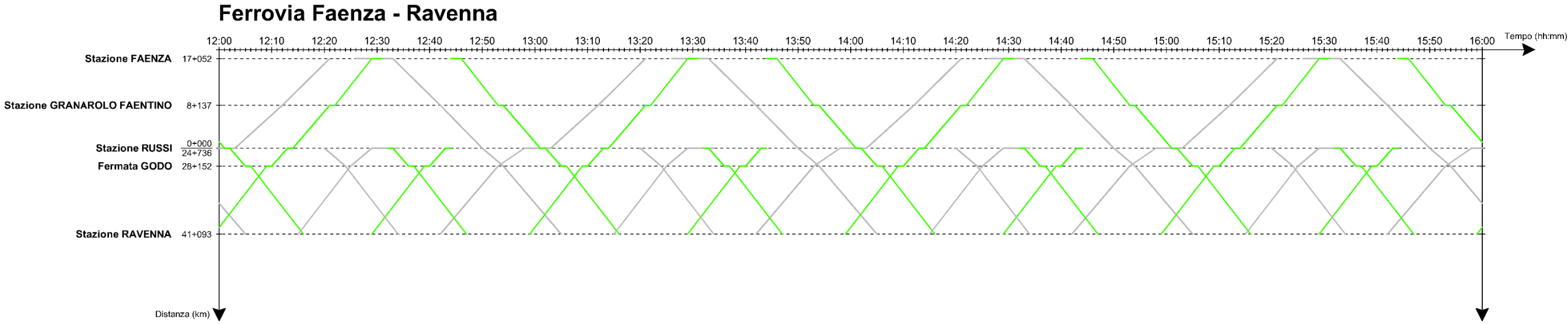
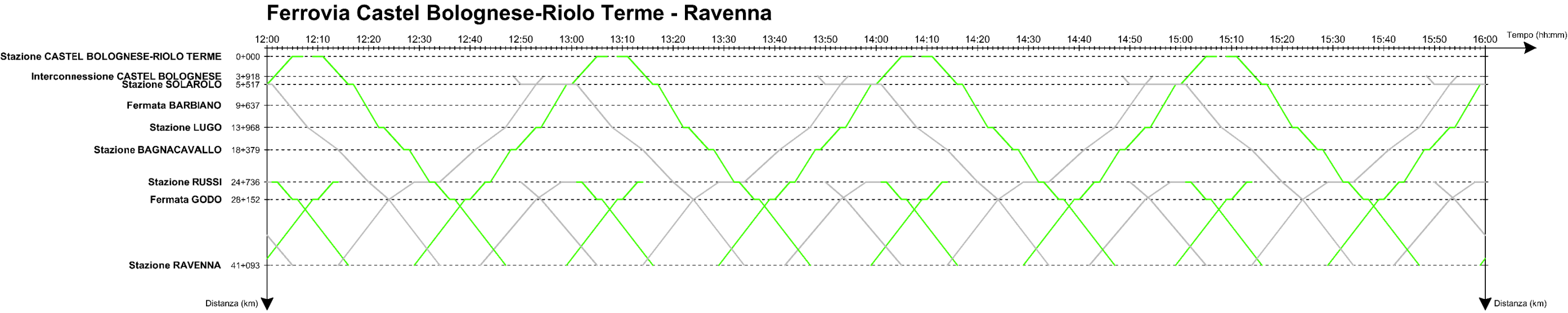


Figura 6.41 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto B, fascia 04 - 08)



Legenda tracce orario		
—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity	— Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity
—	Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress	— Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte
		— Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.42 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto B, fascia 08 - 12)



Legenda tracce orario

Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity

Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity

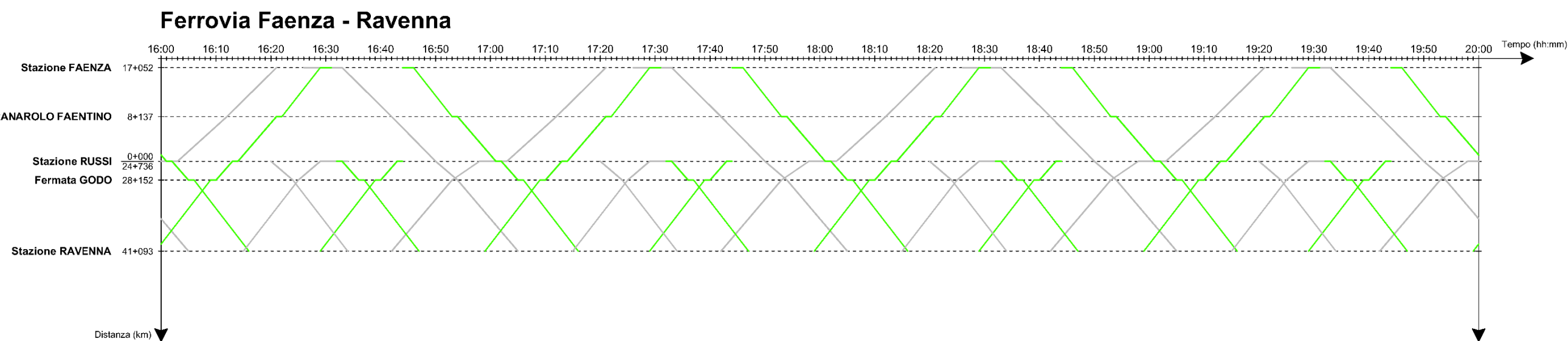
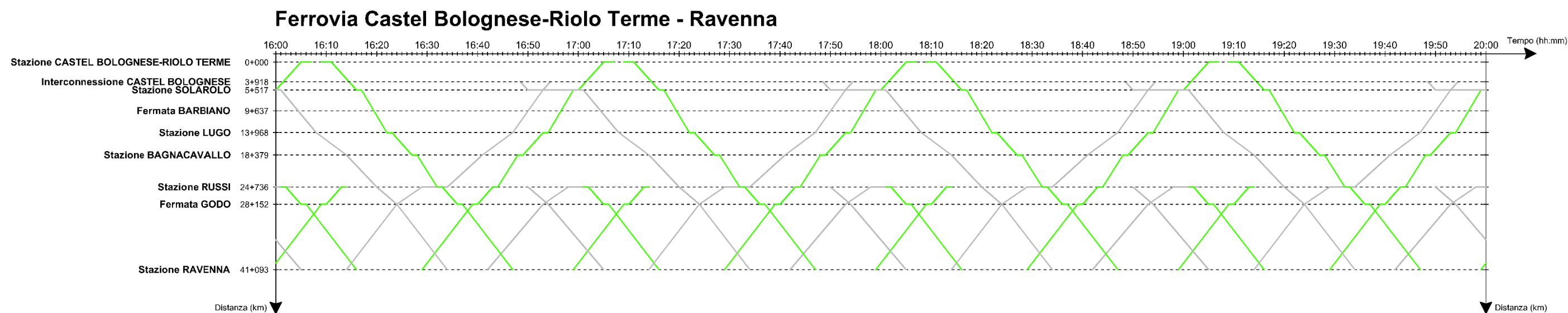
Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte

Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress

Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale

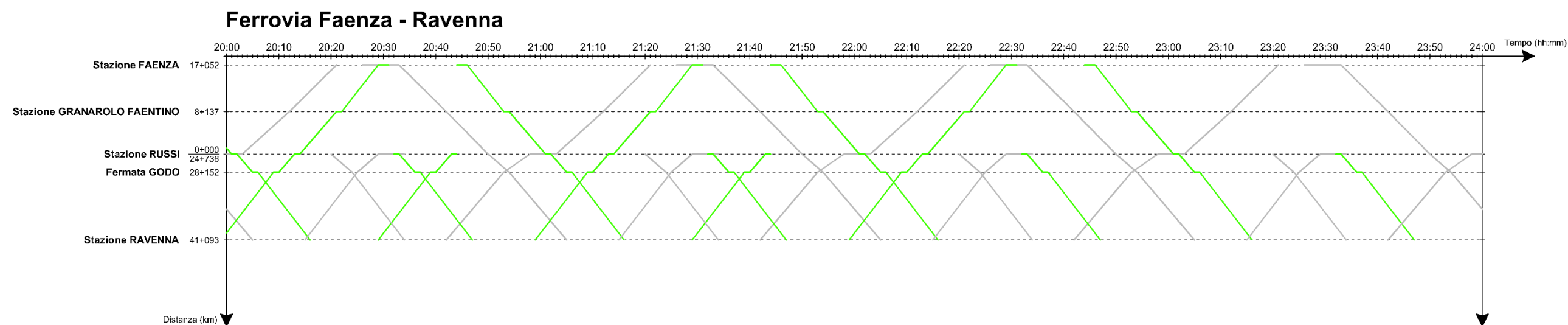
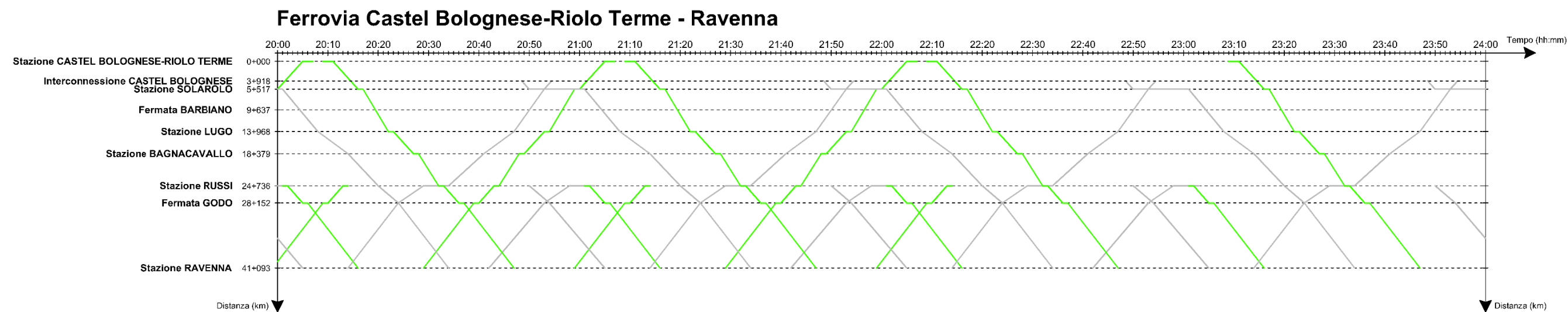
Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.43 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto B, fascia 12 - 16)



Legenda tracce orario					
—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity	—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity	—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte
—	Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress	—	Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale	—	Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.44 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto B, fascia 16 - 20)



Legenda tracce orario					
—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: Alta Velocità, EuroCity	—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCity	—	Treni passeggeri di lunga percorrenza: InterCityNotte
—	Treni passeggeri regionali per servizi celeri: Regionale Veloce, RegioExpress	—	Treni passeggeri regionali per servizi locali: Regionale	—	Tracce residue per treni merci, locomotive isolate e invii materiale

Figura 6.45 – Orario grafico per simulazione capacità linee “antenna” da/per Ravenna (Scenario di Progetto B, fascia 20 - 24)

6.5.4 EVOLUZIONE DELLA DOMANDA MERCI NELL'ORIZZONTE TEMPORALE 2033

La tabella a pagina seguente mostra la domanda di trasporto merci attuale sulle due linee Bologna – Castel Bolognese e Ferrara – Ravenna e la previsione all'orizzonte temporale 2033 (in assenza di vincoli di capacità).

La crescita attesa in termini di tonnellate è pari 25,7% ed in termini di treni pari al 21,5% (in virtù dell'incremento del carico medio per il trasporto combinato). Nel 2033, il traffico del giorno medio annuo di riferimento (tenendo conto di un coefficiente di riporto pari a 260 gg/anno) è pari a 39 coppie complessive, di cui 27 di traffico tradizionale e 12 di traffico combinato, a fronte delle 32 coppie/giorno attuali.

Tabella 6.5 – Domanda e traffico ferroviario sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara (2019 e 2033)

	LINEA	2019			2033			CRESCITA %
		TRAD.	COMB.	TOT.	TRAD.	COMB.	TOT.	
DOMANDA (T/ANNO)	BO-CB	4.675.000	2.516.000	7.191.000	-	-	-	-
	RA-FE	728.000	0	728.000	-	-	-	-
	TOT.	5.403.000	2.516.000	7.919.000	6.424.000	3.533.000	9.957.000	25,7%
TRAFFICO (TRENI/ANNO)	BO-CB	9.720	4.760	14.480	-	-	-	-
	RA-FE	1.550	0	1.550	-	-	-	-
	TOT.	11.270	4.760	16.030	13.410	6.070	19.480	21,5%
CARICO MEDIO (T/TRENO)	TOT.	480	530	490	480	580	510	4,1%
TRAFFICO (TRENI/GIORNO)	BO-CB	19	10	29	-	-	-	-
	RA-FE	3	0	3	-	-	-	-
	TOT.	22	10	32	27	12	39	21,9%

Per una migliore comprensione dei risultati ottenuti, i volumi di traffico sono stati disaggregati per macro-direttrice di traffico, definite come illustrato nella figura successiva.

Figura 6.46 – Direttrici di traffico definite per l'analisi dei risultati



Le regioni a Nord di Bologna sono state raggruppate in tre macro-zone, corrispondenti all'Emilia (inclusa Bologna stessa oltre alle altre province emiliane tra Bologna e Piacenza), il Nord Italia (che include tutte le restanti province del Nord Italia) e l'Estero.

A Sud di Bologna, sono stati distinti i traffici tra la direttrice di Ravenna (che comprende, oltre al porto, i terminal di Lugo e Russi) e la direttrice Adriatica (in cui ricade anche l'altro terminal regionale di Villa Selva, oltre a tutti i terminal sulla linea Adriatica).

La tabella seguente mostra la domanda ferroviaria merci annua per direttrice (somma su entrambe le direzioni di trasporto) all'anno base 2019. Si osserva come la domanda estera corrisponda a circa il 25% della domanda complessiva. Il traffico in partenza o destinazione al porto di Ravenna è pari al 47% del traffico complessivo sulle due tratte, con una quota di traffico internazionale pari al 16%.

Tabella 6.6 – Domanda merci ferroviaria sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara per direttrice (2019)

DA / A	DOMANDA (T/ANNO)			TRAFFICO (TRENI/ANNO)		
	Ravenna	Adriatica	TOTALE	Ravenna	Adriatica	TOTALE
Estero	591.000	1.462.000	2.053.000	1.280	3.260	4.530
Nord	2.079.000	1.804.000	3.883.000	2.790	4.120	6.910
Emilia	1.053.000	931.000	1.984.000	1.830	2.760	4.590
TOTALE	3.722.000	4.197.000	7.919.000	5.890	10.140	16.030
CARICO MEDIO (T/TRENO)				630	410	490

Le tabelle seguenti riportano rispettivamente il traffico previsto per direttrice nel 2033 e la crescita percentuale complessiva attesa tra i due orizzonti temporali.

Tabella 6.7 – Domanda merci ferroviaria sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara per direttrice (2033)

DA / A	DOMANDA (T/ANNO)			TRAFFICO (TRENI/ANNO)		
	Ravenna	Adriatica	TOTALE	Ravenna	Adriatica	TOTALE
Estero	845.000	1.635.000	2.479.000	1.750	3.590	5.340
Nord	3.009.000	2.061.000	5.069.000	4.210	4.480	8.690
Emilia	1.347.000	1.061.000	2.408.000	2.450	3.000	5.450
TOTALE	5.201.000	4.756.000	9.957.000	8.410	11.070	19.480
CARICO MEDIO (T/TRENO)				620	430	510

Tabella 6.8 – Domanda merci ferroviaria sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara per direttrice (2033 vs 2019)

DA / A	DOMANDA (T/ANNO)			TRAFFICO (TRENI/ANNO)		
	Ravenna	Adriatica	TOTALE	Ravenna	Adriatica	TOTALE
Estero	43,0%	11,8%	20,8%	36,7%	10,1%	17,9%
Nord	44,7%	14,2%	30,5%	50,9%	8,7%	25,8%
Emilia	27,9%	14,0%	21,4%	33,9%	8,7%	18,7%
TOTALE	39,7%	13,3%	25,7%	42,8%	9,2%	21,5%
CARICO MEDIO (T/TRENO)				-1,6%	4,9%	4,1%

Le tabelle seguenti mostrano quindi, ad un ulteriore livello di dettaglio, il numero di coppie di treni/giorno per direttrice nel 2019 e nel 2033, in assenza di vincoli di capacità. Laddove necessario, le direttrici ferroviarie sono state ulteriormente distinte, differenziando, anche per colore:

- a Sud, tra il traffico originato o destinato lungo l'Adriatica tra Castel Bolognese ed il Molise e quello originato o destinato in Puglia o Sud Italia, in quanto solo quest'ultimo può utilizzare l'itinerario via Napoli quale alternativa all'Adriatica;
- a Nord, tra il traffico originato o destinato nel Nord Est e quello nel Nord Ovest d'Italia, per cui da/per Ravenna possono risultare più convenienti rispettivamente gli itinerari via Ferrara o Bologna.

La prima tabella mostra il traffico giornaliero per il segmento merci sulla tratta Bologna – Castel Bolognese, che, in assenza di vincoli di capacità, sarebbe atteso crescere dalle attuali 29 coppie di treni a 36 coppie nel 2033. Nel 2033 è incluso nel conteggio anche la coppia di treni giornalieri passanti tra Sud e Nord Italia che attualmente transita sulla linea Rimini – Ravenna – Ferrara e che in futuro dovrà transitare sulla linea Adriatica via Bologna.

Tabella 6.9 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese in assenza di vincoli di capacità per direttrice (2019 e 2033)

DIRETTRICE	COPPIE /GG			
Estero-Ravenna	2	3	2	1
Estero-Romagna/Molise	4	5	5	0
Estero-Puglia/Sud	1	1	1	0
Nord-Ravenna	4	6	4	2
Nord-Romagna/Molise	2	2	1	1
Nord-Puglia/Sud	6	7	3	4
Emilia-Ravenna	4	5	4	1
Emilia-Romagna/Molise	2	2	2	0
Emilia-Puglia/Sud	4	4	1	3
Treni passanti (via RN-RA-FE)	-	1	1	0
Totale	29	36	24	12

La tabella seguente mostra, in sintesi, il traffico giornaliero per tratta e per direttrice, da cui si nota come il traffico atteso lungo la direttrice Adriatica sarebbe pari a 30 coppie di treni / giorno, ben al di sopra della capacità residua disponibile negli scenari di riferimento – rendendo quindi necessaria una riprogrammazione dei servizi nei diversi scenari di analisi.

Tabella 6.10 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese in assenza di vincoli di capacità (2019 e 2033)

TRATTA	COPPIE /GG			
	2019 TOT	TOT	2033 TRAD	COMB
Bologna - Castel Bolognese	29	36	24	12
di cui Ravenna, Lugo e Russi	4	6	4	2
di cui Adriatica	25	30	20	10
Totale	29	36	24	12

Infine, la tabella seguente mostra il traffico atteso sulla linea Ravenna – Ferrara.

Tabella 6.11 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna – Ferrara in assenza di vincoli di capacità per direttrice (2019 e 2033)

DIRETTRICE	COPPIE /GG			
	2019 TOT	TOT	2033 TRAD	COMB
Estero-Ravenna	1	1	1	0
Nord-Ravenna	1	2	2	0
Treni passanti (via RN-RA-FE)	1	-	-	-
Totale	3	3	3	0

Nello **scenario programmatico** (non progetto), la capacità residua per il traffico merci sulla tratta Bologna – Castel Bolognese, alla luce delle elaborazioni sviluppate e rappresentate al paragrafo precedente, è pari a 15 coppie/g complessive sulle due direttrici Adriatica e Ravenna, cui si aggiunge una capacità residua di 9 coppie/g sulla linea Ravenna – Ferrara, per una capacità complessiva di 24 coppie/g. Tale capacità risulta evidentemente insufficiente a servire il traffico complessivo atteso nel 2033, pari a 39 coppie / giorno complessive, di cui 36 sulla tratta Bologna – Castel Bolognese e 3 coppie/giorno sulla Ravenna – Ferrara.

In base alla capacità disponibile, il traffico è stato così gestito:

- 6 coppie/treni giorno sono state re-instradate dalla linea Bologna – Castel Bolognese (su cui la capacità residua è limitata a 15 coppie/giorno) sulla linea Ravenna – Ferrara, arrivando quindi alla saturazione della capacità disponibile anche su questa tratta (pari a 9 coppie/giorno complessive, di cui 3 già impegnate dal traffico proprio della tratta); il re-instradamento dei servizi comporta necessariamente un incremento dei costi di trasporto per via della maggior lunghezza delle nuove tracce;
- 12 coppie/treni giorno su relazioni tra Puglia / Sud Italia e Nord Italia / Estero sono state re-instradate sulla nuova linea AV/AC Napoli – Bari, con un incremento dei costi di trasporto per via della distanza percorsa tra Foggia e Bologna nell'instradamento via Roma rispetto a quello via Adriatica;
- 3 coppie/giorno di traffico combinato nazionale di media percorrenza (Nord-Ravenna e Nord-Romagna/Molise) sono state soppresse, per assenza di itinerari ferroviari alternativi.

La distribuzione dei servizi merci giornalieri per tratta e per direttrice, in conseguenza della suddetta riorganizzazione, sono rappresentati nelle tabelle seguenti.

Tabella 6.12 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese per direttrice (Scenario Programmatico 2033)

DIRETTRICE	Instradamento	SCENARIO PROGRAMMATICO 2033 COPPIE/GG			
		TOT	TRAD	COMB	STRADA
Estero-Ravenna	Ferrara-Verona/Padova	2	2	0	
	Ravenna-Castelb.se-Bologna	1	0	1	
Estero-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	5	5	0	
Estero-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	0	0	0	
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	1	1	0	
Nord-Ravenna	Ferrara-Verona/Padova	0	0	0	
	Ravenna-Castelb.se-Bologna	4 (+2)	4	0	2
Nord-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	1 (+1)	1	0	1
Nord-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	0	0	0	
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	7	3	4	
Emilia-Ravenna	Ferrara-cint.Bologna	4	4	0	
	Ravenna-Castelb.se-Bologna	1	0	1	
Emilia-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	2	2	0	
Emilia-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	0	0	0	
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	4	1	3	
Treni passanti (ex via RN-RA-FE)	Castel Bolognese-Bologna	1	1	0	
Totale	Totale	33 (+3)	24	9	3

Tabella 6.13 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese (Scenario Programmatico 2033)

TRATTA	Instradamento	SCENARIO PROGRAMMATICO 2033 COPPIE/GG			
		TOT	TRAD	COMB	STRADA
Bologna - Castel Bolognese	Bologna - Castel Bolognese	15(+3)	13	2	3
	<i>di cui Ravenna, Lugo e Russi</i>	6	4	2	
	<i>di cui Adriatica</i>	9	9	0	
Ferrara-Ravenna	Ferrara-Ravenna	6	6	0	0
Napoli-Bari	Napoli-Bari	12	5	7	0
Totale	Totale	33 (+3)	24	9	3

Tabella 6.14 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna - Ferrara (Scenario Programmatico 2033)

DIRETTRICE	Instradamento	SCENARIO PROGRAMMATICO 2033			
		TOT	TRAD	COBB	STRADA
Estero-Ravenna	Ferrara	1	1	0	
Nord-Ravenna	Ferrara	2	2	0	
Totale	Totale	3	3	0	

In modo analogo si è definita la riorganizzazione dei servizi merci per gli scenari progettuali, in cui tuttavia la capacità disponibile complessiva sulle due linee risulta sufficiente a soddisfare la domanda, per cui grazie all'implementazione del quadruplicamento della Bologna - Castel Bolognese non vi è domanda ferroviaria "soppressa".

In particolare, nello **scenario progettuale A**, in base alla capacità disponibile sulla direttrice Adriatica (pari a 14 coppie/giorno), il traffico è stato così gestito:

- 5 coppie/treni giorno sono state re-instrate dalla linea Bologna – Castel Bolognese (su cui la capacità residua è limitata a 14 coppie/giorno) sulla linea Ravenna – Ferrara, privilegiando le relazioni tra il porto di Ravenna ed il Nord Est Italia o il Brennero/Tarvisio;
- 8 coppie/treni giorno su relazioni tra Puglia / Sud Italia e Nord Italia / Estero sono state re-instrate sulla nuova linea AV/AC Napoli – Bari, con un incremento dei costi di trasporto per via della distanza percorsa tra Foggia e Bologna nell'instradamento via Roma rispetto a quello via Adriatica;

La distribuzione dei servizi merci giornalieri per tratta e per direttrice, in conseguenza della suddetta riorganizzazione, sono rappresentati nelle tabelle seguenti.

Tabella 6.15 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese per direttrice (Scenario Progettuale A 2033)

DIRETTRICE	Instradamento	SCENARIO PROGETTUALE A 2033		
		TOT	TRAD	COBB
Estero-Ravenna	Ferrara-Verona/Padova	2	2	0
	Ravenna-Castel Bolognese-Bologna	1	0	1
Estero-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	5	5	0
Estero-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	0	0	0
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	1	1	0
Nord-Ravenna	Ferrara-Verona/Padova	3	3	0
	Ravenna-Castel Bolognese-Bologna	3	1	2
Nord-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	2	1	1
Nord-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	4	0	4
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	3	3	0
Emilia-Ravenna	Ferrara-cint.Bologna	0	0	0
	Ravenna-Castel Bolognese-Bologna	5	4	1
Emilia-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	2	2	0
Emilia-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	0	0	0
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	4	1	3
Treni passanti (ex via RN-RA-FE)	Castel Bolognese-Bologna	1	1	0
Totale	Totale	36	24	12

Tabella 6.16 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese (Scenario Progettuale A 2033)

TRATTA	Instradamento	SCENARIO PROGETTUALE A 2033		
		COPPIE/GG		
		TOT	TRAD	COMB
Bologna - Castel Bolognese	Bologna - Castel Bolognese	23	14	9
	<i>di cui Ravenna, Lugo e Russi</i>	9	5	4
	<i>di cui Adriatica</i>	14	9	5
Ferrara-Ravenna	Ferrara-Ravenna	5	5	0
Napoli-Bari	Napoli-Bari	8	5	3
Totale	Totale	36	24	12

Tabella 6.17 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna - Ferrara (Scenario Progettuale A 2033)

DIRETTRICE	Instradamento	SCENARIO PROGETTUALE A 2033		
		COPPIE/GG		
		TOT	TRAD	COMB
Estero-Ravenna	Ferrara	1	1	0
Nord-Ravenna	Ferrara	2	2	0
Totale	Totale	3	3	0

Infine, nello **scenario progettuale B**, in base alla capacità disponibile sulla direttrice Adriatica (pari in questo caso a 20 coppie/giorno), il traffico è stato così gestito:

- 5 coppie/treni giorno sono state re-instradate dalla linea Bologna – Castel Bolognese (su cui la capacità residua è limitata a 14 coppie/giorno) sulla linea Ravenna – Ferrara, privilegiando le relazioni tra il porto di Ravenna ed il Nord Est Italia o il Brennero/Tarvisio;
- 2 coppie/treni giorno su relazioni tra Puglia / Sud Italia e Nord Italia / Estero sono state re-instradate sulla nuova linea AV/AC Napoli – Bari, con un incremento dei costi di trasporto per via della distanza percorsa tra Foggia e Bologna nell'instradamento via Roma rispetto a quello via Adriatica.

Da un punto di vista del traffico merci, lo scenario progettuale B risulta quindi preferibile da un punto di vista funzionale, in quanto consente di soddisfare l'intera domanda potenziale ferroviaria, minimizzando i re-instradamenti su itinerari meno favorevoli (Napoli – Bari).

La distribuzione dei servizi merci giornalieri per tratta e per direttrice, in conseguenza della suddetta riorganizzazione, è rappresentata nelle tabelle seguenti.

Tabella 6.18 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese per direttrice (Scenario Progettuale B 2033)

DIRETTRICE	Instradamento	SCENARIO PROGETTUALE B 2033		
		COPPIE/GG		
		TOT	TRAD	COMB
Estero-Ravenna	Ferrara-Verona/Padova	2	2	0
	Ravenna-Castel Bolognese-Bologna	1	0	1
Estero-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	5	5	0
Estero-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	0	0	0
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	1	1	0
Nord-Ravenna	Ferrara-Verona/Padova	3	3	0
	Ravenna-Castel Bolognese-Bologna	3	1	2
Nord-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	2	1	1
Nord-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	7	3	4
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	0	0	0
Emilia-Ravenna	Ferrara-cint.Bologna	0	0	0

DIRETTRICE	Instradamento	SCENARIO PROGETTUALE B 2033 COPPIE/GG		
		TOT	TRAD	COMB
	Ravenna-Castel Bolognese-Bologna	5	4	1
Emilia-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	2	2	0
Emilia-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	3	0	3
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	1	1	0
Treni passanti (ex via RN-RA-FE)	Castel Bolognese-Bologna	1	1	0
Totale	Totale	36	24	12

Tabella 6.19 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese (Scenario Progettuale B 2033)

TRATTA	Instradamento	SCENARIO PROGETTUALE B 2033 COPPIE/GG		
		TOT	TRAD	COMB
Bologna - Castel Bolognese	Bologna - Castel Bolognese	29	17	12
	di cui Ravenna, Lugo e Russi	9	5	4
	di cui Adriatica	20	12	8
Ferrara-Ravenna	Ferrara-Ravenna	5	5	0
Napoli-Bari	Napoli-Bari	2	2	0
Totale	Totale	36	24	12

Tabella 6.20 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna - Ferrara (Scenario Progettuale B 2033)

DIRETTRICE	Instradamento	SCENARIO PROGETTUALE B 2033 COPPIE/GG		
		TOT	TRAD	COMB
Estero-Ravenna	Ferrara	1	1	0
Nord-Ravenna	Ferrara	2	2	0
Totale	Totale	3	3	0

6.5.5 EVOLUZIONE DELLA DOMANDA MERCI NELL'ORIZZONTE TEMPORALE 2040

Le tabelle seguenti mostrano il traffico complessivo e per direttrice atteso all'orizzonte temporale 2040, in cui si attende un incremento complessivo della domanda pari al 39,9% rispetto al 2019 (pari al 10,5% in più rispetto alla domanda di trasporto ferroviario nel 2033). Il traffico atteso sulle due tratte di studio risulta pari a 42 coppie treni/g, con un incremento di 3 coppie/g rispetto al 2033.

