

## AUTOSTRADA (A1) : MILANO - NAPOLI

TRATTO: FIRENZE NORD - FIRENZE SUD

### SVINCOLO DI SCANDICCI

ALLACCIAMENTO A1 - S.G.C. FI-PI-LI - VIABILITA' URBANA

## PROGETTO DEFINITIVO

### DOCUMENTAZIONE GENERALE

### STUDI SPECIFICI

#### Studio di Traffico

#### IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Stefano Santambrogio  
Ord. Ingg. Milano N. 27107

RESPONSABILE ANALISI TRASPORTISTICHE  
E PAVIMENTAZIONI

#### IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Michele Angelo Parrella  
Ord. Ingg. Avellino N. 933

#### IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Gianluca Salvatore Spinazzola  
Ord. Ingg. Milano N. 26796

TECHNICAL AUTHORITY STRADE

CODICE IDENTIFICATIVO										ORDINATORE			
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO						
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.			
119982	0000	PD	DG	STU	00000	00000	R	A	T	R	0001	- 0	SCALA -

 Gruppo Autostrade per l'Italia	ENGINEER COORDINATOR:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Michele Angelo Parrella Ord. Ingg. Avellino N. 933						n.	data
							0	GIUGNO 2021
							1	-
							2	-
REDATTO:		VERIFICATO:				3	-	
						4	-	

	<p>VISTO DEL COMMITTENTE</p>  <p>IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Furio Cruciani</p>	<p>VISTO DEL CONCEDENTE</p>  <p>Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibile DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE E I SISTEMI INFORMATIVI</p>
--	--	--

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DATI DI TRAFFICO E CONDIZIONI DI DEFLUSSO ATTUALI .....</b>	<b>8</b>
3.1	AMBITO AUTOSTRADALE .....	8
3.1.1	DATI RACCOLTI .....	8
3.1.2	DEFLUSSO ALLA STAZIONE "A1 FIRENZE SCANDICCI" .....	8
3.1.3	RAPPRESENTATIVITA' PERIODO DI INDAGINE .....	12
3.2	AMBITO FI-PI-LI .....	14
3.2.1	DATI RACCOLTI .....	14
3.2.2	SVINCOLO A1 .....	14
3.2.3	TRONCO DI SCAMBIO SVINCOLO A1 - SVINCOLO SCANDICCI .....	15
3.3	VIABILITÀ ORDINARIA .....	17
3.4	TRACCE GPS.....	21
3.5	OMOGENEIZZAZIONE DATI .....	33
3.6	CONCLUSIONI.....	33
<b>4</b>	<b>VALUTAZIONE EMPIRICA DELLA FUNZIONALITÀ ATTUALE DEL TRONCO DI SCAMBIO FI-PI-LI "A1 – SCANDICCI".....</b>	<b>34</b>
4.1	METODOLOGIA DI VALUTAZIONE EMPIRICA.....	34
4.2	CRITERI DI VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI SERVIZIO .....	36
4.3	LIVELLO DI SERVIZIO .....	36
4.4	CONCLUSIONI.....	37
<b>5</b>	<b>VALUTAZIONE MICRO MODELLISTICA DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE.....</b>	<b>38</b>
5.1	IMPOSTAZIONE .....	38
5.2	CRESCITA DEL TRAFFICO.....	39
5.3	TRAFFICO INDOTTO DALLE POLARITÀ LOCALI .....	41
5.4	MICROMODELLO E SUOI OUTPUT .....	42
5.5	CRITERI DI VALUTAZIONE FUNZIONALE .....	42
5.6	SCENARIO ATTUALE 2016.....	45
5.6.1	Validazione modello.....	45
5.6.2	Risultanze funzionali .....	52
5.7	SCENARIO PROGRAMMATICO 2026 E 2036.....	56
5.7.1	Input.....	56
5.7.2	Risultanze funzionali .....	56
5.8	SCENARIO PROGETTUALE 2026 E 2036.....	64
5.8.1	Input.....	64
5.8.2	Risultanze funzionali .....	64
5.8.3	Variazione flussi .....	72
5.8.4	Livello di Servizio rotatorie.....	75
<b>6</b>	<b>MACRO BENEFICI PROGETTUALI .....</b>	<b>77</b>
6.1	MACRO INDICATORI DI RETE .....	77
6.2	TEMPI DI PERCORRENZA TRA OD .....	80
<b>7</b>	<b>IMPATTO SULLA VIABILITÀ LOCALE URBANA .....</b>	<b>83</b>
<b>8</b>	<b>STIMA TGMA .....</b>	<b>85</b>
<b>9</b>	<b>SINTESI E CONCLUSIONI .....</b>	<b>88</b>

## Indice delle Tabelle e delle Figure

FIGURA 2-1. AREA DI STUDIO.....	6
TABELLA 3-1. FREQUENZA DI ACCADIMENTO DEGLI EVENTI DI “DISTURBO” IN USCITA DALLA STAZIONE DI SCANDICCI – ANNO 2015 .....	9
FIGURA 3-1. DISTRIBUZIONE ORARIA DEGLI EVENTI DI “DISTURBO” IN USCITA DALLA STAZIONE DI SCANDICCI – ANNO 2015.....	9
FIGURA 3-2. FREQUENZA DI ACCADIMENTO DEGLI EVENTI DI “DISTURBO” IN USCITA DALLA STAZIONE DI SCANDICCI - ANNO 2015.....	10
TABELLA 3-2. FREQUENZA DI ACCADIMENTO DEGLI EVENTI DI “DISTURBO” IN USCITA DALLA STAZIONE DI SCANDICCI – ANNO 2016 .....	10
FIGURA 3-3. DISTRIBUZIONE ORARIA DEGLI EVENTI DI “DISTURBO” IN USCITA DALLA STAZIONE DI SCANDICCI – ANNO 2016.....	11
FIGURA 3-4. FREQUENZA DI ACCADIMENTO DEGLI EVENTI DI “DISTURBO” IN USCITA DALLA STAZIONE DI SCANDICCI - ANNO 2016.....	11
FIGURA 3-5. DISTRIBUZIONE DEL TRAFFICO GIORNALIERO MEDIO DEI GIORNI FERIALI DI MAGGIO E OTTOBRE 2016.....	12
FIGURA 3-6. DISTRIBUZIONE ORARIA DEL TRAFFICO (VEICOLI EQUIVALENTI) ALLA BARRIERA IN ENTRATA.....	13
FIGURA 3-7. DISTRIBUZIONE ORARIA DEL TRAFFICO (VEICOLI EQUIVALENTI) ALLA BARRIERA IN USCITA .....	13
TABELLA 3-3.FLUSSI SULLE RAMPE DELLO SVINCOLO A1 LUNGO LA FI-PI-LI .....	14
FIGURA 3-8.POSIZIONE TELECAMERA – RILIEVO SEZIONE CORRENTE FI-PI-LI.....	15
FIGURA 3-9. SCHEMA FUNZIONALE DIREZIONE PISA/LIVORNO.....	15
FIGURA 3-10. SCHEMA FUNZIONALE DIREZIONE FIRENZE.....	16
TABELLA 3-4.DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI DIREZIONE PISA/LIVORNO .....	16
TABELLA 3-5. DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI DIREZIONE FIRENZE.....	16
FIGURA 3-11. INQUADRAMENTO GENERALE DELLA CAMPAGNA DI RILIEVI CONDOTTA LUNGO LA VIABILITÀ ORDINARIA .....	17
FIGURA 3-12. INDICAZIONE MANOVRE NODO R – ROTONDA 17 MARZO .....	18
FIGURA 3-13. FLUSSO ORARIO MEDIO DEI GIORNI DI RILIEVO NODO R.....	18
FIGURA 3-14. INDICAZIONE MANOVRE NODO B ‘INTERSEZIONE MINERVINI-SOLLICCIANO .....	19
FIGURA 3-15. FLUSSO ORARIO MEDIO DEI GIORNI DI RILIEVO – NODO B .....	19
FIGURA 3-16. INDICAZIONE MANOVRE NODO A – INTERSEZIONE BOSIO-GAMBERINI.....	20
FIGURA 3-17. FLUSSO ORARIO MEDIO NEI GIORNI DI RILIEVO – NODO A.....	20
FIGURA 3-18. ITINERARIO DI BASE PER RILIEVO GPS.....	21
TABELLA 3-6. IDENTIFICATIVO DELLE TRACCE GPS.....	22
FIGURA 3-19. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 2 .....	23
FIGURA 3-20. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 2 – ZOOM A .....	23
FIGURA 3-21. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 3 .....	24
FIGURA 3-22. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 3 – ZOOM A .....	24
FIGURA 3-23. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 4 .....	25
FIGURA 3-24. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 4 – ZOOM A .....	25
FIGURA 3-25. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 5 .....	26
FIGURA 3-26. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 6 .....	26
FIGURA 3-27. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 8 .....	27
FIGURA 3-28. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 8 – ZOOM A .....	27
FIGURA 3-29. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 9 .....	28
FIGURA 3-30. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 9 – ZOOM A .....	28
FIGURA 3-31. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 10 .....	29
FIGURA 3-32. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 10 – ZOOM A .....	29
FIGURA 3-33. DIAGRAMMA DI VELOCITÀ – TRACCIA 11 .....	30
TABELLA 3-7. TRACCE GPS – TEMPI DI PERCORRENZA – FASCIA MATTUTINA .....	31
FIGURA 3-34. ANALISI PER TRATTA DELLE TRACCE GPS - MATTINA.....	31
TABELLA 3-8. TRACCE GPS – TEMPI DI PERCORRENZA – FASCIA SERALE.....	32
FIGURA 3-35. ANALISI PER TRATTA DELLE TRACCE GPS - SERA.....	32
FIGURA 3-36. DEFUSSO ROTATORIA IN USCITA DA SCANDICCI (FI-PI-LI) .....	33
FIGURA 3-37. CONDIZIONI DI DEFUSSO ALL’USCITA DI SCANDICCI (FI-PI-LI) – ORE 08.10.....	33
FIGURA 4-1. SOTTOSISTEMI PER LA DEFINIZIONE DELLE MATRICI O/D .....	34
TABELLA 4-1. MATRICE ORIGINE-DESTINAZIONE DEL “SOTTOSISTEMA” AUTOSTRADALE .....	35
TABELLA 4-2. MATRICE ORIGINE-DESTINAZIONE DEL “SOTTOSISTEMA” FI-PI-LI.....	35
FIGURA 4-2. SCHEMA DI RIFERIMENTO PER LA VERIFICA DEL LOS .....	36
TABELLA 4-3. CLASSI DI ATTRIBUZIONE DEL LOS (FONTE HCM) .....	36
TABELLA 4-4. LOS ATTUALE 2016 DIREZIONE FIRENZE .....	36

TABELLA 4-5. LOS ATTUALE 2016 DIREZIONE PISA/LIVORNO .....	37
FIGURA 5-1. SCENARIO ATTUALE: MODELLO DI BASE.....	38
FIGURA 5-2. DATO STORICO E STIMA DELL'ANDAMENTO FUTURO DEL TGMA BIDIREZIONALE - VEICOLI LEGGERI .....	39
FIGURA 5-3. DATO STORICO E STIMA DELL'ANDAMENTO FUTURO DEL TGMA BIDIREZIONALE - VEICOLI PENSANTI .....	40
TABELLA 5-1. STIMA DEI TASSI DI CRESCITA 2026 E 2036 PER IL TRAFFICO AUTOSTRADALE DISTINTO PER CLASSI VEICOLARI .....	40
TABELLA 5-2. CRESCITA DELLA POPOLAZIONE RESIDENTE NELLA CITTÀ METROPOLITANA DI FIRENZE .....	40
TABELLA 5-3. STIMA DEI TASSI DI CRESCITA 2026 E 2036 PER LE RESTANTI COPPIE OD.....	40
FIGURA 5-4. INQUADRAMENTO PROGETTO EX CDR (FONTE: PROGETTO PRESENTATO AL COMUNE DI SCANDICCI PER LA PROCEDURA DI VIA) .....	41
TABELLA 5-4. STIMA DEL TRAFFICO ORARIO INDOTTO PER L'INSEDIAMENTO DEL NUOVO CENTRO COMMERCIALE .....	41
FIGURA 5-5. CONDIZIONI DI DEFLUSSO E RELATIVI LIVELLI DI SERVIZIO .....	43
TABELLA 5-5. CLASSI DI ATTRIBUZIONE DEL LOS PER TRONCHI DI SCAMBIO (FONTE: HCM).....	43
TABELLA 5-6. CLASSI DI ATTRIBUZIONE DEL LOS PER APPROCCI A INTERSEZIONI NON SEMAFORIZZATE (FONTE: HCM).....	43
TABELLA 5-7. CLASSI DI ATTRIBUZIONE DEL LOS PER ARCHI DI TIPO "URBAN" (FONTE HCM) .....	44
TABELLA 5-8. CLASSI DI ATTRIBUZIONE DEL LOS PER ARCHI DI TIPO "MULTILANE HIGHWAYS" (FONTE HCM) .....	44
FIGURA 5-6. SCENARIO ATTUALE: IDENTIFICAZIONE DEI CENTROIDI DEL MODELLO.....	45
TABELLA 5-9 CALCOLO GEH DEI FLUSSI SIMULATI NEL PERIODO 7:00-9:00.....	46
TABELLA 5-10. CALCOLO GEH DEI FLUSSI SIMULATI NEL PERIODO 18:00-20:00.....	48
FIGURA 5-7. SCENARIO ATTUALE: VALIDAZIONE PERIODO 7:00-9:00 VEICOLI LEGGERI.....	51
FIGURA 5-8. SCENARIO ATTUALE: VALIDAZIONE PERIODO 18:00-20:00 VEICOLI LEGGERI.....	51
FIGURA 5-9. SCENARIO ATTUALE - FLUSSOGRAMMA DEI VOLUMI 8:00 – 9:00.....	53
FIGURA 5-10. SCENARIO ATTUALE - FLUSSOGRAMMA DEI VOLUMI 19:00 – 20:00.....	53
FIGURA 5-11. SCENARIO ATTUALE - LEVEL OF EFFICIENCY 8:00 – 9:00 .....	54
FIGURA 5-12. SCENARIO ATTUALE - LEVEL OF EFFICIENCY 19:00 – 20:00 .....	54
FIGURA 5-13. SCENARIO ATTUALE - LOS 8:00 – 9:00 .....	55
FIGURA 5-14. SCENARIO ATTUALE - LOS 19:00 – 20:00 .....	55
FIGURA 5-15. GRAFO DEGLI SCENARI PROGRAMMATICI 2026 E 2036.....	56
FIGURA 5-16. SCENARIO PROGRAMMATICO 2026 - FLUSSOGRAMMA DEI VOLUMI 8:00 – 9:00 .....	58
FIGURA 5-17. SCENARIO PROGRAMMATICO 2026 - FLUSSOGRAMMA DEI VOLUMI 19:00 – 20:00 .....	58
FIGURA 5-18. SCENARIO PROGRAMMATICO 2026 - LEVEL OF EFFICIENCY 8:00 – 9:00 .....	59
FIGURA 5-19. SCENARIO PROGRAMMATICO 2026 - LEVEL OF EFFICIENCY 19:00 – 20:00 .....	59
FIGURA 5-20. SCENARIO PROGRAMMATICO 2026 - LOS 8:00 – 9:00.....	60
FIGURA 5-21. SCENARIO PROGRAMMATICO 2026 - LOS 19:00 – 20:00.....	60
FIGURA 5-22. SCENARIO PROGRAMMATICO 2036 - FLUSSOGRAMMA DEI VOLUMI 8:00 – 9:00 .....	61
FIGURA 5-23. SCENARIO PROGRAMMATICO 2036 - FLUSSOGRAMMA DEI VOLUMI 19:00 – 20:00 .....	61
FIGURA 5-24. SCENARIO PROGRAMMATICO 2036 - LEVEL OF EFFICIENCY 8:00 – 9:00 .....	62
FIGURA 5-25. SCENARIO PROGRAMMATICO 2036 - LEVEL OF EFFICIENCY 19:00 – 20:00 .....	62
FIGURA 5-26. SCENARIO PROGRAMMATICO 2036 - LOS 8:00 – 9:00.....	63
FIGURA 5-27. SCENARIO PROGRAMMATICO 2036 - LOS 19:00 – 20:00.....	63
FIGURA 5-28. GRAFO DEGLI SCENARI PROGETTUALI 2026 E 2036.....	64
FIGURA 5-29. SCENARIO PROGETTO 2026 - FLUSSOGRAMMA DEI VOLUMI 8:00 – 9:00 .....	66
FIGURA 5-30. SCENARIO PROGETTO 2026 - FLUSSOGRAMMA DEI VOLUMI 19:00 – 20:00 .....	66
FIGURA 5-31. SCENARIO PROGETTO 2026 - LEVEL OF EFFICIENCY 8:00 – 9:00 .....	67
FIGURA 5-32. SCENARIO PROGETTO 2026 - LEVEL OF EFFICIENCY 19:00 – 20:00 .....	67
FIGURA 5-33. SCENARIO PROGETTO 2026 - LOS 8:00 – 9:00 .....	68
FIGURA 5-34. SCENARIO PROGETTO 2026 - LOS 19:00 – 20:00 .....	68
FIGURA 5-35. SCENARIO PROGETTO 2036 - FLUSSOGRAMMA DEI VOLUMI 8:00 – 9:00 .....	69
FIGURA 5-36. SCENARIO PROGETTO 2036 - FLUSSOGRAMMA DEI VOLUMI 19:00 – 20:00 .....	69
FIGURA 5-37. SCENARIO PROGETTO 2036 - LEVEL OF EFFICIENCY 8:00 – 9:00 .....	70
FIGURA 5-38. SCENARIO PROGETTO 2036 - LEVEL OF EFFICIENCY 19:00 – 20:00 .....	70
FIGURA 5-39. SCENARIO PROGETTO 2036 - LOS 8:00 – 9:00 .....	71
FIGURA 5-40. SCENARIO PROGETTO 2036 - LOS 19:00 – 20:00 .....	71
FIGURA 5-41. DIFFERENZA TRA I FLUSSI DELLO SCENARIO DI PROGETTO E QUELLI DELLO SCENARIO PROGRAMMATICO.....	73
SCENARIO 2026 (8:00-9:00) .....	73
FIGURA 5-42. DIFFERENZA TRA I FLUSSI DELLO SCENARIO DI PROGETTO E QUELLI DELLO SCENARIO PROGRAMMATICO.....	73
SCENARIO 2026 (19:00-20:00) .....	73
FIGURA 5-43. DIFFERENZA TRA I FLUSSI DELLO SCENARIO DI PROGETTO E QUELLI DELLO SCENARIO PROGRAMMATICO.....	74