Tabella 6.21 – Domanda e traffico ferroviario sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara (2040)

	2040			
	TRAD.	COMBI.	TOT.	CRESCITA % su 2019
DOMANDA (T/ANNO)	6.756.000	4.323.000	11.079.000	39,9%
TRAFFICO (TRENI/ANNO)	14.100	7.430	21.530	34,3%
CARICO MEDIO (T/TRENO)	480	580	510	4,1%
TRAFFICO (TRENI/GIORNO)	28	14	42	31,3%

Tabella 6.22 – Domanda merci ferroviaria sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara per direttrice (2040)

DA / A	DOMANDA (T/ANNO)			TRAFFICO (TRENI/ANNO)		
	Ravenna	Adriatica	TOTALE	Ravenna	Adriatica	TOTALE
Estero	1.039.000	1.720.000	2.760.000	2.090	3.760	5.840
Nord	3.595.000	2.153.000	5.749.000	5.160	4.660	9.820
Emilia	1.462.000	1.109.000	2.571.000	2.740	3.120	5.860
TOTALE	6.096.000	4.983.000	11.079.000	9.990	11.540	21.530
CARICO MEDIO (T/TRENO)				610	430	510

Tabella 6.23 – Domanda merci ferroviaria sulle tratte Bologna-Castel Bolognese e Ravenna-Ferrara per direttrice (2040 vs 2019)

DA / A	DOMANDA (T/ANNO)			TRAFFICO (TRENI/ANNO)		
	Ravenna	Adriatica	TOTALE	Ravenna	Adriatica	TOTALE
Estero	75,8%	17,6%	34,4%	63,3%	15,3%	28,9%
Nord	72,9%	19,3%	48,1%	84,9%	13,1%	42,1%
Emilia	38,8%	19,1%	29,6%	49,7%	13,0%	27,7%
TOTALE	63,8%	18,7%	39,9%	69,6%	13,8%	34,3%
CARICO MEDIO (T/TRENO)				-3,2%	4,9%	4,1%

Le tabelle seguenti mostrano il traffico atteso per direttrice sulle due tratte in assenza di vincoli di capacità, che risulta pari a 39 coppie/g sulla tratta Bologna – Castel Bolognese e 3 coppie/g sulla Ravenna – Ferrara.

Tabella 6.24 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese in assenza di vincoli di capacità per direttrice (2019 e 2040)

DIRETTRICE	COPPIE /GG			
	2019 TOT	TOT	2040 TRAD	COMB
Estero-Ravenna	2	3	2	1
Estero-Romagna/Molise	4	5	5	0
Estero-Puglia/Sud	1	1	1	0
Nord-Ravenna	4	9	5	4
Nord-Romagna/Molise	2	2	1	1
Nord-Puglia/Sud	6	7	3	4
Emilia-Ravenna	4	5	4	1
Emilia-Romagna/Molise	2	2	2	0
Emilia-Puglia/Sud	4	4	1	3
Treni passanti ex via FE	-	1	1	0
Totale	29	39	25	14

Tabella 6.25 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese in assenza di vincoli di capacità (2019 e 2040)

TRATTA	COPPIE /GG			
	2019 TOT	TOT	2040 TRAD	COMB
Bologna - Castel Bolognese	29	39	25	14
di cui Ravenna, Lugo e Russi	4	9	5	4

TRATTA	COPPIE /GG			
	2019 TOT	TOT	2040 TRAD	COMB
<i>di cui Adriatica</i>	25	30	20	10
Totale	29	39	25	14

Tabella 6.26 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna – Ferrara in assenza di vincoli di capacità per direttrice (2019 e 2040)

DIRETTRICE	COPPIE /GG			
	2019 TOT	TOT	2040 TRAD	COMB
Estero-Ravenna	1	1	1	0
Nord-Ravenna	1	2	2	0
Treni passanti (via RN-RA-FE)	1	-	-	-
Totale	3	3	3	0

Secondo un approccio analogo a quello adottato per il 2033, è stata quindi definita, per ciascuno scenario, l'organizzazione dei servizi ferroviari che utilizzasse al meglio la capacità effettivamente disponibile.

In sintesi, nello **scenario programmatico** al 2040, si ottiene un traffico ferroviario soppresso pari a 6 coppie treni/g, avendo re-instradato 6 coppie sulla linea Ravenna – Ferrara e 12 sulla linea AV/AC Napoli – Foggia. Negli **scenari progettuali**, non sia ha invece alcun traffico soppresso, ma sono instradati sulla linea Napoli – Bari 6 (con incremento di percorrenze) rispettivamente 8 coppie/g (Scenario Progettuale A) e 2 coppie/giorno (Scenario Progettuale B).

La distribuzione dei servizi merci giornalieri per tratta e per direttrice, in conseguenza delle suddette riorganizzazioni, sono rappresentati nelle tabelle seguenti, per ciascuno degli scenari analizzati al 2040.

Tabella 6.27 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese per direttrice (Scenario Programmatico 2040)

DIRETTRICE	Instradamento	SCENARIO PROGRAMMATICO 2040 COPPIE/GG			
		TOT	TRAD	COMB	STRADA
Estero-Ravenna	Ferrara-Verona/Padova	2	2	0	
	Ravenna-Castelb.se-Bologna	0 (+1)	0	0	1
Estero-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	5	5	0	
Estero-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	0	0	0	
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	1	1	0	
Nord-Ravenna	Ferrara-Verona/Padova	0	0	0	
	Ravenna-Castelb.se-Bologna	5 (+4)	5	0	4
Nord-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	1 (+1)	1	0	1
Nord-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	0	0	0	
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	7	3	4	
Emilia-Ravenna	Ferrara-cint.Bologna	4	4	0	
	Ravenna-Castelb.se-Bologna	1	0	1	
Emilia-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	2	2	0	
Emilia-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	0	0	0	
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	4	1	3	
Treni passanti (ex via RN-RA-FE)	Castel Bolognese-Bologna	1	1	0	
Totale	Totale	33 (+6)	25	8	6

Tabella 6.28 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese (Scenario Programmatico 2040)

TRATTA	Instradamento	SCENARIO PROGRAMMATICO 2040			
		TOT	TRAD	COMB	STRADA
Bologna - Castel Bolognese	Bologna - Castel Bolognese	15 (+6)	14	1	6
	<i>di cui Ravenna, Lugo e Russi</i>	6	5	1	
	<i>di cui Adriatica</i>	9	9	0	
Ferrara-Ravenna	Ferrara-Ravenna	6	6	0	0
Napoli-Bari	Napoli-Bari	12	5	7	0
Totale	Totale	33 (+6)	25	8	6

Tabella 6.29 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna - Ferrara (Scenario Programmatico 2040)

DIRETTRICE	Instradamento	SCENARIO PROGRAMMATICO 2040			
		TOT	TRAD	COMB	STRADA
Estero-Ravenna	Ferrara	1	1	0	
Nord-Ravenna	Ferrara	2	2	0	
Totale	Totale	3	3	0	

Tabella 6.30 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese per direttrice (Scenario Progettuale A 2040)

DIRETTRICE	Instradamento	SCENARIO PROGETTUALE A 2040		
		TOT	TRAD	COMB
Estero-Ravenna	Ferrara-Verona/Padova	2	2	0
	Ravenna-Castel Bolognese-Bologna	1	0	1
Estero-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	5	5	0
Estero-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	0	0	0
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	1	1	0
Nord-Ravenna	Ferrara-Verona/Padova	4	4	0
	Ravenna-Castel Bolognese-Bologna	5	1	4
Nord-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	2	1	1
Nord-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	4	0	4
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	3	3	0
Emilia-Ravenna	Ferrara-cint.Bologna	0	0	0
	Ravenna-Castel Bolognese-Bologna	5	4	1
Emilia-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	2	2	0
Emilia-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	0	0	0
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	4	1	3
Treni passanti ex via FE	Castel Bolognese-Bologna	1	1	0
Totale	Totale	39	25	14

Tabella 6.31 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese (Scenario Progettuale A 2040)

TRATTA	Instradamento	SCENARIO PROGETTUALE A 2040		
		TOT	TRAD	COMB
Bologna - Castel Bolognese	Bologna - Castel Bolognese	25	14	11
	<i>di cui Ravenna, Lugo e Russi</i>	11	5	6
	<i>di cui Adriatica</i>	14	9	5
Ferrara-Ravenna	Ferrara-Ravenna	6	6	0

TRATTA	Instradamento	SCENARIO PROGETTUALE A 2040		
		COPPIE/GG		
		TOT	TRAD	COMB
Napoli-Bari	Napoli-Bari	8	5	3
Totale		39	25	14

Tabella 6.32 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna - Ferrara (Scenario Progettuale A 2040)

DIRETTRICE	Instradamento	SCENARIO PROGETTUALE A 2040		
		COPPIE/GG		
		TOT	TRAD	COMB
Estero-Ravenna	Ferrara	1	1	0
Nord-Ravenna	Ferrara	2	2	0
Totale	Totale	3	3	0

Tabella 6.33 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese per direttrice (Scenario Progettuale B 2040)

DIRETTRICE	Instradamento	SCENARIO PROGETTUALE B 2040		
		COPPIE/GG		
		TOT	TRAD	COMB
Estero-Ravenna	Ferrara-Verona/Padova	2	2	0
	Ravenna-Castel Bolognese-Bologna	1	0	1
Estero-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	5	5	0
Estero-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	0	0	0
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	1	1	0
Nord-Ravenna	Ferrara-Verona/Padova	4	4	0
	Ravenna-Castel Bolognese-Bologna	5	1	4
Nord-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	2	1	1
Nord-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	7	3	4
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	0	0	0
Emilia-Ravenna	Ferrara-cint.Bologna	0	0	0
	Ravenna-Castel Bolognese-Bologna	5	4	1
Emilia-Romagna/Molise	Ancona-Rimini-Bologna	2	2	0
Emilia-Puglia/Sud	Bari-Ancona-Bologna	3	0	3
	Bari-Napoli-Roma-Bologna	1	1	0
Treni passanti ex via FE	Castel Bolognese-Bologna	1	1	0
Totale	Totale	39	25	14

Tabella 6.34 – Sintesi del traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Bologna - Castel Bolognese (Scenario Progettuale B 2040)

TRATTA	Instradamento	SCENARIO PROGETTUALE B 2040		
		COPPIE/GG		
		TOT	TRAD	COMB
Bologna - Castel Bolognese	Bologna - Castel Bolognese	31	17	14
	di cui Ravenna,Lugo e Russi	11	5	6
	di cui Adriatica	20	12	8
Ferrara-Ravenna	Ferrara-Ravenna	6	6	0
Napoli-Bari	Napoli-Bari	2	2	0
Totale	Totale	39	25	14

Tabella 6.35 – Traffico ferroviario giornaliero sulla tratta Ravenna - Ferrara (Scenario Progettuale B 2040)

DIRETTRICE	Instradamento	SCENARIO PROGETTUALE B 2040 COPPIE/GG		
		TOT	TRAD	COMB
Estero-Ravenna	Ferrara	1	1	0
Nord-Ravenna	Ferrara	2	2	0
Totale	Totale	3	3	0

7 APPENDICE

7.1 IL SISTEMA DI MODELLI DEL TRAFFICO PASSEGGERI REGIONALE

7.1.1 ZONIZZAZIONE ADOTTATA

L'area di studio, è costituita dalle province romagnole di Ravenna, Forlì Cesena e Rimini, dall'area della Città Metropolitana del capoluogo Bologna e dalla provincia di Ferrara. Fanno parte dell'area di influenza dell'intervento le altre province della Regione Emilia-Romagna e le province di Firenze e di Pesaro Urbino. La provincia di Firenze è stata inserita per la presenza della linea Faentina che serve i comuni della valle del Mugello. La provincia di Pesaro Urbino è stata inserita per tener conto dei servizi interregionali che dall'Emilia-Romagna proseguono sulla linea adriatica nelle Marche fino ad Ancona e che hanno una domanda significativa per questo studio fino a Pesaro.

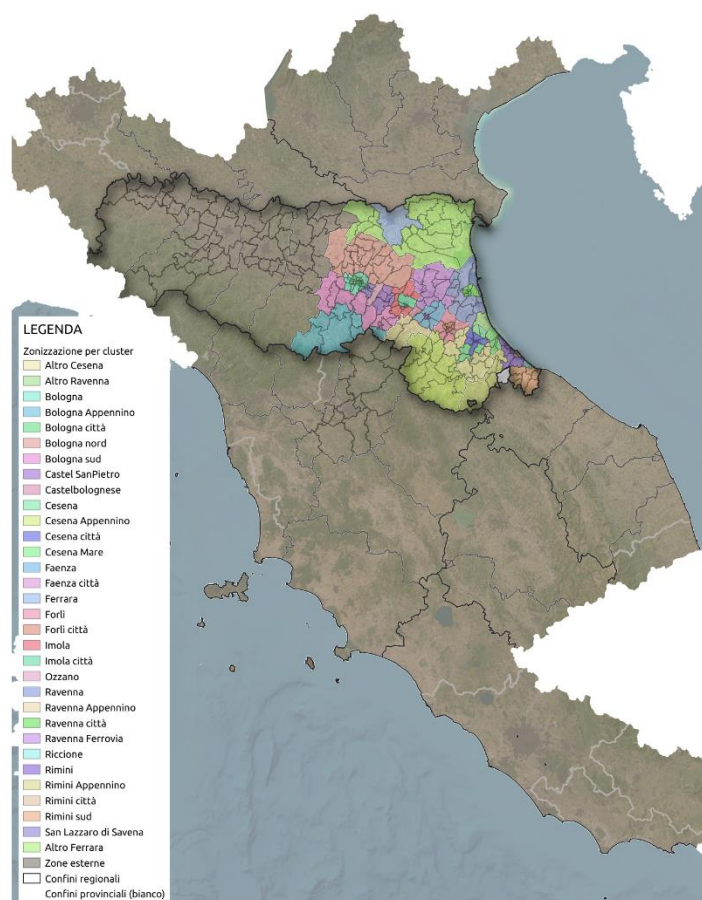


Figura 7.1 - Zonizzazione generale del modello in riferimento alle province italiane

Tutto il resto dell'area di analisi, che comprende zone appartenenti alle regioni confinanti di Liguria, Marche, Lombardia e Veneto, nonché alle regioni Lazio e Umbria, costituisce l'area esterna, in cui le province hanno dimensione provinciale o sovra-provinciale (si veda tab. 1).

La suddivisione in zone dell'Area di studio e dell'area di influenza ricadente in Emilia Romagna è a livello comunale per i comuni minori, mentre è sub-comunale per i comuni più importanti, come quelli dei capoluoghi di provincia o dei centri abitati di maggiore importanza: questa disaggregazione assicura una corretta simulazione delle modalità accesso alle stazioni dalle diverse aree dei centri abitati più estesi, limitando l'errore di stima dei tempi di accesso/egresso al modo ferroviario.

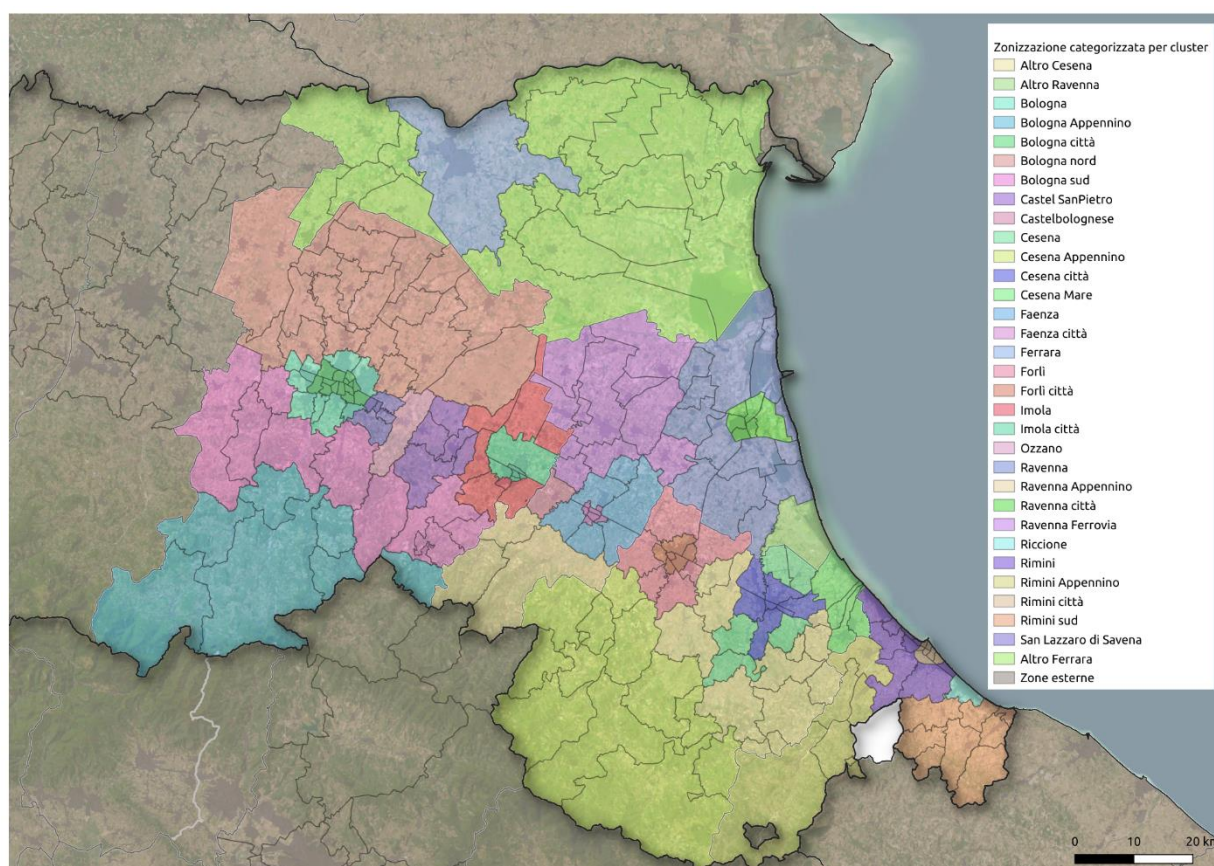


Figura 7.2 – Zonizzazione dell'area della Romagna con indicazione dei diversi cluster di analisi

Ogni zona è stata attribuita a un cluster territoriale, che ha la funzione di agevolare le analisi relative alle matrici e, in generale, ai dati di domanda.

Tabella 7.1 – Dettaglio del numero di zone per ciascuna provincia dell'area di analisi

Regione	Codice Provincia	Provincia	Numero zone
8 (Emilia Romagna)	37	Bologna	84
8	40	Forlì-Cesena	49
8	39	Ravenna	48
8	99	Rimini	30
8	34	Parma	22
8	38	Ferrara	21
8	35	Reggio nell'Emilia	16
9	36	Modena	14
9	33	Piacenza	11
9 (Toscana)	48	Firenze	16
9	53	Grosseto	1
9	45	Massa Carrara	1
9	46	Lucca	1

9		Livorno, Pisa	1
9	51	Arezzo	1
9	52	Siena	1
9	100	Prato, Pistoia	1
5 (Veneto)	23	Verona	1
5	24	Vicenza	1
5	27	Venezia	1
5	28	Padova	1
5	29	Rovigo	1
3 (Lombardia)	19	Cremona	1
3	20	Mantova	1
3		Milano, Pavia, Lodi, Monza e della Brianza	1
10 (Umbria)	54	Perugia	1
10	55	Terni	1
11 (Marche)	41	Pesaro e Urbino	1
11	42	Ancona	1
11	43	Macerata	1
11		Ascoli Piceno, Fermo	1
7 (Liguria)		Genova, La Spezia	1
12 (Lazio)		Viterbo, Roma, Latina, Frosinone	1

In totale il modello conta 334 zone, di cui 295 in Emilia-Romagna, 23 in Toscana e 16 nelle altre regioni.

Il “centroide” di ciascuna zona interna è stato quindi collocato presso la località di maggiore rilevanza o in posizione baricentrica tra le località principali.

7.1.2 MODELLO DI OFFERTA

7.1.2.1 La rete di trasporto stradale

La rete stradale dell’area di studio include le autostrade, tra cui riveste una particolare importanza l’autostrada adriatica A14, e le strade della rete primaria, tra cui la statale che corre lungo la stessa direttrice SS9 (la cosiddetta Via Emilia): entrambe collegano Bologna con Rimini. La seconda, una statale di tipo C, serve tutti i centri abitati di maggiore interesse per lo studio dei movimenti regionali nell’area di studio: Castel San Pietro Terme, Imola, Castel Bolognese, Faenza, Forlì, Cesena e Rimini. Solo Ravenna è esclusa da questo asse, cui si ricollega con la A14dir nei pressi di Castel Bolognese, la SS67 (Tosco – Romagnola) a Forlì e la SS16 lungo la costa adriatica.

7.1.2.2 Il grafo stradale

Il grafo include, oltre alle autostrade, le strade statali e provinciali e la viabilità di raccordo necessaria per garantire la continuità del grafo: in figura è riportato il grafo classificato. Il grafo stradale (insieme a quello ferroviario) è servito da supporto nella fase di zonizzazione, come già indicato, in quanto rappresentativo delle direttrici lungo cui si muove il TPL in adduzione alla ferrovia.

La distinzione per classe funzionale è stata elaborata secondo quanto previsto dal DM6792/2001 - riportato in **Errore. L'autoriferimento non è valido per un segnalibro.** - classificando la rete stradale in rete primaria, principale, secondaria e locale.

Tabella 7.2 – Classifica funzionale della rete viaria – DM6792/2001

Rete	Strade corrispondenti secondo codice	
	in ambito extraurbano	in ambito urbano
a- Rete primaria (di transito, scorrimento)	Autostrade extraurbane Strade extraurbane principali	Autostrade urbane Strade urbane di scorrimento
b- Rete principale (di distribuzione)	Strade extraurbane principali	Strade urbane di scorrimento
c- Rete secondaria (di penetrazione)	Strade extraurbane secondarie	Strade urbane di quartiere
d- Rete locale (di accesso)	Strade locali extraurbane	Strade locali urbane

Le caratteristiche funzionali per ciascun livello sono di seguito esplicitate (Fonte DM6792/2001).

Rete primaria

- movimento servito: transito, scorrimento;
- entità dello spostamento: distanze lunghe;
- funzione nel territorio: nazionale ed interregionale in ambito extraurbano, di intera area urbana in ambito urbano;
- componenti di traffico: componenti limitate.

Rete principale

- movimento servito: distribuzione dalla rete primaria alla secondaria ed eventualmente alla locale;
- entità dello spostamento: media distanza;
- funzione nel territorio: interregionale e regionale in ambito extraurbano, inter-quartiere in ambito urbano;
- componenti di traffico: componenti limitate.

Rete secondaria

- movimento servito: penetrazione verso la rete locale;
- entità dello spostamento: distanza ridotta;
- funzione nel territorio: provinciale e interlocale in ambito extraurbano, di quartiere in ambito urbano;
- componenti di traffico: tutte le componenti.

Rete locale

- movimento servito: accesso;
- entità dello spostamento: breve distanza;
- funzione nel territorio: interlocale e comunale in ambito extraurbano, interna al quartiere in ambito urbano;
- componenti di traffico: tutte le componenti.

Il grafo stradale, pertanto, riproduce la rete primaria, la principale e la secondaria ed include alcune tratte di funzione locale, dove la zonizzazione suddivide il territorio in aree di dimensione inferiore.

Sulla base della gerarchizzazione funzionale della rete sono stati assegnati, a ciascun livello funzionale, precisi attributi trasportistici (in primo luogo velocità e tempo di percorrenza in condizioni di flusso libero, capacità per corsia) e specifiche funzioni di costo per il calcolo del costo generalizzato di trasporto.

A partire dalla citata banca dati di OpenStreetMap, sono state estratte e riportate in Tabella 7.3 le caratteristiche per ciascun livello funzionale della rete: la colonna “tipo” riporta la gerarchizzazione standard di partenza sul grafo OpenStreetMap, suddivisa fra archi di scorrimento ed archi relativi agli svincoli, alle intersezioni o ai nodi di scambio (link).

Fanno parte del grafo stradale anche gli archi connettori che collegano i centroidi delle zone generalmente al nodo più vicino della rete, in entrata e in uscita dalla zona. I tempi di percorrenza sui connettori sono stati inseriti come tempi di percorrenza stradali valutati tramite servizio web che registra i tempi medi tipici in un’ora di carico medio della giornata, vale a dire né nell’ora di punta né nella fascia temporale notturna.

Tabella 7.3 – Attributi caratteristici del grafo stradale

Livello funzionale grafo	Tipo OSM	Velocità massima (km/h)	Capacità (veh/h/corsia)
Primario:	Motorway	130	2200
	Motorway link (svincolo)	60	700
	• Autostrade (A)		
	• Extraurbane principali (B)	Trunk	1800
	Trunk link (svincolo)	50	600
Principale:	Trunk	90	1800
	Trunk link (svincolo)	50	600
	• Extraurbane principali (B)	Primary	900
	Primary link (svincolo)	50	600
Secondario	Secondary	70	800
	• Extraurbane secondarie (C)	Secondary link (nodo)	400
Locale	Tertiary	60	700
	Tertiary link (nodo)	30	400

Ai fini modellistici, la banca dati dell’offerta privata è caratterizzata dagli attributi seguenti:

id – identificativo univoco dell’arco;

A – nodo di partenza;

B – nodo di fine;

t – tempo di percorrenza in condizioni di flusso libero;

a, b – parametri della funzione di costo BPR;

c – capacità totale dell’arco;

e – costo del pedaggio calcolato come lunghezza per il costo chilometrico del pedaggio se presente;

distance – lunghezza dell’arco;

func_class (1: motorway – A, 3: primary – C1, 2: trunk – B, 4: secondary – C2);

speed – velocità di base dell’arco.

Gli attributi che caratterizzano il grafo concorrono a determinare le cosiddette funzioni di deflusso, ovvero relazioni matematiche che esprimono il tempo di percorrenza, che concorre al costo generalizzato dell'arco, in funzione delle sue caratteristiche fisiche e funzionali e in funzione del flusso (numero di veicoli che attraversa l'arco nell'unità di tempo scelta).

Le curve di deflusso utilizzate sono di tipo BPR ed hanno la seguente forma:

$$t = t_0 \left[1 + a \cdot \left(f/C \right)^b \right]$$

Dove :

t - tempo di percorrenza dell'arco;

t_0 - tempo di percorrenza dell'arco a flusso libero, calcolato come rapporto fra lunghezza dell'arco e velocità a flusso libero;

f - flusso sull'arco (ottenuto dall'assegnazione);

C - capacità totale dell'arco (massimo flusso orario atteso in una sezione uniforme in un dato periodo di tempo);

a ("alpha") e b ("beta") - parametri della funzione di costo.

L'attribuzione della funzione di costo è fatta in ragione della classifica funzionale della maglia viaria e rispetto a questa classificazione vengono definiti i parametri "a" e "b".

Tabella 7.4 – Parametri per tipologia di strada

Tipo	Num. corsie	kph (km/h)	Capacità / corsia	a (=alpha)	b (=beta)
Autostrade (A)					
Motorway	3+3	130	2200	0,47	4,1
Motorway	2+2	130	2200	0,72	3,5
Motorway link		60	700	0,71	3,1
Strade extraurbane principali (B)					
Trunk	2+2	90	1800	0,64	3,0
Trunk link		50	600	0,71	3,1
Extraurbane secondarie (C1)					
Primary	2+2	90	900	1,08	3,0
Primary link		50	600	0,71	3,1
Extraurbane secondarie (C2)					
Secondary	1+1	70	800	0,71	3,1
Secondary link		40	500	0,71	3,1
Locale					
Tertiary	1+1	60	700	0,71	3,1
Tertiary link		30	400	0,71	3,1

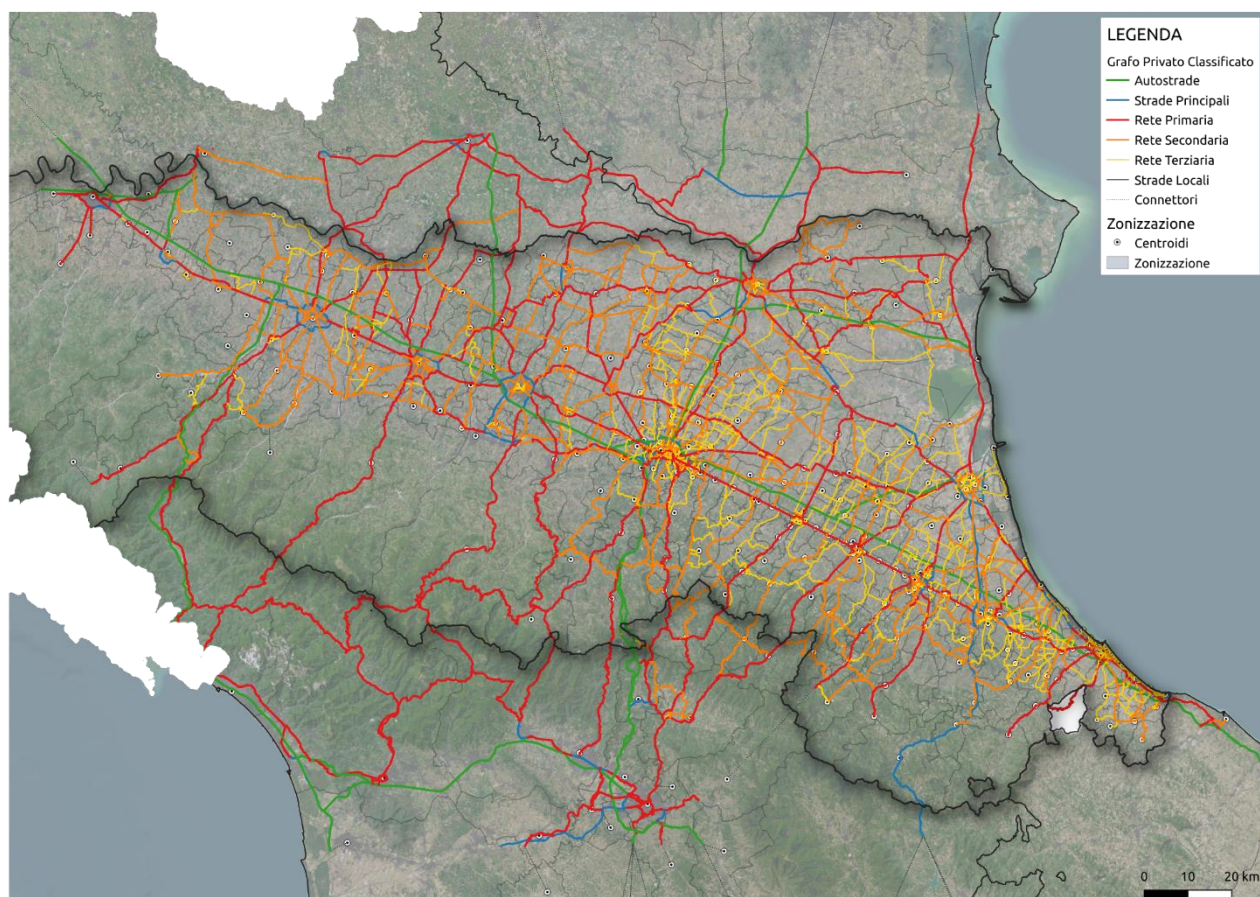


Figura 7.3 – La rete stradale che interessa l'area di studio

Il grafo pubblico si estende nell'area in cui si prevede si avranno modifiche nelle abitudini di mobilità dovute all'intervento ed è composto sia dalla rete ferroviaria dell'area di studio, che da un grafo fittizio delle connessioni gomma dell'area romagnola; è incluso anche il metromare Rimini-Riccione.

La rete ferroviaria è importata per intero, senza semplificazioni, considerando anche la rete FER oltre a quella gestita da RFI; sono incluse anche le stazioni presenti sul territorio completo dell'area di studio, associando a ogni stazione una sola zona in connessione diretta.

Le zone sede di stazione ferroviaria sono connesse direttamente alla stazione stessa con un arco di connessione di tipo pubblico (connettore-NT Leg), a cui è associato un tempo di percorrenza pari a quello pedonale se inferiore a 5 minuti o altrimenti pari a quello valutato a bordo di un mezzo pubblico. Per le zone interne all'area di studio non servite direttamente dalla ferrovia, l'accesso al grafo pubblico avviene tramite la rete TPL su gomma e gli eventuali servizi gomma di adduzione alle stazioni, se presenti. In ogni caso il valore della connessione non è mai inferiore a 5 minuti. Per le zone di dimensione maggiore o comunque per quelle per cui non è stata importata la rete TPL su gomma, in quanto esterne all'area di specifico interesse in origine, l'accesso alle stazioni avviene tramite degli archi fittizi (NTleg) di modo diverso, con tempo di percorrenza pari a quello del park&ride. I tempi pedonali, pubblici e privati di accesso alla rete sono valutati tramite puntamento con libreria dedicata a servizio web con riferimento all'ora di punta mattutina.

La rete ferroviaria simulata è illustrata nella figura seguente.

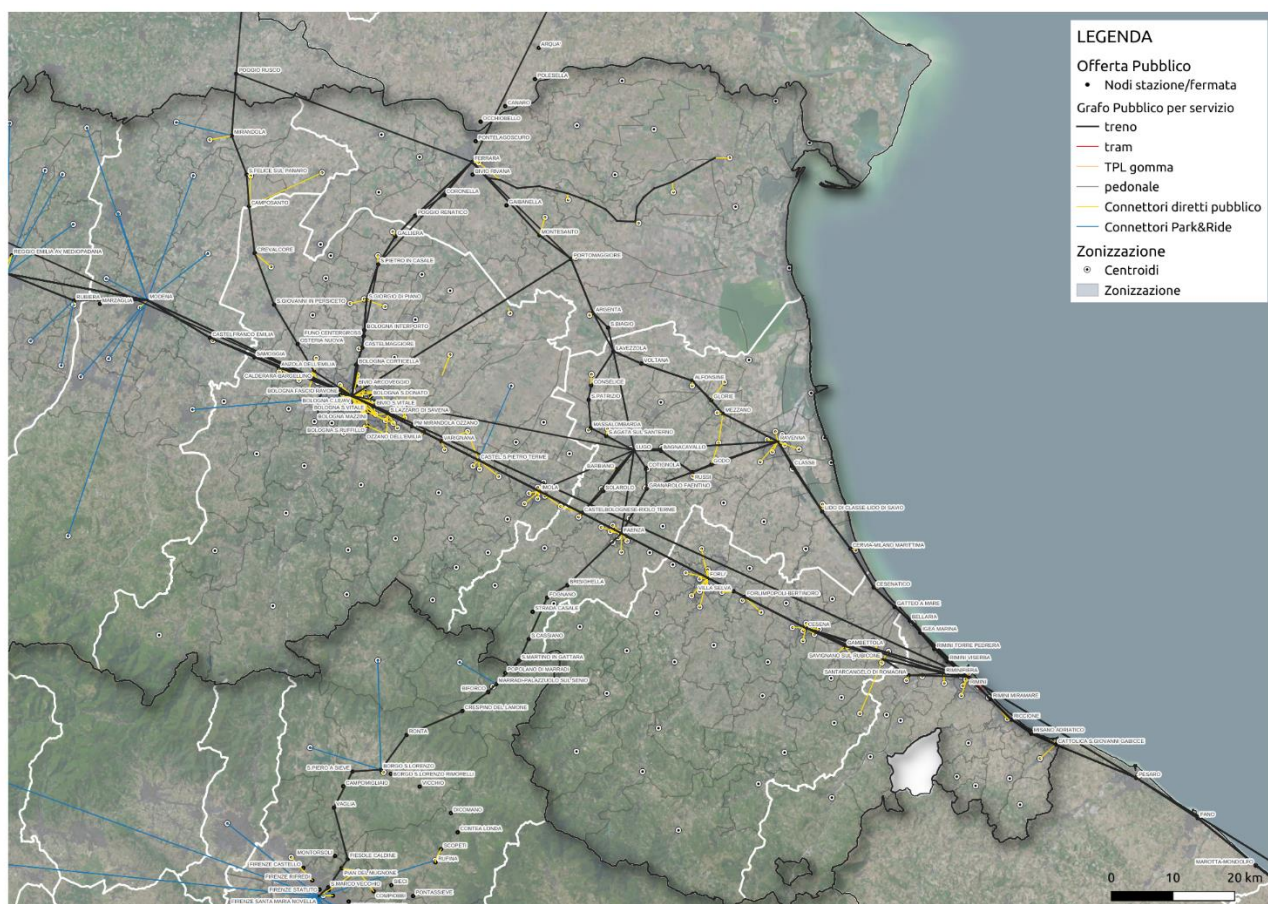


Figura 7.4 – Rete ferroviaria dell'area di studio

I servizi ferroviari caricati sull'infrastruttura allo stato attuale sono riassunti in tabella, dove si riporta per ogni servizio i seguenti attributi esplicativi:

ID_LINEA: id linea nel file delle linee

TRENO: numero del treno tipo da database del circolato

CLS: classe di servizio (1:regionale, 7: intercity, 29 AV)

Da-A: stazioni ferroviarie di origine e destino del treno

STOPS: numero di fermate

Tempo viaggio: tempo di viaggio totale in minuti sulla relazione completa

N_ora: numero di servizi nella fascia oraria di analisi e simulazione

Tabella 7.5 – Prospetto dei servizi ferroviari all'anno base di calibrazione

ID_LINE A	TREN O	cl s	DA	A	stop s	tempo viaggio	n_or a
2	2124	1	ANCONA	PIACENZA	26	270	1
4	2128	1	ANCONA	PIACENZA	27	260	1
8	11526	1	ANCONA	PIACENZA	23	275	1
106	2123	1	PIACENZA	ANCONA	26	267	1

110	11407	1	PIACENZA	ANCONA	34	285	1
12	2121	1	BOLOGNA C.LE	ANCONA	20	164	1
53	2942	1	BOLOGNA C.LE	VERONA P.NUOVA	14	99	1
152	2225	1	VENEZIA S.LUCIA	BOLOGNA C.LE	9	121	2
69	6808	1	FAENZA	FIRENZE S.M.N.	15	113	1
29	2986	1	BOLOGNA C.LE	MILANO CENTRALE	11	170	1
94	2271	1	MILANO CENTRALE	BOLOGNA C.LE	15	167	1
42	2997	1	BOLOGNA C.LE	RIMINI	15	141	1
46	11525	1	BOLOGNA C.LE	RIMINI	15	91	1
134	2920	1	RIMINI	BOLOGNA C.LE	5	73	1
135	2996	1	RIMINI	BOLOGNA C.LE	13	116	1
139	11524	1	RIMINI	BOLOGNA C.LE	11	97	1
142	2276	1	RIMINI	MILANO CENTRALE	32	325	1
92	6490	1	LAVEZZOLA	FAENZA	3	48	1
217	17594	1	LAVEZZOLA	FAENZA	9	48	1
223	17652	1	RIMINI	RAVENNA	10	56	1
220	17659	1	RAVENNA	RIMINI	8	53	1
120	11594	1	Pesaro	RAVENNA	16	108	1
131	11591	1	RAVENNA	Pesaro	16	95	1
38	6425	1	BOLOGNA C.LE	RAVENNA	4	59	1
130	2882	1	RAVENNA	GENOVA BRIGNOLE	27	306	1
155	2891	1	VOGHERA	RIMINI	22	242	1
147	11520	1	RIMINI	S.Pietro in C.	21	139	1
218	17584	1	RAVENNA	FAENZA	5	30	1
219	17586	1	RAVENNA	FAENZA	5	38	1
213	17589	1	FAENZA	RAVENNA	5	32	2
75	6407	1	FERRARA	Imola	15	80	1
90	11422	1	Imola	FERRARA	15	86	1
215	17481	1	FERRARA	IMOLA	15	91	1
216	17482	1	IMOLA	FERRARA	15	88	1
34	90270	1	BOLOGNA C.LE	PORTOMAGGIORE	2	76	2
118	90269	1	PORTOMAGGIORE	BOLOGNA C.LE	2	73	2
78	90228	1	FERRARA	POGGIO RUSCO	2	78	1
117	6255	1	POGGIO RUSCO	BOLOGNA C.LE	9	55	1
20	6412	1	BOLOGNA C.LE	FERRARA	9	46	1
21	6416	1	BOLOGNA C.LE	FERRARA	10	51	1

72	6415	1	FERRARA	BOLOGNA C.LE	9	50	2
16	11413	1	BOLOGNA C.LE	CASALECCHIO G.	4	13	2
59	11442	1	CASALECCHIO G.	BOLOGNA C.LE	4	18	2
126	6488	1	RAVENNA	FERRARA	10	81	1
127	6518	1	RAVENNA	FERRARA	8	70	1
79	6475	1	FERRARA	RAVENNA	9	75	1
80	6503	1	FERRARA	RAVENNA	11	78	1
62	6483	1	CASTEL BOLOGNESE	RAVENNA	7	48	1
124	6468	1	RAVENNA	CASTEL BOLOGNESE	7	54	1
212	90352	1	CODIGORO	FERRARA	16	80	1
214	90353	1	FERRARA	CODIGORO	16	77	1
221	4237	1	RIMINI	ANCONA	14	82	1
222	4241	1	RIMINI	ANCONA	14	78	1
172	605	7	MILANO CENTRALE	TARANTO	35	675	1
162	606	7	BARI C.LE	BOLOGNA C.LE	25	425	1
180	8814	29	LECCE	MILANO CENTRALE	17	562	1
189	8803	29	MILANO CENTRALE	LECCE	17	553	1
164	30354	7	BARI C.LE	TORINO P.NUOVA	17	679	1
201	8807	29	TORINO P.NUOVA	LECCE	20	618	1

Alcuni di questi servizi vengono mantenuti invariati in tutti gli scenari di analisi, in quanto non afferenti a direttrici di percorrenza oggetto di modifica di esercizio.

Per una trattazione di dettaglio in merito alla struttura dell'offerta dei servizi si rimanda al report a.2.

Offerta di trasporto pubblico su gomma

Il trasporto pubblico su gomma dell'area di studio serve in modo capillare non solo le aree urbane sede di stazione ma anche le frazioni minori: nel modello, data la semplificazione della complessità territoriale nelle zone di traffico, è stata operata anche una semplificazione alla struttura dell'offerta pubblica.

Per quanto riguarda invece l'offerta del TPL su gomma dell'area romagnola, è stato ricostruito un grafo fittizio su modello di un grafo privato, quindi costituito da una sequenza di archi a cui è assegnato un tempo di percorrenza. La ricostruzione è avvenuta tramite interrogazione da servizio web relativa a tutte le connessioni possibili all'interno della stessa provincia, definendo quindi come punti di origine e di destinazione dei viaggi i centroidi delle zone di ciascuna provincia in modo separato.

Dal momento che ogni zona è servita da una fermata del TPL su gomma, tutte le zone hanno una connessione diretta tra centroidi e fermata stessa (connettore-NT Leg), a cui è associato un tempo di percorrenza pari al pedonale, ottenuto tramite puntamento con libreria dedicata a servizio web con riferimento all'ora di punta mattutina.

Il grafo così ottenuto è un grafo fittizio che copre direttamente tutte le relazioni tra zone dove è disponibile un percorso che utilizzi solo il TPL su gomma, anche se necessita di un trasbordo da una linea all'altra, su cui poi vengono costruite in modo automatico le NTleg di accesso alle stazioni ferroviarie e quindi ai servizi a frequenza.

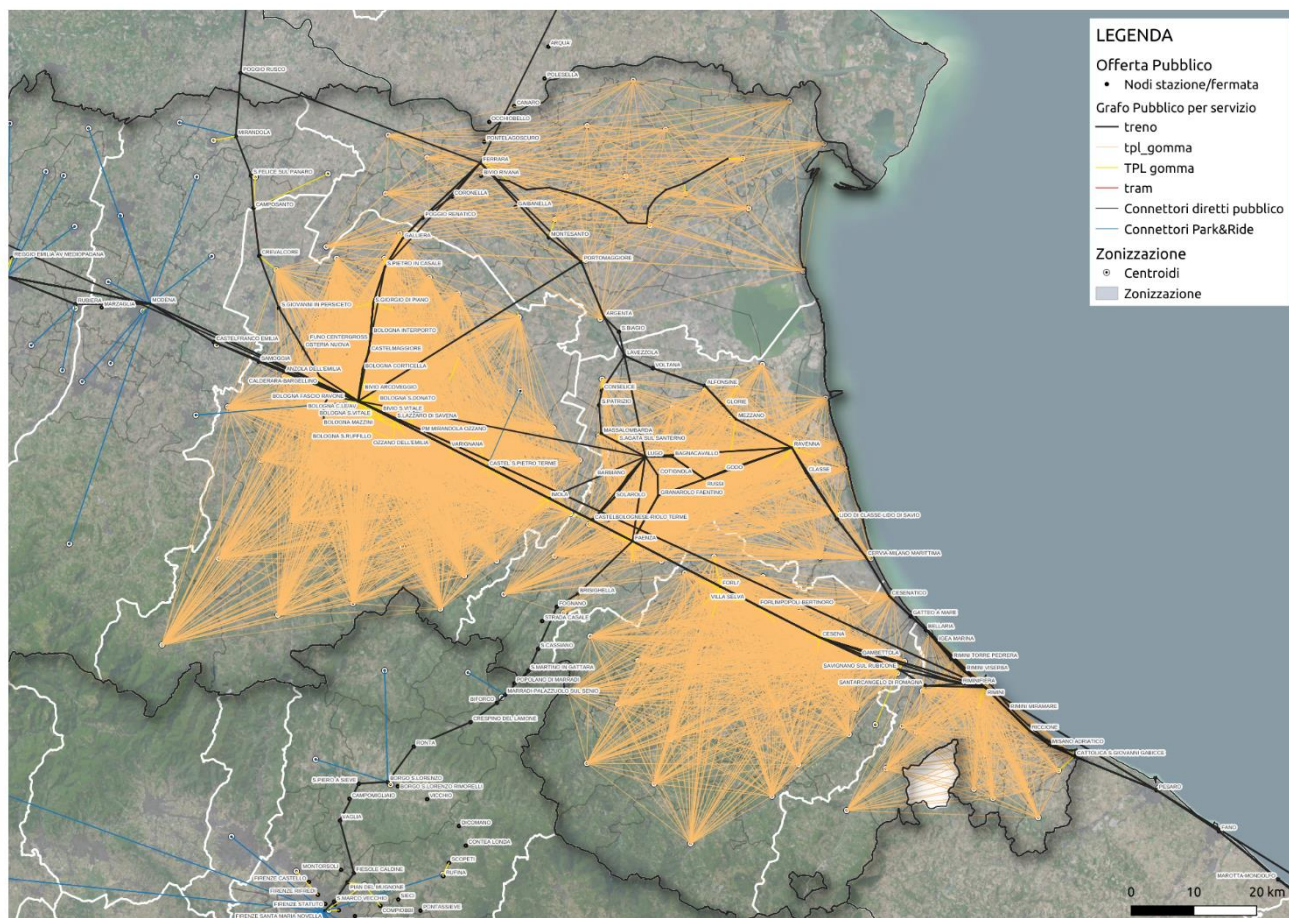


Figura 7.5 – Grafo fittizio del TPL su gomma

Le tariffe associate alla gomma sono di tipo chilometrico, ricostruite da quelle zonali di Start sia per l'abbonamento che per il titolo singolo: ovviamente questa scelta comporta una approssimazione, ma la struttura stessa del TPL gomma è tale per cui il livello di accuratezza non sarebbe comunque elevato. D'altronde, il TPL su gomma interessa solo in quanto connessione tra i territori e la rete ferroviaria, secondo una struttura gerarchica.

7.1.3 MODELLO DI RIPARTIZIONE MODALE

Per la calibrazione del modello di ripartizione modale sono state utilizzate le matrici modali corrette all'anno base: si tratta quindi di una calibrazione di tipo aggregato, basata sulla ricostruzione del fenomeno di scelta attuale.

L'analisi del sistema dell'area di studio mostra un utilizzo del treno per gli spostamenti diretti tra centri abitati serviti direttamente dalla ferrovia, soprattutto con polarità Bologna, e un uso del TPL su gomma per spostamenti di più breve raggio o trasversali alla direttrice via Emilia-ferrovia-A14, in particolare quelli interni ai singoli territori provinciali. L'uso dell'auto rimane la scelta primaria per ogni motivo e ogni relazione, grazie anche a un tessuto infrastrutturale diffuso con tante alternative di percorso per le medesime relazioni.

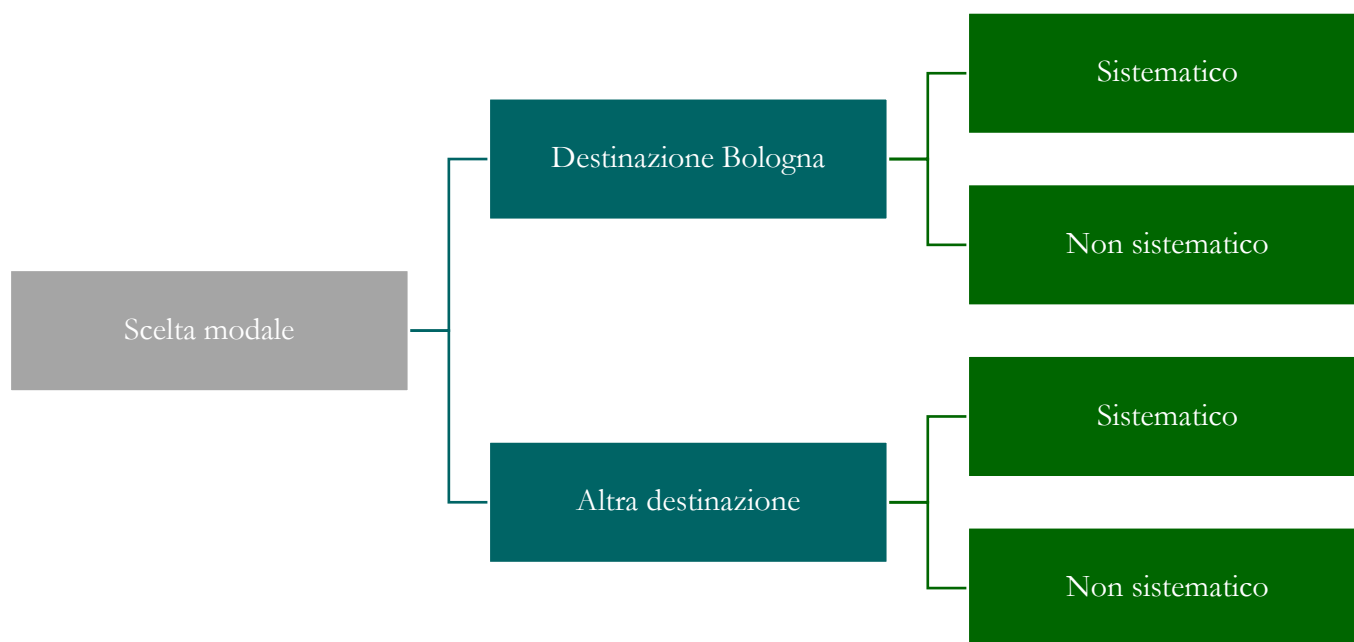
Pertanto, l'ipotesi di impostare la catena modellistica attraverso un modello *logit* gerarchizzato non appare giustificata dal contesto. Si assume quindi valida l'assunzione di un modello *logit* multinomiale che contempli le seguenti modalità di trasporto:

- 1- Privato (auto come conducente)
- 2- TPL gomma
- 3- Treno
- 4- Auto come passeggero

Gli attributi (costo, tempo e variabili specifiche) che influenzano le utilità associate alle diverse modalità di trasporto sono denominati secondo la suddetta numerazione associata alle modalità stesse. Per quanto riguarda i modi pubblici, vale a dire *treno* e *TPL gomma*, la valorizzazione della lunghezza e del tempo di percorrenza di viaggio è stata eseguita estraendo i percorsi che risultano dal processo di assegnazione della domanda alla rete di trasporto collettivo. Le catene miste ferro-gomma, dove la gomma ha generalmente il ruolo di accesso alla stazione ferroviaria, sono considerate nella scelta *treno*.

Nei prospetti seguenti è mostrata la forma funzionale dell'utilità associata a ciascun modo di trasporto; ciascun prospetto è seguito dall'indicazione di dettagli circa l'entità o calcolo della singola variabile che condiziona l'utilità, dove con i termini l, t e c si rappresentano le variabili lunghezza, tempo e costo associato alle singole modalità.

Il modello di scelta modale si divide in 4 sottomodelli, a seconda della destinazione e del motivo di viaggio: infatti, l'analisi preliminare dei dati ha mostrato una diversa propensione modale tra queste 4 categorie.



Il TPL su gomma e l'auto passeggero sono modi disponibili solo per i viaggi con motivo sistematico, dal momento che gli unici dati relativi a questi modi sono la matrice del pendolarismo: per questi due modi, infatti, non era disponibile alcun dato per la correzione della matrice di partenza.

7.1.3.1 Destinazione Bologna

Sistematici

Auto Cond	$ASC_AUTO + B_TIME * t_{auto} + B_COST * c1$
TPL gomma	$ASC_TPL + B_TIME * (t2) + B_COST * c2 + B_DIST * l1$
Treno	$ASC_TRENO + B_TIME * (t3) + B_COST * c3 + B_N * n_{TRENO} + B_DIST * l3$

$$\text{Auto Pax} \quad \text{ASC_PAX} + \text{B_TIME} * t1 + \text{B_DIST_AUTO} * l1$$

Variabile	Espressione	note
n_{TRENI}		Numero di relazioni dirette servite dal treno tra origine e destinazione
t_{auto}	$t1 * 1,2 + 5$	Il tempo percepito dall'utente nell'ora di punta è maggiore di quello calcolato dall'assegnazione della matrice degli spostamenti nell'area di studio, per relazioni di tipo comunale: l'aumento del 20% si spiega con una maggiore congestione dovuta agli spostamenti interni alle zone o comunque al comune, mentre 5 minuti aggiuntivi potrebbero essere un tempo di ricerca di parcheggio medio

Si sottolinea l'uso di $l1$ come distanza per il modo tpl gomma, dal momento che il grafo dei servizi TPL su gomma è fittizio e il calcolo della distanza realmente percorsa dai mezzi tpl è più simile a quello reale delle auto sulla rete stradale rispetto a quello sulla rete fittizia rettificata.

Non sistematici

$$\text{Auto Cond} \quad \text{ASC_AUTO} + \text{B_TIME} * (t1) + \text{B_COST} * c_{\text{auto}}$$

$$\text{Treno} \quad \text{ASC_TRENO} + \text{B_TIME} * (t3) + \text{B_COST} * c3$$

Variabile	Espressione	note
c_{auto}	$c1 + 5$	Il costo percepito dall'utente nell'ora di punta è maggiore di quello calcolato e dipende molto probabilmente dalla necessità di pagare la sosta dell'auto nel capoluogo di regione

7.1.3.2 Altra Destinazione (No Bologna)

Sistematici

$$\text{Auto Cond} \quad \text{ASC_AUTO} + \text{B_TIME} * t_{\text{auto}} + \text{B_COST} * c_{\text{auto}}$$

$$\text{TPL gomma} \quad \text{ASC_TPL} + \text{B_TIME} * (t2) + \text{B_COST} * c2$$

$$\text{Treno} \quad \text{ASC_TRENO} + \text{B_TIME} * (t3) + \text{B_COST} * c3 + \text{B_N} * n_{\text{TRENI}} + \text{B_TRENO} * l_{\text{TRENO}} / l3$$

$$\text{Auto Pax} \quad \text{ASC_PAX} + \text{B_TIME} * t1$$

Variabile	Espressione	note
n_{TRENI}		Numero di relazioni dirette servite dal treno tra origine e destinazione
l_{TRENO}		Lunghezza del tratto percorso in treno sul totale del viaggio con catena anche eventualmente complessa gomma+treno: questo attributo pesa in sostanza la maggiore comodità di viaggi tutto treno rispetto a quelli con accesso TPL alla stazione di partenza o con egresso TPL dalla stazione di arrivo

c_{auto}	$c1 * 1,2$	Il costo percepito dall'utente nell'ora di punta è maggiore di quello calcolato e dipende molto probabilmente dalla necessità di pagare la sosta dell'auto nel capoluogo di regione
t_{auto}	$t1 + 5$	Il tempo percepito dall'utente nell'ora di punta è maggiore di quello calcolato dall'assegnazione della matrice degli spostamenti nell'area di studio, per relazioni di tipo comunale. 5 minuti aggiuntivi potrebbero essere un tempo di ricerca di parcheggio medio

Non sistematici

Auto Cond	$ASC_AUTO + B_TIME * t_{auto} + B_COST * c1$	
Treno	$ASC_TRENO + B_TIME * (t3) + B_COST * c3 + B_TRA * tra$	

Variabile	Espressione	note
t_{auto}	$t1 + 5$	Il tempo percepito dall'utente nell'ora di punta è maggiore di quello calcolato dall'assegnazione della matrice degli spostamenti nell'area di studio, per relazioni di tipo comunale. 5 minuti aggiuntivi potrebbero essere un tempo di ricerca di parcheggio medio
tra	$l3 / (1 + n_trasbordi)$	Viaggio medio compiuto su ogni mezzo in caso di trasbordi, con $l3$ lunghezza spostamento su trasporto pubblico

7.1.3.3 Coefficienti e calibrazione

La tabella che segue riassume i risultati ottenuti nella fase di calibrazione dei modelli appena specificati in termini di:

- numero di osservazioni disponibili per ciascun modello calibrato;
- valore del parametro ρ^2 ;
- valore del coefficiente di ciascuna variabile considerata nel modello e del valore della relativa t di student, necessario a verificare la significatività della variabile stessa.

Le calibrazioni eseguite hanno prodotto risultati soddisfacenti sia in termini di rappresentatività delle variabili esplicative, che assumono tra l'altro il segno corretto, sia in termini di ρ^2 .