SCENARIO 2036 (8:00-9:00) .....	74
FIGURA 5-44. DIFFERENZA TRA I FLUSSI DELLO SCENARIO DI PROGETTO E QUELLI DELLO SCENARIO PROGRAMMATICO.....	74
SCENARIO 2036 (19:00-20:00) .....	74
FIGURA 5-45. ARCHI DI INGRESSO DELLE INTERSEZIONI: A SINISTRA ROTATORIA DI PROGETTO; A DESTRA ROTATORIA 17 MARZO.....	75
TABELLA 5-11. LOS ROTATORIA DI PROGETTO SCENARIO 2026 .....	75
TABELLA 5-12. LOS ROTATORIA DI PROGETTO SCENARIO 2036 .....	75
TABELLA 5-13. LOS ROTATORIA 17 MARZO SCENARIO PROGRAMMATICO 2026.....	76
TABELLA 5-14. LOS ROTATORIA 17 MARZO SCENARIO DI PROGETTO 2026 .....	76
TABELLA 5-15. LOS ROTATORIA 17 MARZO SCENARIO PROGRAMMATICO 2036.....	76
TABELLA 5-16. LOS ROTATORIA 17 MARZO SCENARIO DI PROGETTO 2036 .....	76
TABELLA 6-1. MACRO INDICATORI DI RETE NELLE DUE ORE DI SIMULAZIONE .....	77
FIGURA 6-1. SCENARIO 2026 – MACRO INDICATORI DI SIMULAZIONE .....	78
FIGURA 6-2. SCENARIO 2036 – MACRO INDICATORI DI SIMULAZIONE .....	78
TABELLA 6-2. SCENARIO 2026 – MACRO INDICATORI DI SIMULAZIONE.....	79
TABELLA 6-3. SCENARIO 2036 – MACRO INDICATORI DI SIMULAZIONE.....	79
FIGURA 6-3. SCENARIO ATTUALE: IDENTIFICAZIONE DEI CENTROIDI DEL MODELLO.....	80
FIGURA 6-4. CONFRONTO TEMPI MEDI DI VIAGGIO PROGRAMMATICO-PROGETTO (SCENARIO 2026 MATTINA).....	81
FIGURA 6-5. CONFRONTO TEMPI MEDI DI VIAGGIO PROGRAMMATICO-PROGETTO (SCENARIO 2026 POMERIGGIO) .....	81
FIGURA 6-6. CONFRONTO TEMPI MEDI DI VIAGGIO PROGRAMMATICO-PROGETTO (SCENARIO 2036 MATTINA).....	82
FIGURA 6-7. CONFRONTO TEMPI MEDI DI VIAGGIO PROGRAMMATICO-PROGETTO (SCENARIO 2036 POMERIGGIO) .....	82
FIGURA 6-8. INQUADRAMENTO DEL MICRO MODELLO NELLA VIABILITÀ CIRCOSTANTE.....	83
FIGURA 7-1. STIMA DEL TGMA 2016.....	85
FIGURA 7-2. STIMA DEL TGMA PROGRAMMATICO 2026 .....	85
FIGURA 7-3. STIMA DEL TGMA PROGRAMMATICO 2036 .....	86
FIGURA 7-4. STIMA DEL TGMA PROGETTO 2026.....	86
FIGURA 7-5. STIMA DEL TGMA PROGETTO 2036.....	87

## 1 PREMESSA

Per la redazione del presente studio di traffico sono state utilizzate le indagini di traffico realizzate nel 2016 per lo Studio di prefattibilità. Non sono state effettuate nuove indagini aggiornate poiché, al momento della redazione dello studio, ultimo trimestre 2020, l'Italia si trovava ancora in piena pandemia da COVID-19: il traffico rilevato non sarebbe quindi stato realistico.

Il presente Studio analizza la soluzione progettuale scelta tra quelle analizzate nello Studio di prefattibilità.

## 2 INTRODUZIONE

Il presente documento presenta le attività svolte nell'ambito dello Studio di Traffico per il potenziamento dell'allacciamento dello svincolo A1 di Firenze Scandicci alla S.G.C. FI-PI-LI e alla viabilità ordinaria locale e ne illustra i principali risultati.

Lo studio, che è stato sviluppato in 2 fasi di lavoro, vede le seguenti macro attività:

- Fase 1
  - Campagna di indagini e raccolta dati di traffico esistenti,
  - Analisi condizioni di circolazione attuali,
  - Valutazioni funzionali empiriche attuali.
- Fase 2
  - Valutazioni funzionali tramite modello di micro simulazione dello scenario attuale, programmatico e progettuale.

L'area di studio ha ricompreso al suo interno:

- Il casello autostradale di Scandicci;
- Le rampe di ingresso/uscita afferenti al casello A1, sia verso l'autostrada che verso la SGC FI-PI-LI;
- Le rampe di ingresso/uscita afferenti allo svincolo di Scandicci lungo la SGC FI-PI-LI;
- Le sezioni della SGC FI-PI-LI tra lo svincolo di Scandicci e quello con la A1;
- La viabilità locale: in particolare le strade afferenti alla rotatoria 17 Marzo posta a valle dello svincolo di Scandicci lungo la SGC FI-PI-LI, Via del Pantano, Via Bosio e via Minervini.



Figura 2-1. Area di studio

Nel corso della **prima fase** di lavoro, a partire dagli esiti della campagna di indagini, condotte sia attraverso il reperimento di dati già disponibili sia attraverso rilievi manuali e conteggi a video, è stato possibile ricostruire la fotografia dello stato attuale dei movimenti veicolari. Sulla base di tale fotografia si è proceduto con la verifica empirica delle condizioni di funzionalità attuali del sistema viario, con particolare attenzione al tronco di scambio sulla FI-PI-LI compreso tra il nodo A1 e lo svincolo di Scandicci sulla suddetta SGC.

Dai risultati di questa prima fase è emersa chiaramente la necessità di estendere l'area di analisi ricomprendendo tutta la viabilità compresa nell'area di studio e quindi analizzando anche la viabilità ordinaria locale; il motivo è stato duplice:

- Le prestazioni del sistema A1 - FI-PI-LI sono direttamente connesse a quelle del sottosistema urbano, in particolare alla sua capacità recettiva;

- L'attuale layout infrastrutturale obbliga al passaggio dalla FI-PI-LI anche gli utenti che si spostano tra l'area urbana e l'Autostrada A1, aggravando la condizione di deflusso lungo la FI-PI-LI stessa: lo studio di un'eventuale soluzione a questa problematica non coinvolge quindi esclusivamente gli utenti delle due infrastrutture stradali principali ma anche quelli della viabilità locale.

La **seconda fase** ha visto quindi l'analisi di tutto il sistema viario ricompreso nell'area di studio tramite l'ausilio di un modello di micro simulazione dinamica della circolazione veicolare, con il quale si sono ricostruite le dinamiche di scambio dei flussi e quelle degli accodamenti attuali; lo stesso modello è stato poi utilizzato per la valutazione delle prestazioni funzionali del sistema e delle sue arterie stradali nello scenario di progetto.

Il modello ha quindi lo scopo di:

- Verificare la scelta dei percorsi e quindi il livello di servizio della rete infrastrutturale;
- Verificare il livello di servizio reale degli archi stradali e delle intersezioni;
- Controllare le conseguenze delle scelte progettuali rispetto agli scenari programmatici.

### 3 DATI DI TRAFFICO E CONDIZIONI DI DEFLUSSO ATTUALI

Per la ricostruzione dello scenario attuale del sistema viario analizzato si è fatto riferimento sia a banche dati rese disponibili dagli Enti gestori e dalle Pubbliche Amministrazioni, sia a conteggi manuali effettuati a bordo strada.

Nel seguito verranno presentate le indagini per ognuno degli ambiti di analisi considerati, ovvero quello autostradale e quello della FI-PI-LI, e la campagna di rilievo veicolare condotta lungo la viabilità ordinaria di Scandicci

#### 3.1 AMBITO AUTOSTRADALE

##### 3.1.1 DATI RACCOLTI

In ambito autostradale sono stati raccolti i seguenti dati:

- Movimenti della stazione di pedaggio di Firenze Scandicci
- Fattori di crisi influenti il deflusso dalla stazione di esazione di Firenze Scandicci

La raccolta di questi dati ha avuto le seguenti finalità:

- Verificare che gli accodamenti lungo la FI-PI-LI non fossero dovuti a problemi di deflusso alla stazione A1 di Firenze Scandicci.
- Valutare se il periodo in cui sono stati effettuati i rilievi lungo la FI-PI-LI fosse rappresentativo di un giorno Feriale Medio Scolastico Medio;

##### 3.1.2 DEFLUSSO ALLA STAZIONE “A1 FIRENZE SCANDICCI”

L'analisi delle condizioni di funzionalità del sistema autostradale si integra con le valutazioni afferenti gli eventi occorsi e registrati da Autostrade che hanno portato disagi alla circolazione.

Con riferimento a tutto il 2015 e a tutto il 2016 si è potuto determinare il numero di ore in cui nell'arco di un anno si è verificato un certo tipo di problema, tra i quali sono registrate le seguenti situazioni:

- “Esterno che non riceve”;
- “Materiali dispersi”;
- “Mezzo fermo/avarìa”;
- “Perdita accidentale”;
- “Traffico intenso”.

Solo in minima percentuale (e ragionevolmente trascurabile nell'arco di un anno) le criticità registrate in uscita dal casello si ripercuotono nel sedime autostradale, sia in relazione alla causa “esterno che non riceve” che “traffico intenso”; d'altra parte, la stessa indagine effettuata con vettura flottante (si veda il Capitolo 3.4) ha dimostrato come in nessuna delle tracce registrate ci siano stati rallentamenti forzati prima della stazione, ma sempre una volta lasciato il casello.

Al fine di valutare la rappresentatività dei giorni di indagine sulle tratte della SGC FI-PI-LI è stato verificato che nel database non fossero presenti eventi “di disturbo” nei giorni dal 4 al 5 ottobre 2016 in cui, appunto, sono stati predisposti i rilievi di traffico sulle rampe dello svincolo A1 lungo la FI-PI-LI.

Tra gli eventi risulta un evento in cui “Esterno non riceve” durante la mattina del 5 ottobre 2016, tra le 8:12 e le 10:22. Nel successivo capitolo 3.1.3 si riporta l'andamento dei flussi registrato in tale giorno alla barriera autostradale di Scandicci da cui è possibile infatti osservare un marcato scostamento dall'andamento medio dovuto proprio a questo evento.

Si riportano di seguito le elaborazioni grafiche per gli eventi di disturbo verificatisi nel 2015 e nel 2016.

Tabella 3-1. Frequenza di accadimento degli eventi di "disturbo" in uscita dalla stazione di Scandicci – anno 2015

Ora	Ore / anno				
	Esterno che non riceve	Materiali dispersi	Mezzo Fermo/Avaria	Perdit.Accidentale	Traffico Intenso
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	20,18	0,72	0,00	0,00	11,75
9	2,63	0,00	0,00	0,00	6,61
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,32	0,00	0,17	0,00	0,80
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00
17	3,70	0,00	0,00	0,00	1,52
18	4,08	0,00	0,00	0,00	4,53
19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>% ore / anno 2015</b>	<b>1,06%</b>	<b>0,02%</b>	<b>0,01%</b>	<b>0,01%</b>	<b>0,94%</b>

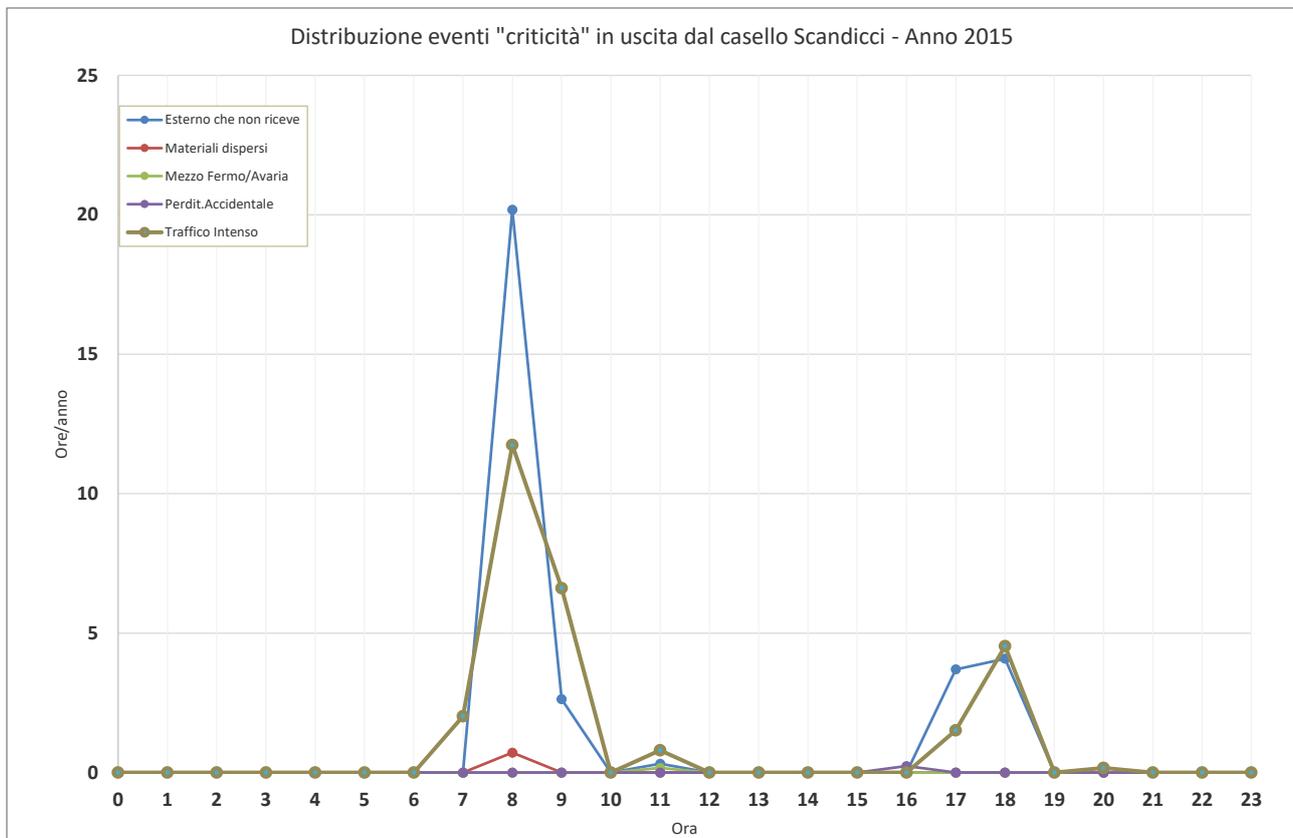


Figura 3-1. Distribuzione oraria degli eventi di "disturbo" in uscita dalla stazione di Scandicci – anno 2015

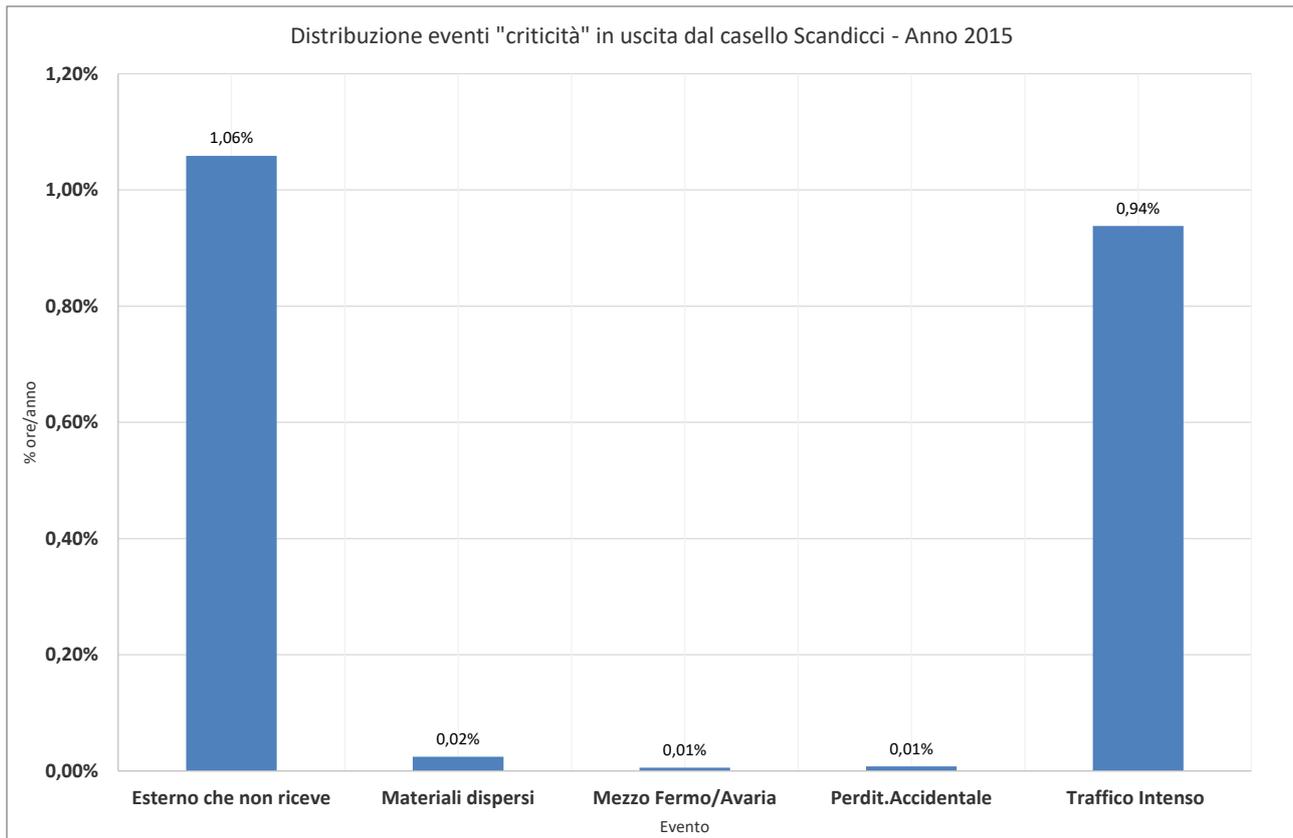


Figura 3-2. Frequenza di accadimento degli eventi di "disturbo" in uscita dalla stazione di Scandicci - anno 2015

Tabella 3-2. Frequenza di accadimento degli eventi di "disturbo" in uscita dalla stazione di Scandicci – anno 2016

Ora	Ore / anno				
	Esterno che non riceve	Materiali dispersi	Mezzo Fermo/Avaria	Perdit.Accidentale	Traffico Intenso
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	5,02	0,00	0,00	0,00	7,46
8	27,46	0,00	0,00	0,00	23,49
9	1,08	0,00	0,00	0,00	6,30
10	0,00	0,00	0,00	0,00	3,87
11	0,00	0,00	0,00	0,00	2,79
12	2,97	0,00	0,00	0,00	3,43
13	0,00	0,00	0,00	0,00	1,26
14	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
15	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00
16	2,93	0,00	0,00	0,00	0,04
17	2,95	0,00	0,00	0,00	2,72
18	2,23	0,00	0,00	0,00	2,20
19	0,38	0,00	0,00	0,00	6,16
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>% ore / anno 2016</b>	<b>1,40%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,07%</b>	<b>0,00%</b>	<b>1,37%</b>