Il risultato ottenuto a valle dell'applicazione del modello di ripartizione modale è stato ulteriormente validato confrontando il valore di utenti che scelgono ogni modo per le componenti studio e lavoro proveniente da modello con l'analogo dato di calibrazione (si confrontino **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Tabella 7.6 – Risultati della calibrazione dei diversi modelli di scelta modale

componente	sistematico		non sistematico	
area	bologna	altro	bologna	altro

Name	Value	t-test	Value	t-test	Value	t-test	Value	t-test
ASC_AUTO			6,05	77,3			4,33	53,4
ASC_PAX	-1,28	-4,68	4,7	58,8				
ASC_TPL	-0,13	-0,94	4,63	58,6				
ASC_TRENO	0,974	6,83			0,271	1,47		
B_COST	-0,0456	-1,55	-0,00807	-3,47	-0,339	-11,5	-0,258	-19,4
B_DIST	-0,00776	-2,31						
B_DIST_AUTO	-0,00486	-0,904						
B_SERV	0,147	14,4	0,112	31,2				
B_TIME	-0,00353	-1,35	-0,00423	-6,66	-0,0079	-2,61	-0,00968	-7,48
B_TRENO			3,24	36,7				
B_TRASB							0,0365	18,6
Market Share	auto	24%	63%		33%		98%	
	tpl_gomma	4%	14%					
	treno	70%	6%		67%		2%	
	pax_auto	3%	17%					
Num Osservazioni	6639		64039		1226		18985	
R ² minimo	0,4111		0,2567		0,0841		0,8446	
R² risultato	0,47		0,313		0,407		0,905	

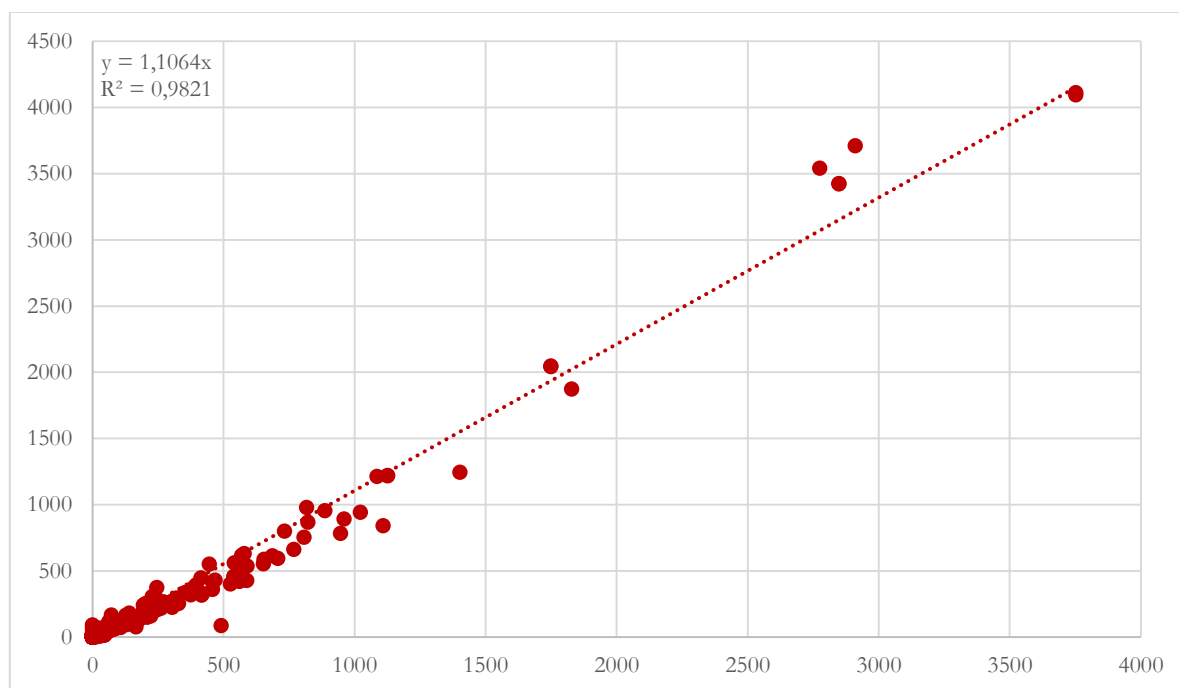


Figura 7.6 – Validazione modello di scelta modale: componente sistematica modo auto

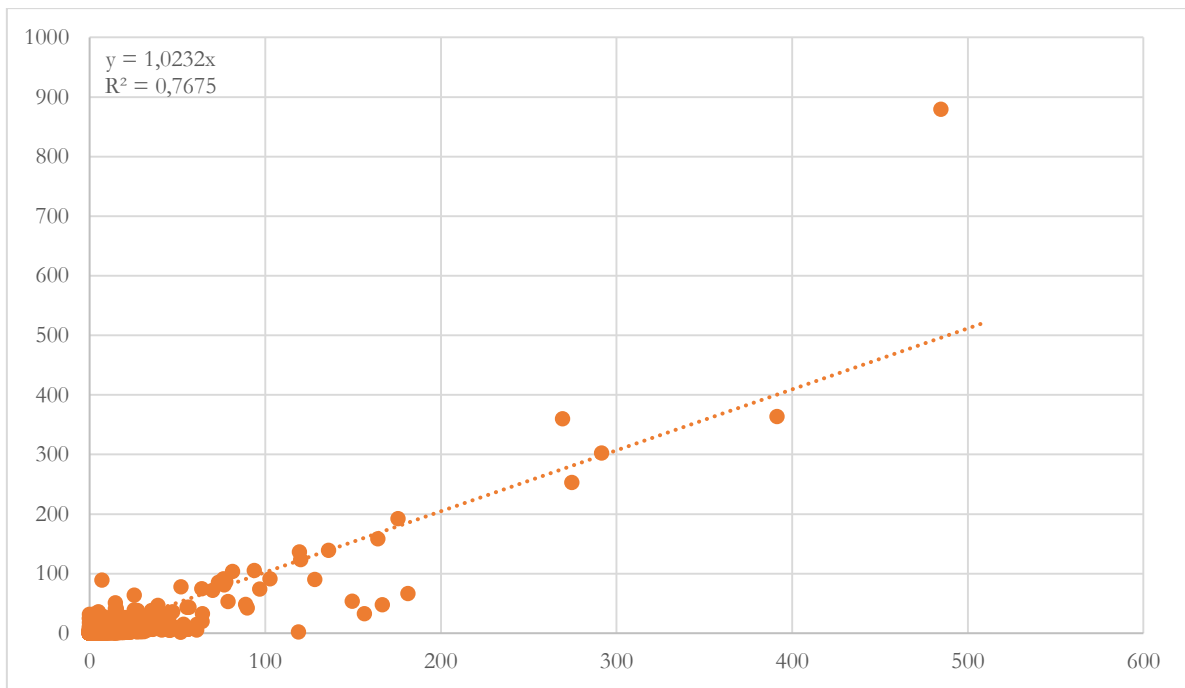


Figura 7.7 – Validazione modello di scelta modale: componente sistematica modo treno

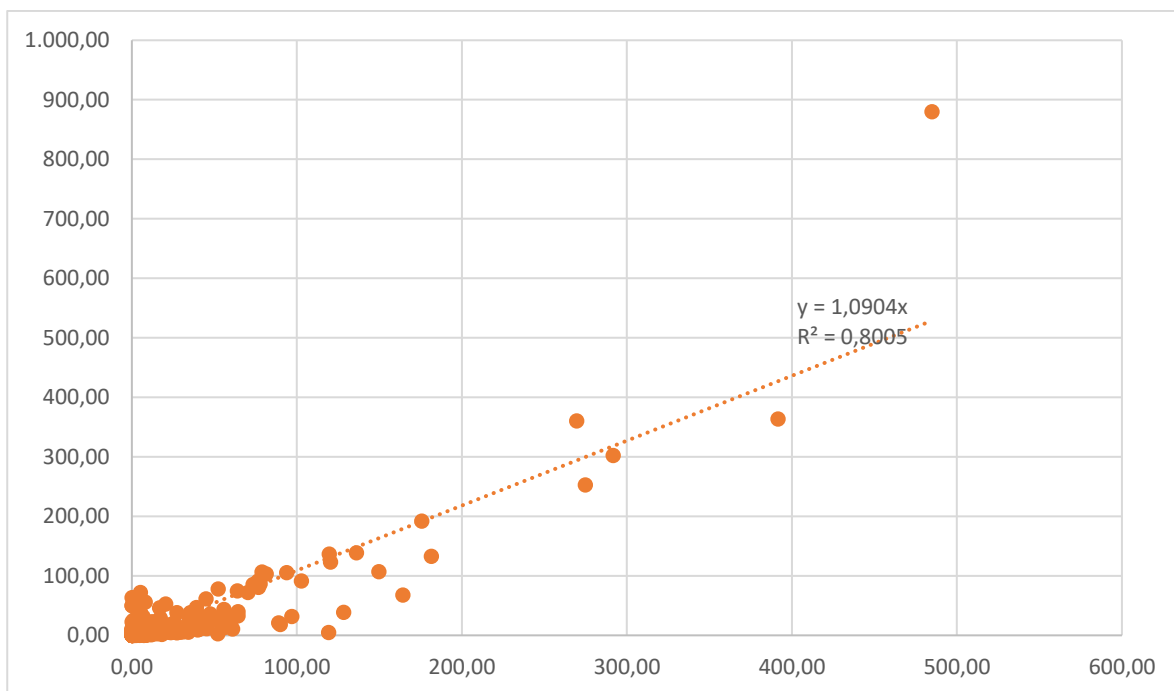


Figura 7.8 – Validazione modello di scelta modale: componente non sistematica modo treno

Il modello così calibrato è risultato rigido al momento dell'applicazione negli scenari futuri, coerentemente con il fatto che in questi scenari non si prevede comunque una riorganizzazione tale dei servizi da stressare il modello con scenari molto diversi, in cui la propensione al cambiamento potrebbe davvero essere considerevole.

7.1.4 LA STRUTTURA DEL MODELLO DI SCELTA DEL PERCORSO

7.1.4.1 Premessa

A fini della costruzione del modello di previsione della domanda, è stato implementato il modello di interazione domanda-offerta, ovvero un modello in grado di assegnare al sistema di offerta la domanda di mobilità nelle diverse componenti modali riferita ad un fissato intervallo di tempo.

Il modello simula la mobilità mattutina di un giorno feriale medio del periodo scolastico con riferimento alla fascia bioraria di punta.

In particolare, l'interazione tra domanda e offerta è rappresentata da:

1. l'assegnazione all'equilibrio della matrice privata sulla rete stradale;
2. l'assegnazione a frequenza della matrice TPL gomma al grafo pubblico esclusi i servizi ferroviari;
3. l'assegnazione a frequenza della matrice treno sulla rete di offerta mista TPL gomma e rete ferroviaria, con obbligo di uso di almeno un servizio treno.

Il modello di assegnazione della componente privata assume in questo caso un interesse marginale ed è utile più che altro al calcolo degli attributi necessari all'applicazione del modello di scelta modale negli scenari futuri. Si procede con un'assegnazione aggregata della domanda sistematica e non sistematica, così da considerare correttamente gli effetti della domanda complessiva sulla congestione oraria.

Nel modello di assegnazione della componente pubblica la scelta del servizio è legata alle caratteristiche in termini di velocità di percorrenza, comfort, costo e stazioni servite, oltre che dalla frequenza cumulata nella stazione di origine. La domanda è costituita dalle matrici risultanti dall'applicazione del modello di scelta modale.

Come risultato, è possibile ottenere il carico giornaliero sulle tratte ferroviarie ed il valore dei passeggeri saliti-discesi alle varie stazioni, distinti per tipologia di servizio e relazione.

7.1.4.2 Modello di scelta del percorso e di assegnazione

Date tali premesse e la necessità di enucleare le frequentazioni su treno dal sistema di offerta generale, si è optato per costruire il modello di assegnazione specifico derivandolo da un modello di assegnazione a frequenza.

In figura è mostrata la correlazione tra saliti, discesi e presenti a bordo rilevati e simulati dal modello: la validazione del modello (catena modellistica complessiva a 4 stadi) è effettuata con riferimento allo scenario dell'anno base 2022 (denominato SA2022) utilizzando i dati forniti da TPER in termini di frequentazioni sui servizi della linea Bologna-Castel Bolognese relativi a Marzo 2019 e Maggio 2022. La validazione considera sia i saliti-discesi che i presenti sui singoli servizi della tratta.

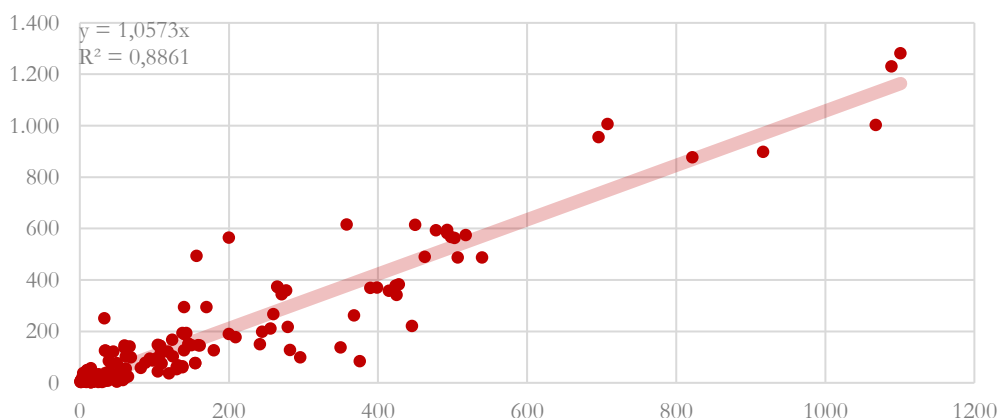


Figura 7.9 – Risultati globali della applicazione del sistema di modelli

7.2 IL SISTEMA DI MODELLI DEL TRAFFICO PASSEGGERI LUNGA PERCORRENZA

7.2.1 INQUADRAMENTO

Lo studio, per la parte di trasporto passeggeri lunga percorrenza, si fonda su un apparato modellistico specificatamente sviluppato per l'analisi dell'area di studio, che è costituito da due componenti fondamentali, al loro interno articolati in specifici sotto-modelli:

- **modello multi-modale per la domanda di lunga percorrenza**, che consente di descrivere la mobilità di lunga percorrenza sull'intera area di studio (inclusi gli spostamenti in attraversamento), e che comprende a sua volta un modello di offerta e di domanda (generazione, attrazione, distribuzione e ripartizione modale), segmentato per scopo di spostamento (lavoro non abitudinario, turismo, visite ed altro) e modo di trasporto (treno, auto, bus di linea per la lunga percorrenza e bus turistici);
- **modello di assegnazione ferroviaria**, che consente di assegnare ai servizi ed alle tratte la domanda di trasporto ferroviario di lunga percorrenza, stimando così i passeggeri per tratta dell'infrastruttura di progetto.

Per quanto concerne il modello di assegnazione ferroviaria, esso riceve quali input dal modello sopra menzionato la domanda ferroviaria di lunga percorrenza per relazioni O-D tra zone del modello di lunga distanza. Trattandosi di un modello standard di assegnazione a frequenza, tale modello non è descritto in dettaglio in questa nota.

7.2.2 ZONIZZAZIONE

La zonizzazione all'interno dell'area di studio, la quale contiene la Romagna e le province di Bologna e di Pesaro-Urbino, è stata eseguita suddividendo in più zone ognuna delle province del territorio romagnolo (Rimini, Ravenna e Forlì-Cesena) e della provincia di Pesaro-Urbino. Lungo il corridoio adriatico, per il territorio restante dell'Emilia-Romagna e per le regioni Marche, Abruzzo, Molise e Puglia, è stata adottata una zonizzazione a livello provinciale. Analogamente si è proceduto per le regioni Veneto, Lombardia e Piemonte, limitrofe all'Emilia-Romagna. Per ognuna delle altre regioni d'Italia, invece, si è scelto di adottare un'unica zona.

Tabella 7.7 – Zonizzazione per regione

Regione	Numero zone
Abruzzo	4
Emilia-Romagna	12
Lombardia	12
Marche	6
Molise	2
Piemonte	8
Puglia	6
Veneto	7
Altre regioni d'Italia	13
TOTALE	70



Figura 7.10 – Zonizzazione

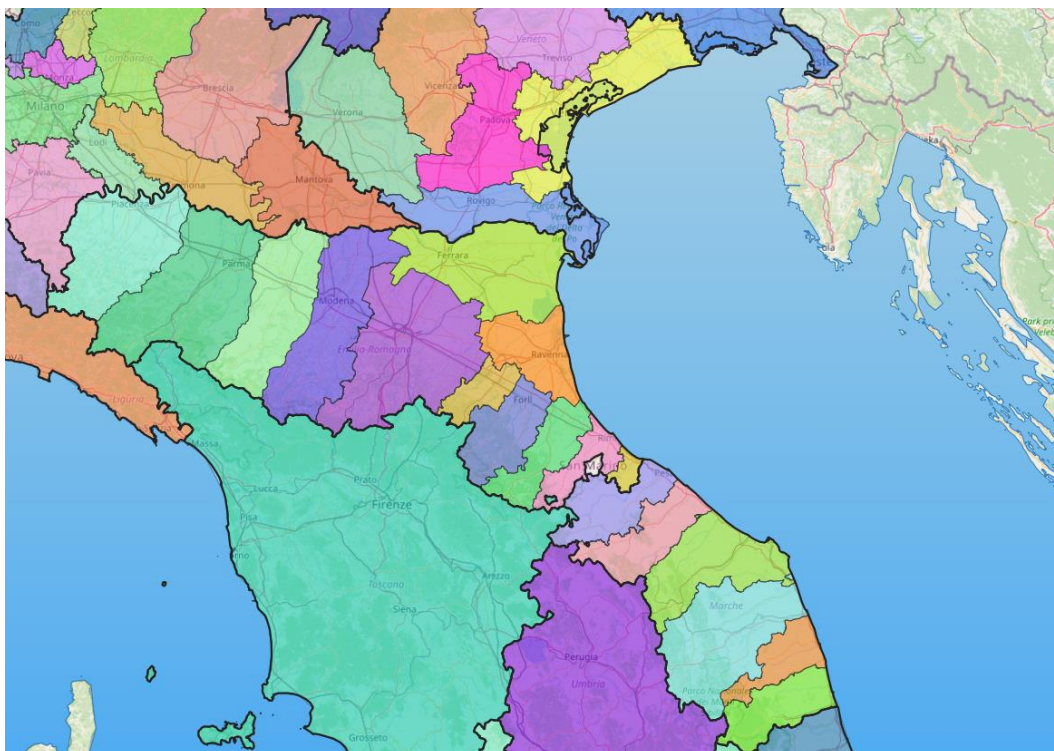


Figura 7.11 – Zonizzazione area di studio

7.2.3 MODELLO MULTIMODALE DI OFFERTA

7.2.3.1 Il grafo stradale

La rete stradale globale è stata elaborata a partire da un grafo internazionale europeo di ETISplus, aggiornato sulla base delle informazioni disponibili nei documenti pubblicati dai concessionari autostradali. All'interno dell'area di studio, la rete è stata ulteriormente raffittita mediante l'utilizzo di ulteriori cartografie provenienti da OTM (Open Transport Map) per le province di Ravenna, Rimini, Forlì-Cesena e Pesaro-Urbino. Questa operazione è stata necessaria al fine di ottenere un maggiore dettaglio all'interno dell'area di studio, riuscendo a rappresentare anche strade locali e urbane. Infine, è stato eseguito il collegamento tra le due tipologie di grafo in maniera tale da evitare sovrapposizioni e garantire la connettività della rete.

Tabella 7.8 – Tipologie archi rete

Tipologia archi	Linktype
Archi stradali	11-53
Archi marittimi	91
Connettori	99

Tabella 7.9 – Tipologie archi rete stradale

Tipologia archi	Linktype	Velocità a flusso libero [km/h]	Numero di corsie per senso di marcia
Autostrade	11 – 13	110 – 130	2 - 4
Extraurbane principali o urbane di scorrimento	21 – 25, 51 - 53	70 - 110	2 - 3

Extraurbane secondarie a valenza provinciale	31 – 35	50 - 70	1 - 2
Extraurbane secondarie a valenza locale	41 – 45	30 - 50	1



Figura 7.12 – Grafo stradale

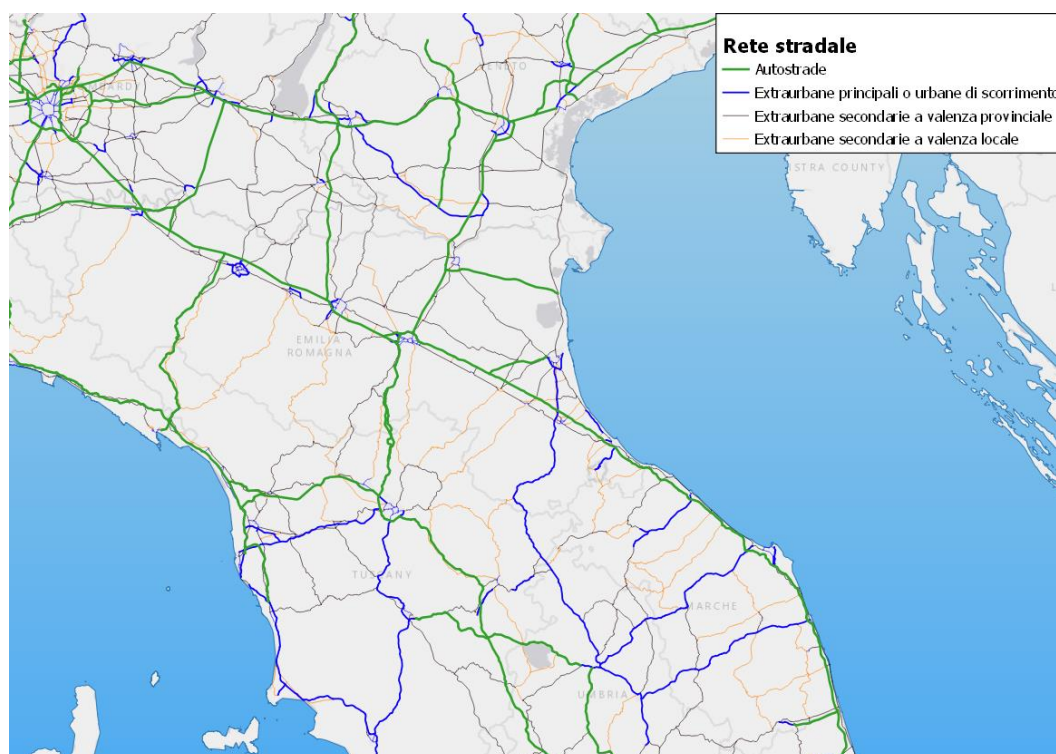


Figura 7.13 – Grafo stradale area di studio

7.2.3.2 Costi del trasporto stradale

Per il trasporto su auto privata è stato considerato un costo operativo complessivo del mezzo pari a 0,216 €/km, comprendente le componenti di costo proporzionali alla percorrenza e relative a carburante, pneumatici, manutenzione e riparazione, mediate tra autovetture alimentate a benzina e a gasolio (fonte dati ACI). A ciò è stato aggiunto, ove necessario, il costo del pedaggio in € opportunamente aggiornato per le tratte autostradali.

7.2.3.3 Il grafo della rete e dei servizi ferroviari

Per i servizi ferroviari di lunga percorrenza sono state selezionate solamente le linee ritenute di interesse per l'area di studio, valutando e scegliendo per la codifica esclusivamente i servizi ferroviari che effettuino fermate nell'area in esame o che attraversino la tratta oggetto di studio. Il periodo temporale di riferimento è il giorno feriale medio invernale dell'anno 2019.

Tabella 7.10 – Linee codificate servizi ferroviari

Tipologia di servizio	Linee codificate
Lunga percorrenza	49

Di seguito, viene riportata in tabella la classificazione dei treni codificati.

Tabella 7.11 – Codifica categorie treno

CATEGORIA	DESCRIZIONE	TIPOLOGIA
EUROCITY	Treni EuroCity – segmento AV	Lunga Percorrenza
EUROSTARITALIA	Treni EuroStarItalia – segmento AV	Lunga Percorrenza
INTERCITY	Treni InterCity	Lunga Percorrenza

Tabella 7.12 – Codifica tipologia treno

Tipologia treno	Treni codificati
EuroCity	2
EuroStarItalia	29
InterCity	18
TOTALE	49

La codifica degli itinerari dei servizi ferroviari è stata eseguita calcolando il percorso più veloce sulla rete ferroviaria tra due località di passaggio successive, vincolando sulla rete convenzionale i treni InterCity.



Figura 7.14 – Grafo ferroviario

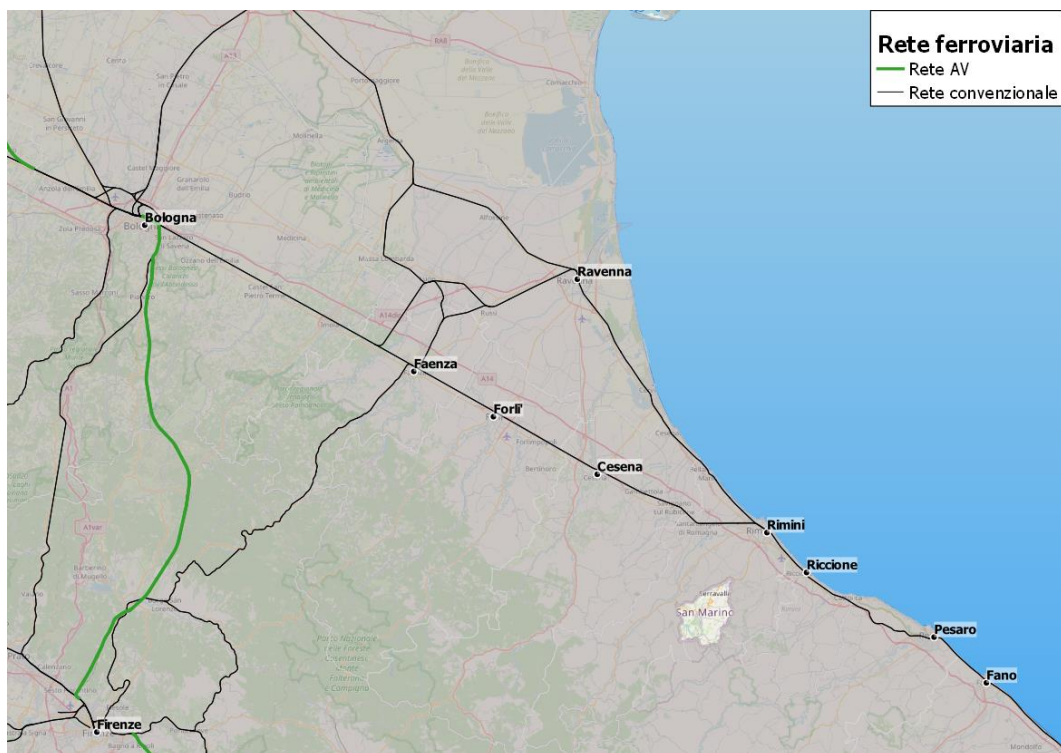


Figura 7.15 – Grafo ferroviario area di studio

Nelle figure seguenti sono raffigurati i flussogrammi di offerta dei treni di lunga percorrenza (treni di categoria InterCity IC, EuroStarItalia o EuroCity) codificati nel modello di offerta.



Figura 7.16 – Flussogramma offerta treni lunga percorrenza

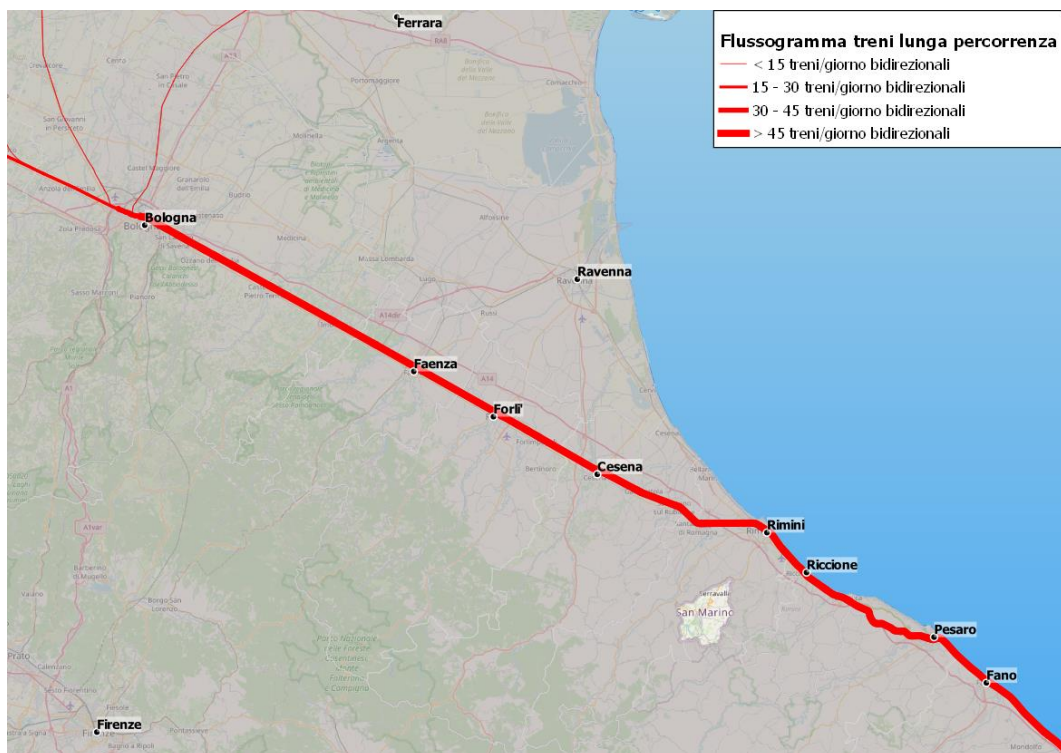


Figura 7.17 – Flussogramma offerta treni lunga percorrenza area di studio



Figura 7.18 – Frequenza fermate treni lunga percorrenza

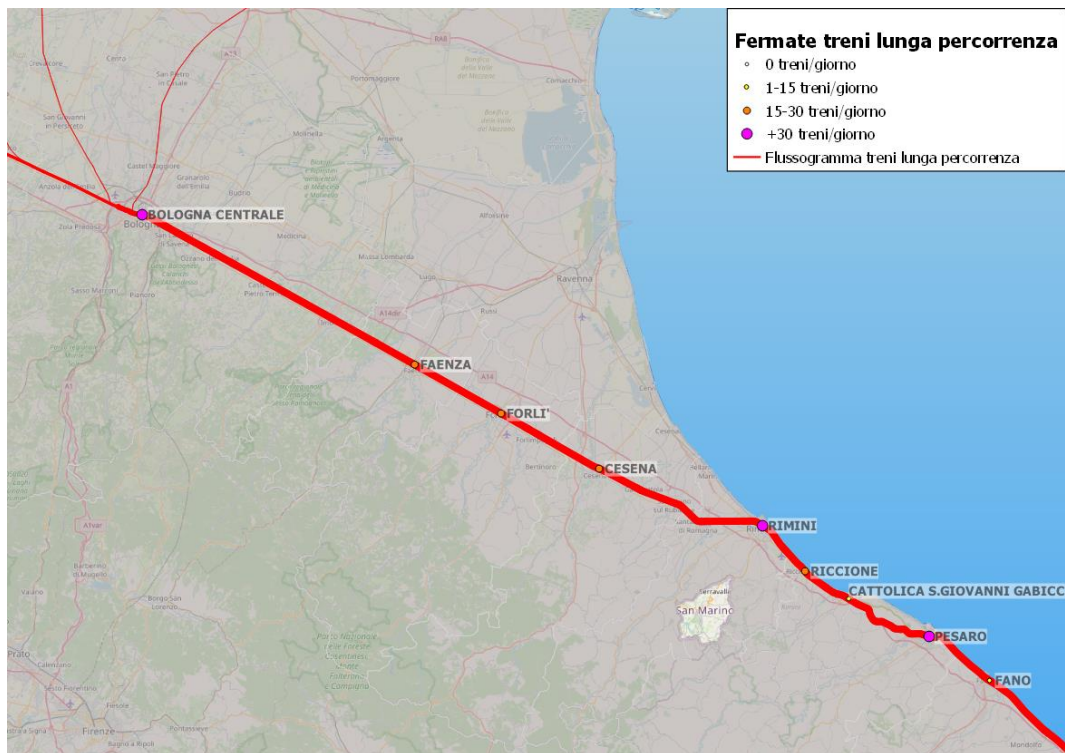


Figura 7.19 – Frequenza fermate treni lunga percorrenza area di studio

7.2.3.4 Costi del trasporto ferroviario

Per ciò che concerne il costo del trasporto ferroviario lato utente, sono state effettuate delle analisi separate per i servizi di lunga percorrenza a mercato (treni Alta Velocità AV) e per i servizi universali di lunga percorrenza (treni InterCity IC).

Per i servizi a mercato, con riferimento alle principali O-D ricomprese nell'area di studio e lungo il corridoio adriatico, sono state analizzate le tariffe previste dagli operatori ferroviari (Trenitalia) ad un mese dalla ricerca del biglietto di corsa semplice più economico e del biglietto di corsa semplice a tariffa base, mediando le due tipologie di tariffa. La curva interpolante è stata implementata nel modello come curva di costo in funzione della distanza.

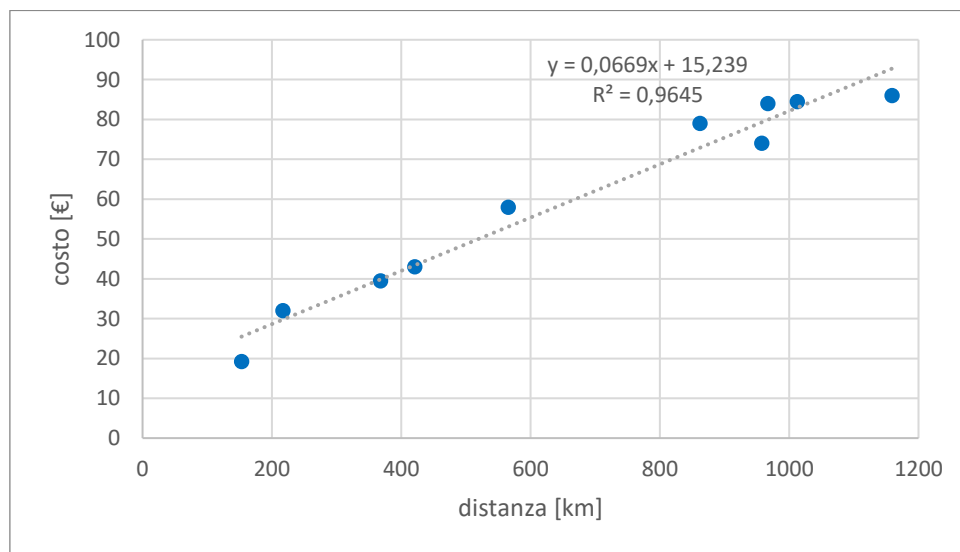


Figura 7.20 – Funzione di costo del biglietto – distanza per i treni di lunga percorrenza a mercato (AV)

La funzione di costo (in euro) interpolante implementata nel modello è quindi la seguente:

$$y = 0.0669\, x + 15.239$$

Per i servizi universali, invece, sono stati presi come riferimento i prezzi di corsa semplice sui treni InterCity tabellati da fonte MIT, a cui è stato applicato un tasso di sconto medio del 30% al fine di tenere conto della reale distribuzione delle tariffe nella vendita del servizio all’utenza.

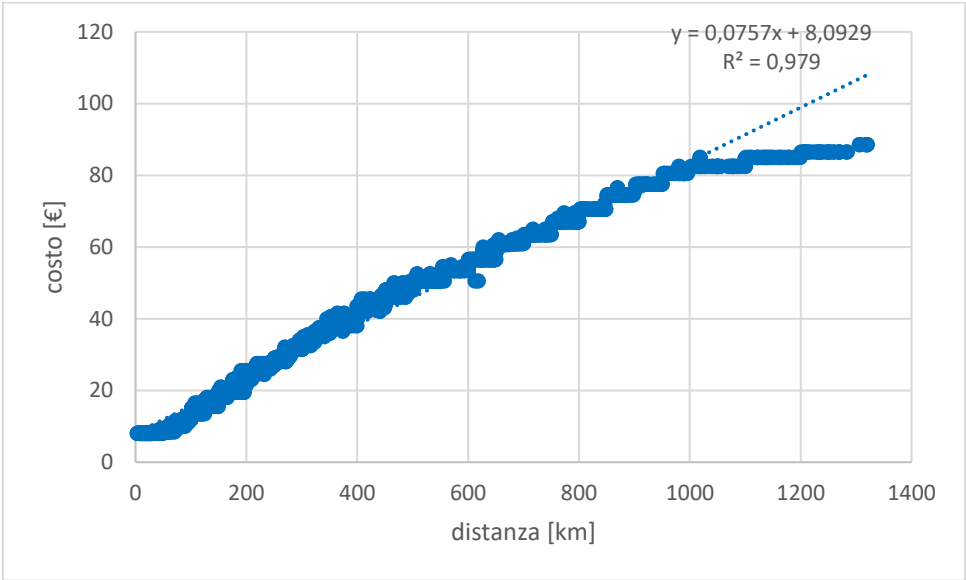


Figura 7.21 – Funzione di costo del biglietto – distanza tabellata da MIT per i treni di lunga percorrenza a servizio universale (IC)

La funzione di costo (in euro) interpolante scontata implementata nel modello è quindi la seguente:

$$y = 0.05299\, x + 5.66503$$

7.2.3.5 Trasporto collettivo su gomma

Analogamente ai servizi ferroviari, anche per il trasporto su gomma è stata eseguita l’analisi dei servizi di lunga percorrenza nell’area di interesse e dei relativi costi.

Attraverso il portale CheckMyBus sono stati individuati i principali operatori che effettuano viaggi di lunga percorrenza, con servizi e fermate all’interno dell’area di studio o in attraversamento ad essa lungo il corridoio adriatico. Nel dettaglio, per la lunga percorrenza, sono stati codificati i servizi effettuati dagli operatori FlixBus, Itabus, e MarinoBus.

Il periodo temporale di riferimento è il giorno feriale medio invernale dell’anno 2019.

Tabella 7.13 – Linee codificate trasporto su gomma

Tipologia di servizio	Linee codificate
Lunga percorrenza	46

Nelle figure seguenti sono raffigurati i flussogrammi di offerta dei bus di lunga percorrenza codificati nel modello di offerta.



Figura 7.22 – Flussogramma offerta bus lunga percorrenza



Figura 7.23 – Flussogramma offerta bus lunga percorrenza area di studio



Figura 7.24 – Frequenza fermate bus lunga percorrenza



Figura 7.25 – Frequenza fermate bus lunga percorrenza area di studio

7.2.3.6 Costi del trasporto collettivo su gomma

I costi relativi al trasporto collettivo di lunga percorrenza su gomma sono stati analizzati con riferimento alle principali O-D ricomprese nell'area di studio o lungo il corridoio adriatico in base alle tariffe previste ad un mese

dalla ricerca del biglietto di corsa semplice per i vari operatori. La tariffa media di 0,0401 €/km è stata implementata nel modello.

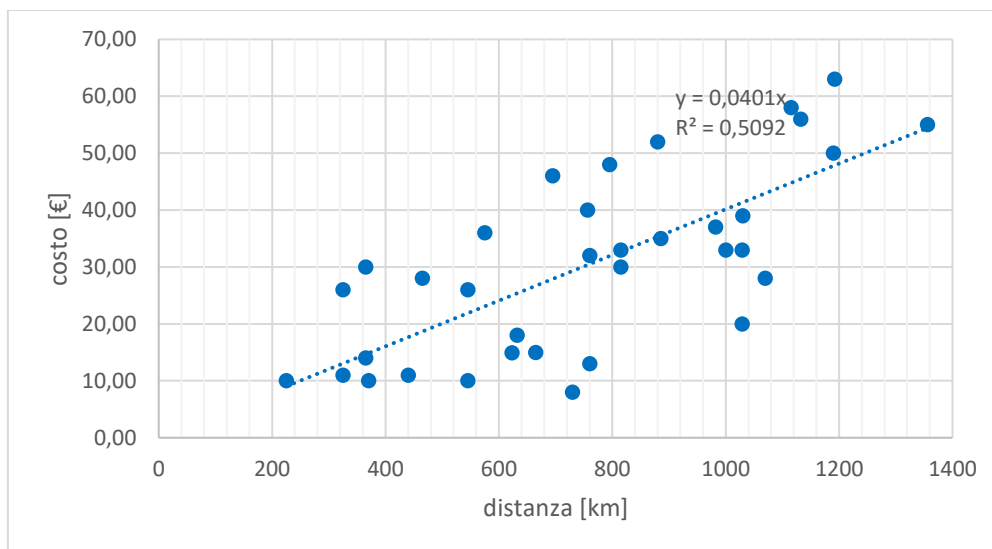


Figura 7.26 – Tariffe delle principali O-D dell'area di studio per la modalità bus di lunga percorrenza

Per ciò che concerne i servizi di bus turistici a noleggio, invece, sono state analizzate le tariffe per mezzo relative alle principali O-D ricomprese nell'area di studio come da servizio web per la richiesta di preventivi per il noleggio bus di Flixbus. Le curve interpolanti per breve e lunga durata della permanenza sono state adottate quali curve di costo per l'utente in funzione della distanza.

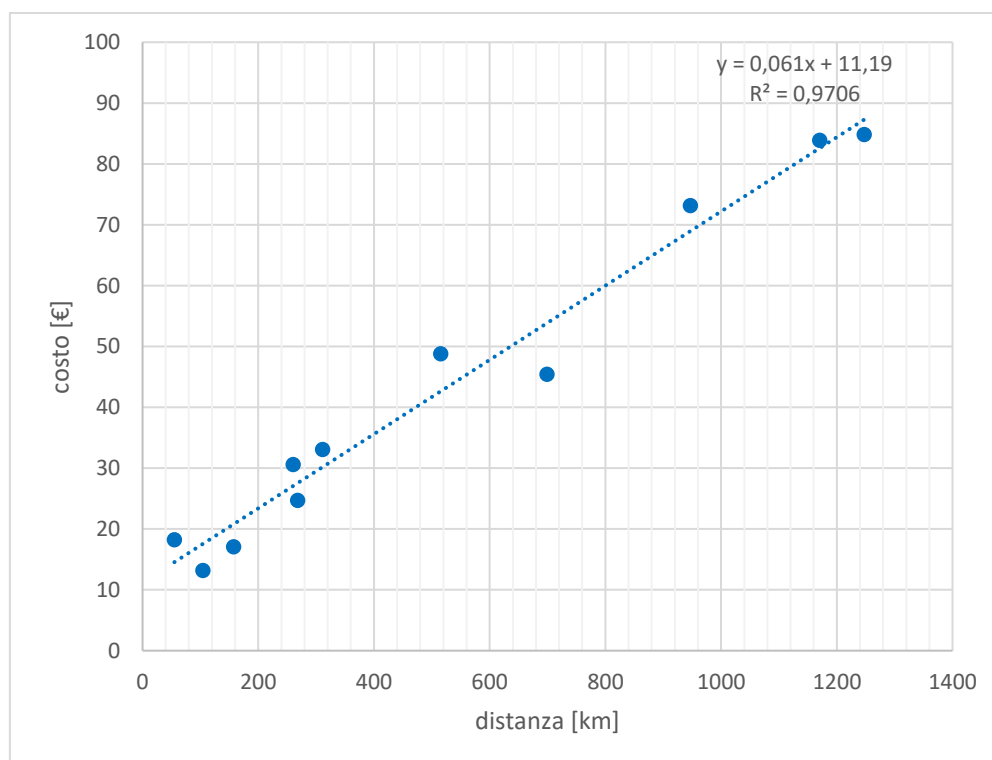


Figura 7.27 – Tariffe delle principali O-D dell'area di studio per la modalità bus turistico a noleggio, breve durata

La funzione di costo (in euro) interpolante per i bus a noleggio (breve durata) implementata nel modello è quindi la seguente:

$$y = 0.061 x + 11.19$$

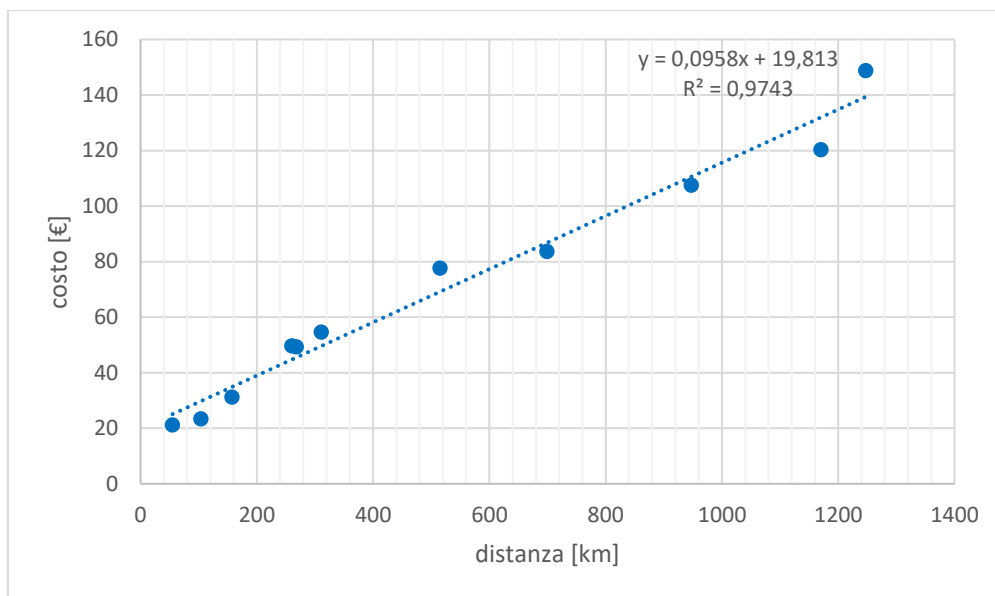


Figura 7.28 – Tariffe delle principali O-D dell'area di studio per la modalità bus turistico a noleggio, lunga durata

La funzione di costo (in euro) interpolante per i bus a noleggio (lunga durata) implementata nel modello è quindi la seguente:

$$y = 0.0958 x + 19.813$$

7.2.4 MODELLO MULTIMODALE PER LA DOMANDA DI LUNGA PERCORRENZA

7.2.4.1 Inquadramento generale

Il modello multi-modale per la domanda di lunga percorrenza comprende a sua volta un modello di offerta e di domanda (generazione, attrazione, distribuzione e ripartizione modale), segmentato per scopo di spostamento (lavoro non abitudinario, turismo, visite ed altro) e modo di trasporto (treno, auto, bus di linea e bus turistici, quest'ultimo modo soltanto per lo scopo turismo). Il modello è riferito al mese invernale medio (novembre), ed i flussi annui sono calcolati con un coefficiente di riporto pari a 17,7 - stimato sulla base dei dati a consuntivo da vendita di biglietti riferiti all'area di studio.

In fase di stima della domanda e calcolo degli indicatori trasportistici per gli scenari futuri, il modello è applicato in modo incrementale, applicando le previste variazioni relative della domanda passeggeri ai valori effettivi della domanda ferroviaria all'anno base (calcolata come da consuntivo dei biglietti venduti). Poiché il dato di base è disponibile solo sulle O-D ferroviarie (da stazione di salita a stazione di discesa), la variazione relativa della domanda da modello è desunta dalla coppia di zone corrispondente alla coppia di stazioni nella matrice dei biglietti. Questo approccio consente la massima verosimiglianza nella ricostruzione della domanda ferroviaria esistente e nella stima dei benefici indotti dal progetto, in particolare per questa componente.

Per quanto riguarda il calcolo degli indicatori, che richiedono anche la stima di indicatori di tempo e percorrenza delle modalità di trasporto alternative al treno, sono utilizzati gli attributi ottenuti dal modello multi-modale, riferiti alla quota di domanda trasferita su ferro come da risultato del calcolo di domanda incrementale.

7.2.4.2 Modello di domanda

7.2.4.3 Modello di generazione

Il modello di generazione è stato costruito sull'analisi statistica a livello disaggregato (singola intervista) dei microdati pubblicati dall'Istat relativamente all'indagine "Viaggi e Vacanze", anni 2014-2019, pari a più di 235.900 interviste individuali. La calibrazione è avvenuta tramite stima alla massima verosimiglianza, utilizzando la regressione di Poisson implementata nella famiglia di modelli lineari generalizzati nel software statistico R. Il modello assume la seguente forma:

$$G_i^m = \bar{G}_i^m \times \left(\frac{PIL\ p.c.reg.i}{PIL\ p.c.it} \right)^{E_i^m}$$

Dove:

G_i^m	tasso di generazione di spostamenti per il motivo m e l'individuo appartenente al segmento i
\bar{G}_i^m	tasso medio nazionale di generazione di spostamenti per il motivo m e l'individuo appartenente al segmento i
$PIL\ p.c.reg.i$	prodotto interno lordo pro capite della regione di residenza dell'individuo appartenente al segmento i all'anno dell'indagine
$PIL\ p.c.it$	prodotto interno lordo pro capite nazionale all'anno base 2018
E_i^m	elasticità del tasso di generazione del segmento di popolazione i rispetto al PIL pro capite della regione di residenza per il motivo m

La segmentazione della domanda è stata definita sulla base delle caratteristiche socioeconomiche individuali degli intervistati, creando gruppi omogenei caratterizzati da valori significativamente differenti da zero dei tassi di generazione medi e delle elasticità al PIL p.c. reale, verificando per queste ultime anche la correttezza del segno (positivo).

I coefficienti così ottenuti sono infine stati espansi all'universo degli spostamenti di lunga percorrenza nell'area di studio sulla base del numero di spostamenti mensili effettivi nel 2019 (da consuntivo dei biglietti ferroviari emessi). I tassi di generazione medi mensili così ottenuti sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 7.14 – Coefficienti del modello di generazione (lunga percorrenza)

Motivo	Segmento	Tasso medio [spost/mese]	Elasticità PIL p.c. [-]
Spostamenti non abituali per motivi di lavoro - breve durata (0-1 notti)	Occupato Imprenditori/Dirigenti	0.0839	1.316
	Occupato Professionisti conoscenza	0.0627	0.402
	Occupato Professioni qualificate	0.0178	-
	Occupato Professioni manuali non qualificate	0.0058	-
Spostamenti non abituali per motivi di lavoro - lunga durata (2+ notti)	Occupato Imprenditori/Dirigenti	0.0794	2.460
	Occupato Professionisti conoscenza	0.0605	-
	Occupato Professioni non manuali qualificate	0.0150	-
	Occupato Professioni manuali qualificate	0.0297	-
	Occupato Professioni manuali non qualificate	0.0068	-
Spostamenti non abituali per motivo turismo - breve durata (0-1 notti)	<=14	0.1517	0.483
	15-24	0.1105	0.200
	25-74 Elementare	0.0629	0.691
	>=75 Elementare	0.0317	
	25-74 Media	0.1080	
	>=75 Media	0.0443	
	25-74 Superiore	0.1579	0.530
	>=75 Superiore	0.0915	
	25-74 Laurea	0.2017	0.672

Motivo	Segmento	Tasso medio [spost/mese]	Elasticità PIL p.c. [-]
	>=75 Laurea	0.1301	
Spostamenti non abituali per motivo turismo - lunga durata (2+ notti)	<=14	0.1040	1.685
	15-24	0.0913	1.439
	25-74 Occupato Elementare	0.0202	1.459
	25-74 Occupato Media	0.0588	1.475
	25-74 Occupato Superiore	0.1129	1.595
	25-74 Occupato Laurea	0.2196	1.036
	25-74 Non occupato Elementare	0.0333	2.571
	25-74 Non occupato Media	0.0529	1.677
	25-74 Non occupato Superiore	0.0949	1.560
	25-74 Non occupato Laurea	0.1632	1.027
	>=75	0.0401	2.047
	<=14	0.0348	0.972
	15-24	0.0280	0.288
Spostamenti non abituali per visite a parenti o amici o altri motivi - breve durata (0-1 notti)	25-74 Elementare	0.0315	1.413
	>=75 Elementare	0.0200	
	25-74 Media	0.0376	0.831
	>=75 Media	0.0381	
	25-74 Superiore	0.0463	0.814
	>=75 Superiore	0.0405	
	25-74 Laurea	0.0648	0.599
	>=75 Laurea	0.0405	
	<=14	0.0327	1.347
Spostamenti non abituali per visite a parenti o amici o altri motivi - lunga durata (2+ notti)	15-24	0.0277	0.765
	25-74 Elementare	0.0229	0.892
	25-74 Media	0.0279	0.628
	25-74 Superiore	0.0385	0.520
	25-74 Laurea	0.0677	0.722
	>=75	0.0196	0.536

Al fine di stimare la domanda emessa da ciascuna zona, si è adottato un approccio di *sample enumeration*: sono stati costruiti dei *dataset* di riferimento (uno per ciascuna ripartizione del territorio nazionale) sulla base dei microdati delle interviste, che quindi sono stati corretti per ciascuna zona sulla base delle distribuzioni marginali delle variabili socioeconomiche pubblicate nei risultati del Censimento Permanente dell'Istat al 2019 (ovvero numero di occupati e popolazione per fascia d'età e titolo di studio). In fase previsionale, la popolazione di riferimento per ciascuna zona è stata quindi modificata in ragione della prevista evoluzione delle variabili socioeconomiche (popolazione residente e numero di occupati), applicando inoltre le previste crescite del PIL pro capite al fine del calcolo dei tassi di generazione futuri.

7.2.4.4 Modello di attrazione

Il modello di attrazione è stato stimato a livello aggregato, tramite regressione lineare tra il numero di spostamenti attratti in ciascuna Provincia (livello di massima disaggregazione disponibile nei microdati ad uso pubblico) e le variabili socioeconomiche descrittive dell'attrattività delle zone stesse, ovvero addetti e arrivo/presenze turistiche annue per i viaggi a scopo turistico.

$$A_i^m = \sum_k \beta^{k,m} X_i^k$$

dove:

A_i^m	numero di spostamenti attratti nella zona i per il motivo m
X_i^k	valore della variabile di attrazione k per la zona i
$\beta^{k,m}$	coefficiente di attrazione per la variabile k e per il motivo m

La disponibilità di dati aggregati a livello provinciale ha limitato il numero di variabili i cui coefficienti fossero stimabili in modo statisticamente significativo, data anche la multi-collinearità delle variabili socioeconomiche a livello geografico (ad esempio tra addetti in differenti settori). Si è pertanto cercato di limitare il numero di variabili (tra quelle che fossero disponibili anche a livello di singola zona) a quelle più significative, differenziando, ove opportuno, i coefficienti stimati per macro-ambito geografico.

Tabella 7.15 – Coefficienti del modello di attrazione (spostamenti medi mensili): Motivi di lavoro - breve durata (0-1 notti)

Variabile	Stima	Errore std.	Valore t	Pr(> t)	Signif.
Addetti (Convegni e fiere e Istruzione post-secondaria)	8,185122	0,46985	17,421	< 2e-16	***
Addetti (ATECO: C, G, H, I, J, K, L, M, P) Campania	0,020425	0,002432	8,399	4,32E-13	***
Addetti (ATECO: C, G, H, I, J, K, L, M, P) Centro	0,018665	0,001745	10,693	< 2e-16	***
Addetti (ATECO: C, G, H, I, J, K, L, M, P) Isole	0,000656	0,005353	0,123	0,903	
Addetti (ATECO: C, G, H, I, J, K, L, M, P) Nord-Est	0,017433	0,001628	10,709	< 2e-16	***
Addetti (ATECO: C, G, H, I, J, K, L, M, P) Nord-Ovest	0,009984	0,001603	6,227	1,29E-08	***
Addetti (ATECO: C, G, H, I, J, K, L, M, P) Sud (Altro)	0,009053	0,003616	2,504	0,014	*

Codici significatività: 0 *** 0,001 ** 0,01 * 0,05 . 0,1 ' ' 1

Tabella 7.16 – Codici sezioni ATECO

CODICE	DECRIZIONE
A	Agricoltura, silvicoltura e pesca
B	Estrazione di minerali da cave e miniere
C	Attività manifatturiere
D	Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata
E	Fornitura di acqua; reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento
F	Costruzioni
G	Commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparazione di autoveicoli e motocicli
H	Trasporto e magazzinaggio
I	Attività dei servizi di alloggio e di ristorazione
J	Servizi di informazione e comunicazione
K	Attività finanziarie e assicurative
L	Attività immobiliari
M	Attività professionali, scientifiche e tecniche
N	Noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese
O	Amministrazione pubblica e difesa; assicurazione sociale obbligatoria
P	Istruzione
Q	Sanità e assistenza sociale
R	Attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento
S	Altre attività di servizi
T	Attività di famiglie e convivenze come datori di lavoro per personale domestico; produzione di beni e servizi indifferenziati per uso proprio da parte di famiglie e convivenze
U	Organizzazioni ed organismi extraterritoriali

Tabella 7.17 – Coefficienti del modello di attrazione (spostamenti medi mensili): Lavoro non abitudinario - lunga durata (2+ notti)

Variabile	Stima	Errore std.	Valore t	Pr(> t)	Signif.
Addetti totali Centro (Altro)	0,024645	0,002003	12,302	< 2e-16	***
Addetti totali Isole	0,020415	0,003668	5,566	2,50E-07	***
Addetti totali Milano	0,022306	0,000775	28,796	< 2e-16	***
Addetti totali Napoli	0,012618	0,001927	6,549	3,15E-09	***
Addetti totali Nord-Est	0,014068	0,001181	11,908	< 2e-16	***
Addetti totali Nord-Ovest (Altro)	0,006848	0,00136	5,034	2,34E-06	***
Addetti totali Roma	0,027145	0,000904	30,029	< 2e-16	***
Addetti totali Sud (Altro)	0,011189	0,002174	5,146	1,48E-06	***
Addetti totali Torino	0,012754	0,001596	7,989	3,57E-12	***

Codici significatività: 0 *** 0.001 ** 0.01 * 0.05 ' 0.1 ' ' 1

Tabella 7.18 – Coefficienti del modello di attrazione (spostamenti medi mensili): Turismo - breve durata (0-1 notti)

Variabile	Stima	Errore std.	Valore t	Pr(> t)	Signif.
Arrivi Turistici	0,016865	0,002074	8,13	1,81E-12	***
Addetti settore turistico Campania	5,988304	0,620951	9,644	1,16E-15	***
Addetti settore turistico Centro (Altro)	5,197674	0,704902	7,374	6,74E-11	***
Addetti settore turistico Isole	2,068931	1,015488	2,037	4,45E-02	*
Addetti settore turistico Lombardia	2,010768	0,391255	5,139	1,52E-06	***
Addetti settore turistico Nord-Est	6,066177	0,645597	9,396	3,87E-15	***
Addetti settore turistico Nord-Ovest (Altro)	2,713175	0,571428	4,748	7,43E-06	***
Addetti settore turistico Roma	0,433714	0,427899	1,014	0,3134	
Addetti settore turistico Sud	1,636395	0,788614	2,075	0,0407	*

Codici significatività: 0 *** 0.001 ** 0.01 * 0.05 ' 0.1 ' ' 1

Nota: Gli addetti settore turistico comprendono i settori della ristorazione, intrattenimento e musei (identificati a livello di codici ATECO a 3 cifre)

Tabella 7.19 – Coefficienti del modello di attrazione (spostamenti medi mensili): Turismo - lunga durata (2+ notti)

Variabile	Stima	Errore std.	Valore t	Pr(> t)	Signif.
Presenze Turistiche Campania	0,009799	0,001195	8,199	1,14E-12	***
Presenze Turistiche Centro	0,010753	0,000597	17,999	< 2e-16	***
Presenze Turistiche Isole	0,012755	0,002975	4,287	4,34E-05	***
Presenze Turistiche Lombardia	0,00767	0,001207	6,355	7,19E-09	***
Presenze Turistiche Nord-Est	0,010153	0,000365	27,823	< 2e-16	***
Presenze Turistiche Nord-Ovest (Altro)	0,012693	0,001148	11,057	< 2e-16	***
Presenze Turistiche Sud	0,012306	0,001101	11,18	< 2e-16	***

Codici significatività: 0 *** 0.001 ** 0.01 * 0.05 ' 0.1 ' ' 1

Tabella 7.20 – Coefficienti del modello di attrazione (spostamenti medi mensili): Visite a parenti o amici o altri motivi - breve durata (0-1 notti)

Variabile	Stima	Errore std.	Valore t	Pr(> t)	Signif.
Popolazione Bologna	0,054181	0,004537	11,942	< 2e-16	***
Popolazione Campania	0,021394	0,003066	6,978	4,91E-10	***
Popolazione Centro (Altro)	0,029632	0,00291	10,182	< 2e-16	***
Popolazione Firenze	0,046075	0,004621	9,97	3,29E-16	***

Popolazione Isole	0,005571	0,002378	2,343	0,0213	*
Popolazione Lombardia (Altro)	0,017219	0,001973	8,728	1,27E-13	***
Popolazione Milano	0,023142	0,00142	16,292	< 2e-16	***
Popolazione Napoli	0,02972	0,001515	19,624	< 2e-16	***
Popolazione Nord-Est	0,034456	0,001784	19,309	< 2e-16	***
Popolazione Nord-Ovest	0,016441	0,001787	9,198	1,33E-14	***
Popolazione Roma	0,018659	0,001083	17,232	< 2e-16	***
Popolazione Sud (Altro)	0,008973	0,00212	4,233	5,55E-05	***

Codici significatività: 0 **** 0.001 ** 0.01 * 0.05 . 0.1 ' ' 1

Tabella 7.21 – Coefficienti del modello di attrazione (spostamenti medi mensili): Visite a parenti o amici o altri motivi - lunga durata (2+ notti)

Variabile	Stima	Errore std.	Valore t	Pr(> t)	Signif.
Popolazione Campania	0,015855	0,001173	13,515	< 2e-16	***
Popolazione Centro	0,018398	0,000856	21,483	< 2e-16	***
Popolazione Isole	0,009606	0,002054	4,676	9,57E-06	***
Popolazione Nord-Est	0,014862	0,001435	10,359	< 2e-16	***
Popolazione Nord-Ovest	0,012242	0,000837	14,626	< 2e-16	***
Popolazione Sud	0,019051	0,001832	10,402	< 2e-16	***

Codici significatività: 0 **** 0.001 ** 0.01 * 0.05 . 0.1 ' ' 1

La tabella seguente mostra la buona capacità dei modelli lineari così stimati di riprodurre la varianza dei dati disponibili dalle indagini Istat.