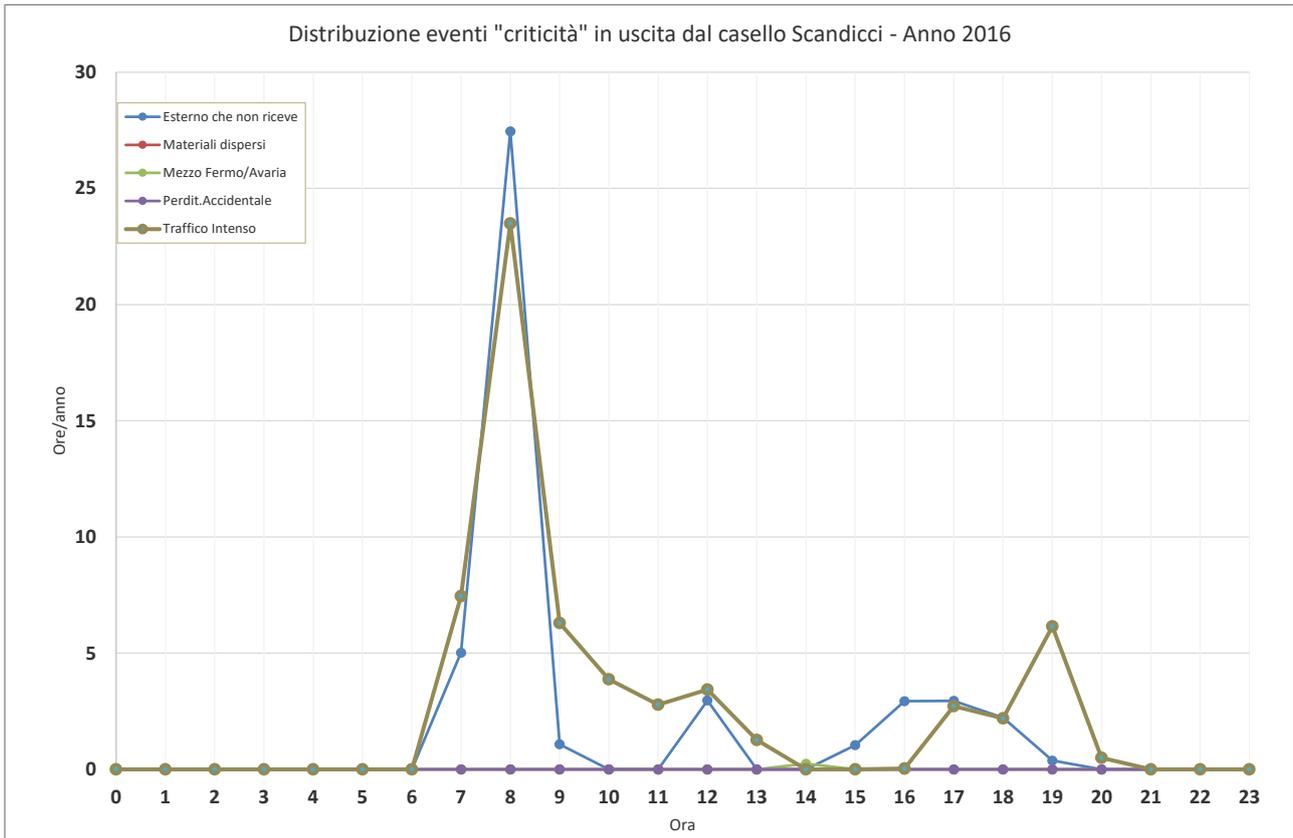


Figura 3-3. Distribuzione oraria degli eventi di "disturbo" in uscita dalla stazione di Scandicci – anno 2016

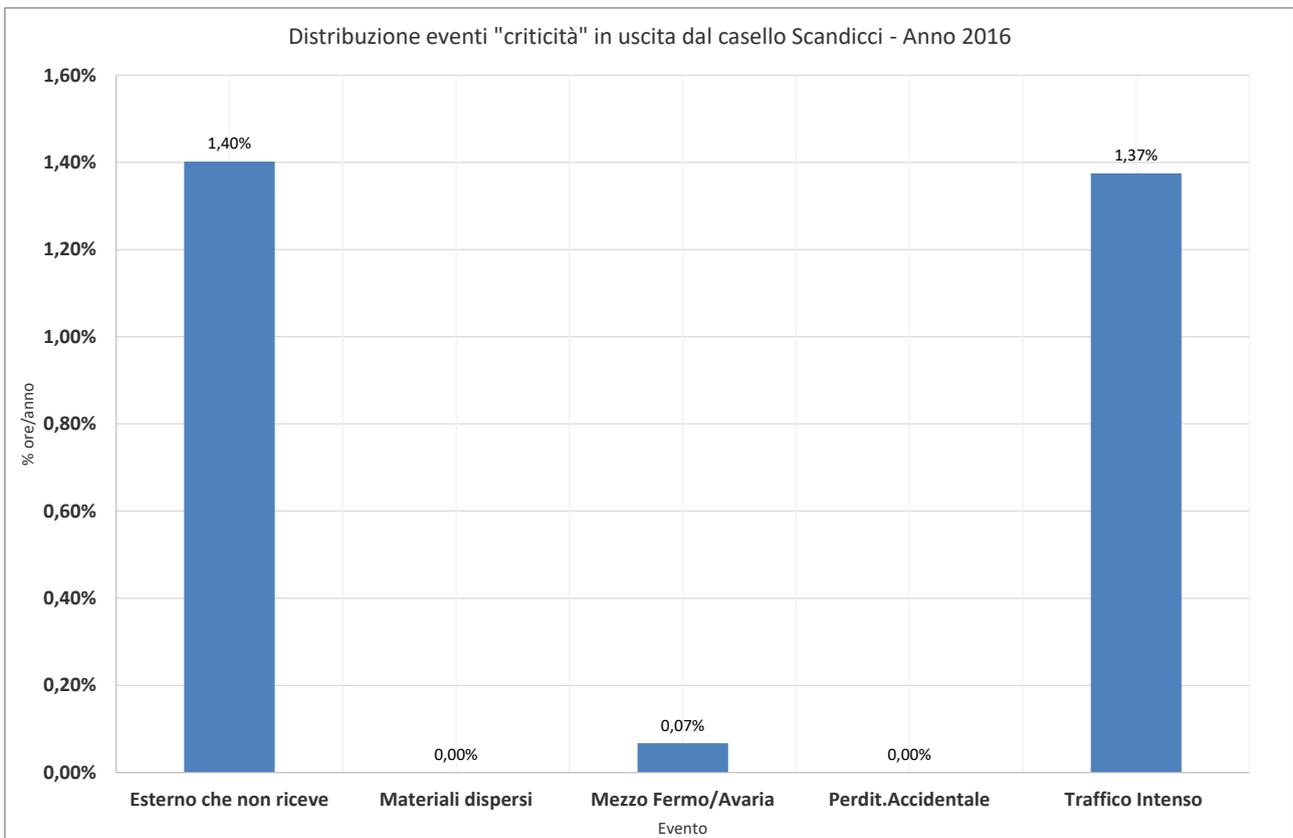


Figura 3-4. Frequenza di accadimento degli eventi di "disturbo" in uscita dalla stazione di Scandicci - anno 2016

### 3.1.3 RAPPRESENTATIVITA' PERIODO DI INDAGINE

Nel presente paragrafo si presenta l'analisi della rappresentatività delle indagini fatte sulle quattro rampe dello svincolo A1 lungi la FI-PI-LI rispetto al Giorno Medio Feriale Annuo (GMFeA). Tali indagini sono state fatte il 4 e il 5 ottobre 2016. L'analisi dei flussi che interessano il casello di Firenze Scandicci si basa sui dati di traffico orari (entrate e uscite distinte per classi veicolari) forniti da Autostrade. Dal database disponibile sono stati estratti i mesi di maggio e ottobre che risultano maggiormente rappresentativi del Traffico Giornaliero Medio Feriale Annuo (TGMFeA). Il TGMFe è stato quindi calcolato come media dei giorni feriali di maggio e ottobre.

Sono stati estratti gli andamenti orari dei giorni feriali dal lunedì al venerdì delle varie classi veicolari registrate al casello. Le classi di pedaggio sono state aggregate in tre classi veicolari:

- veicoli leggeri - classe 10;
- veicoli commerciali leggeri - classe 20;
- veicoli commerciali pesanti - classi 30, 40 e 50.

Il conteggio giornaliero è stato valutato in termini di veicoli leggeri equivalenti applicando un coefficiente di equivalenza 1,5 alla classe 20 e un coefficiente equivalenza 2,0 alle classi 30, 40 e 50.

Dai dati disponibili è stata analizzata la distribuzione campionaria in termini di veicoli equivalenti giornalieri bidirezionali al fine di individuare il Giorno Medio Feriale Annuo del 2016. La procedura ha individuato come giorno rappresentativo del GMFeA il 13 ottobre 2016 ovvero il giorno maggiormente rappresentativo delle condizioni medie di traffico feriale che presentava il minor scarto positivo rispetto al valor medio della distribuzione.

La distribuzione dei dati del Traffico Giornaliero Medio dei giorni Feriali (TGMFe) presenta un valor medio di 69.766 veicoli equivalenti. Si riportano nella figura sottostante i valori dei giorni in cui sono state effettuate le indagini sulla FI-PI-LI (4 e 5 ottobre 2016) e il giorno rappresentativo (13 ottobre 2016). Inoltre si evidenziano i relativi scarti rispetto al valore medio della distribuzione. Il giorno del 4 ottobre risulta rappresentativo del GMFeA mentre il giorno 5 ottobre presenta un valore molto disperso rispetto al valore medio della distribuzione.

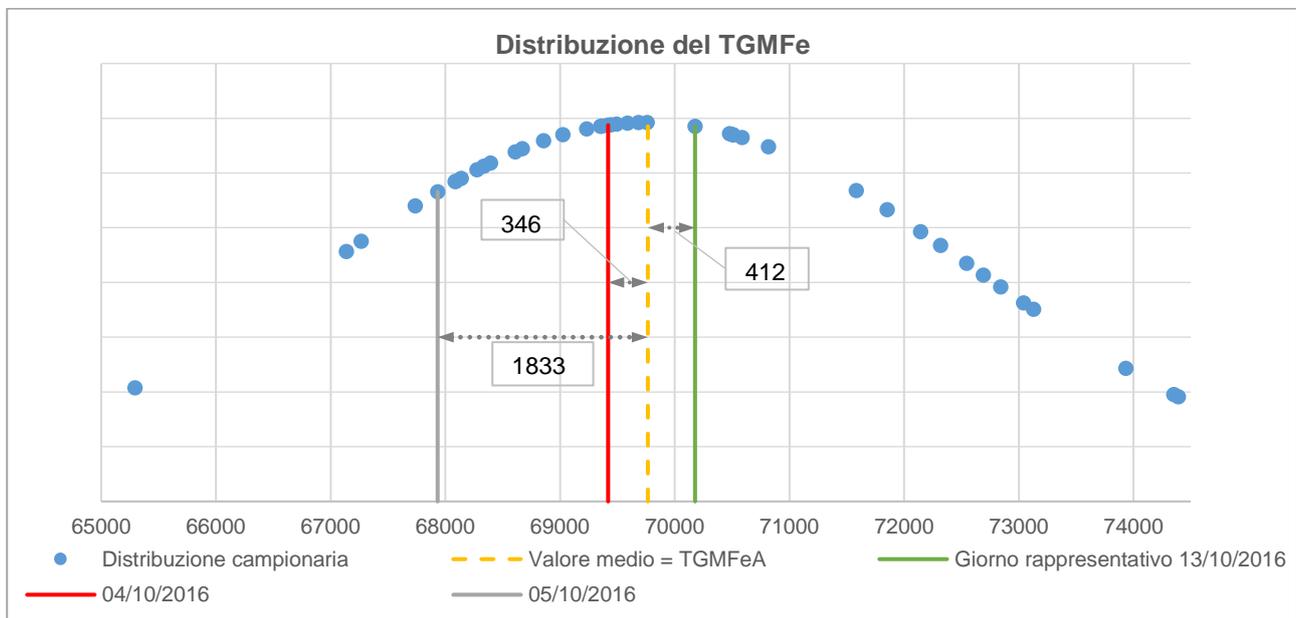


Figura 3-5. Distribuzione del Traffico Giornaliero Medio dei Giorni Feriali di maggio e ottobre 2016

Nelle successive elaborazioni grafiche si presentano nel dettaglio gli andamenti orari distinti per direzione dei giorni presi in esame da cui è possibile osservare le variazioni rispetto al Giorno medio.

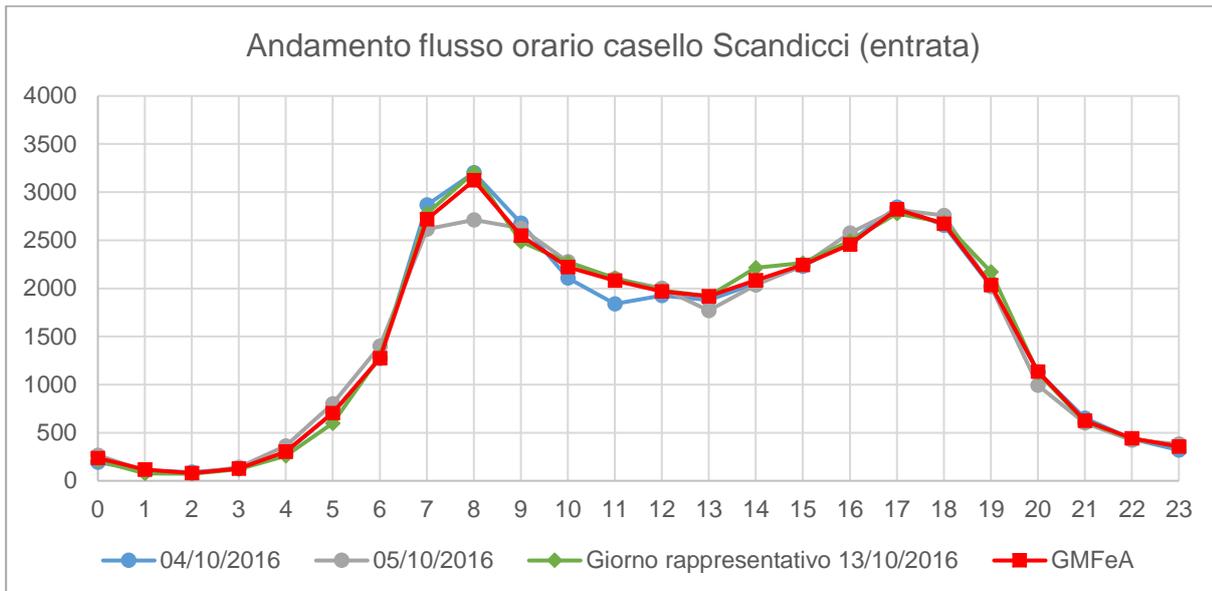


Figura 3-6. Distribuzione oraria del traffico (veicoli equivalenti) alla barriera in entrata

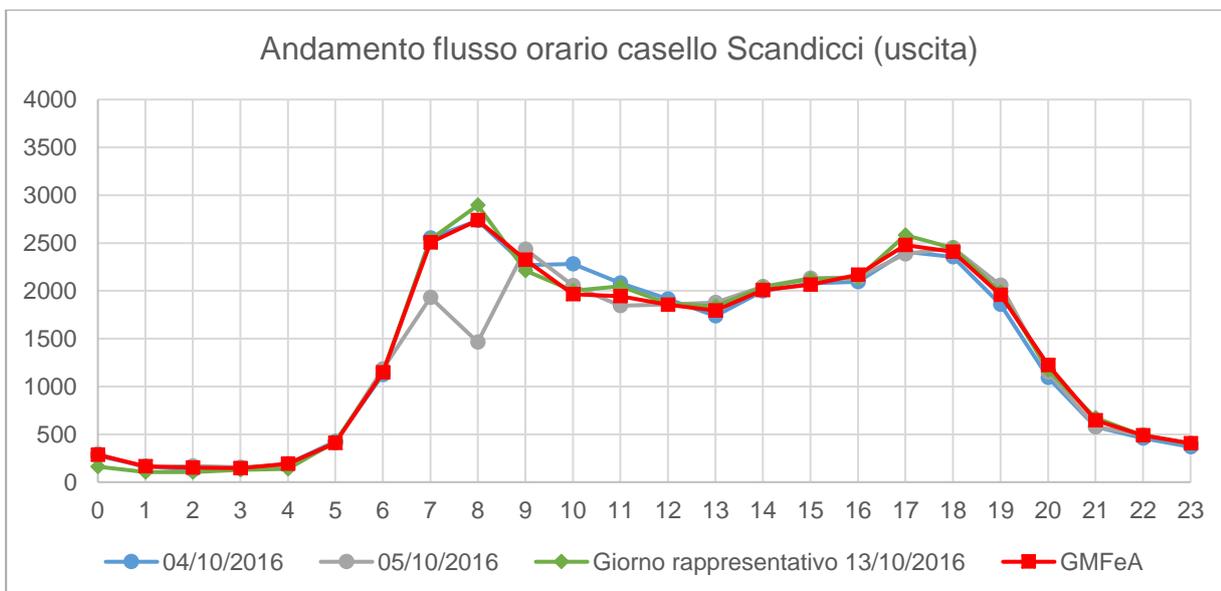


Figura 3-7. Distribuzione oraria del traffico (veicoli equivalenti) alla barriera in uscita

Come precedentemente anticipato nel Capitolo 3.1.2 per il giorno 5 ottobre è stato rilevato dalle ore 8:12 alle ore 10:22 un evento “di disturbo” alla circolazione con la dicitura “Esterno che non riceve”. Nella distribuzione oraria dei flussi della Figura 3-6 e Figura 3-7 è possibile osservare l’evento con una forte riduzione dei flussi, principalmente in direzione uscita dal casello autostradale ma anche in modo meno marcato in direzione d’entrata.

Il giorno 4 ottobre viceversa presenta un andamento in entrambe le direzioni molto simile a quello del GMFeA con leggeri scostamenti nei periodi di morbida del mattino.

Il giorno rappresentativo 13 ottobre presenta un andamento praticamente coincidente rispetto a quello del GMFeA, il quale, in assenza delle 8760 ore del 2016, è stato calcolato proprio come media di tutti i giorni feriali di maggio e ottobre 2016.