Tabella 7.22 – Coefficienti di determinazione dei modelli di regressione lineare per il modello di attrazione

Segmento di domanda	R ²
Motivi di lavoro - breve durata (0-1 notti)	0,9747
Motivi di lavoro - lunga durata (2+ notti)	0,9597
Turismo - breve durata (0-1 notti)	0,9487
Turismo - lunga durata (2+ notti)	0,9393
Visite a parenti o amici o altri motivi - breve durata (0-1 notti)	0,9547
Visite a parenti o amici o altri motivi - lunga durata (2+ notti)	0,9194

In sede di ricostruzione delle matrici, il numero di spostamenti complessivo per scopo è ottenuto dal modello di generazione, pertanto i valori in attrazione sono riproporzionati sul totale del numero di spostamenti generati. In sede previsionale, stante l'indisponibilità, ai fini del presente studio, di informazioni circa la variazione degli addetti o dei movimenti turistici a livello di zona o di aggregazioni territoriali superiori, le attrazioni di ciascuna zona sono state mantenute proporzionalmente costanti a quelle dell'anno base di calibrazione del modello.

1.1.1.1 Modello di distribuzione

Nell'ambito dello studio, il modello di distribuzione è stato utilizzato sia in fase di ricostruzione della matrice degli spostamenti di lunga percorrenza all'anno base, sia in fase di stima della domanda futura ai diversi orizzonti temporali. Il modello è stato stimato sulla zonizzazione del modello, includendo solo gli spostamenti insistenti sull'area di studio (interni, scambio ed attraversamento).

Ai fini della ricostruzione della matrice degli spostamenti di lunga percorrenza all'anno base, è stato calibrato un modello aggregato di tipo gravitazionale doppiamente vincolato, ovvero vincolato in origine rispetto al numero di spostamenti generati in ogni zona ed in destinazione al numero di spostamenti attratti in ciascuna zona. A tal fine, è stata calibrata una funzione di deterrenza che misura il grado di separazione di due zone in funzione della loro accessibilità e data dal prodotto di una funzione potenza e una funzione esponenziale (funzione di Tanner):

$$F_{od}^m = \alpha^m \cdot L_{od}^m \beta^m \cdot e^{\gamma^m \cdot L_{od}^m}$$

dove:

F_{od}^m funzione di deterrenza tra le zone O e D per il motivo m

$\alpha^m, \beta^m, \gamma^m$ coefficienti della funzione di deterrenza, calibrati per ciascun motivo m al fine di minimizzare la differenza tra la distribuzione osservata e modellata degli spostamenti in funzione dell'accessibilità L

L_{od}^m misura dell'accessibilità tra le zone O e D per il motivo m , data dal valore della distanza tra le due zone

La tabella e la figura seguente mostrano la buona capacità del modello calibrato di riprodurre le distanze medie di spostamento per ciascuna motivazione e la distribuzione aggregata per tutti gli scopi.

Tabella 7.23 – Modello di distribuzione: comparazione delle distanze medie target da indagine e da modello, per scopo

Segmento di domanda	Distanza media [km]	
	Valore target	Modello
Motivi di lavoro - breve durata (0-1 notti)	374	309
Motivi di lavoro - lunga durata (2+ notti)	428	421
Turismo - breve durata (0-1 notti)	238	182
Turismo - lunga durata (2+ notti)	344	386
Visite a parenti o amici o altri motivi - breve durata (0-1 notti)	252	206
Visite a parenti o amici o altri motivi - lunga durata (2+ notti)	443	524

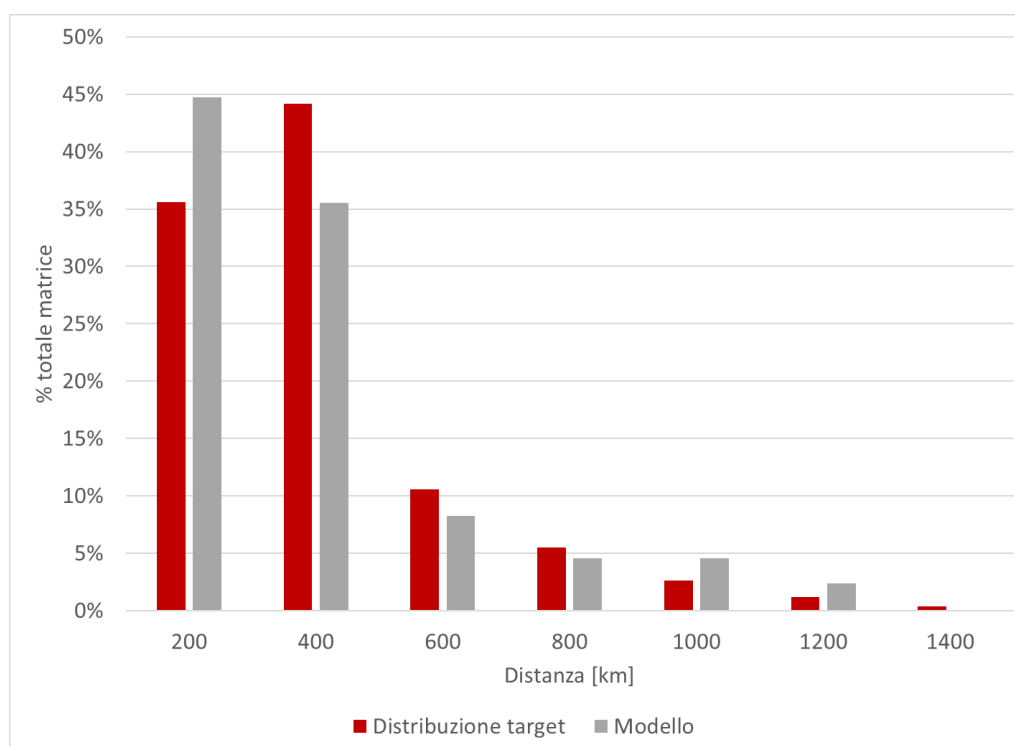


Figura 7.29 – Modello di distribuzione: comparazione delle distribuzioni delle distanze medie target da indagine e da modello

Nel caso degli scenari futuri, la distribuzione degli spostamenti tra zone è stata invece implementata aggiornando la matrice relativa all'anno base sulla base delle crescite marginali (originati e attratti) determinati dall'evoluzione delle variabili socioeconomiche, con un algoritmo di tipo Fratar (*iterative proportional fitting*).

1.1.1.2 Modello di scelta modale

La ripartizione degli spostamenti tra le diverse modalità consentite è stata simulata tramite modelli di tipo logit multinomiale, secondo la seguente formulazione:

$$p_{od}^{\hat{m}} = \frac{\exp(U_{od}^{\hat{m}})}{\sum_m \exp(U_{od}^m)}$$

essendo:

$$U_{od}^m = \sum_k \beta^{k,m} X_{od}^k$$

ed in cui:

$p_{od}^{\hat{m}}$	Quota del modo \hat{m} sul totale degli spostamenti per una relazione O-D
U_{od}^m	Utilità sistematica il modo m per la relazione O-D
X_{od}^k	Valore della variabile k dell'utilità sistematica per la relazione O-D
$\beta^{k,m}$	Coefficiente della variabile dell'utilità sistematica per la variabile k e per il modo m

I modelli sono stati calibrati sui dati di spostamento disponibili nei microdati pubblici dell'Istat, che presentano comunque un campione limitato. Inoltre, tali dati, per ragioni di confidenzialità, presentano informazioni aggregate relativamente all'origine (definita a livello regionale) ed alla destinazione (a livello provinciale) degli spostamenti.

Per ovviare alla disponibilità di informazioni aggregate sulle origini e destinazioni degli spostamenti, questi sono stati preventivamente redistribuiti sulle corrispondenti zone in funzione dell'accessibilità relativa. In ogni caso, la bassa consistenza numerica del campione e l'indisponibilità di informazioni precise su origini e destinazioni, ha reso opportuno limitare il numero di variabili esplicative introdotte nel modello, nonché aggregare i sei motivi definiti nei modelli di generazione, distribuzione e ripartizione modale in tre distinti modelli di ripartizione (lavoro non abitudinario, turismo, visite e altro), differenziando in funzione della durata della permanenza in destinazione del viaggio le sole costanti modali.

Le variabili considerate nel modello sono quindi limitate alle sole statisticamente significative (in generale, tempi, costi e costanti modali). Inoltre, è stata introdotta la variabile *dummy* Sud peninsulare (a valore 1 per le coppie OD che coinvolgono almeno una zona appartenente alla ripartizione geografica Sud Italia per come definita da Istat, 0 per le restanti coppie OD), in grado di catturare differenze sistematiche nell'uso dei modi in funzione dell'origine o destinazione degli spostamenti.

Le tabelle successive illustrano i coefficienti stimati per i tre motivi di spostamento. Le modalità di trasporto considerate sono: bus di linea, bus turistico (per i soli spostamenti a scopo turistico), treno ed autovettura privata. Quest'ultimo è il modo di riferimento adottato in tutti i modelli, per cui la relativa costante modale è per definizione nulla.

Tabella 7.24 – Coefficienti del modello di scelta modale: Lavoro non abitudinario (breve / lunga durata)

Variabile	U.M.	Stima	Errore stad.	Valore t	Pr(> t)	Signif.
COSTO	€	-0,008196	0,003323	-2,47	0,013642	*

TEMPO	min	-0,006142	0,001929	-3,18	0,001451	**
O-D (SUD) Bus Linea	1/0	-1,233	0,521	-2,36	0,018068	*
CM Bus Linea, Treno Breve	1/0	-1,437	0,390	-3,69	0,000227	***
CM Bus Linea Lunga	1/0	0,076	0,047	1,63	0,004634	**
CM Treno Lunga	1/0	-0,677	-0,239	2,83	0,103276	

Codici significatività: 0 *** 0.001 ** 0.01 * 0.05 . 0.1 ' 1

Tabella 7.25 – Coefficienti del modello di scelta modale: Turismo (breve / lunga durata)

Variabile	U.M.	Stima	Errore stad.	Valore t	Pr(> t)	Signif.
COSTO	€	-0,009537	0,0015017	-6,35	2,14E-10	***
TEMPO	min	-0,003403	0,000702	-4,85	1,23E-06	***
O-D (SUD) Bus Linea, Treno	1/0	-1,033	0,255	-4,05	5,16E-05	***
CM Bus Turistico Breve	1/0	-1,150	0,150	-7,65	1,95E-14	***
CM Bus Linea Breve	1/0	-1,720	0,302	-5,70	1,19E-08	***
CM Treno Breve	1/0	-2,065	0,329	-6,28	3,37E-10	***
CM Bus Turistico Lunga	1/0	-1,226	0,207	-5,91	3,34E-09	***
CM Bus Linea Lunga	1/0	-2,020	0,264	-7,65	2,00E-14	***
CM Treno Lunga	1/0	-1,140	0,170	-6,70	2,06E-11	***

Codici significatività: 0 *** 0.001 ** 0.01 * 0.05 . 0.1 ' 1

Tabella 7.26 – Coefficienti del modello di scelta modale: Visite a parenti o amici od altro (breve / lunga durata)

Variabile	U.M.	Stima	Errore stad.	Valore t	Pr(> t)	Signif.
COSTO	€	-0,013589	0,001680	-8,09	5,93E-16	***
TEMPO	min	-0,003712	0,000803	-4,62	3,77E-06	***
O-D (SUD) Bus Linea, Treno	1/0	-1,232	0,321	-3,83	0,000126	***
CM Bus Linea Breve	1/0	-1,809	0,404	-4,48	7,46E-06	***
CM Treno Breve	1/0	-1,517	0,369	-4,11	3,93E-05	***
CM Bus Linea Lunga	1/0	-1,667	0,242	-6,89	5,71E-12	***
CM Treno Lunga	1/0	-1,258	0,150	-8,41	< 2E-16	***

Codici significatività: 0 *** 0.001 ** 0.01 * 0.05 . 0.1 ' 1

Il tempo (ed il costo-i) di viaggio considerato nel modello comprende tutte le componenti del viaggio, includendo anche i tempi di accesso/egresso ed i relativi tempi di attesa (con un valore di soglia massima giornaliera pari a 1 h), nonché di trasbordo, così come stimati nel modello di offerta.

In fase di applicazione del modello di ripartizione agli scenari futuri, si è inoltre tenuto conto del miglioramento dell'attrattività legata alla disponibilità tra due città di collegamenti diretti, regolari e frequenti di servizi AV. Tale valore percepito del servizio AV (detto “edonico”) è infatti indipendente dai soli parametri funzionali del servizio offerto (tempi, costi e frequenze) e pertanto sono stati considerati separatamente solo all'attivazione, negli scenari di riferimento o progetto, di nuovi servizi AV. Il valore “edonico” associato ai servizi ferroviari AV è stato desunto da un recente studio condotto in Italia²⁷, che fornisce un valore pari a 8,56 €/spostamento per gli spostamenti inferiori a 400 km e pari a 12,9 per spostamenti più lunghi, con riferimento agli spostamenti di turisti per motivi di vacanza. Tali valori, se rapportati al coefficiente del tempo di viaggio, corrisponderebbero a una riduzione del tempo percepito di spostamento pari a circa 50 e 75 minuti rispettivamente.

²⁷ *Hedonic value of high-speed rail services: Quantitative analysis of the students' domestic tourist attractiveness of the main Italian cities.* A. Carteni, L. Pariota, I. Henke, 2017

Ai fini del presente studio, si è adottato un valore “edonico” per gli spostamenti diretti AV pari a circa il 40% del valore stimato nello studio, introducendo inoltre un valore inferiore per spostamenti più corti di 200 km. Si è utilizzato il valore in termini di tempo, in quanto considerato più direttamente trasferibile alle diverse segmentazioni della domanda, a differenza del valore monetario, che necessariamente risente della differente disponibilità a pagare degli utenti. I valori adottati nel modello sono quindi riportati nella seguente tabella.

Tabella 7.27 – Valore edonico dei servizi AV espresso in termini di riduzione del tempo percepito (min)

Distanza di spostamento su ferro (km)	Valore (min)
0-200 km	-10
200-400 km	-20
> 400 km	-30

7.2.5 MODELLO DI SCELTA DEL PERCORSO PUBBLICO ED ASSEGNAZIONE DELLA DOMANDA

7.2.5.1 Validazione del modello - grafo stradale e area di studio

Dopo aver caratterizzato gli archi della rete a seconda della tipologia descritta nelle tabelle precedenti, è stata eseguita la validazione del grafo. Questa è stata fatta analizzando distanze, tempi di percorrenza e velocità media dei percorsi tra le principali possibili origini e destinazioni all'interno dell'area di studio o lungo il corridoio adriatico. È stato eseguito il confronto tra i risultati calcolati sulla rete e quelli estrapolati dal servizio di navigazione e mappatura web HERE WeGo. In questo modo è stato possibile, laddove vi fosse necessità, andare a modificare iterativamente il grafo in maniera tale da minimizzare la differenza in termini di tempi di percorrenza, distanze dei percorsi e velocità media.

I risultati della validazione della rete stradale, in termini di tempi e distanze sulle principali O-D lungo tutta la direttrice adriatica, sono riportati nelle figure seguenti.

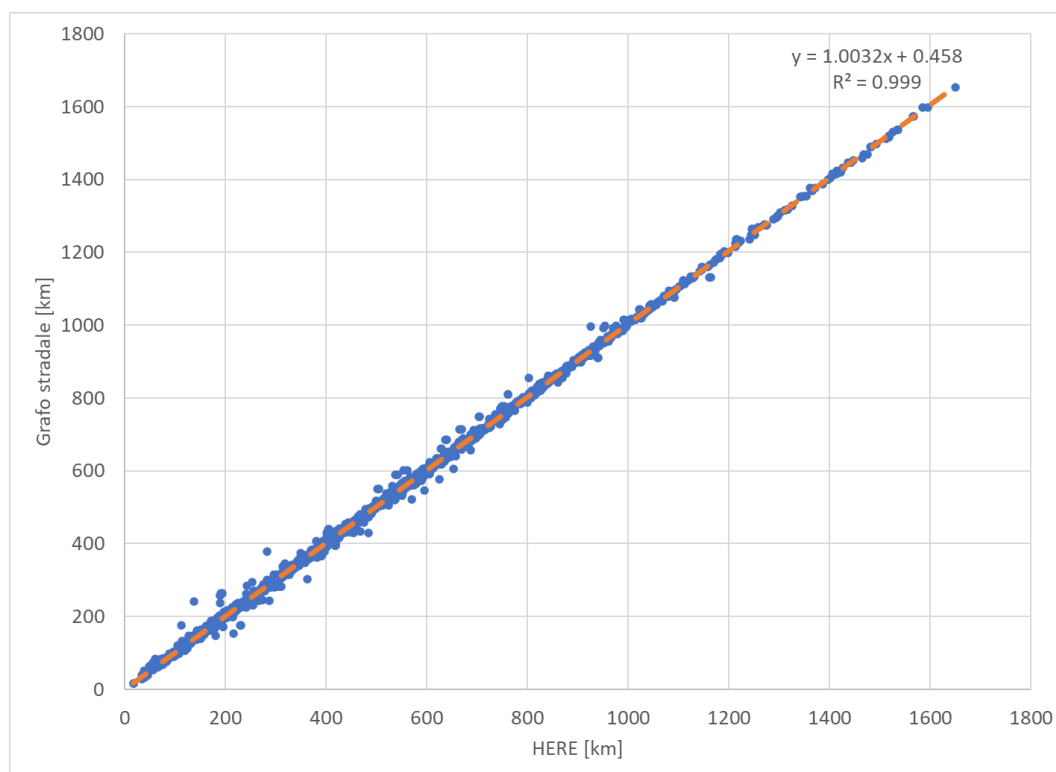


Figura 7.30 – Validazione grafo stradale area di studio (distanze in km)

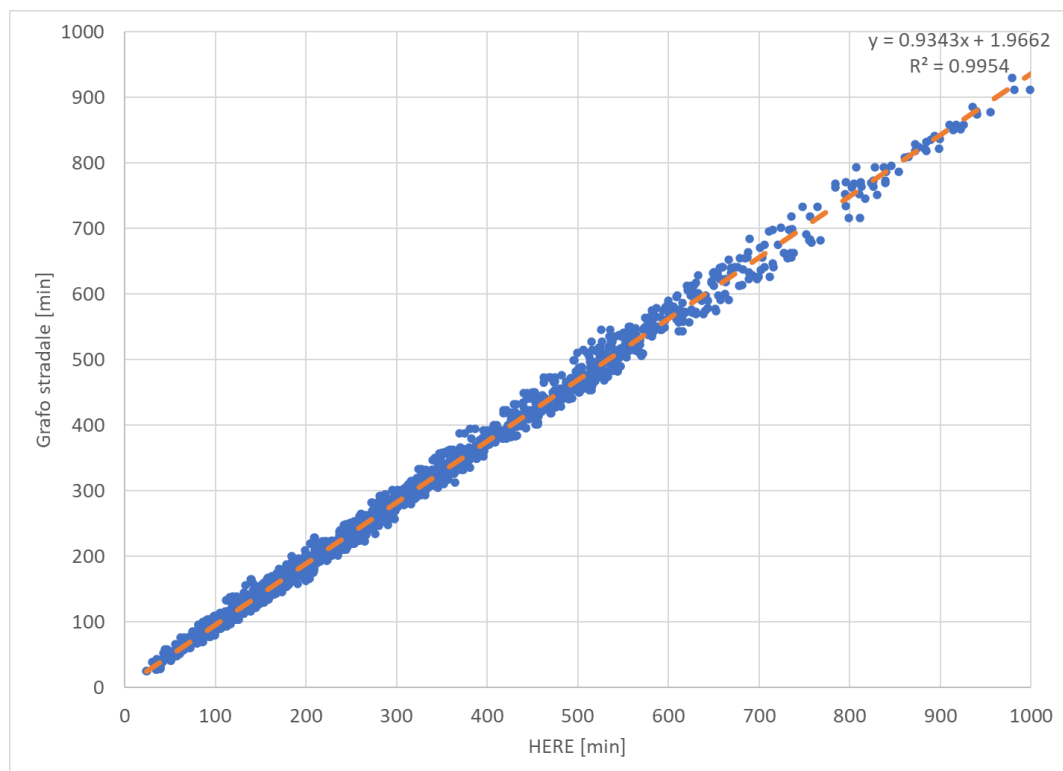


Figura 7.31 – Validazione grafo stradale area di studio (tempi in min)

7.3 IL SISTEMA DI MODELLI DEL TRASPORTO MERCI

Il sistema di modelli in possesso di RFI per la simulazione del trasporto merci integra due distinti modelli, uno per la componente nazionale ed uno per la componente internazionale, che si basano su input comuni relativi alla zonizzazione ed all'offerta di trasporto (rete stradale, ferroviaria e servizi ferroviari).

La presente relazione descrive sinteticamente le caratteristiche della zonizzazione e del modello di offerta del sistema modellistico completo (nazionale ed internazionale), mentre per la parte di domanda si concentra sulla sola componente nazionale, che è quella rilevante ai fini del presente studio.

7.3.1 ZONIZZAZIONE DI RIFERIMENTO

La zonizzazione del sistema di modelli è stata definita sulla base delle zone statistiche NUTS3 dell'UE, che sono state ulteriormente aggregate, laddove ritenuto necessario, per ottimizzare il tempo di esecuzione del modello. In totale sono state definite 391 zone, come indicato di seguito.



Tipo	Numero
INTERNE	361
PORTI	27
ESTERNE	3
TOTALE	391

Figura 7.32 – Zonizzazione adottata

Il numero di zone in ciascuno dei Paesi con l'Italia e il numero di zone NUTS2 e NUTS3, è riportato nella tabella seguente.

Tabella 7.28 – Numero di zone che contraddistinguono i Paesi europei che confinano con l'Italia

Paese	Numero di zone	Numero di zone NUTS2	Numero di zone NUTS3
GERMANIA	68 (+6 ports)	38	402
AUSTRIA	35	9	35
SVIZZERA	15	7	26
ITALIA	103	21	110
FRANCIA	57	28	102
SLOVENIA	13	3	13

7.3.2 IL GRAFO MULTIMODALE DI BASE

La rete di base implementata nel modello, in coerenza con il livello di zonizzazione adottato, ricostruisce il sistema della viabilità stradale e ferroviaria esistente nell'area di studio, ottenuto dall'integrazione della:

- rete ferroviaria italiana gestita da RFI;
- rete ferroviaria estera, costruita sulla base del grafo europeo di ETISplus, aggiornato sulla base dei grafi nazionali forniti dai Gestori dell'Infrastruttura di Austria, Svizzera e Germania. Sono stati considerati i tracciati infrastrutturali instradati lungo i corridoi merci europei che interessano l'area di studio, integrati con rami di interconnessione tra le direttrici principali e tra queste e i terminali ferroviari.
- rete stradale globale, elaborata a partire da un grafo internazionale europeo di ETISplus, aggiornato sulla base delle informazioni disponibili nei documenti pubblicati dai concessionari autostradali europei.

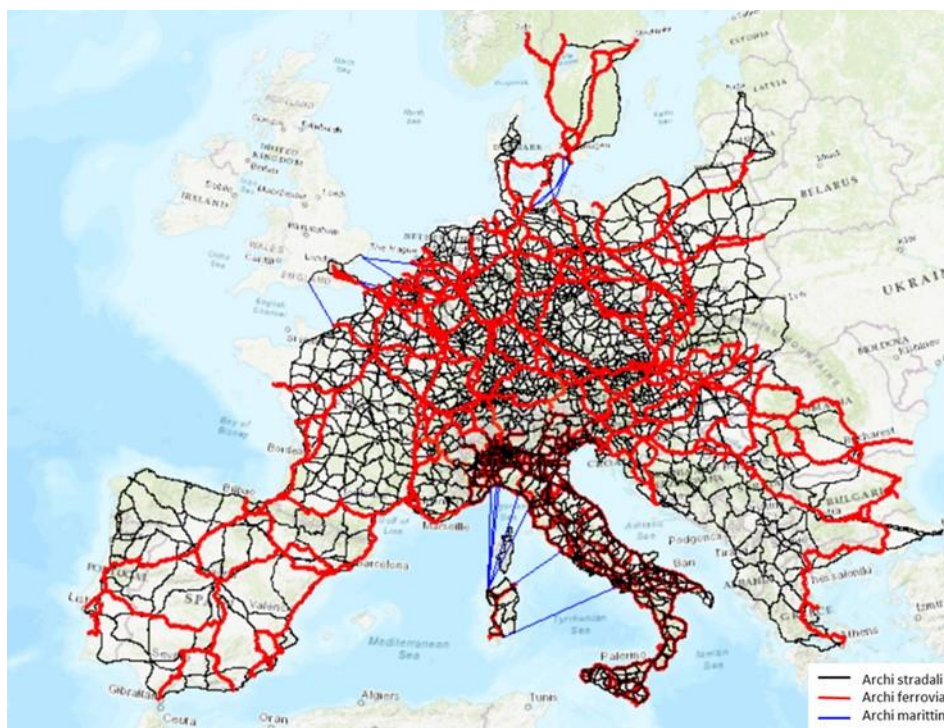


Figura 7.33 – La rete multimodale di base

Il grafo della rete infrastrutturale è costituito da nodi, classificati nelle seguenti tipologie: centroidi, terminali ferroviari merci (italiani e esteri), nodi ferroviari nazionali, nodi stradali nazionali, valichi e porti, nodi stradali esteri e nodi ferroviari esteri.

Per quanto riguarda gli archi, si identificano archi fisici e archi fittizi. Tra gli archi fisici implementati nella rete multimodale di base vi sono gli archi stradali (italiani ed esteri) suddivisi per tipologie, gli archi ferroviari (italiani ed esteri) e gli archi marittimi. Invece, come archi fittizi sono stati generati gli archi connettori (italiani e esteri) che permettono l'accesso/egresso ai terminali merci e gli archi intermodali di trasferimento (collegamenti strada-ferro, porto-ferro, porto-strada).

I connettori permettono la connessione della rete con i centroidi di zona, che costituiscono i punti terminali (origini e destinazioni) degli spostamenti e sono differenziati tra estero ed Italia.

I connettori sono di tipologie diverse a seconda che connettano i porti, i terminali ferroviari o i nodi della rete stradale.

Gli archi intermodali, invece, permettono il trasbordo tra le varie modalità di trasporto. Le connessioni intermodali tra strada e ferrovia sono state implementate in corrispondenza dei terminali ferroviari in cui sono attivi servizi di trasporto merci combinato. Inoltre, sono state costruite le connessioni intermodali con i porti, suddivise a seconda della modalità di trasporto con cui è possibile accedere al terminale portuale (via strada o via ferro).

Nel modello di offerta i porti sono stati descritti attraverso i seguenti elementi:

- un nodo rappresentante il terminale portuale;
- un nodo centroide e relativo arco connettore che rappresenta il traffico proveniente e generato dal porto verso l'estero;
- archi marittimi che rappresentano i collegamenti con le maggiori isole italiane (Sardegna e Sicilia) e con l'Inghilterra, la Danimarca e la Svezia;
- arco/archi di collegamento tra il porto e un terminale ferroviario dove è attivo un servizio tradizionale e/o combinato;

- arco di collegamento tra il porto e un nodo dell'infrastruttura stradale.

I terminali ferroviari, infine, sono stati descritti attraverso i seguenti elementi:

- un nodo rappresentante il terminale;
- arco connettore se il terminale prevede servizi di trasporto ferroviario tradizionale;
- eventualmente un arco intermodale tra il terminale ferroviario e un nodo dell'infrastruttura stradale se il terminale prevede servizi di trasporto ferroviario combinato.

7.3.3 COSTRUZIONE DEL MODELLO DI OFFERTA MULTIMODALE MERCI

7.3.3.1 Codifica degli itinerari dei servizi ferroviari

I servizi ferroviari sono stati suddivisi per tipologia di traffico in tradizionale e combinato, mentre i restanti treni di servizio (operativi) o non classificati sono stati esclusi dalla selezione.

Sono stati inoltre esclusi i servizi ferroviari classificabili come RoLa (autostrada viaggiante), la cui tipologia è trattata come una variabile esogena nel modello, sulla base delle informazioni disponibili.

Gli itinerari dei servizi ferroviari italiani sono stati codificati implementando informazioni riferite ai percorsi in possesso di RFI e relativa alla rete nazionale.

Per la parte italiana, per ogni servizio, è stato conservato l'itinerario (o gli itinerari, con le corrispondenti percentuali di suddivisione per ogni arco, nel caso fossero più di uno) individuato/i dalla tabella dei percorsi in possesso, estendendolo/i ove necessario fino al punto estremo di confine.

Per quanto riguarda i percorsi dei servizi merci futuri è stato individuato un unico itinerario per ogni servizio attraverso l'esecuzione di un algoritmo di ricerca del percorso di minimo costo sulla rete infrastrutturale ferroviaria italiana, basato sulla distanza.