In virtù di questi risultati è stato deciso di escludere il 5 ottobre 2016 dai giorni rappresentativi di indagine della FI-PI-LI e di mantenere il **4 ottobre 2016 come rappresentativo delle condizioni di traffico del Giorno Feriale Medio Annuo 2016.**

## 3.2 AMBITO FI-PI-LI

### 3.2.1 DATI RACCOLTI

Al fine di “legare” l’ambito autostradale a quello della FI-PI-LI, nonché al successivo rilievo delle condizioni di deflusso del tronco della SGC afferente il nodo di Scandicci, si sono acquisiti i seguenti dati di traffico, ovvero:

- Svincolo A1: movimenti delle 4 rampe che dal piazzale della stazione di pedaggio immettono o provengono dalla FI-PI-LI; rilievo tramite videocamere.
- Tronco di scambio “svincolo A1 – svincolo Scandicci”: flussi di sezione nel tratto della FI-PI-LI compreso tra lo svincolo A1 ed il successivo svincolo di Scandicci, con il fine di valutare, oltre i flussi di tratta, i movimenti nelle rampe di Scandicci e l’entità delle manovre interferenti nel tratto di scambio; rilievo tramite videocamere.

### 3.2.2 SVINCOLO A1

Sono stati esaminati i video di mercoledì 4 ottobre 2016, dai quali è stato possibile conteggiare gli ingressi per le direzioni Pisa/Livorno e Firenze, nonché le uscite da Pisa/Livorno e da Firenze. Nella tabella seguente si riporta il totale dei veicoli conteggiati e la quantificazione del PHF; poiché il modello di micro simulazione del traffico è stato implementato su due fasce orarie, si riportano nello specifico i valori conteggiati per le due ore di punta del mattino (7:00-9:00) e per le due ore di punta del pomeriggio (18:00-20:00). Il valore medio del fattore dell’ora di punta dimostra come i flussi siano piuttosto bilanciati nell’arco dell’ora, sia della fascia di punta mattutina che di quella serale.

Tabella 3-3.Flussi sulle rampe dello svincolo A1 lungo la FI-PI-LI

Manovra	Ora	04/10/2016	PHF
Ingresso in FI-PI-LI direzione Firenze	7 - 8	362	0,77
	8 - 9	557	0,82
	18 - 19	651	0,85
	19 - 20	446	0,86
Ingresso in FI-PI-LI direzione Mare	7 - 8	1474	0,79
	8 - 9	1764	0,89
	18 - 19	1523	0,93
	19 - 20	1223	0,89
Uscita da FI-PI-LI provenienza Firenze	7 - 8	846	0,80
	8 - 9	1068	0,88
	18 - 19	614	0,92
	19 - 20	526	0,83
Uscita da FI-PI-LI provenienza Mare	7 - 8	1269	0,79
	8 - 9	1467	0,90
	18 - 19	1632	0,92
	19 - 20	1152	0,77
<b>media</b>			<b>0,85</b>

### 3.2.3 TRONCO DI SCAMBIO SVINCOLO A1 - SVINCOLO SCANDICCI

A completamento dei conteggi di traffico sono stati acquisiti i rilievi video (nei giorni 11-12-13 Ottobre 2016) della telecamera brandeggiabile presente in itinere, posizionata nel PMV poco prima della diversione per Firenze Scandicci (Figura 3-8). Le analisi sono state condotte rispetto a due classi veicolari: veicoli leggeri (VL) e veicoli pesanti (VP).



Figura 3-8. Posizione telecamera – rilievo sezione corrente FI-PI-LI

In ragione dello schema di Figura 3-9 e Figura 3-10, sono stati valutati (per la fascia mattutina 7-9 e serale 18-20):

- per la direzione Pisa/Livorno:
  - i flussi in uscita verso Scandicci (manovra  $f_5+f_4$  con riferimento allo schema);
  - i flussi in ingresso da Scandicci ( $f_3$ );
  - il totale della sezione immediatamente a valle della diversione per Scandicci ( $f_1+f_2$ );
  - la manovra di diversione  $f_5$ ;
- per la direzione Firenze:
  - il flusso in ingresso da Scandicci ( $f_3$ );
  - il flusso di diversione  $f_2$ ;
  - il flusso totale di sezione ( $f_1+f_2+f_5$ )
  -

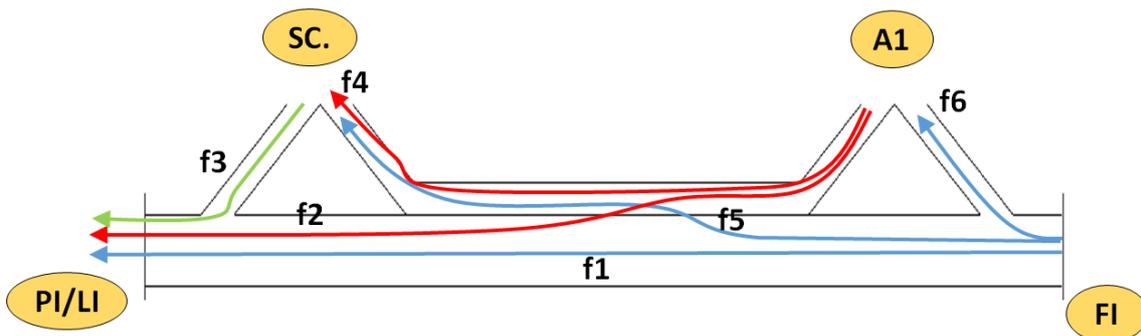


Figura 3-9. Schema funzionale direzione Pisa/Livorno

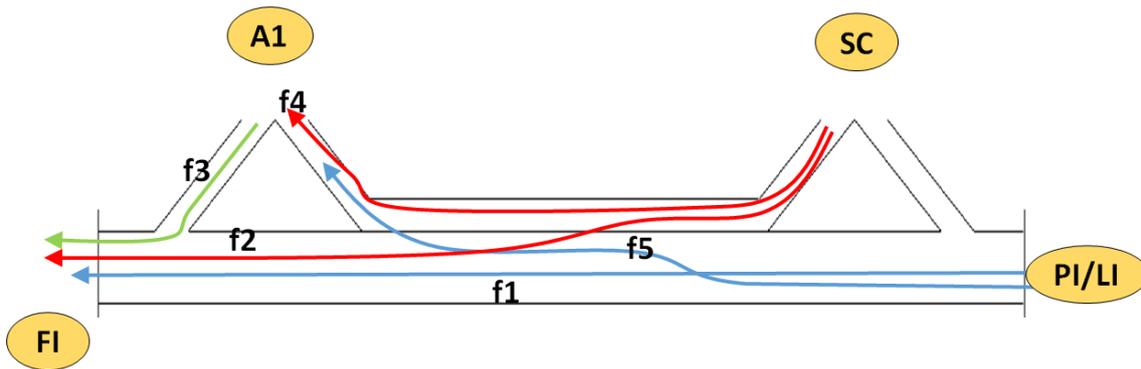


Figura 3-10. Schema funzionale direzione Firenze

Nelle tabelle di seguito riportate sono illustrati i risultati ottenuti. Le manovre mancanti sono state dedotte dai movimenti di svincolo già descritti nei precedenti paragrafi.

Tabella 3-4. Distribuzione dei flussi direzione Pisa/Livorno

Ora	Componente del flusso (VP)						
	(f1+f5+f6)	f6	f5	f4	f3	f2	f1
7 - 8	213	56	35	26	5	61	79
8 - 9	258	66	41	23	13	58	99
18 - 19	207	40	17	8	4	83	129
19 - 20	181	33	20	12	2	72	103

Ora	Componente del flusso (VL)						
	(f1+f5+f6)	f6	f5	f4	f3	f2	f1
7 - 8	2445	744	830	628	117	705	914
8 - 9	2966	883	994	555	138	670	1140
18 - 19	2386	528	397	193	235	958	1483
19 - 20	2081	438	489	300	208	823	1179

Tabella 3-5. Distribuzione dei flussi direzione Firenze

Ora	Componente del flusso (VP)					
	(f1+f5)	f5	f4	f3	f2	f1
7 - 8	325	83	55	37	6	242
8 - 9	256	93	59	25	5	163
18 - 19	205	91	68	38	8	115
19 - 20	196	60	51	29	4	136

Ora	Componente del flusso (VL)					
	(f1+f5)	f5	f4	f3	f2	f1
7 - 8	3288	840	555	379	274	2448
8 - 9	2593	943	601	364	232	1650
18 - 19	2076	916	684	528	404	1159
19 - 20	1987	607	517	429	178	1380

### 3.3 VIABILITÀ ORDINARIA

Nei giorni di martedì 23 e mercoledì 24 Maggio 2016 è stata effettuata una campagna di rilievo veicolare volta a quantificare i flussi di traffico lungo la viabilità ordinaria di Scandicci. In virtù dei sottosistemi considerati e degli scenari progettuali analizzati, che verranno illustrati nel prosieguo del documento, sono stati conteggiati i flussi veicolari sui nodi evidenziati nella Figura 3-11.



Figura 3-11. Inquadramento generale della campagna di rilievi condotta lungo la viabilità ordinaria

In analogia con le indagini precedentemente illustrate, i rilievi sono stati condotti in due giorni feriali medi durante la fascia mattutina (7:00-9:00) e serale (18:00-20:00). Durante le operazioni di conteggio a bordo strada i flussi rilevati sono stati suddivisi in tre categorie veicolari: veicoli leggeri, veicoli commerciali leggeri e veicoli commerciali pesanti.

Di seguito sono riportate, per ogni nodo, le manovre considerate e l'andamento del flusso orario medio dei giorni di rilievo per il totale dei veicoli.

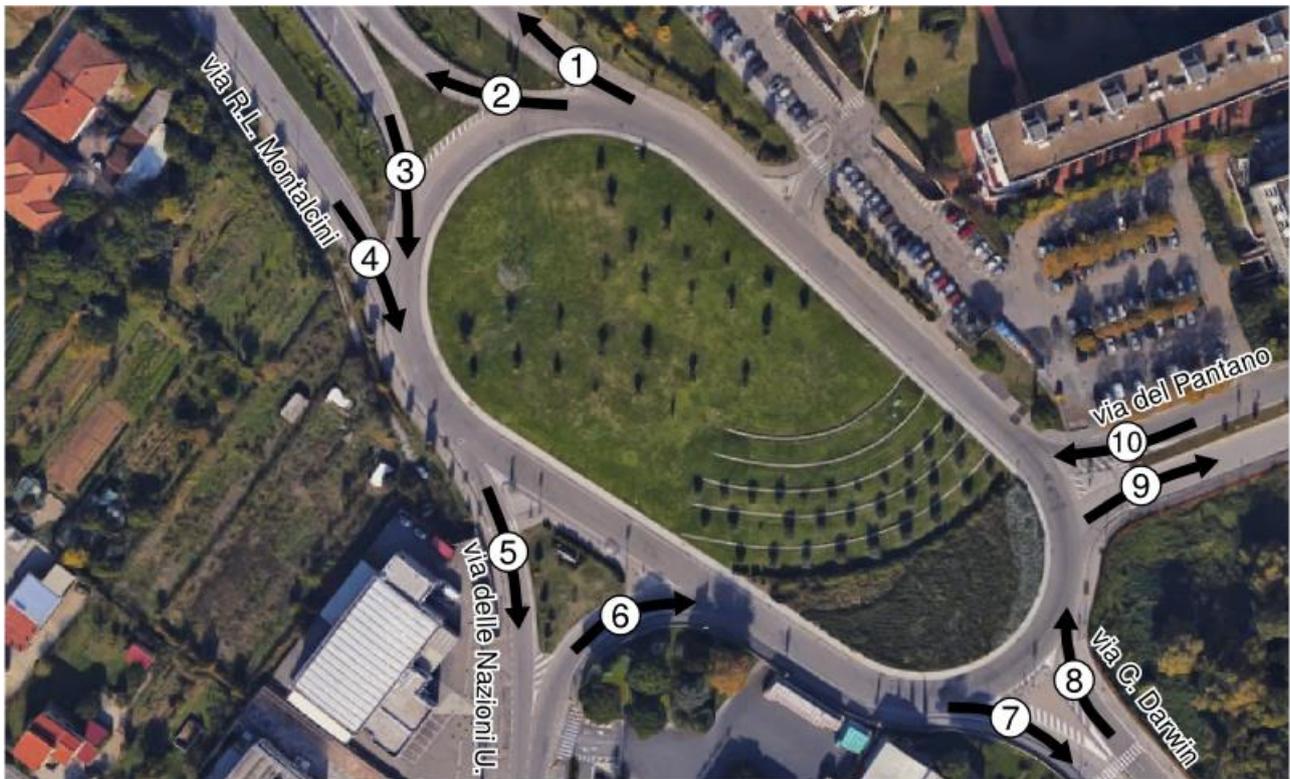


Figura 3-12. Indicazione manovre nodo R – Rotonda 17 Marzo

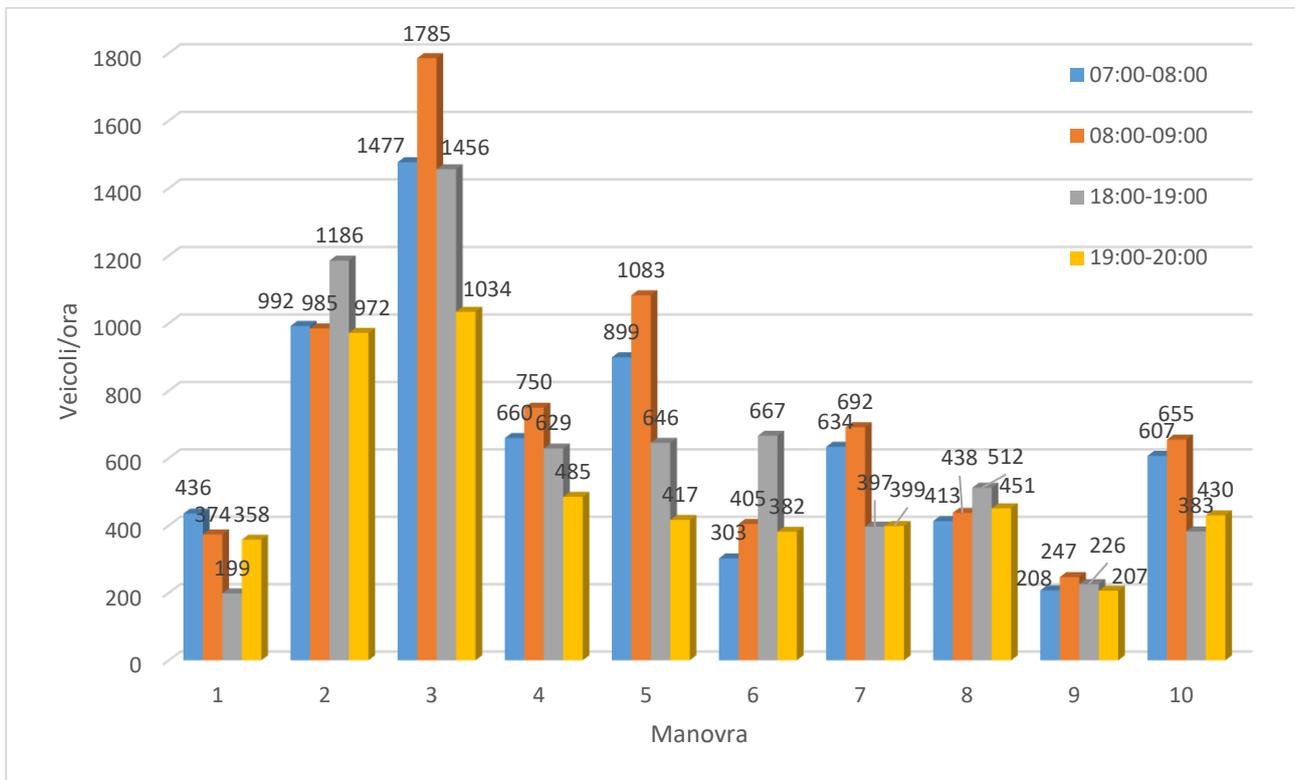


Figura 3-13. Flusso orario medio dei giorni di rilievo nodo R

Si nota chiaramente come il flusso proveniente dal sistema FI-PI-LI sia quello più rilevante, con una punta mattutina nella fascia oraria 08:00-09:00 di 1785 veicoli totali. La manovra in direzione inversa, vale a dire dalla Rotonda 17 Marzo al sistema FI-PI-LI è effettuata da un volume di traffico inferiore, con un picco serale tra le 18:00 e le 19:00. Nella fascia oraria di punta mattutina è rilevante anche il flusso proveniente dalla

Rotonda e diretto a Scandicci da via delle Nazioni Unite. Nel complesso, il traffico di punta della Rotonda 17 Marzo ammonta a circa 4000 veicoli/ora.



Figura 3-14. Indicazione manovre nodo B 'Intersezione Minervini-Sollicciano

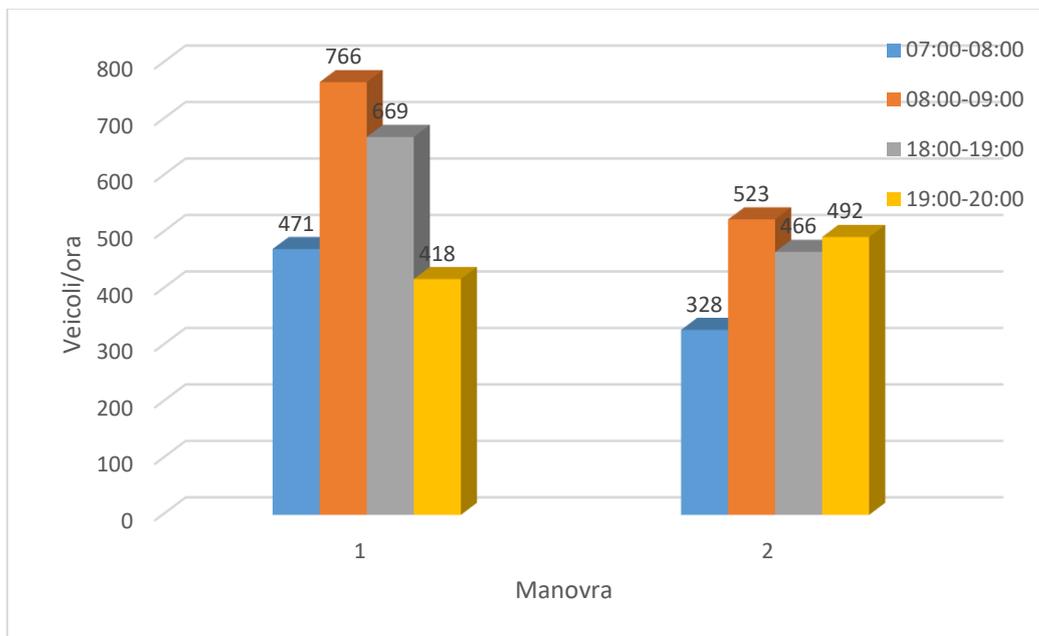


Figura 3-15. Flusso orario medio dei giorni di rilievo – nodo B

Via Minervini collega l'area con via Baccio da Montelupo e rappresenta quindi l'alternativa su viabilità ordinaria per raggiungere Firenze: è una strada a doppio senso di marcia con un flusso di punta di oltre 1200 veicoli/ora (nella fascia oraria 08:00-09:00)



Figura 3-16. Indicazione manovre nodo A – Intersezione Bosio-Gamberini

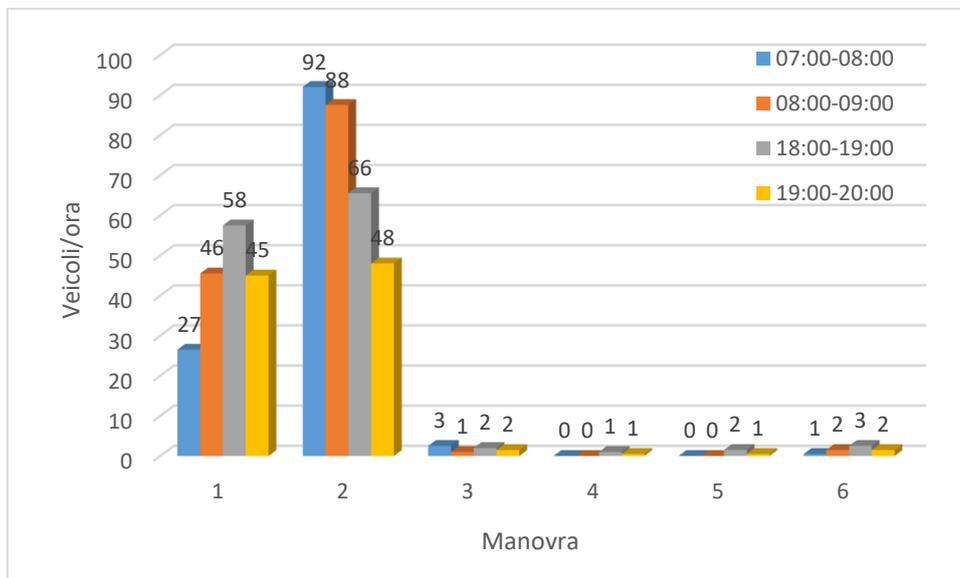


Figura 3-17. Flusso orario medio nei giorni di rilievo – nodo A

Il volume di traffico nel nodo A è estremamente esiguo: la viabilità afferente nel nodo rappresenta un percorso secondario di accesso/uscita per l'area di Ugnano e Mantignano verso Firenze e Scandicci (manovre 1 e 2). Via Gamberini è invece di servizio per l'area del casello di esazione dell'autostrada.

### 3.4 TRACCE GPS

Contestualmente ai conteggi di traffico, la costruzione del quadro conoscitivo si è completata con il rilievo, a mezzo di dispositivo GPS, di tempi di percorrenza e velocità di marcia per alcuni itinerari caratteristici dell'area in esame.

Il rilievo è stato effettuato nel giorno di martedì 04.10.2016, sia per la fascia mattutina che per quella serale.

Il tracciato di rilievo principale è quello descritto in Figura 3-18, percorso coerentemente al progressivo dei nodi indicati, ovvero:

- 1) casello A1 Firenze Scandicci (punto di partenza);
- 2) diversione ingresso FI-PI-LI direzione Pisa/Livorno;
- 3) ingresso FI-PI-LI direzione Pisa/Livorno;
- 4) diversione uscita Scandicci;
- 5) ingresso rotatoria Scandicci;
- 6) uscita rotatoria Scandicci;
- 7) diversione ingresso FI-PI-LI direzione Firenze;
- 8) ingresso FI-PI-LI direzione Firenze;
- 9) diversione uscita A1 Firenze Scandicci;
- 10) ingresso A1 direzione Firenze Impruneta;
- 11) diversione uscita A1 Firenze Scandicci;
- 12) casello A1 Firenze Scandicci (punto finale).

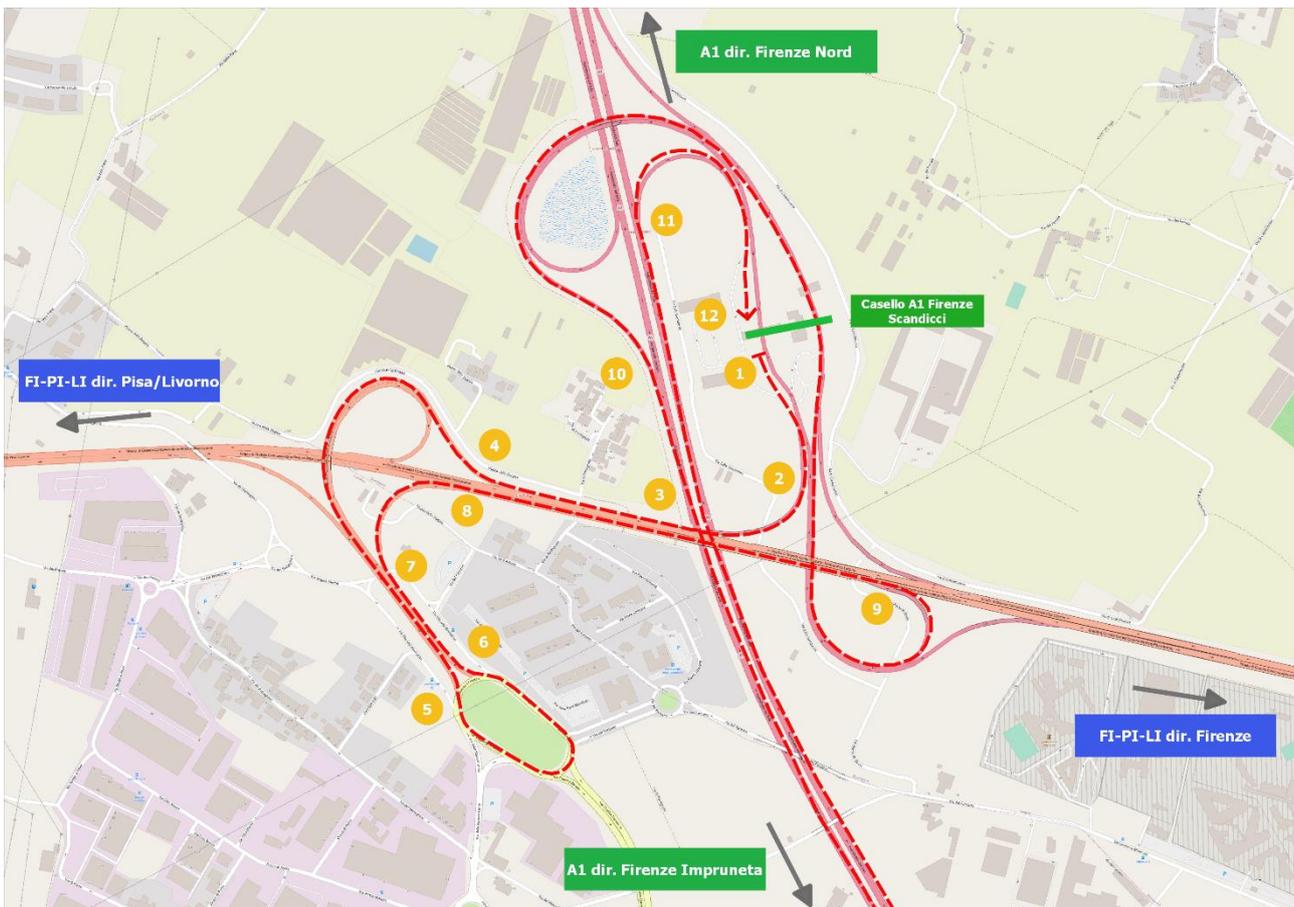


Figura 3-18. Itinerario di base per rilievo GPS

Durante il periodo di rilievo una delle tracce monitorate ha visto l'interessamento del tratto autostradale di Interconnessione A1/A11, al fine di valutare le condizioni di circolazione in ingresso al casello di Scandicci provenendo da Nord.

A seguire, dalla Figura 3-19 alla Figura 3-33, si riporta l'andamento delle velocità di marcia, caratterizzando ciascuna traccia rispetto ai punti "notevoli" sopra descritti. Le tracce monitorate sono definite come da Tabella 3-6.

Tabella 3-6. Identificativo delle tracce GPS

<b>Identificativo traccia GPS</b>	<b>Intervallo di rilievo</b>
Traccia 2	07.05 – 07.25
Traccia 3	07.26 – 07.48
Traccia 4	07.48 – 08.15
Traccia 5	08.15 – 08.30
Traccia 6	17.08 – 17.17
Traccia 8	17.36 – 18.05
Traccia 9	18.05 – 18.37
Traccia 10	18.37 – 19.08
Traccia 11	19.08 – 19.14