Le informazioni contenute nella tabella dei percorsi contengono per ogni record (arco) i codici del terminale di origine e di destinazione, le relative denominazioni, il nodo iniziale e finale dell'arco e, per il traffico tradizionale e combinato, i rispettivi valori percentuali di suddivisione dei percorsi per uno stesso servizio, nel caso vi fosse più di un itinerario.

I tempi di viaggio con il mezzo treno per la parte italiana sono dai in possesso di RFI.

7.3.3.2 Modelli di costo

A fini espositivi, si considerano i seguenti elementi / ipotesi che costituiscono il modello di costo:

- ipotesi relative al carico medio per ciascun tipo di veicolo/treno, che consente di rapportare i costi ad un valore unitario per tonnellata comparabile tra i diversi modi di trasporto;
- formulazione e parametri relativi alla stima dei tempi e costi monetari di trasporto, distinti tra: costi relativi alla percorrenza delle tratte stradali e ferroviarie e costi relativi alle operazioni di carico/scarico ai terminali. Per la stima dei costi di trasporto, nella nota si distingue se si tratta di componenti variabili con la distanza ovvero con il tempo di trasporto;
- valori del tempo, utilizzati per convertire in valori monetari il tempo complessivo impiegato nello spostamento *door-to-door*.

A partire dalle ipotesi descritte, i costi generalizzati complessivi utilizzati nel modello vengono combinati, sommando le componenti rilevanti per ciascuna modalità di trasporto e relative alle singole fasi della catena logistica. Per il trasporto combinato, in particolare, sono sommati i costi relativi alle tratte ferroviarie principali.

Caratteristiche tipiche dei treni e dei veicoli stradali

Al fine di poter stimare i costi associati alle diverse modalità di trasporto, sono stati definiti dei veicoli “tipici” di riferimento per le diverse modalità di trasporto.

La tabella seguente sintetizza la composizione (locomotore e numero di vagoni) ed i valori di lunghezza, massa e carico associati ai treni merci di tipo tradizionale ed ai treni adibiti al trasporto combinato.

Tabella 7.29 – Composizione e parametri dei treni-tipo per la stima del costo del trasporto ferroviario

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	TIPOLOGIA DI TRASPORTO	
		BLOCCO TRADIZIONALE	INTERMODALE
NUMERO LOCOMOTORI	-	1	1
NUMERO CARRI	-	14	18
LUNGHEZZA TOTALE TRENO	m	496	632
MASSA TOTALE	t	1.345	1.255
CARICO NETTO	t	500	600

Si precisa che tutte le componenti del costo generalizzato utilizzate nei modelli sono riferite a una quantità unitaria di merce trasportata, così che il costo generalizzato sia espresso in € per tonnellata, in modo da essere comparabili tra diversi modi di trasporto.

Per il trasporto su strada, il valore di carico medio di riferimento è pari a 16 t/veicolo.

Costi e tempi di tratta - Trasporto ferroviario

I tempi di viaggio associati al trasporto ferroviario corrispondono ai tempi medi di percorrenza dei vari servizi, che rappresentano un input del modello.

Per il trasporto ferroviario sono stati considerati i seguenti costi di trasporto associati alle tratte:

- costo unitario a servizio (legato al personale impegnato nelle operazioni di preparazione e terminalizzazione del treno);
- costi operativi orari, che comprendono il costo del personale di manovra, il costo di ammortamento, assicurazione e manutenzione (ovvero leasing) del materiale rotabile ed i costi di struttura;
- costi operativi chilometrici, che comprendono il pedaggio ed i costi dell'energia di trazione.

I valori ottenuti ed il dettaglio della loro composizione sono illustrati sinteticamente nella tabella seguente.

Tabella 7.30 – Costi del trasporto ferroviario (€/veicolo-km)

ELEMENTO DI COSTO	UNITA' DI MISURA	TIPOLOGIA DI TRASPORTO	
		BLOCCO TRADIZIONALE	INTERMODALE
Costo operativo fisso totale	€/treno	1296	1296
Costi operativi orari totali	€/treno-h	540	525
Costi operativi chilometrici totali	€/treno-km	Valori nazionali	

I costi relativi a pedaggi per l'infrastruttura ferroviaria e per l'energia di trazione sono stati stimati su base nazionale. Il valore relativo all'Italia è riportato nella tabella seguente.

Tabella 7.31 – Costo unitario da pedaggi e energia di trazione

Rete nazionale	Pedaggio unitario (€/treno*km)	Fonte
Italia	3.0 €/treno-km	Fonte RFI e confermato da costo traccia indicativa su corridoio RFC SCan-Med

Costi e tempi di tratta - Trasporto stradale

I tempi di percorrenza delle tratte stradali sono calcolati in funzione delle velocità medie di percorrenza definite in funzione della tipologia di arco, che non dipendono dal grado di congestione della rete ma sono fisse. Sono inoltre considerati i periodi di riposo e le pause che a norma di legge devono essere rispettate, che vengono aggiunti ai tempi di percorrenza degli archi:

- dopo 4.5 ore di viaggio è necessario rispettare 45 minuti di riposo;
- dopo 9 ore di viaggio (frazionate in due porzioni da 4.5 ore con 45 minuti di pausa) è necessario rispettare 11 ore di riposo.

Per il trasporto stradale, i costi unitari di trasporto considerati nel modello sono definiti sulla base delle informazioni riportate nella tabella seguente, che includono due componenti principali:

- costi operativi orari, che comprendono il costo del personale di guida, il costo di ammortamento, assicurazione del camion ed i costi di struttura;
- costi operativi chilometrici, che comprendono i costi di manutenzione e di carburante.

Tabella 7.32 – Costi del trasporto stradale (€/veicolo-km e €/veicolo-h)

ELEMENTO DI COSTO	UNITA' DI MISURA	VALORE
Costi operativi orari totali	€/veicolo-h	49.9
Costi operativi chilometrici totali	€/veicolo-km	0.41

Alle voci di costo riportate in tabella si aggiungono i costi monetari associati ai pedaggi autostradali e ai trafori, i cui valori sono stati determinati in funzione delle tariffe in vigore nell'anno 2016.

Costi e tempi delle operazioni di terminalizzazione - Trasporto ferroviario

Per il trasporto su ferro, tempi e costi per le operazioni di terminalizzazione sono associati a tutti i terminali ferroviari e ai porti marittimi per le operazioni di carico e scarico; inoltre ai terminali “hub” per il trasporto combinato è associato un tempo per le operazioni di trasferimento del carico tra treni (carico, scarico ed immagazzinamento temporaneo). I valori sono calcolati in base a prezzi unitari e tenendo conto delle caratteristiche e degli indici prestazionali dei vari terminali e porti.

Per quanto riguarda i costi di terminalizzazione:

- per il trasporto combinato, il prezzo base riportato ad unità di peso, ipotizzando un carico medio di 20 tonn per UTI, è assunto pari a 1.6 €/tonn ed è comprensivo di 2 giorni di franchigia. Ai fini delle analisi modellistiche si accetterà l'ipotesi che i giorni di sosta nel terminale non supereranno quelli compresi nella franchigia su indicata;
- il costo unitario di accesso/egresso e carico/scarico associato al trasporto ferroviario tradizionale viene posto pari a 2.08 €/tonn.

Per quanto riguarda i perditempo associati alle operazioni di terminalizzazione:

- per il trasporto combinato, si sono assunti perditempo ai terminal pari a $T_c = 6$ h per terminali ad alta capacità (oltre i 200.000 tiri gru/anno); $T_c = 7$ h per terminali di media capacità (da 30.000 a 200.000 tiri gru/anno); $T_c = 8$ h per piccole strutture (fino a 30.000 tiri gru/anno);

- per il trasporto tradizionale, si è assunto un perditempo pari mediamente a $T_t = 18$ h per nodi di media capacità, con una variabilità di ± 2 h in base alle prestazioni del terminale stesso

Per quanto riguarda le operazioni di movimentazione della merce ai terminal portuali, sono stati assunti valori analoghi a quelli utilizzati per i terminali ferroviari interni, descritti precedentemente (non si considerano quindi costi aggiuntivi per la parte marittima della movimentazione).

Costi e tempi delle operazioni di terminalizzazione - Trasporto stradale

Per il trasporto stradale sono stati considerati tempi e costi di terminalizzazione esclusivamente per le operazioni di carico e scarico, con costi e parametri unitari (in h/t e €/h) equivalenti alla media dei rispettivi valori associati al trasporto ferroviario tradizionale e combinato.

Costi percepiti: valori del tempo della merce e penalità di trasbordo

Nella formulazione del costo generalizzato, viene considerato un elemento legato al costo del tempo perso nel trasporto dal punto di vista dell'utente finale, e riferito pertanto in prima analisi al costo di immobilizzazione della merce durante il trasporto. Valori indicativi del tempo per tipologia di merce sono riportati nella tabella seguente; essi sono desunti sulla base di valori riportati in letteratura.

*Tabella 7.33 – Costi del trasporto stradale (€/t*h)*

Tipologia di merce	Valore del tempo (€/t*h)
Merci ad alto valore aggiunto valore indicativo: > 35 000 €/t esempi: prodotti finiti dell'industria manifatturiera, merci deperibili	0.60
Merci comuni valore indicativo: tra 6 000 e 35 000 €/t esempi: bei comuni, semilavorati e prodotti intermedi dell'industria	0.20
Merci a basso valore aggiunto Valore indicativo: < 6 000 €/t esempi: bulk, aggregati...	0.01

Il valore del tempo per la merce trasportata mediante il trasporto ferroviario combinato e stradale è stato posto pari a 0.60 mentre quello per la merce trasportata mediante la modalità ferroviaria tradizionale è stato posto pari a 0.01.

Sono state applicate inoltre delle penalità per ogni trasbordo, con valore unitario calibrato durante lo sviluppo del modello di assegnazione e che saranno oggetto di ulteriori approfondimenti.

Politiche di incentivazione del traffico ferroviario

Politiche di incentivazione tariffaria del trasporto combinato sono state implementate in Italia (Ferrobonus) per quanto riguarda il trasporto attraverso le Alpi. I dettagli sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 7.34 – Sovvenzioni unitarie al trasporto ferroviario combinato

Rete nazionale	Sovvenzioni unitarie (€/treno*km)	Fonte
Italia	1.0 €/treno*km	Valore medio del contributo da pubblicazione relativa all'analisi dei flussi transalpini (EC, UFT Svizzera)

7.3.4 COSTRUZIONE ED AGGIORNAMENTO DEL SISTEMA DI MODELLI DI DOMANDA MERCI

7.3.4.1 *Elaborazioni statistiche della domanda ferroviaria all'anno base del modello (2016)*

Di seguito si riassumono le principali elaborazioni eseguite per la stima della matrice di domanda nazionale stradale e ferroviaria al 2016 (anno base del modello nazionale originale).

A tal fine, sono state esaminate le seguenti fonti:

- **matrici di domanda “rilevata” inter-provinciali incluse nel modello esistente** (distinte per modo di trasporto), rispetto alle quali era stata effettuata la calibrazione dei modelli di domanda all'anno 2014. Dalla documentazione originaria del modello, è stato possibile desumere che la matrice ferroviaria fosse stimata essenzialmente a partire dall'offerta ferroviaria.
- **matrici di domanda “portuale”**, stimate da RFI sulla base di dati raccolti presso le Autorità Portuali del Nord Tirreno, riferite all'anno 2014;
- **matrici nazionali** stimate sulla base di dati Istat ed Eurostat, oltre che ai dati ottenuti da RFI nell'ambito del presente studio, adottando una metodologia già consolidata nell'ambito di un progetto interno che, anche in questo caso, si basa sull'elaborazione dei dati relativi al circolato, oltre ai dati in possesso riferiti al trasportato;
- **matrici stimate sulla base del modello di domanda attualmente esistente, ed aggiornato** con i dati di input relativi al 2016.

Sulla base di tale valutazione, la matrice stradale stimata nell'ambito del modello esistente (datata 2014) è stata adottata come matrice base, aggiornandola al 2016 su base parametrica.

Per quanto riguarda le matrici ferroviarie, invece, l'analisi sulle precedenti fonti ne ha evidenziato i limiti, nonché la parziale corrispondenza tra queste e il programma dei servizi codificato nel modello per l'anno base 2016. Per tali ragioni, è stata messa a punto una procedura che, a partire dalle matrici prodotte dal modello esistente, consenta di stimare le matrici ferroviarie all'anno base 2016 (ferro tradizionale e combinato) tenendo conto dei servizi circolati.

A tal fine è stata elaborata una matrice nazionale di partenza così costruita:

- matrice tra coppie di zone “territoriali” (province) ottenuta dal modello a 4 stadi pre-esistente, ma con input aggiornati al 2016 (tabella dei servizi, numero di terminal e porti per zona, PIL per zona, popolazione per zona);
- matrice portuale (strada e ferro) da porti Liguri come da studio 2014, riportata alla nuova zonizzazione;
- matrice portuale (strada e ferro) da altri porti stimata a partire da dati di Autorità Portuali e studi pubblicati e distribuita con modello di distribuzione pre-esistente.

Una volta effettuata la prima costruzione della matrice, sono state effettuate le elaborazioni descritte nei paragrafi successivi.

7.3.4.2 *Modello di domanda nazionale*

Il citato modello di domanda già in possesso di RFI, si compone di un sistema di modelli a 3 stadi, costituito dalle seguenti dimensioni di scelta:

- scelta di effettuare lo spostamento/viaggio, replicata con il modello di generazione;
- scelta della zona di destinazione, replicata con il modello di distribuzione;

- scelta della modalità di trasporto, replicata con il modello di modal split;

Dall'applicazione delle prime 2 fasi del modello a 4 stadi, è possibile stimare la matrice O/D rappresentativa della totalità degli spostamenti di merce che interessa la rete di trasporto analizzata, in riferimento ad un orizzonte temporale prefissato. Applicando a tale matrice il modello di *modal split*, verrà stimata la ripartizione della domanda sulle diverse modalità di trasporto disponibili.

La parte portuale non è modellizzata, ma aggiunta da stima esogena, come descritto in precedenza.

Di seguito si riportano le formulazioni matematiche dei tre modelli costruiti e calibrati nell'ambito di uno studio precedente.

Modello di generazione

Il modello di generazione fornisce la quantità di merce movimentata a partire da ciascuna zona di traffico in cui è stato ripartito il territorio afferente all'area di studio e quello esterno ad essa. La generazione di merce è stata modellata mediante modelli regressivi. Le variabili esplicative inserite nel modello sono diverse a seconda che la zona di origine considerata sia nazionale o estera.

La quantità di merce generata dalle zone italiane è stata modellata applicando una regressione sul PIL della zona stessa, secondo l'espressione:

$$D(o) = \alpha * PIL(o)$$

dove:

- $D(o)$ è la quantità di merce generata nella zona "o", espressa in tonnellate;
- $PIL(o)$ è il PIL della zona "o", espresso in €.

La regressione è stata applicata su 3 fasce distinte del rapporto "Merce generata su PIL", differenziando la modellazione per zone con tasso di generazione:

- basso: Zone con rapporto attuale "Merce generata su PIL" $\leq 0,75$ [tonn/€]
- medio: Zone con rapporto attuale $0,75 < \text{"Merce generata su PIL"} \leq 1,50$ [tonn/€]
- alto: Zone con rapporto attuale "Merce generata su PIL" $> 1,50$ [tonn/€]

Per le zone risultate ricadere in ciascuna fascia si rappresentano di seguito i risultati delle calibrazioni:

- fascia bassa: $\alpha = 0,5206$
- fascia intermedia: $\alpha = 1,1601$
- fascia alta: $\alpha = 1,8441$

Modello di distribuzione

Per il modello di distribuzione, implementato per stimare la ripartizione della merce generata, risultante dalla dimensione di scelta precedente, fra le diverse destinazioni disponibili, è stata scelta la forma funzionale del Logit Multinomiale, semplicemente vincolato alle emissioni.

La distribuzione della merce generata in Italia rispetto alla zonizzazione del territorio nazionale, effettuata ai fini del presente studio, è stata modellata in riferimento alla seguente espressione dell'utilità sistematica (immutata rispetto al modello ereditato):

$$V(D|O) = \beta_{Dist} * \ln([Dist]) + \beta_{PIL} * \ln(PILproCAPITE[D]) + \beta_{POP} * \ln(POP[D])$$

dove:

- Dist[OD] è la distanza stradale fra la zona origine O e la zona destinazione D, espressa in km
- PIL_{proCAPITE}[D] è il PIL pro capite della zona di destinazione D, calcolato rapportando il PIL espresso in migliaia di € alla popolazione espressa in migliaia di abitanti
- POP[D] è la popolazione della zona destinazione D, espressa in migliaia di abitanti

Modello di ripartizione modale

Il modello di scelta modale è stato calibrato in riferimento alle tre alternative disponibili: strada, ferro tradizionale e ferro combinato. I modelli di scelta modale calibrati nell'ambito dello studio sono entrambi di tipo Logit Multinomiale. Le variabili esplicative inserite nella funzione di utilità sistematica sono rappresentative di aliquote della funzione del costo generalizzato e, per le modalità ferroviarie, anche dell'incidenza della tratta su strada rispetto alla distanza complessiva, nonché della presenza di porti e interporti nelle zone di origine e di destinazione degli spostamenti. La formulazione che ha fornito maggiore significatività statistica comprende un'unica variabile di costo, corrispondente al costo totale generalizzato a tonnellata, valutato distintamente per ciascuna modalità alternative. La modellazione della scelta modale in ambito nazionale è stata effettuata essenzialmente in funzione di quattro parametri:

- il costo totale generalizzato di viaggio a tonnellata sulla relazione O-D considerata, distinto per modalità di trasporto, trasformato secondo il suo logaritmo naturale;
- per le modalità ferroviarie, l'incidenza della tratta stradale rispetto alla distanza complessivamente coperta, utilizzata come variabile *proxy* della reale disponibilità della modalità;
- il numero di porti e interporti complessivamente presenti nelle zone di origine e destinazione;
- la localizzazione della zona di origine, se a sud o meno.

Ciò premesso, le funzioni dell'utilità sistematica associate alle alternative modali disponibili sono espresse come segue:

$$V_{Strada}(m|OD) = \beta_{Cost_Strada} * \ln(C_{TOT_Strada}) + \beta_{O_Sud} * Ori_{SUD} + \beta_{Strada} * 1$$

$$V_{Ferro_{TRAD}}(m|OD) = \beta_{Cost_{TT}} * \ln(C_{TOT_{TT}}) + \beta_{TT_{rapDIST}} * TT_{DSTRsuDFERTot} + \beta_{PP_{TT}} * PP_{TOT} + \beta_{TT}$$

$$V_{Ferro_{COMB}}(m|OD) = \beta_{Cost_{TC}} * \ln(C_{TOT_{TC}}) + \beta_{TC_{rapDIST}} * TC_{DSTRsuDFERTot} + \beta_{PP_{TC}} * PP_{TOT} + \beta_{TC}$$

dove:

- C_{TOT_Strada} è il costo totale generalizzato a tonnellata dell'alternativa stradale [€/tonn], ottenuto come

$$C_{TOT_Strada} = C_DISTStrada + C_TEMPStrada + C_PEDStrada + C_TPORStrada + C_CPORStrada$$

con:

- C_DISTStrada è il costo monetario a tonnellata calcolato in base alla distanza percorsa [€/tonn]
- C_TEMPStrada è il costo del tempo di viaggio a tonnellata [€/tonn]
- C_PEDStrada è il costo del pedaggio a tonnellata [€/tonn]
- C_TPORStrada è il costo del tempo ai terminali portuali a tonnellata [€/tonn]
- C_CPORStrada è il costo monetario ai terminali portuali a tonnellata [€/tonn]
- C_{TOT_TT} è il costo totale generalizzato a tonnellata dell'alternativa "Ferro Tradizionale" [€/tonn], ottenuto come

$$C_{TOT_TT} = C_DFERTT + C_DSTRTT + C_TFERTT + C_TSTRTT + C_TTERTT + C_CTERTT + C_TGATTT + PEDSTRTT$$

con:

- C_{DFERTT} è il costo della distanza percorsa su ferrovia [€/tonn]
 - C_{DSTRTT} è il costo della distanza percorsa su strada (primo e ultimo miglio) [€/tonn]
 - C_{TFERTT} è il costo del tempo di percorrenza su ferrovia [€/tonn]
 - C_{TSTRTT} è il costo del tempo di percorrenza su strada (primo e ultimo miglio) [€/tonn]
 - C_{TTERTT} è il costo del tempo ai terminali iniziali e finali [€/tonn]
 - C_{CTERTT} è il costo monetario ai terminali iniziali e finali [€/tonn]
 - C_{TGATTT} è il costo del tempo ai terminali hub/gateway [€/tonn]
 - $PEDSTRTT$ è il costo del pedaggio su strada (primo e ultimo miglio) [€/tonn]
- $TT_DSTRsuDFER_{tot}$ è il rapporto fra la distanza su strada e la distanza complessivamente coperta fra O e D con la modalità di trasporto “Ferro Tradizionale”
 - PP_TOT è il numero totale di porti e interporti presenti nelle zone di origine e destinazione
 - C_{TOT_TC} è il costo totale generalizzato a tonnellata dell’alternativa “Ferro Combinato” [€/tonn], ottenuto come

$$C_{TOT_TC} = C_{DFERTC} + C_{DSTRTC} + C_{TFERTC} + C_{TSTRTC} + C_{TTERTC} + C_{CTERTC} + C_{TGATTC} + PEDSTRTC$$

con significato delle variabili analogo a quello riportato per la modalità “Ferro Tradizionale”;

- $TC_DSTRsuDFER_{tot}$ è il rapporto fra la distanza su strada e la distanza complessivamente coperta fra O e D con la modalità di trasporto “Ferro Combinato”.

7.3.4.3 Matrice di domanda di trasporto ferroviario all'anno base del modello (2016)

Approccio di correzione della matrice di domanda

Il modello di domanda (modello di generazione, modello di distribuzione e di ripartizione modale) descritto in dettaglio nei paragrafi precedenti produce la matrice nazionale di partenza ottenuta dai dati di input aggiornati al 2016 (nuova zonizzazione, numero terminal e porti per zona, PIL per zona e popolazione per zona). I dati di PIL e popolazione per le province italiane sono ottenuti dalle statistiche Istat. Tale matrice è stata integrata con la domanda originata e attratta dai centroidi portuali, i cui totali sono riportati nelle due tabelle successive:

- matrice portuale della domanda trasportata su strada e su ferrovia da/per i porti Liguri come da studio 2014, riportata sulla nuova zonizzazione;
- matrice portuale della domanda trasportata su strada e su ferrovia da/per altri porti (Livorno, Ravenna, Venezia, Trieste) stimata a partire da dati marittimi delle Autorità Portuali e da studi (dati pubblici) e distribuita con modello di distribuzione pre-esistente.

Successivamente, la procedura di stima è implementata in SW CUBE separatamente per modalità ferroviaria tradizionale e combinata. Come riportato nella figura sottostante, la matrice di partenza nazionale è stata aggiornata con procedura alla massima verosimiglianza, utilizzando quali target:

- totali di zona;
- carico per servizio (bidirezionale, per non perdere l’asimmetria della matrice di partenza).

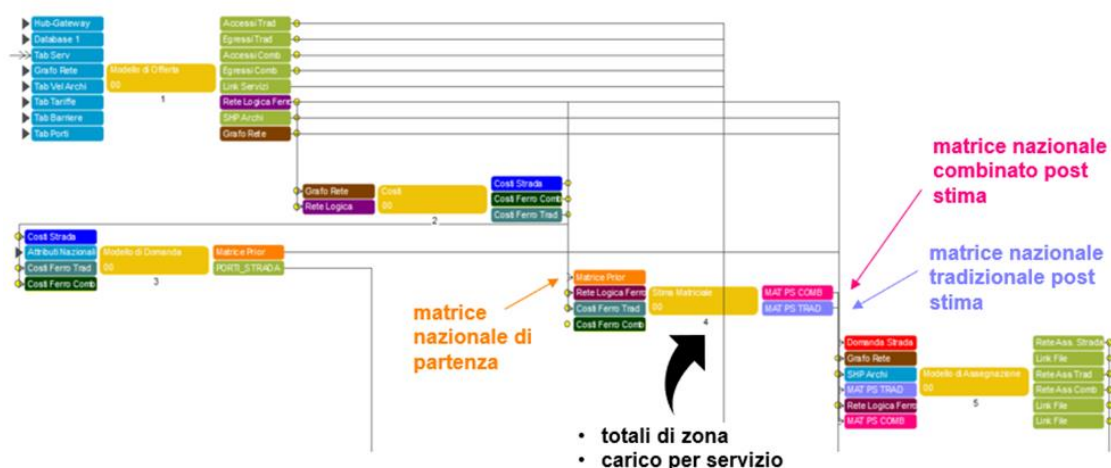


Figura 7.34 – Procedura di stima matriciale

Per definire i carichi medi sui servizi sono state eseguite delle elaborazioni a partire dalla tabella dei servizi ferroviari. Il trasportato in termini di tonnellate per servizio è stato stimato sulla base del carico medio ipotizzato pari a 700 tonnellate per treno combinato e pari a 500 tonnellate per treno tradizionale.

Per i servizi ferroviari italiani che sono originati o diretti a terminal che hanno funzione di *hub*, è stata considerata solamente una quota della domanda trasportata, ipotizzando quindi di trascurare quei servizi *feeder* nazionali che trasportano la domanda di import/export.

I valori ottenuti sono stati validati con i dati dell'Istat in modo da garantire robustezza ai conteggi utilizzati in fase di stima matriciale per aggiornare la matrice prodotta dal modello di domanda.

Tabella 7.35 – Treni e carico medio

Tipologia	Treni Codificati 2016			Carico Medio	
	COMB	TRAD	TOT	COMB	TRAD
Nazionale	26,360	25,918	52,278	700	550
Internazione bidirezionale	55,797	36,297	92,094	700	550
Transito	423	53	476	700	550
Totale	82,580	62,268	144,848	-	-

Tabella 7.36 – Tonnellate (2016)

Tipologia	Istat 2016	2016 da carico medio		
		COMB	TRAD	TOT
Nazionale	33,200,661	18,452,000	14,254,900	32,706,900
Internazione bidirez.	59,748,246	39,816,977	19,963,350	59,780,327
Transito	0	296,100	29,150	325,250
Totale	92,948,907	58,565,077	34,247,400	92,812,477

Inoltre, sono state stimate le distanze complessive percorse (tonnellate-km) dalla merce tramite la lunghezza dei servizi del circolato. Come evidenza la tabella successiva l'indicatore è in linea con il dato Istat.

Tabella 7.37 – Tonnellate-km (2016)

Tipologia	Istat 2016	2016		
		COMB	TRAD	TOT
Nazionale	11,326,953	4,282,579	6,704,928	10,987,507
Internazione bidirez.	11,385,387	5,826,491	4,359,972	10,186,463
Transito	-	52,123	16,706	68,830
Totale	22,712,340	10,161,193	11,081,607	21,242,800

Validazione stima matrice ferroviaria nazionale

Di seguito sono riportati i risultati dalla validazione che offrono una misura del grado di accostamento del modello al fenomeno reale descritto mediante i dati statistici Istat ed Eurostat.

Nella tabella seguente, si evidenzia che il valore stimato dal modello è al netto della domanda di import/export che è trasportata sui servizi feeder nazionali. Si assume che questa sia invece inclusa nelle altre fonti e spieghi pertanto la differenza nei totali.

Tabella 7.38 – Merce trasportata su ferrovia – Tonnellate (2016)

FONTE	FERRO TRAD	FERRO COMB	FERRO TOT
MODELLO - POST STIMA	14,570,624	13,445,951	28,016,574
Istat	-	-	33,200,661
Eurostat (2005)	-	-	31,182,863

Tabella 7.39 – Merce trasportata su ferrovia - Tonnellate – km (2016)

FONTE	FERRO TRAD	FERRO COMB	FERRO TOT
MODELLO - POST STIMA	4,656,949,692	4,440,379,738	9,097,329,430
Istat	-	-	11,326,953,000

Tabella 7.40 – Percorrenze medie (2016)

FONTE	FERRO TRAD	FERRO COMB	FERRO TOT
MODELLO - POST STIMA	320	330	325
Istat	-	-	341

7.3.4.4 Aggiornamento del modello all'anno base dello studio (2019)

Il modello di offerta e di domanda esistente (riferito all'anno base 2016) è stato aggiornato all'anno base dello studio (2019), tenendo conto dei servizi ferroviari merci effettivamente circolati nell'ambito territoriale dello studio (ovvero le province di Rimini, Ravenna, Forlì-Cesena e Bologna, con riferimento in particolare alla linea Adriatica e la linea Ferrara-Ravenna). Pertanto, è stata aggiornata la banca dati di descrizione dell'offerta ferroviaria (grafo infrastrutturale di base, tabelle dei servizi e tabelle di percorsi).

L'identificazione e la codifica delle variazioni nei servizi ferroviari nazionali tra il nuovo anno base (2019) e l'anno base originale del modello (2016) è avvenuta sulla base della tabella dei servizi ferroviari circolati sulla rete fornita da RFI per l'anno 2019.

Inoltre, sia la domanda nazionale stradale che quella ferroviaria, per il trasporto combinato e tradizionale, sono state aggiornate a partire dalle matrici modali del modello nazionale, relative all'anno 2016, sulla base dei seguenti dati di input:

- Volume totale (in tonnellate), caricato e scaricato per coppie O-D regionali, nel trasporto su strada nazionale (dato regionale, di fonte Istat, anno 2019);
- Volume totale (in tonnellate) caricato e scaricato sui servizi ferroviari, distinto tra trasporto tradizionale e combinato ed aggregato a livello provinciale. Tale dato, di fonte RFI, è stimato a partire dalla massa rimorchiata lorda di ciascun treno circolato nell'anno 2019.