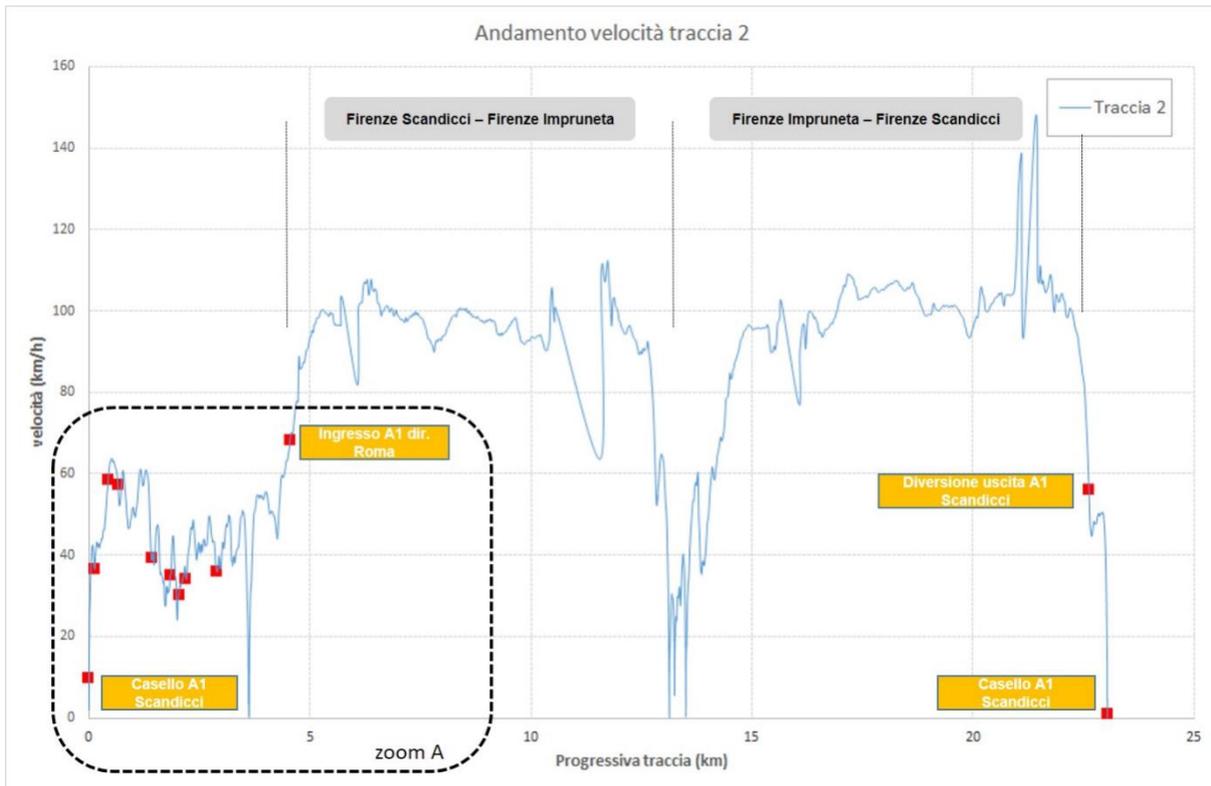


Figura 3-19. Diagramma di velocità – traccia 2

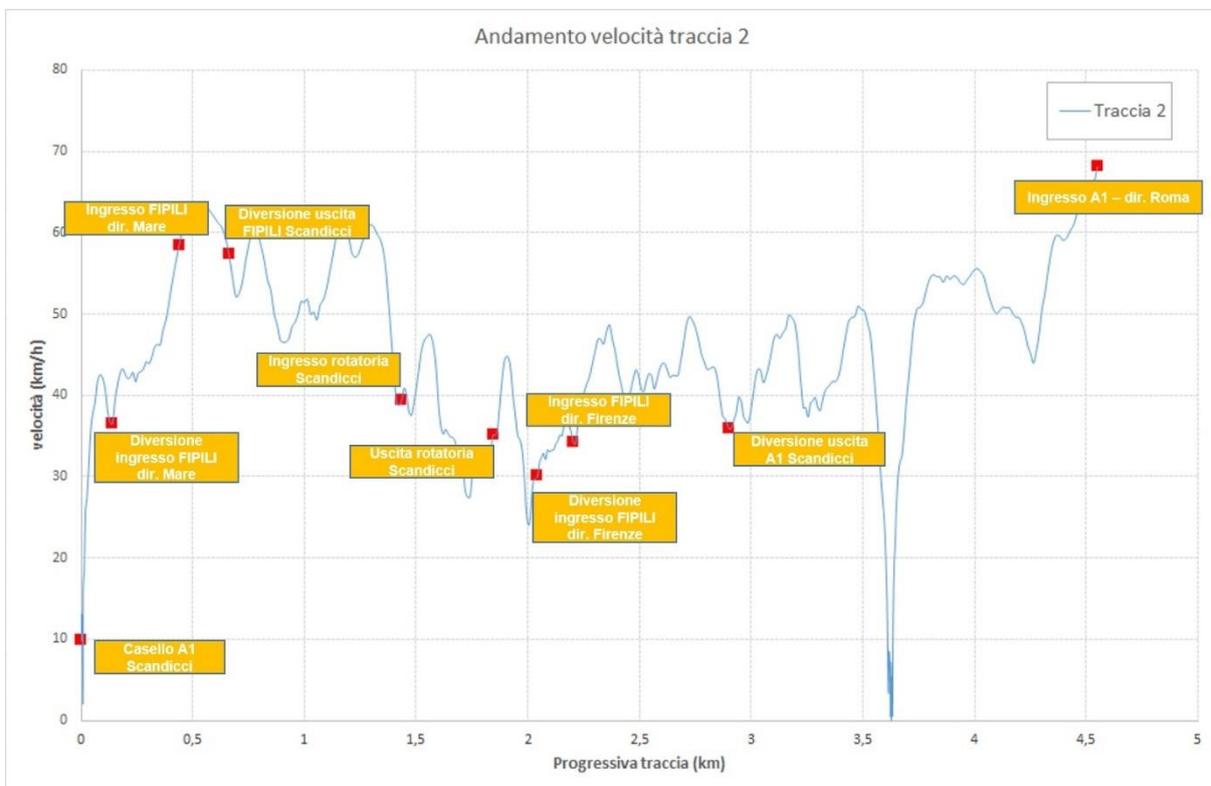


Figura 3-20. Diagramma di velocità – traccia 2 – zoom A

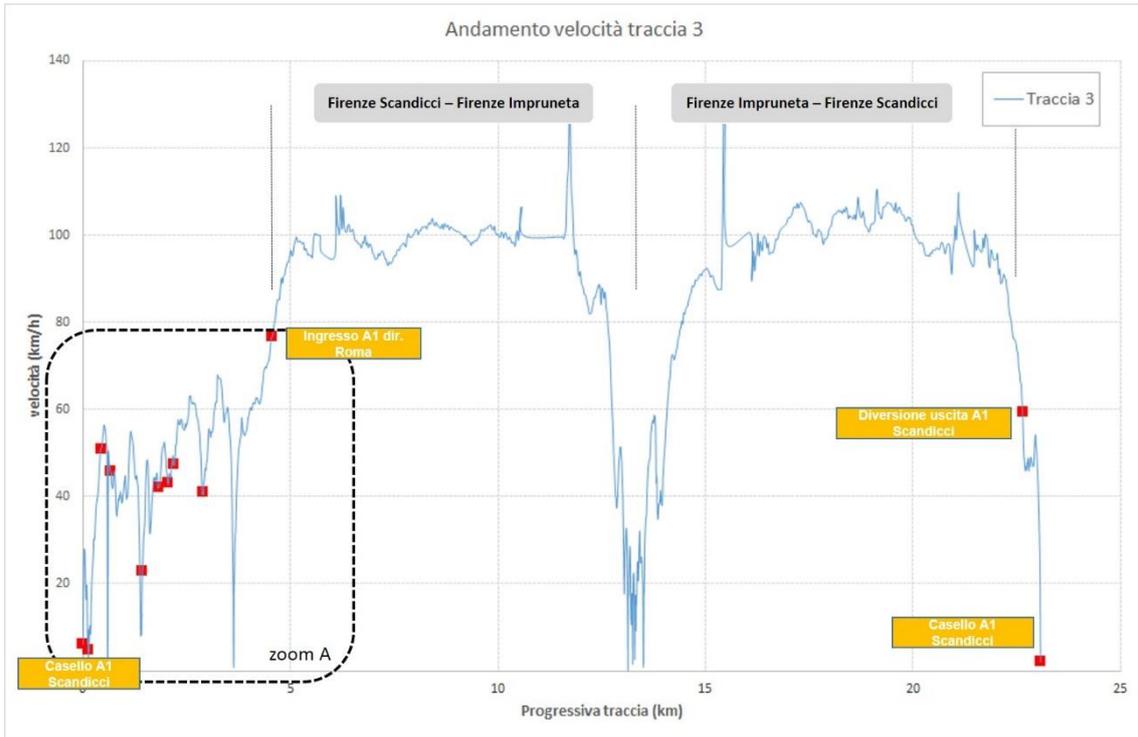


Figura 3-21. Diagramma di velocità – traccia 3

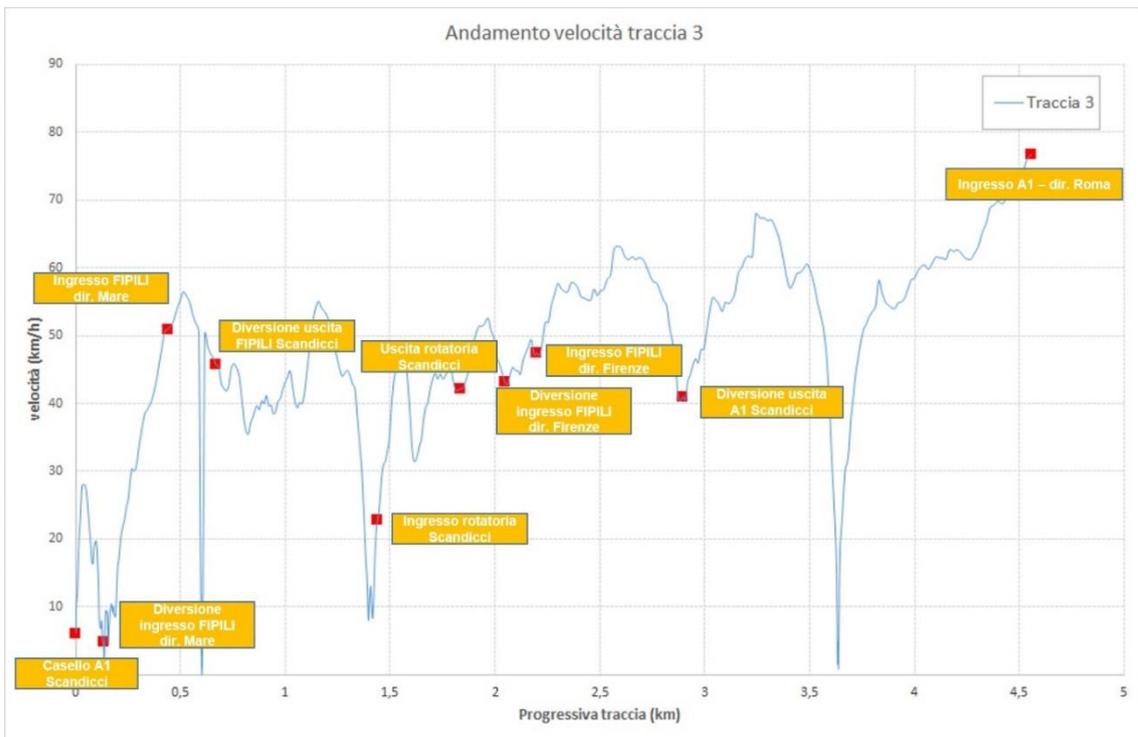


Figura 3-22. Diagramma di velocità – traccia 3 – zoom A

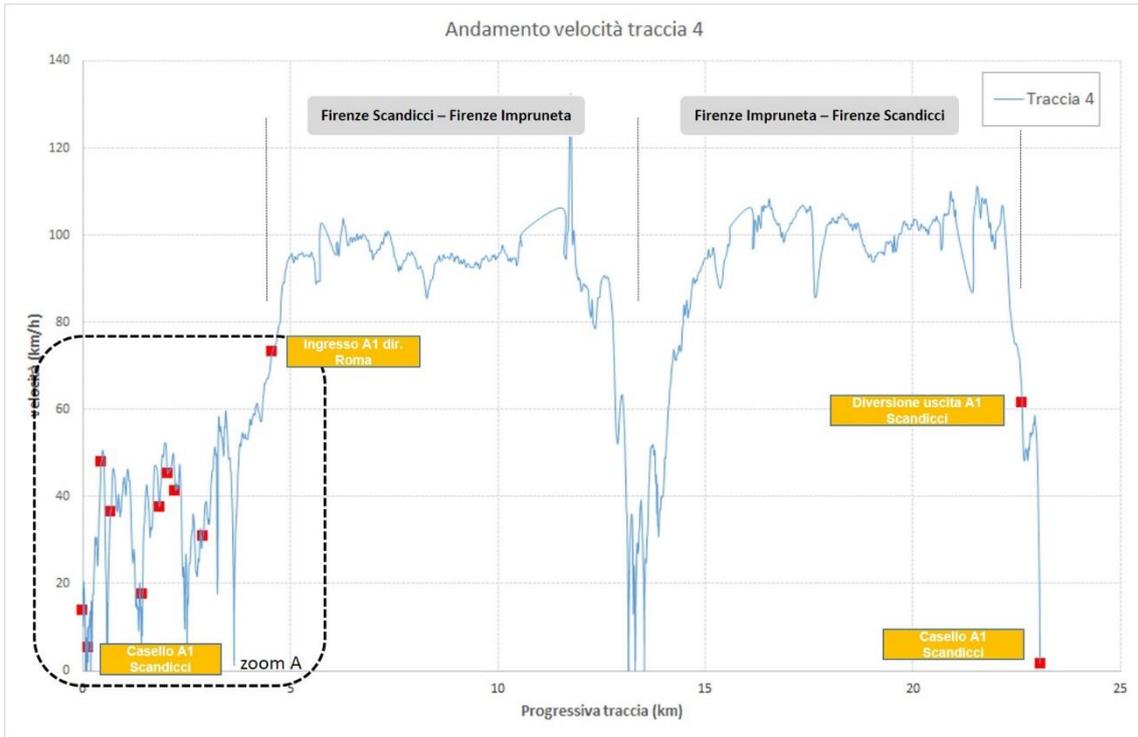


Figura 3-23. Diagramma di velocità – traccia 4

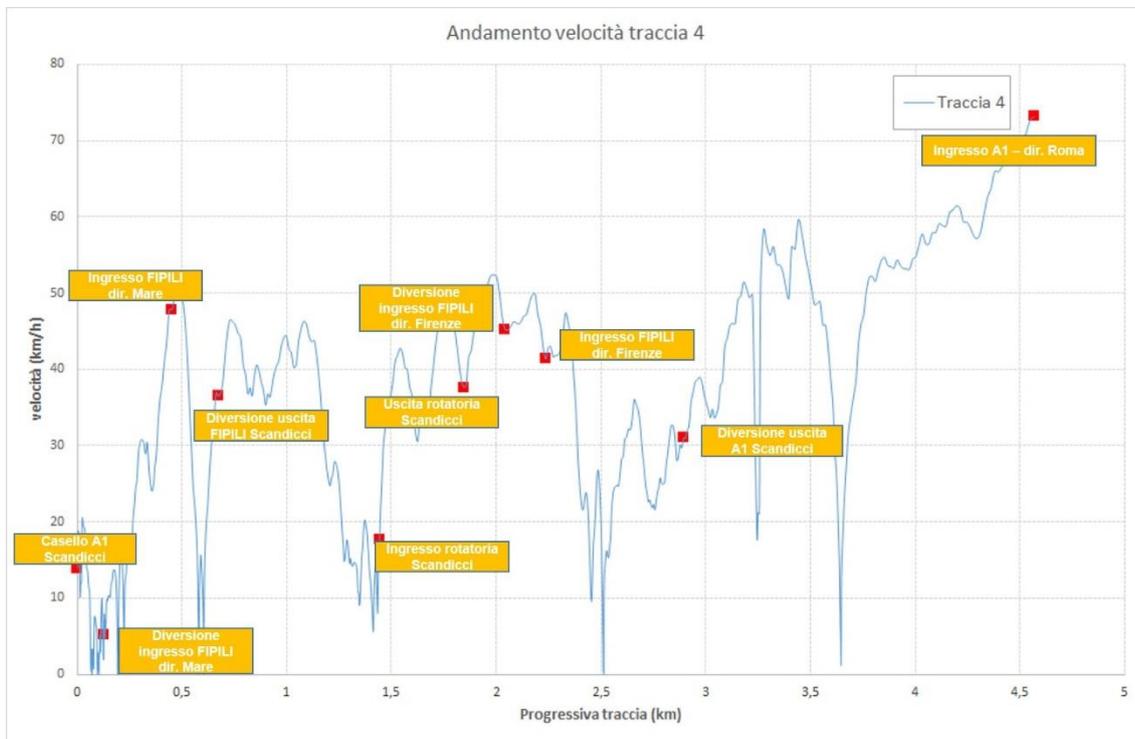


Figura 3-24. Diagramma di velocità – traccia 4 – zoom A

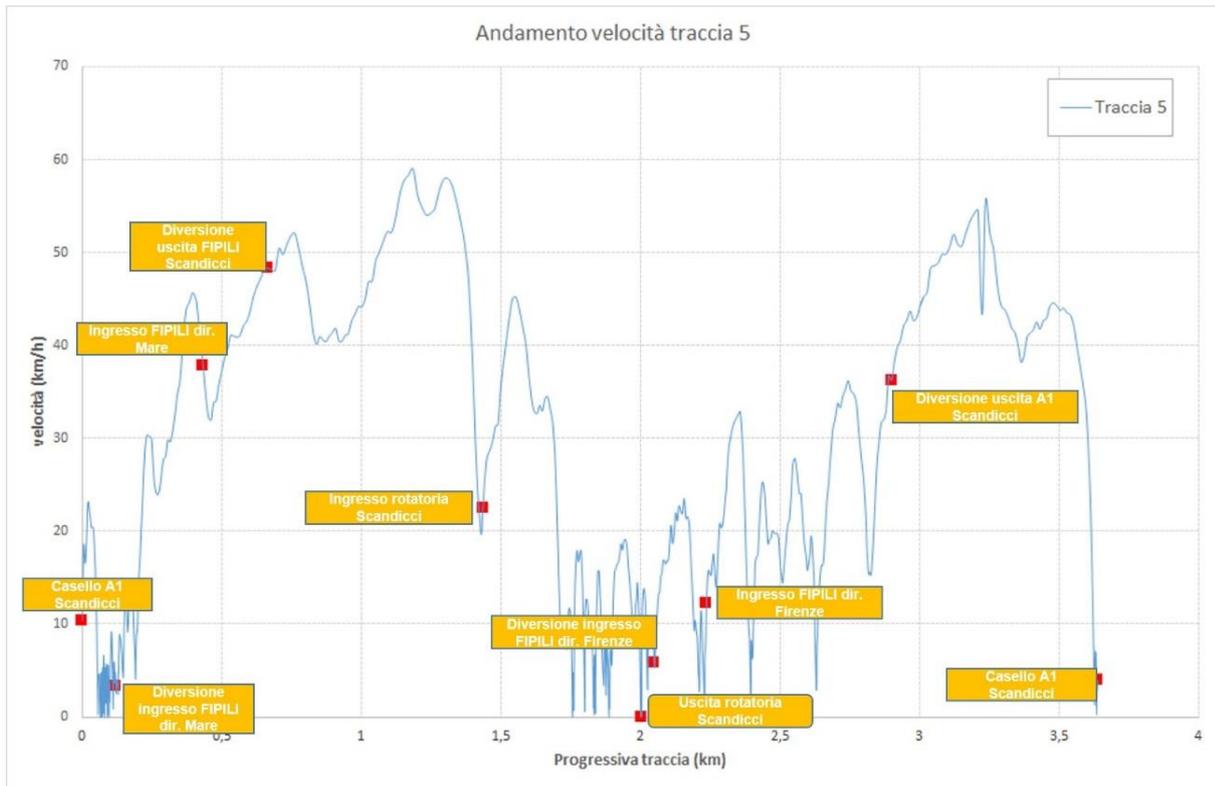


Figura 3-25. Diagramma di velocità – traccia 5

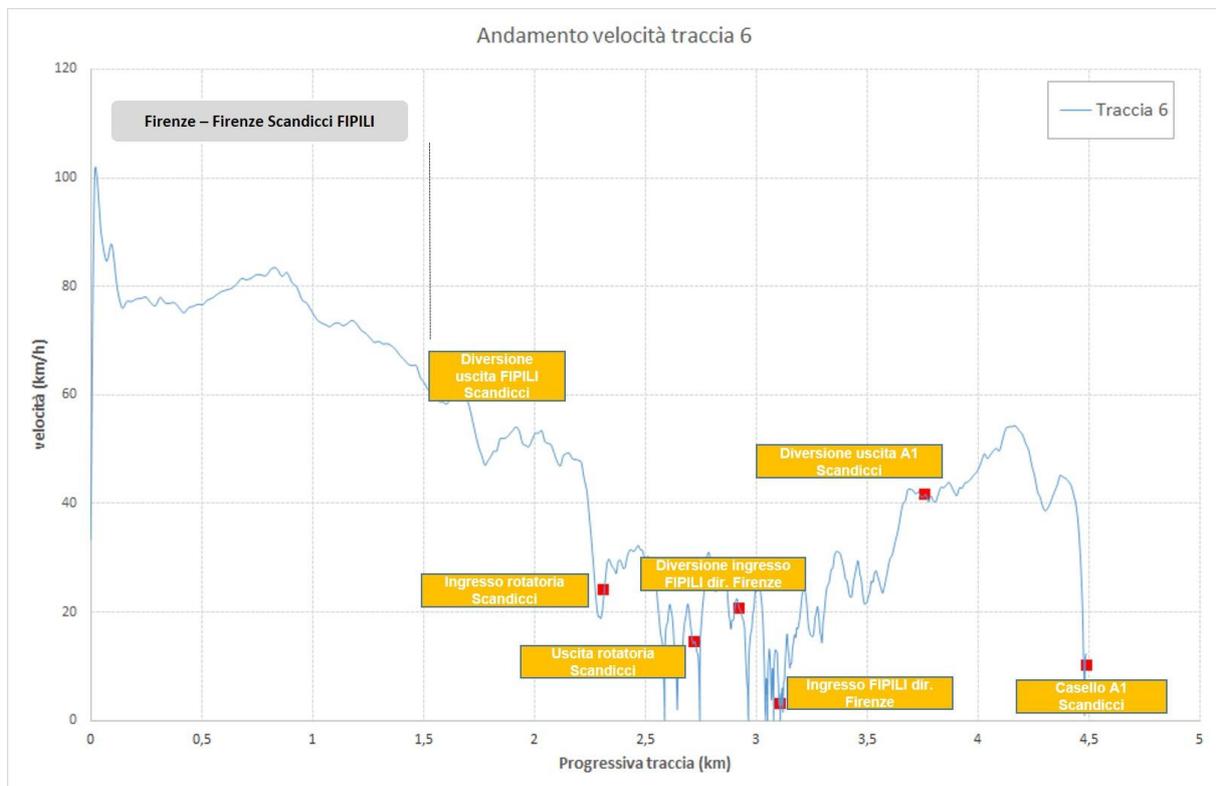


Figura 3-26. Diagramma di velocità – traccia 6

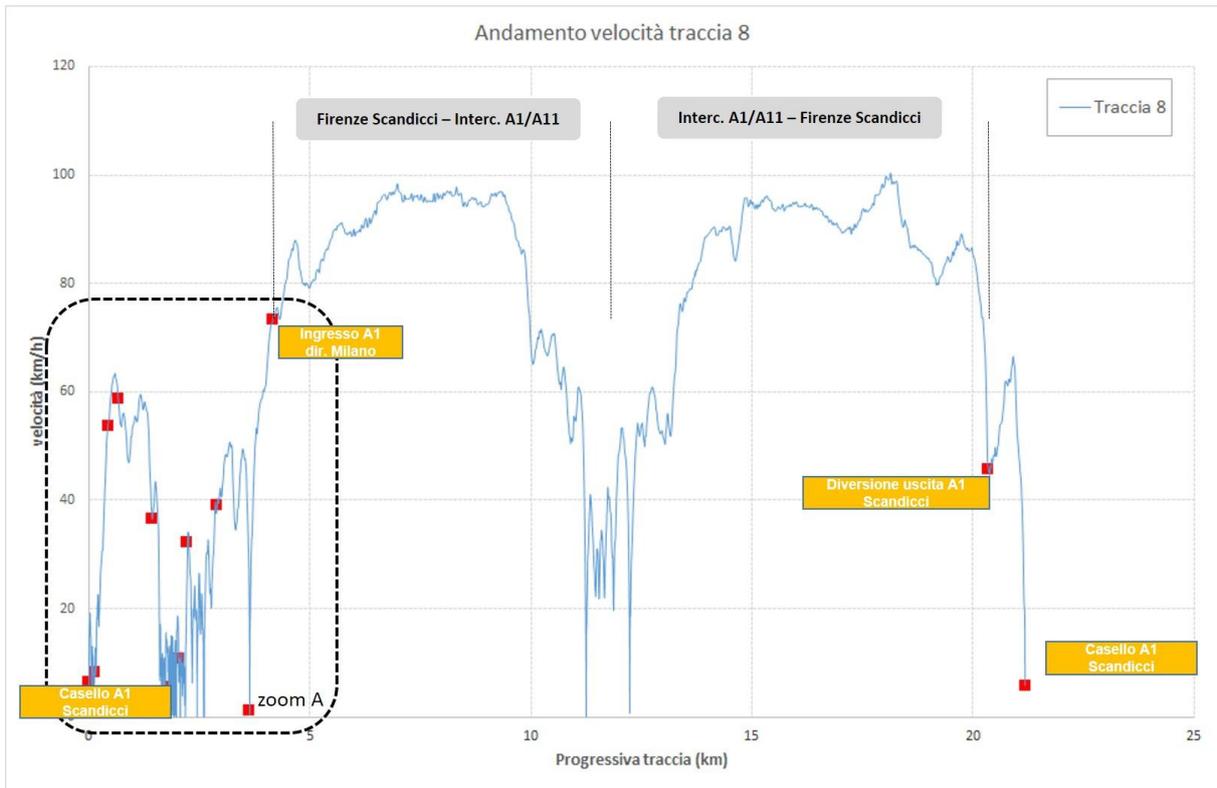


Figura 3-27. Diagramma di velocità – traccia 8

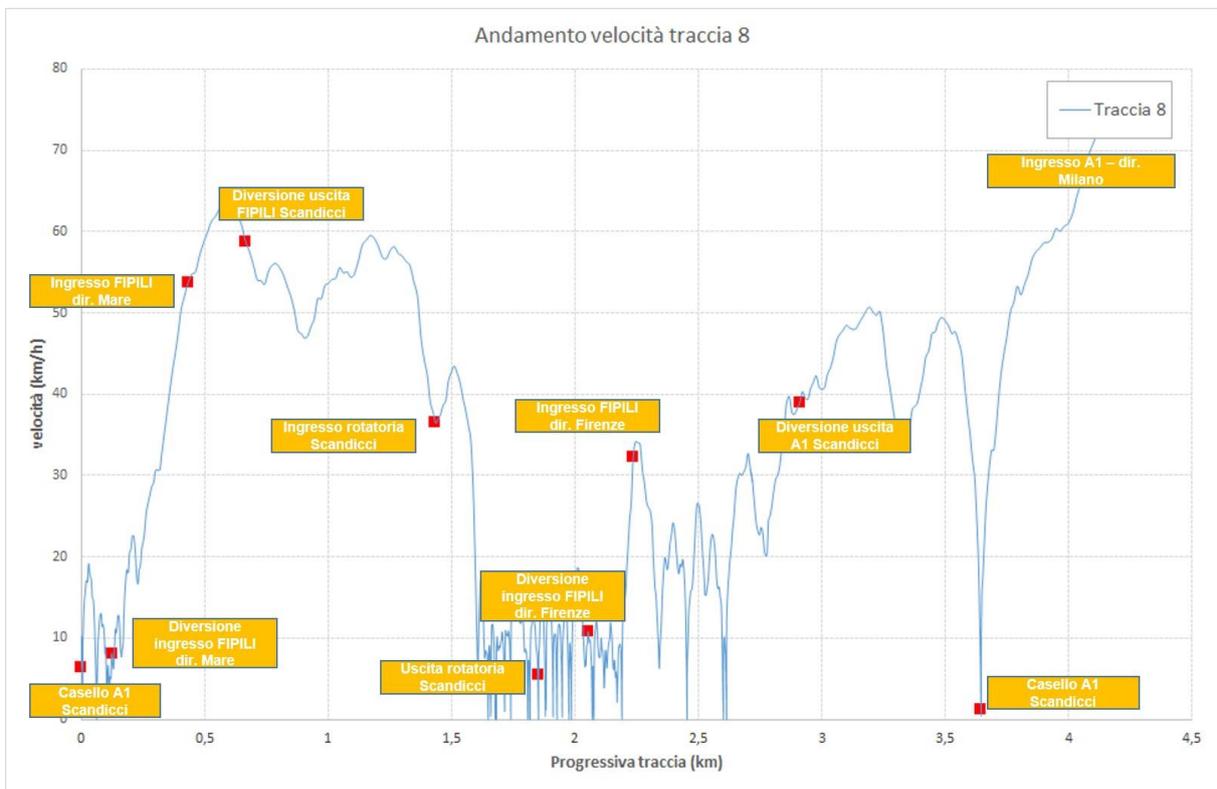


Figura 3-28. Diagramma di velocità – traccia 8 – zoom A

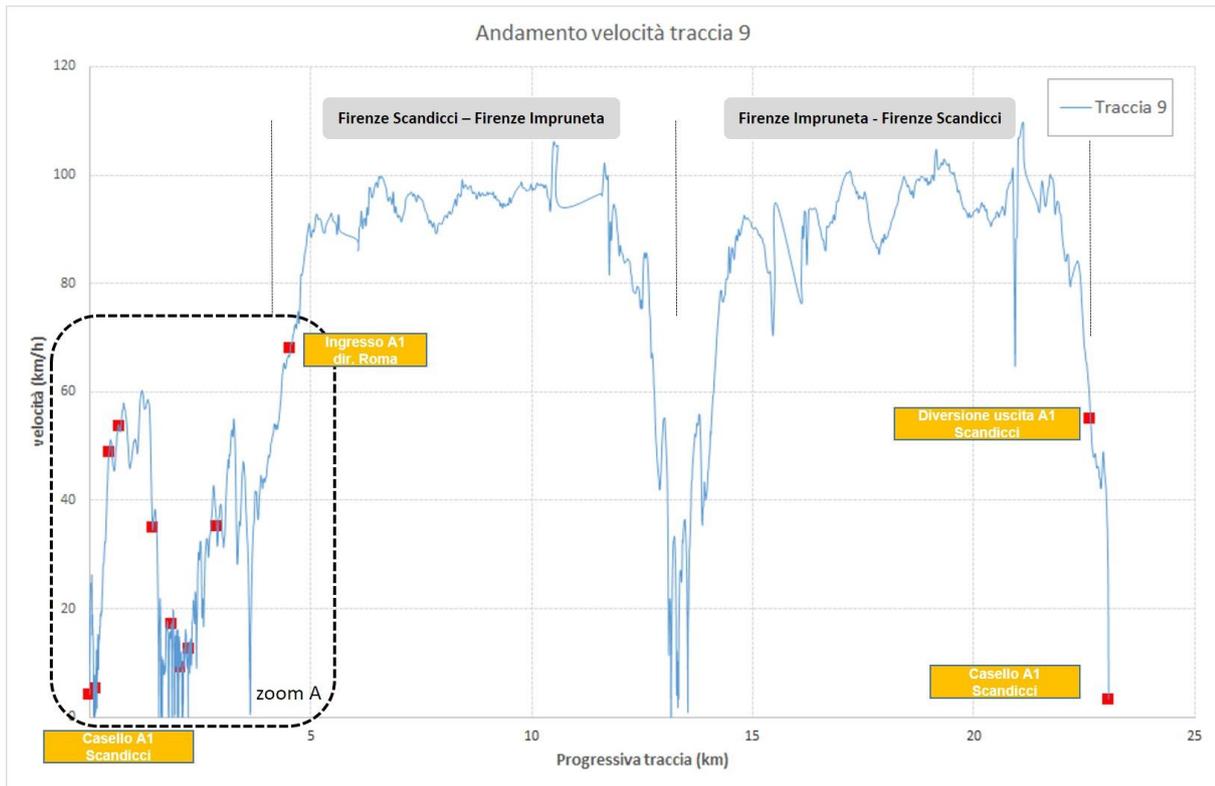


Figura 3-29. Diagramma di velocità – traccia 9

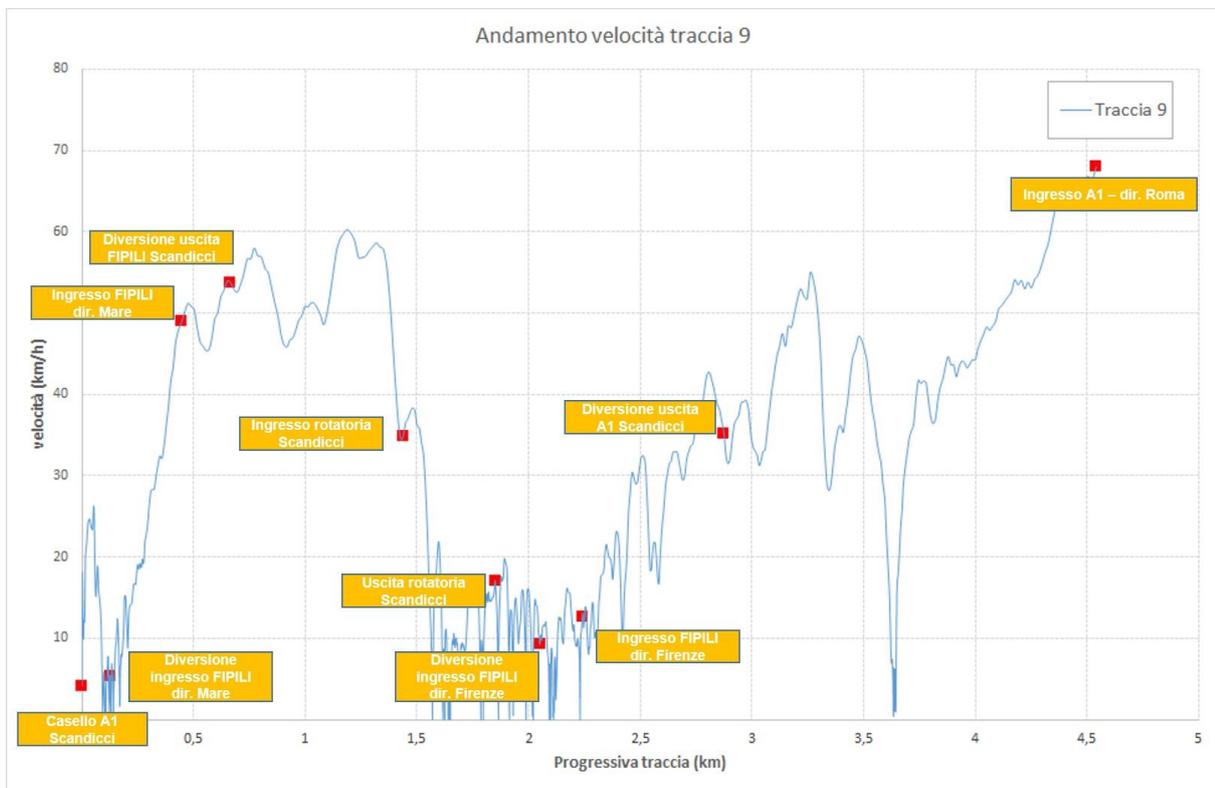


Figura 3-30. Diagramma di velocità – traccia 9 – zoom A

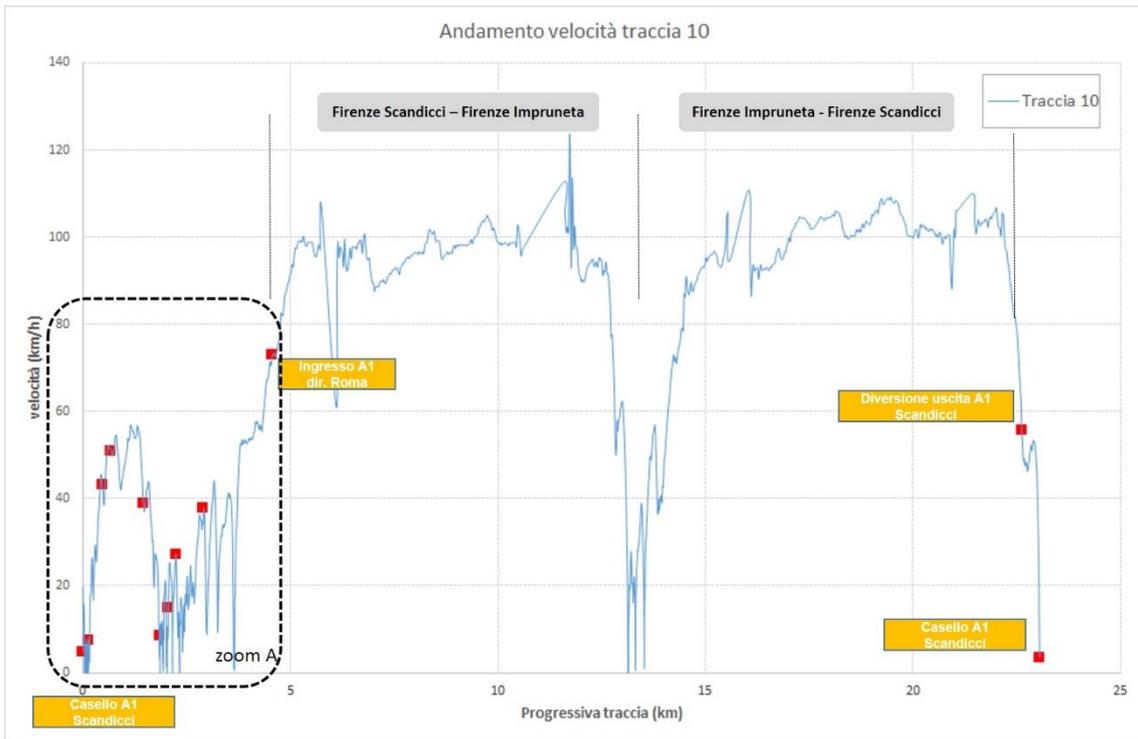


Figura 3-31. Diagramma di velocità – traccia 10

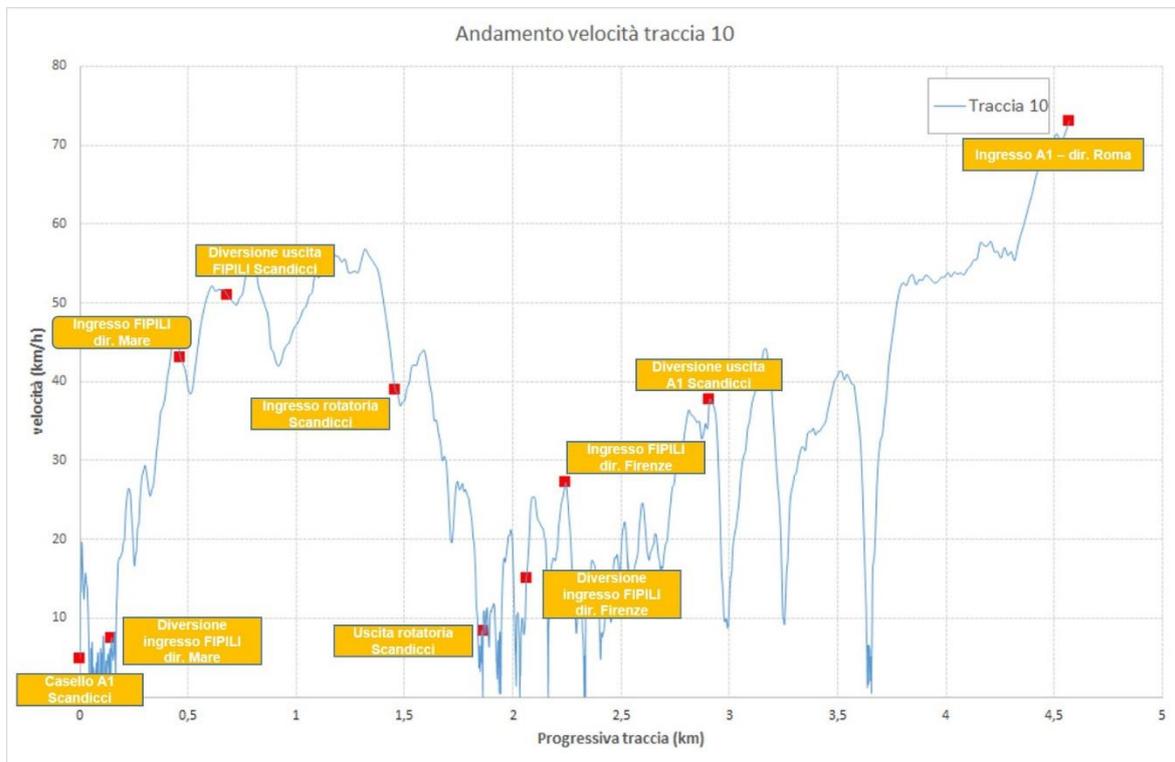


Figura 3-32. Diagramma di velocità – traccia 10 – zoom A

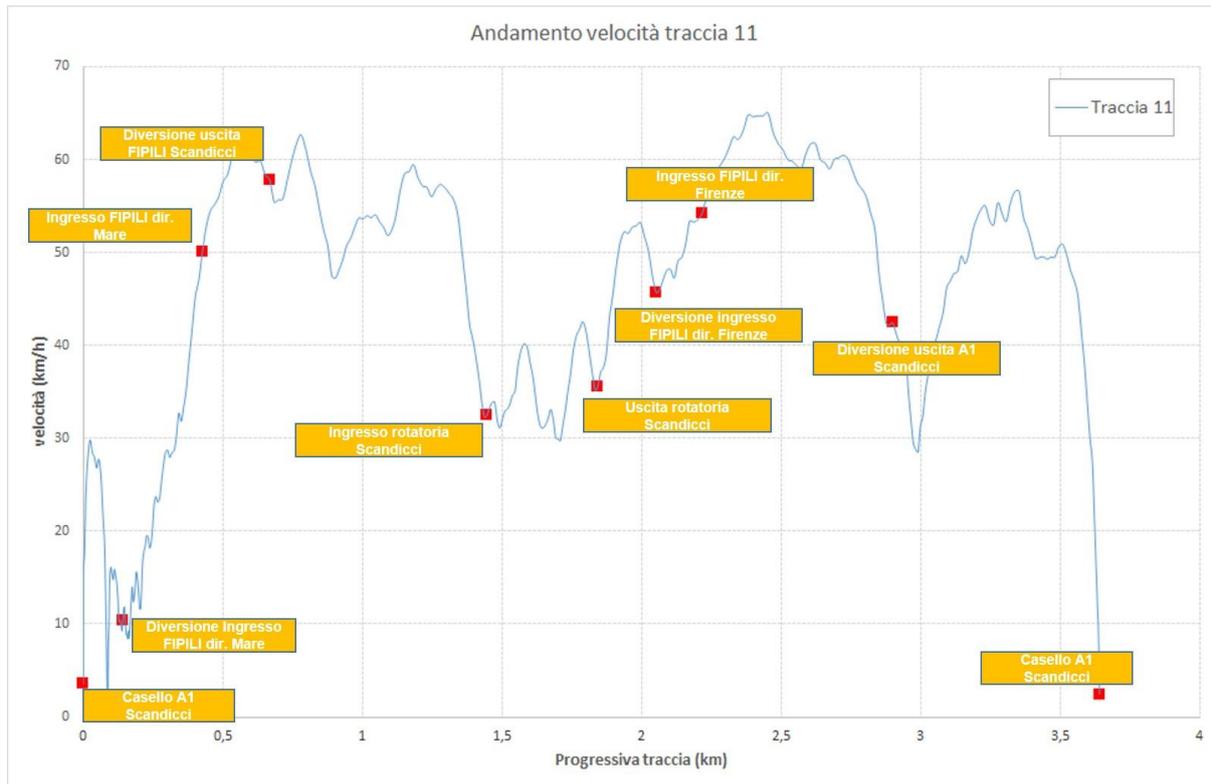


Figura 3-33. Diagramma di velocità – traccia 11

I risultati ottenuti dall'analisi delle tracce GPS, sintetizzati nella Tabella 3-7 e nella Tabella 3-8 e rappresentati nella Figura 3-34 e Figura 3-35, consentono di affermare quanto segue:

- il tratto di ingresso alla rampa verso Mare sulla FI-PI-LI, provenendo dal casello A1, evidenzia condizioni di deflusso molto disturbate, sia al mattino che alla sera. Si evidenzia un incremento notevole dei tempi di percorrenza: al mattino si passa da 20/30 secondi a poco di meno di 150 secondi per la percorrenza di una tratta che misura circa 120/130 metri, quindi con velocità anche al di sotto dei 5 km/h (rif. A di Figura 3-34); alla sera si registra analoga situazione, con incrementi anche maggiore dei tempi (rif. A di Figura 3-35). È quindi evidente un effettivo stato di congestione;