La procedura di aggiornamento delle matrici ferroviarie si basa sulla procedura di correzione matriciale implementata in CUBE, che consente di determinare la matrice più adeguata a garantire la corrispondenza statistica con i dati di controllo forniti in input. In dettaglio, è stato fatto un aggiustamento della matrice assegnando, alle *screenlines* rappresentate dai servizi ferroviari, i volumi ferroviari osservati nell'anno 2019 per le coppie di province rilevanti.

La figura a pagina successiva mostra l'elevato grado di accostamento tra i volumi simulati e osservati sui servizi ferroviari merci in transito nell'area di studio (ovvero le province di Rimini, Ravenna, Forlì-Cesena e Bologna, con riferimento in particolare alla linea Adriatica e la linea Ferrara-Ravenna), e mostra come il modello consenta di riprodurre con sufficiente precisione la domanda di trasporto ferroviario esistente.

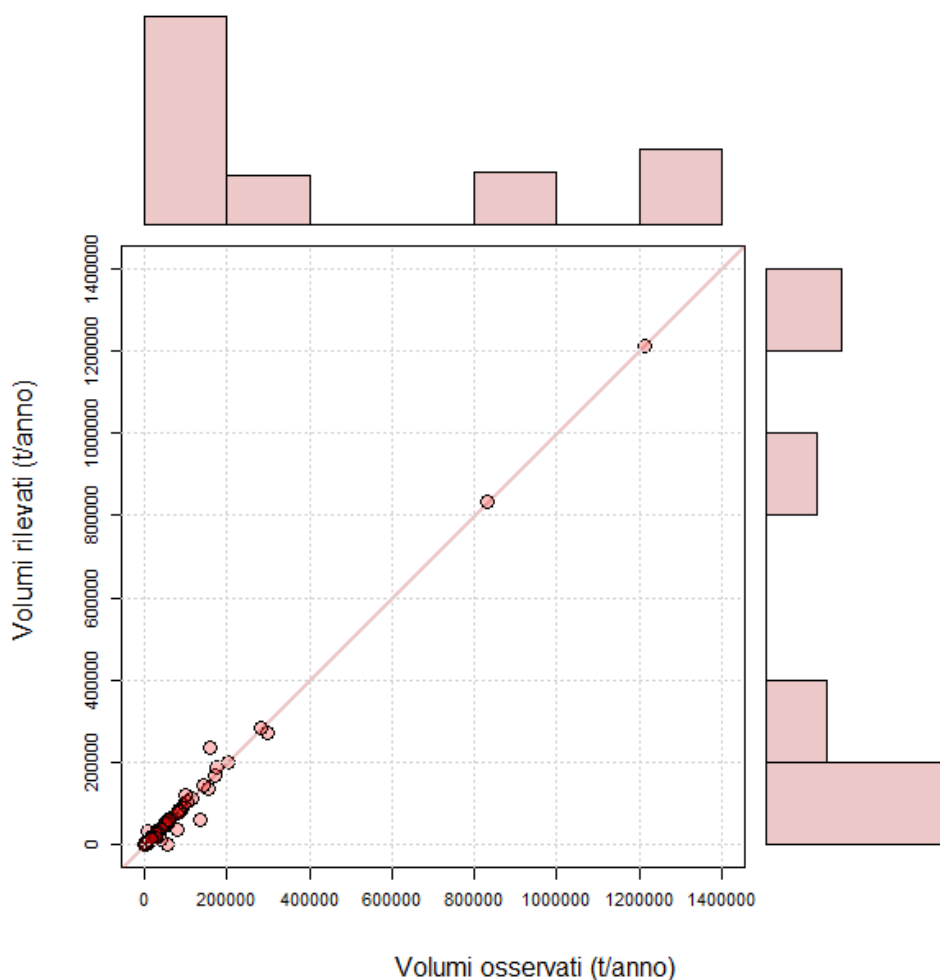


Figura 7.35 – Validazione della domanda di trasporto ferroviario provinciale per le relazioni rilevanti per l'area di studio della linea Adriatica, tratta Bologna - Castel Bolognese

7.3.4.5 Implementazione del modello di domanda per gli orizzonti temporali futuri

L'applicativo di CUBE che porta alla definizione della matrice finale da assegnare alla rete è costituito da:

- Modello analitico di domanda, che comprende i modelli di generazione, distribuzione e ripartizione modale descritti in precedenza.
- Aggiornamento sulla base delle matrici “osservate”.

Nell'anno base, il modello assegna direttamente le matrici “osservate”. Mentre, negli scenari di previsione, il modello di domanda è utilizzato in modo incrementale:

- il modello di domanda (3 stadi) produce una matrice **di scenario modellizzata** sulla base degli input di scenario;
- per ciascuna coppia O-D sono calcolati fattori di impatto di scenario dati dal rapporto tra la matrice di scenario modellizzata e la matrice modellizzata all'anno base;
- la matrice di scenario è quindi calcolata come prodotto **della matrice “osservata”** per i **fattori di impatto**.

Le matrici finali vengono poi assegnate producendo risultati sensibili in termini di distribuzione dei flussi e tasso di riempimento dei servizi.

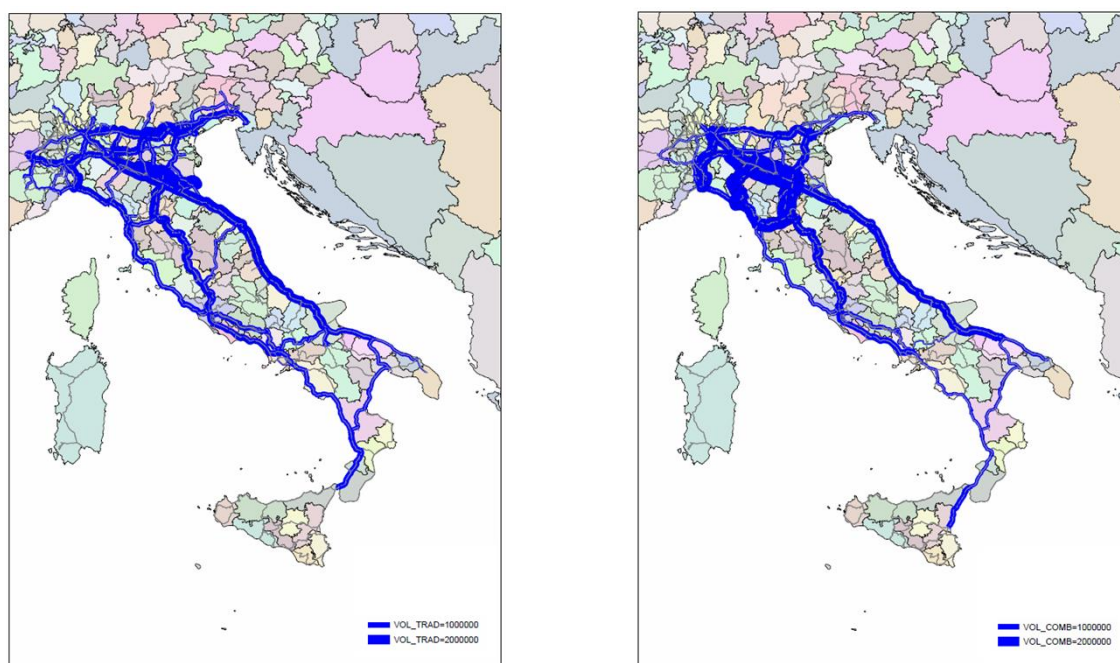


Figura 7.36 – Diagrammi di flusso per il trasporto ferroviario tradizionale e combinato (modello nazionale)

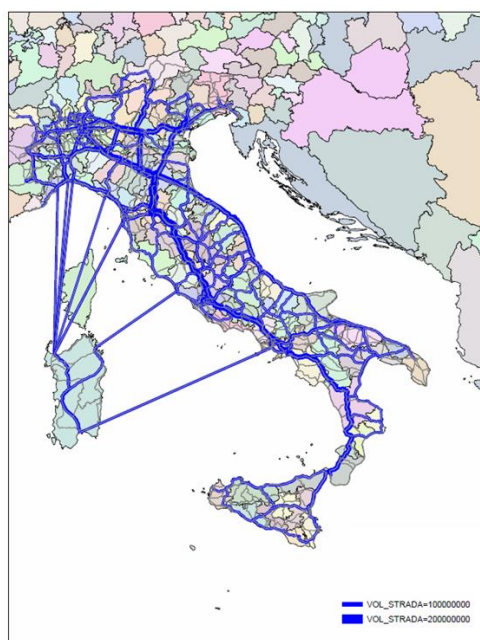


Figura 7.37 – Diagrammi di flusso per il trasporto stradale (modello nazionale)

7.3.5 MODELLO DI INTERAZIONE DOMANDA-OFFERTA

7.3.5.1 Assegnazione stradale

Il modello di assegnazione per il trasporto stradale è del tipo “tutto-o-niente”, dove per ogni coppia O-D si determina il percorso migliore (ossia quello che minimizza il costo generalizzato del trasporto stradale) e si assegna tutta la domanda su di esso. Il costo generalizzato è funzione prevalentemente del tempo di viaggio, della distanza e dei pedaggi.

I tempi di percorrenza degli archi stradali non considerano gli effetti della congestione ma dipendono dalla distanza e dalla velocità dei singoli archi. La velocità dei singoli archi dipende dalla classificazione degli archi.

Tabella 7.41 – Tipologie archi stradali e velocità di percorrenza

LINK_TYPE	DESCRIZIONE	VELOCITÀ [km/h]
1	Autostrada 80 km/h	80
2	Autostrada 70 km/h	70
3	Autostrada 60 km/h	60
4	Tangenziale urbana	30
5	Superstrada	65
6	Extraurbana di scorrimento	40
7	Strada Extraurbana	25
8	Strada Locale	15

Nel costo generalizzato sono inclusi due tipi di pedaggio:

- pedaggio chilometrico, tipico dei sistemi chiusi, basato su tariffa chilometrica unitaria e diverso per classe veicolare. Questo pedaggio è differenziato per paese e viene moltiplicato per la distanza degli archi stradali dove tale attributo è diverso da zero. La classe veicolare scelta nel modello è la classe 4;
- pedaggio fisso, tipico dei sistemi aperti, sistema Vignette e per infrastrutture particolari quali tunnel e ponti.

Il pedaggio chilometrico e il pedaggio fisso sono due parametri della rete stradale del modello.

7.3.5.2 Assegnazione ferroviaria

Procedura di assegnazione e la sua implementazione in Cube

Per il traffico ferroviario il modello utilizza una procedura di assegnazione stocastica ad enumerazione implicita dei percorsi su una rete dei “servizi” costituita dagli archi dei servizi programmati, i connettori terminali alle zone di origine e destinazione e gli archi fittizi relativi ai trasferimenti tra servizi ferroviari e “terminali *hub*”. I dati di input relativi alla domanda ed ai servizi sono distinti per il segmento del trasporto ferroviario tradizionale e quello combinato, e pertanto anche i risultati dell’assegnazione sono parimenti distinti. La procedura di assegnazione di seguito descritta si riferisce al trasporto ferroviario combinato.

Il modello di assegnazione ferroviaria si basa sulla combinazione delle diverse componenti del percorso tra ciascuna coppia di nodi origine-destinazione (O-D) che possono essere così riassunte:

- componente di percorso di **accesso** al servizio ferroviario – Rappresenta i collegamenti dalle zone di origine al sistema di trasporto ferroviario, che sono costituiti dai collegamenti stradali (primo miglio) dalla zona di origine ai terminali ferroviari o dai collegamenti dalle zone portuali ai relativi terminali ferroviari di pertinenza;
- componente di percorso su **trasporto ferroviario** utilizzando i servizi disponibili – Rappresenta la porzione di viaggio effettuata su ferrovia secondo le caratteristiche definite per ciascun servizio considerato; questa componente può risultare ottenuta attraverso la combinazione di due diversi servizi che si interscambiano in uno specifico hub ferroviario;
- componente di percorso di **egresso** dal servizio ferroviario – Rappresenta i collegamenti dal sistema di trasporto ferroviario alle zone di destinazione; essi sono dunque costituiti dai collegamenti stradali (ultimo miglio) dai terminali ferroviari alla zona di destinazione o dai collegamenti verso le zone portuali dai relativi terminali ferroviari di pertinenza.

La procedura di assegnazione prevede tre *step* principali:

- creazione di una “rete dei servizi” costituita dagli archi dei servizi programmati, dai connettori terminali alle zone di origine e destinazione e dagli archi fittizi relativi ai trasferimenti tra servizi ferroviari e “terminal hub”;
- assegnazione delle matrici di domanda (in tonnellate) sulla rete dei servizi;
- mappatura dei flussi della rete dei servizi sulla rete infrastrutturale (ferroviaria e stradale), che consente di ottenere i flussi sugli archi ferroviari in termini di treni e tonnellate annue ed i flussi sugli archi stradali di accesso/egresso ai terminal.

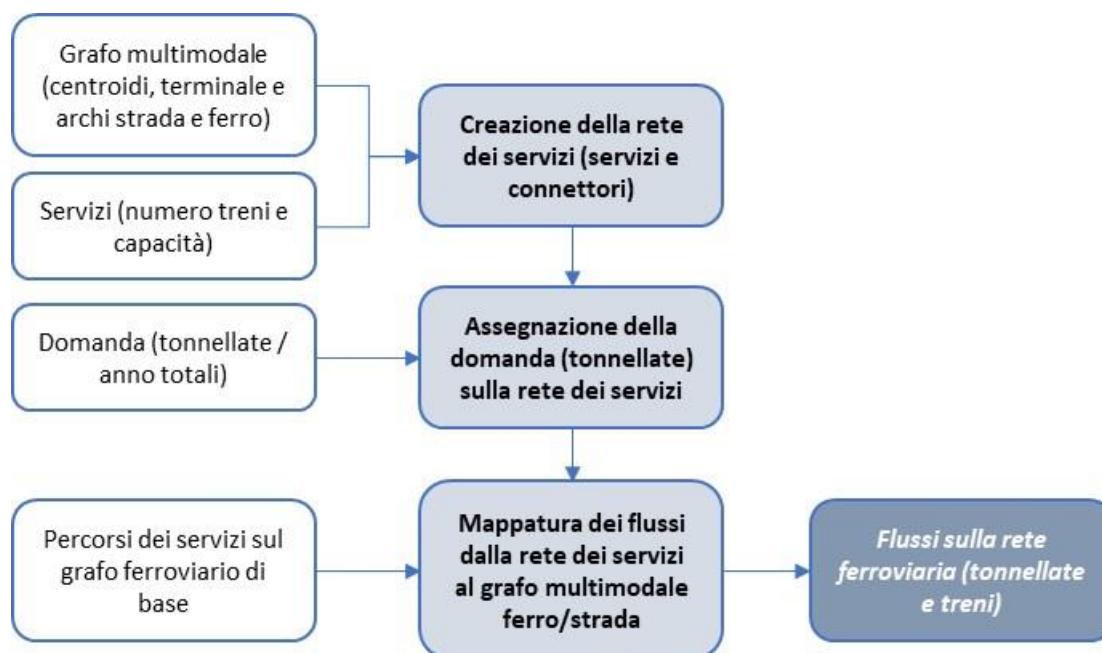


Figura 7.38 – Procedura di assegnazione del traffico ferroviario nel modello attuale

Step 1: costruzione della rete dei servizi

La costruzione della rete dei servizi si basa su dati inclusi nella rete infrastrutturale e nelle tabelle dei servizi e dei terminal ferroviari.

Per la modalità ferroviaria, tutti i dati di input necessari alla costruzione della rete dei “servizi” sono derivati dalla tabella dei servizi ferroviari. Invece, per gli archi di accesso/egresso sono utilizzati gli attributi del grafo multimodale.

I **servizi ferroviari** sono codificati in una tabella che include, per ciascuna relazione O-D (da nodo terminale a nodo terminale), le seguenti informazioni: codice terminale di partenza, terminale di arrivo, valico utilizzato dal servizio, distanza, tempo, velocità, numero di treni annui e capacità unitaria del singolo treno. Nel modello sono stati implementati tutti i servizi ferroviari internazionali, tra l'Italia e l'estero, ed i servizi nazionali “feeder” che collegano ai terminal hub. In una tabella separata è descritto il percorso fisico dei treni che generano il servizio sulla rete, che è usato unicamente per mappare i flussi dalla rete dei “servizi” a quella infrastrutturale.

Per la definizione degli **archi di accesso/egresso** sono necessarie le informazioni contenute nella tabella dei terminali e nella tabella dei porti che includono indicazioni circa il tipo di servizio, il tempo di trasferimento (in partenza ed arrivo) e i costi di trasferimento (in partenza ed arrivo). Gli attributi (costi e tempi) degli archi di accesso/egresso della rete dei “servizi” sono calcolati secondo il percorso di costi minimo tra zona e terminale ferroviario, includendo anche il costo associato al terminale di carico/scarico.

Le componenti che costituiscono gli archi di accesso/egresso sono diverse a seconda che colleghino il centroide direttamente ad un terminale ferroviario o ad un porto. Nel caso di collegamento ad un terminale ferroviario, gli archi di accesso/egresso della rete dei “servizi” sono costituiti dal solo connettore ferroviario tra centroide e terminale ferroviario del grafo multimodale, avente tipologia di arco codificato come LINKTYPE= 96-97. Nel caso di servizio ferroviario combinato, l'arco della rete dei “servizi” è costituito dal connettore stradale (LINKTYPE= 98-99) tra centroide e terminale ferroviario e dagli archi stradali e dall'arco intermodale tra strada e ferro (LINKTYPE= 32) del grafo multimodale. Per quanto riguarda i porti, invece, nella rete dei “servizi” gli archi di accesso/egresso sono composti da connettore portuale (LINKTYPE= 94-95) e un connettore intermodale porto-ferro che collega l'infrastruttura portuale al terminale ferroviario (LINKTYPE= 33). Oppure, se non vi è un collegamento diretto tra il porto e il terminale ferroviario di trasporto combinato, gli archi di accesso/egresso sono

composti da un connettore portuale (LINKTYPE= 94-95), un connettore intermodale porto-strada (LINKTYPE= 31), archi stradali e arco intermodale strada-ferro.

Per completare la costruzione della rete dei “servizi” è stato necessario definire, nella tabella dei **terminali hub**, quei terminali italiani ed esteri dove è possibile il trasferimento di carico da un servizio combinato ad un altro ed include un perditempo per il trasferimento (composizione/scomposizione).

La rete dei “servizi” ferroviaria viene costruita seguendo una serie di regole di seguito descritte.

- Ogni zona è connessa con specifici terminali ferroviari presenti nell’area di studio mediante archi fittizi di accesso/egresso. In Italia, i collegamenti tra zone e terminali ferroviari italiani e quelli tra porti e terminali ferroviari sono stati definiti dalla Committenza e implementati nel modello. Per quanto riguarda la parte estera, ciascun terminale è stato collegato al centroide della zona in cui si trova. Un procedimento simile è stato seguito per la definizione dei collegamenti tra i porti e i terminali ferroviari all’estero.
- Inoltre, ciascun terminale è connesso a tutti quei terminali presenti nell’area di studio per cui esiste un servizio ferroviario tra i due. Questa connessione tra terminali è rappresentata da archi fittizi che rappresentano i servizi ferroviari. A questi archi sono attribuite le caratteristiche associate ai servizi ferroviari, derivati quindi dalla tabella servizi.
- Infine, i trasbordi ferroviari sono consentiti solo in corrispondenza dei terminali definiti hub. Per tutti gli altri terminali, i trasbordi sono impediti. Al fine di alleggerire la procedura e permettere al modello di funzionare più rapidamente, ciascun terminale ferroviario è stato modellato mediante due terminali fittizi, uno di accesso e uno di egresso, collegati attraverso un arco monodirezionale solo nei casi in cui il terminale sia un hub.

Step 2: Assegnazione per il trasporto combinato non accompagnato (TCNA)

Per l’assegnazione della domanda ferroviaria combinata alla rete dei servizi è stato utilizzato un algoritmo multi-percorso di tipo stocastico ad enumerazione implicita dei percorsi (algoritmo di Burrell), disponibile nel software Cube.

La scelta dell’algoritmo si è basata sulle seguenti considerazioni:

- Ai fini di mantenere la compatibilità con l’impianto complessivo del modello merci preesistente, si è scelto di confermare l’utilizzo di algoritmi di assegnazione ad enumerazione implicita dei percorsi (implementato tramite il modulo HIGHWAY di Cube), che utilizzassero la rete dei servizi creata secondo le procedure già impostate, che in particolare consentono di interfacciarsi con i sistemi aziendali per quanto riguarda la codifica dei servizi ferroviari nazionali;
- Si è ritenuto opportuno invece modificare la scelta relativa al tipo di algoritmo: la versione preesistente del modello utilizzava una assegnazione basata su vincolo di capacità sui singoli servizi (assegnazione all’equilibrio con algoritmo Frank-Wolfe); i test effettuati hanno evidenziato il rischio che i vincoli di capacità (introdotti nel modello per distribuire la domanda su più percorsi per una stessa coppia O-D) portassero a generare percorsi poco realistici, per cui si è scelto un algoritmo con cui si potesse avere maggior controllo sulle alternative considerate;
- Si è infine ritenuto rilevante che, quantomeno per il trasporto ferroviario combinato, l’assegnazione fosse di tipo multi-percorso, in quanto, quantomeno in alcuni casi, esiste effettivamente la possibilità di alternative realistiche di percorso tra coppie O-D.

Gli algoritmi implementati nel modulo HIGHWAY del software Cube che soddisfano i criteri sopra riportati si riducono sostanzialmente ad algoritmi di tipo stocastico (Burrell o Probit), che differiscono solo per la distribuzione adottata per i costi sui singoli archi (uniforme nel primo caso e normale nel secondo). Sulla base dei test effettuati, si è optato per la scelta dell’algoritmo di Burrell, in quanto consente di ottenere una buona distribuzione tra percorsi alternativi senza aumentare in modo eccessivo il numero di percorsi utilizzati nell’insieme di tutte le iterazioni.

Infatti, uno degli aspetti critici degli algoritmi ad enumerazione implicita è che non è possibile controllare il numero di percorsi inclusi nell'insieme attrattivo considerato ai fini della scelta, come è invece possibile fare nel caso di algoritmi a enumerazione esplicita (quali quelli implementati nel modulo PT di Cube).

Più in dettaglio, l'algoritmo di Burrell si basa sull'ipotesi che i costi sugli archi siano una variabile aleatoria distribuita secondo una curva di probabilità uniforme, di valore atteso pari al costo medio sistematico stimato con il modello di costo. La scelta del percorso è quindi risolta con una procedura di tipo stocastico. Ad ogni iterazione sono estratti in modo casuale i costi di arco sulla base della distribuzione e dell'ampiezza dell'intervallo di campionamento ipotizzate, e successivamente viene scelto il percorso di minimo costo. In ciascuna iterazione viene assegnata una quota fissa della domanda al percorso minimo calcolato secondo i costi specifici di quella iterazione. Al termine delle iterazioni, pertanto, per ogni coppia O-D, la probabilità di scelta di ogni percorso è data dal rapporto tra il numero di iterazioni in cui il percorso è scelto (in quanto risultante quello di minimo costo tra tutte le alternative) ed il numero di iterazioni totali, cioè:

$$p_{i,od} = \frac{N_{p_{i,od}}}{N_{TOT}}$$

dove:

$p_{i,od}$ è la probabilità di scelta del percorso i per la coppia od ;

$N_{p_{i,od}}$ è il numero di iterazioni in cui il percorso i è per la coppia od il percorso di minimo costo ed è quindi scelto;

N_{TOT} è il numero di iterazioni totali.

Nella figura seguente è raffigurato a titolo indicativo l'andamento delle percentuali di scelta dei percorsi in funzione del numero di iterazioni fissato, in un caso test in cui il costo generalizzato [€/t] è stato posto uguale fino alla terza cifra decimale tra le due alternative di percorso esistenti per una coppia O-D.

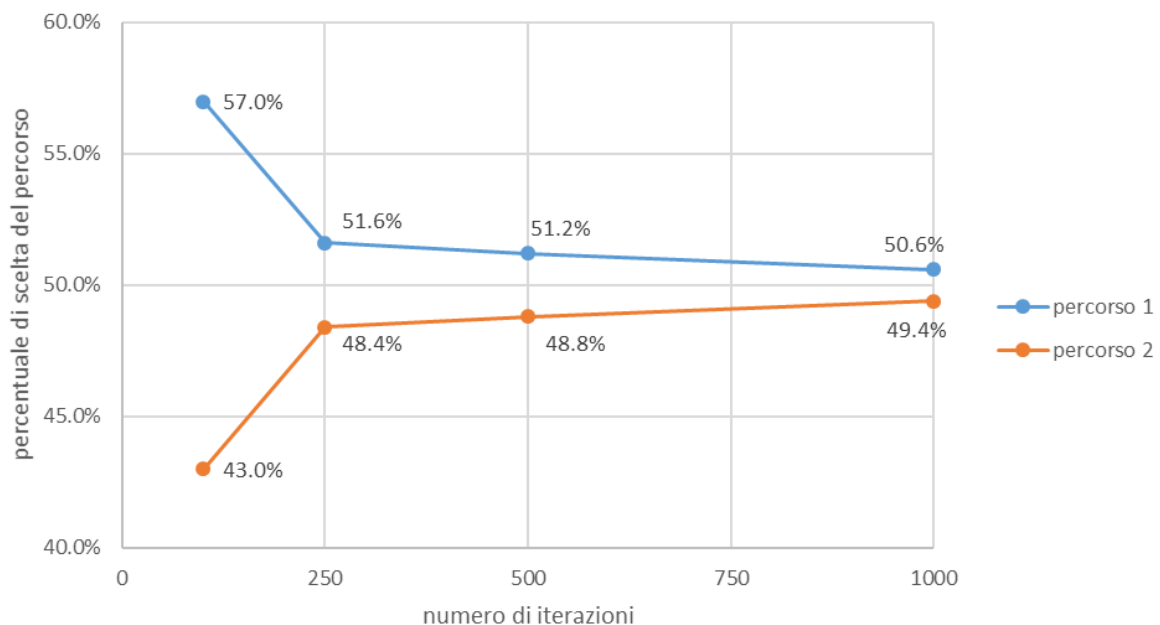


Figura 7.39 – Percentuali di scelta del percorso vs numero di iterazioni in un caso test a due alternative di scelta

In generale, sulla base dei test effettuati, il numero di iterazioni ottimali è pari ad almeno 500, valore al di sopra del quale il modello fornisce un valore sufficientemente stabile della distribuzione delle scelte su percorsi alternativi. Va tuttavia tenuto presente che i risultati in termini di flussi sugli archi sono molto più stabili che non

quelli relativi alla scelta tra percorsi, per cui i risultati aggregati sugli archi ferroviari risultano essere già stabili per un numero di iterazioni pari a 100.

Tale soglia, relativamente bassa considerando il tipo di algoritmo (motivo per cui l'impiego pratico di tale algoritmo è poco diffuso), è da attribuirsi alla relativa semplicità della rete dei servizi, che prevede percorsi che nella maggior parte dei casi comprendono dai 3 ai 5 archi, e un numero di alternative relativamente ridotto (anche in ragione della scelta di collegare a ciascun centroide ad un numero ridotto di terminal identificati in fase di costruzione e calibrazione della rete). Peraltro, data la struttura della rete modellizzata, in un numero rilevante di relazioni O-D vi è un solo percorso ferroviario realisticamente utilizzabile.

In fase di calibrazione, l'ampiezza dell'intervallo di aleatorietà dei costi generalizzati attorno al valore sistematico (corrispondente a quanto stimato con il modello di costo) è stato differenziato sulla base della tipologia degli archi (nella rete dei servizi, ampiezza minore per gli archi dei servizi ferroviari e viceversa ampiezza maggiore per gli archi di accesso/egresso ai/dai terminal, che sono costruiti sulla base degli archi connettori dei centroidi, degli archi stradali e degli archi intermodali). Tale scelta è stata effettuata al fine di tener conto della maggiore incertezza legata ai costi delle tratte terminali, per i quali all'incertezza e variabilità dei costi unitari si unisce l'approssimazione legata al punto esatto di carico/scarico, che nel modello è rappresentato dal centroide, ma che può in realtà corrispondere a nodi anche spazialmente molto distanti all'interno delle zone di origine o destinazione.

Ai fini di verificare ed illustrare in dettaglio il funzionamento dell'algoritmo di assegnazione implementato, nel capitolo successivo sono analizzati in dettaglio i risultati relativi a tre relazioni O_D per cui esistono più alternative realistiche di percorso per il trasporto ferroviario combinato.

Nell'assegnazione, la scelta del percorso si basa sul costo generalizzato (espresso in €/t), comprensivo di tutte le componenti descritte nel capitolo precedente. In particolare, il costo generalizzato per il trasporto combinato comprende i costi di accesso ed eggresso delle tratte terminali su strada, i costi di movimentazione ai terminal ed i costi delle tratte ferroviarie. Inoltre, il costo generalizzato comprende il valore del tempo di immobilizzazione della merce (valore del tempo per il proprietario del carico), in cui viene ricompreso anche il tempo di attesa/interscambio (funzione della frequenza dei servizi).

Step 3: Mappatura dei volumi sulla rete ferroviaria

Infine, nell'ultimo step della procedura di assegnazione, attraverso la mappatura dei flussi sulla rete ferroviaria, è possibile passare dalla rete dei servizi al grafo infrastrutturale. La domanda assegnata ad un servizio viene poi suddivisa sugli itinerari alternativi, se presenti.

Questo procedimento viene eseguito mediante l'utilizzo di un file di input specifico, detto tabella dei percorsi. Per ogni servizio ferroviario sono elencati gli archi del grafo infrastrutturale che ne costituiscono il percorso. Se esistono più percorsi alternativi per un servizio ferroviario, si avranno più sequenze di archi. La domanda assegnata ad uno specifico servizio viene distribuita tra i vari itinerari mediante l'utilizzo di percentuali, derivanti dalla simulazione delle scelte di percorso-servizio. Nei tratti in cui è presente una sola alternativa, la domanda del servizio viene assegnata interamente ad uno arco (o più archi in sequenza), a cui sarà quindi assegnata una percentuale pari a 100 nella tabella di input.