- la rampa di ingresso alla FI-PI-LI verso Mare, nonché il successivo tratto precedente l'uscita di Scandicci, pur condizionati nei tempi di percorrenza, presentano un deflusso più regolare: i veicoli "entrano" nella rampa ad un tasso di deflusso costante e quindi, ragionevolmente, non presentano significative variazioni, variazioni che vengono "assorbite" nel piazzale in uscita dal casello A1;
- in uscita verso Scandicci dalla FI-PI-LI, particolarmente critiche appaiono le condizioni di deflusso della rotatoria che distribuisce il traffico sia verso la città che verso la zona produttiva (adiacente alla FI-PI-LI). Dall'ingresso in rotatoria (provenendo da Firenze) si formano importanti accodamenti che generano lunghi incolonnamenti fino all'ingresso in FI-PI-LI verso Firenze (rif. B di Figura 3-34 e Figura 3-35). A riprova di quanto affermato in Figura 3-36 è riportata un'istantanea scattata durante il rilievo con vettura flottante;
- nel tratto compreso tra l'ingresso in FI-PI-LI da Scandicci e fino alla diversione per l'A1 (direzione Firenze), analogamente alla direzione opposta, si registrano importanti condizionamenti sia nella punta mattutina che in quella serale (rif. B di Figura 3-34 e Figura 3-35). Diversamente dalla direzione Mare, non è infrequente la presenza di code che rigurgitano verso monte, prima della confluenza Scandicci, molto probabilmente per la contemporanea presenza di veicoli che da Scandicci vogliono entrare in FI-PI-LI (senza uscire per l'A1) e di coloro che da Mare vogliono direzionarsi verso l'A1. A riprova di quanto detto, in Figura 3-37, si riporta un'istantanea scattata durante le indagini condotte;
- le rampe di ingresso verso l'Autostrada non presentano in generale particolari criticità, a conferma di quanto già evidenziato nel paragrafo precedente.

Tabella 3-7. Tracce GPS – tempi di percorrenza – fascia mattutina

Tratta		Descrizione	Traccia - tempo di percorrenza (sec)			
Da	A		2 (7.05-7.25)	3 (7.26-7.48)	4 (7.48-8.15)	5 (8.15-8.30)
1	2	Casello A1 Scandicci - Diversione Ingresso FIPILI dir. Mare	18	32	147	134
2	3	Diversione Ingresso FIPILI dir. Mare - Ingresso FIPILI dir. Mare	24	62	85	66
3	4	Ingresso FIPILI dir. Mare - Diversione uscita FIPILI Scandicci	13	14	61	21
4	5	Diversione uscita FIPILI Scandicci - Ingresso rotatoria Scandicci	52	77	104	59
5	6	Ingresso rotatoria Scandicci - Uscita rotatoria Scandicci	41	37	39	231
6	7	Uscita rotatoria Scandicci - Diversione ingresso FIPILI dir. Firenze	21	16	15	26
7	8	Diversione ingresso FIPILI dir. Firenze - Ingresso FIPILI dir. Firenze	17	12	15	58
8	9	Ingresso FIPILI dir. Firenze - Diversione uscita A1 Scandicci	59	45	114	127
9	10	Diversione uscita A1 Scandicci - Ingresso A1 dir. Roma	154	122	133	
10	11	Ingresso A1 dir. Roma - Diversione uscita A1 Scandicci	787	835	830	
11	12	Diversione uscita A1 Scandicci - Casello A1 Scandicci	53	36	35	

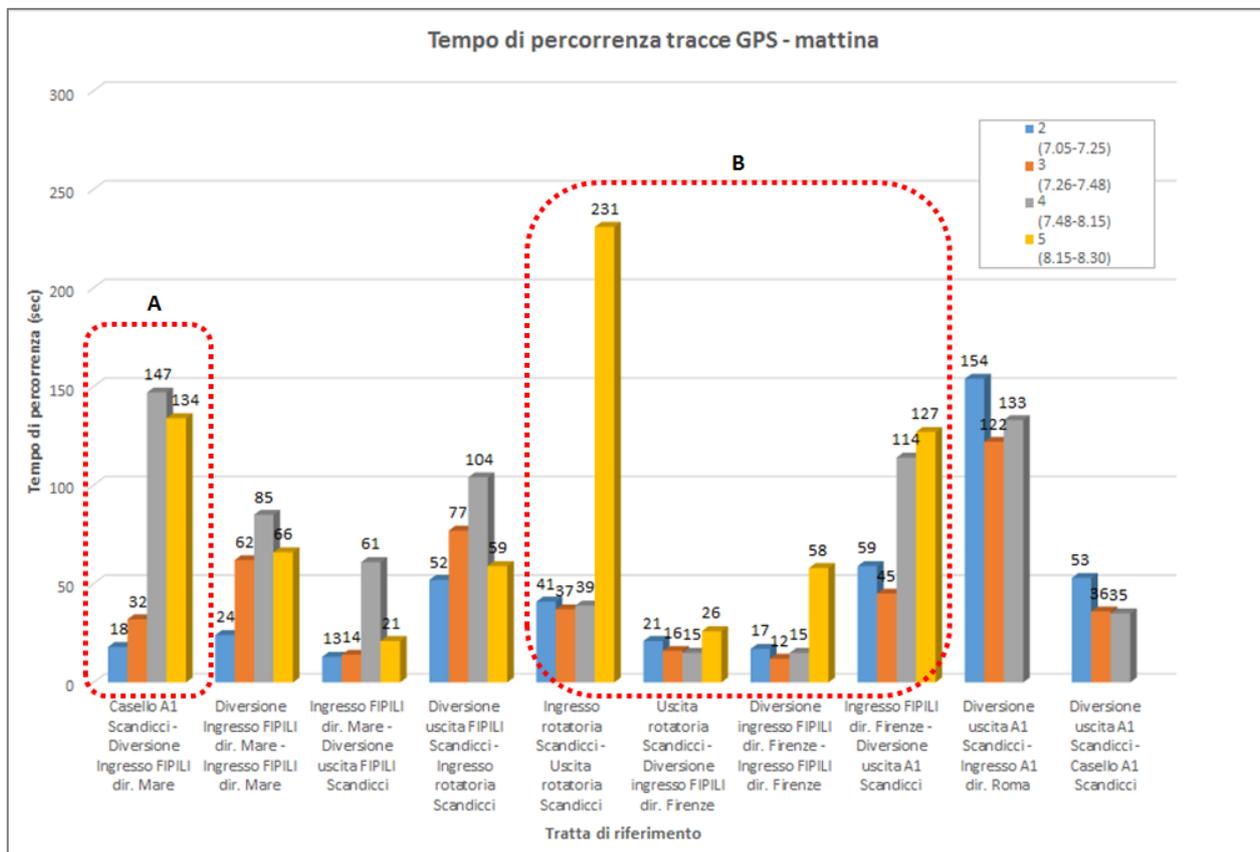


Figura 3-34. Analisi per tratta delle tracce GPS - mattina

Tabella 3-8. Tracce GPS – tempi di percorrenza – fascia serale

Tratta		Descrizione	Traccia - tempo di percorrenza (sec)				
Da	A		6 (17.08-17.17)	8 (17.36-18.05)	9 (18.05-18.37)	10 (18.37-19.08)	11 (19.08-19.14)
1	2	Casello A1 Scandicci - Diversione Ingresso FIPILI dir. Mare		59	87	301	36
2	3	Diversione Ingresso FIPILI dir. Mare - Ingresso FIPILI dir. Mare		53	82	54	50
3	4	Ingresso FIPILI dir. Mare - Diversione uscita FIPILI Scandicci		14	16	17	15
4	5	Diversione uscita FIPILI Scandicci - Ingresso rotatoria Scandicci	58	52	53	55	53
5	6	Ingresso rotatoria Scandicci - Uscita rotatoria Scandicci	86	196	228	67	41
6	7	Uscita rotatoria Scandicci - Diversione ingresso FIPILI dir. Firenze	57	128	114	101	16
7	8	Diversione ingresso FIPILI dir. Firenze - Ingresso FIPILI dir. Firenze	107	100	127	45	12
8	9	Ingresso FIPILI dir. Firenze - Diversione uscita A1 Scandicci	109	148	102	167	42
9	10	Diversione uscita A1 Scandicci - Ingresso A1 dir. Roma			165	185	
10	11	Ingresso A1 dir. Roma - Diversione uscita A1 Scandicci			870	819	
11	12	Diversione uscita A1 Scandicci - Casello A1 Scandicci			34	35	63

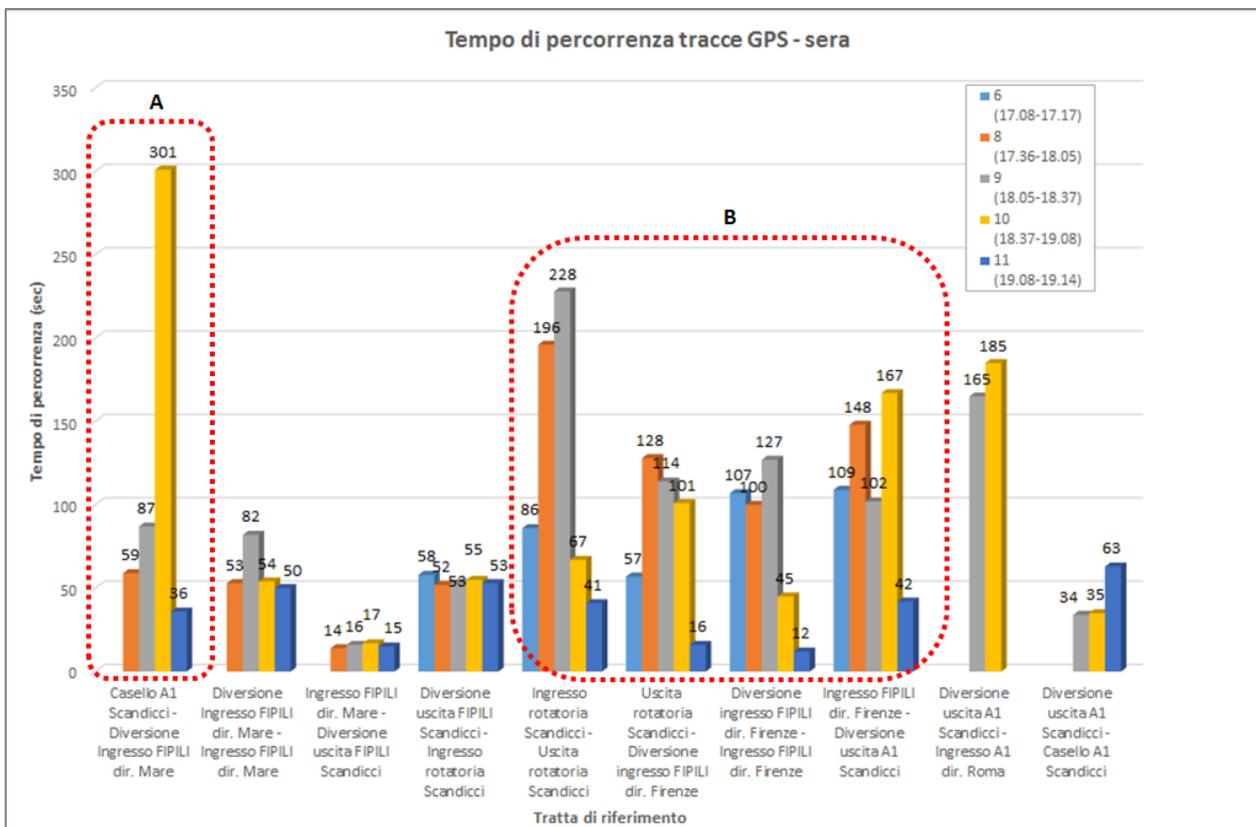


Figura 3-35. Analisi per tratta delle tracce GPS - sera



Figura 3-36. Deflusso rotatoria in uscita da Scandicci (FI-PI-LI)



Figura 3-37. Condizioni di deflusso all'uscita di Scandicci (FI-PI-LI) – ore 08.10

### 3.5 OMOGENEIZZAZIONE DATI

Le analisi trasportistiche successive sono state effettuate rispetto a due classi veicolari (veicoli leggeri VL, veicoli pesanti VP) poiché non tutti i rilievi sono riconducibili a tre classi (leggeri L, commerciali leggeri CL, commerciali pesanti CP). Le classi veicolari sono state così aggregate: VL = (L + CL) e VP = CP.

### 3.6 CONCLUSIONI

Dall'analisi condotta sulle condizioni di deflusso attuali nell'area di studio, risulta come le capacità lineari dei singoli elementi stradali potrebbero, in via teorica, soddisfare la domanda di trasporto presente; la funzionalità del sistema è però pesantemente compromessa dall'insufficiente funzionamento dei tronchi di scambio sulla FI-PI-LI tra i raccordi per l'A1 e quelli per la viabilità ordinaria di Scandicci, sia in direzione Livorno che in direzione Firenze. Inoltre, per quanto riguarda la viabilità urbana dello scenario, il nodo Rotonda "17 Marzo" mostra, nell'attuale configurazione, una capacità insufficiente a soddisfare la domanda di trasporto che su di essa insiste.

## 4 VALUTAZIONE EMPIRICA DELLA FUNZIONALITÀ ATTUALE DEL TRONCO DI SCAMBIO FI-PI-LI “A1 – SCANDICCI”

### 4.1 METODOLOGIA DI VALUTAZIONE EMPIRICA

Dalle indagini condotte attraverso sia il reperimento di dati già disponibili che mediante conteggi manuali e a video, è stato possibile risalire alle matrici O/D del sottosistema autostrada e FI-PI-LI per ciascuna fascia oraria indagata e distinguendo tra veicoli leggeri e pesanti. Nello specifico i sottosistemi analizzati, e indicati in Figura 4-1, si riferiscono a:

- matrice A centrata sul casello di Scandicci e “chiusa” a Nord ed a Sud sulla carreggiata autostradale (centroidi A1-A2-A3);
- matrice B centrata sul casello di Scandicci e “chiusa” sulla SGC FI-PI-LI (centroidi A1-B2-B3-B4).



Figura 4-1. Sottosistemi per la definizione delle matrici O/D

Nelle tabelle di seguito esposte sono riportate la matrice O/D del sottosistema autostrada (Tabella 4-1) e del sottosistema FI-PI-LI (Tabella 4-2).

Tabella 4-1. Matrice Origine-Destinazione del "sottosistema" autostradale

Intervallo 7-8			
VL	A1	A3	A2
A1	0	881	1266
A3	836	0	1175
A2	900	1006	0

Intervallo 7-8			
VP	A1	A3	A2
A1	0	70	117
A3	71	0	550
A2	151	761	0

Intervallo 8-9			
VL	A1	A3	A2
A1	0	869	1597
A3	1048	0	1965
A2	837	1583	0

Intervallo 8-9			
VP	A1	A3	A2
A1	0	55	125
A3	55	0	551
A2	94	726	0

Intervallo 18-19			
VL	A1	A3	A2
A1	0	1084	1124
A3	874	0	1444
A2	1117	1798	0

Intervallo 18-19			
VP	A1	A3	A2
A1	0	28	91
A3	45	0	573
A2	115	513	0

Intervallo 19-20			
VL	A1	A3	A2
A1	0	848	771
A3	724	0	1037
A2	936	1465	0

Intervallo 19-20			
VP	A1	A3	A2
A1	0	15	72
A3	33	0	452
A2	84	437	0

Tabella 4-2. Matrice Origine-Destinazione del "sottosistema" FI-PI-LI

Intervallo 7-8				
VL	A1	B2	B3	B4
A1	0	379	628	705
B2	744	0	830	914
B3	555	274	0	117
B4	840	2448	ND	0

Intervallo 7-8				
VP	A1	B2	B3	B4
A1	0	37	26	61
B2	56	0	35	79
B3	55	6	0	5
B4	83	242	ND	0

Intervallo 8-9				
VL	A1	B2	B3	B4
A1	0	364	555	670
B2	883	0	994	1140
B3	601	232	0	138
B4	943	1650	ND	0

Intervallo 8-9				
VP	A1	B2	B3	B4
A1	0	25	23	58
B2	66	0	41	99
B3	59	5	0	13
B4	93	163	ND	0

Intervallo 18-19				
VL	A1	B2	B3	B4
A1	0	528	193	958
B2	528	0	397	1483
B3	684	404	0	235
B4	916	1159	ND	0

Intervallo 18-19				
VP	A1	B2	B3	B4
A1	0	38	8	83
B2	40	0	17	129
B3	68	8	0	4
B4	91	115	ND	0

Intervallo 19-20				
VL	A1	B2	B3	B4
A1	0	429	300	823
B2	438	0	489	1179
B3	517	178	0	208
B4	607	1380	ND	0

Intervallo 19-20				
VP	A1	B2	B3	B4
A1	0	29	12	72
B2	33	0	20	103
B3	51	4	0	2
B4	60	136	ND	0

## 4.2 CRITERI DI VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI SERVIZIO

La valutazione del LOS è stata condotta in accordo alle specifiche previste dal manuale americano HCM, con riferimento alle modalità di verifica per i tronchi di scambio, quale è il tratto della FI-PI-LI compreso tra lo svincolo A1 e quello di Scandicci.

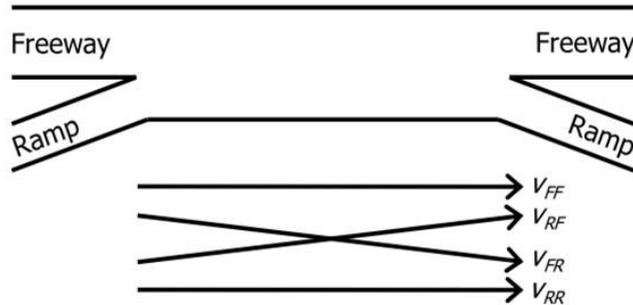


Figura 4-2. Schema di riferimento per la verifica del LOS

Nelle tabelle a seguire si riporta il risultato ottenuto per entrambe le direzioni di marcia e per ciascuna fascia oraria. L'attribuzione del Livello di Servizio è stata effettuata in funzione della densità sul tronco di scambio (auto equivalenti per miglio per corsia) in accordo con i range riportati in Tabella 4-3.

L'attribuzione del LOS è fatta in relazione al valore di densità D ed in accordo alla tabella seguente:

Tabella 4-3. Classi di attribuzione del LOS (fonte HCM)

Density (pc/mi/ln)	LOS
$\leq 10$	A
$10 \div 20$	B
$20 \div 28$	C
$28 \div 35$	D
$> 35$	E
$Q/C > 1$	F

## 4.3 LIVELLO DI SERVIZIO

Si riportano in questo paragrafo le schede di calcolo empirico e le risultanze dei LOS dello scenario attuale 2016.

Tabella 4-4. LOS attuale 2016 direzione Firenze

		ORA			
		7	8	18	19
DATI DI INPUT	Ls (ft)	2133	2133	2133	2133
	Vff (veh/h)	2690	1813	1274	1516
	Vrf (veh/h)	280	237	412	182
	Vfr (veh/h)	923	1037	1007	667
	Vrr (veh/h)	610	660	752	568
	%VP	0,07	0,07	0,07	0,07
	PHF	0,9	0,9	0,9	0,9
	fp	1	1	1	1
	Et	1,5	1,5	1,5	1,5
	fhv	0,97	0,97	0,97	0,97
	Cifl (veh/h/ln)	2350	2350	2350	2350
	ID (interchange density int/mi)	0,5	0,5	0,5	0,5
	FFS (mi/h)	65	65	65	65
	D (veh/mi/ln)	35,43	28,74	26,40	20,90
	LOS	E	D	C	C

Tabella 4-5. LOS attuale 2016 direzione Pisa/Livorno

		ORA			
		7	8	18	19
DATI DI INPUT	Ls (ft)	984	984	984	984
	Vff (veh/h)	994	1239	1612	1282
	Vrf (veh/h)	766	728	1041	894
	Vfr (veh/h)	864	1035	413	509
	Vrr (veh/h)	654	578	201	312
	%VP	0,07	0,07	0,07	0,07
	PHF	0,9	0,9	0,9	0,9
	fp	1	1	1	1
	Et	1,5	1,5	1,5	1,5
	fhv	0,97	0,97	0,97	0,97
	Cifi (veh/h/ln)	2350	2350	2350	2350
	ID (interchange density int/mi)	0,5	0,5	0,5	0,5
	FFS (mi/h)	65	65	65	65
	D (veh/mi/ln)	26,38	29,63	25,78	23,25
	LOS	C	D	C	C

#### 4.4 CONCLUSIONI

In ragione dei valori di input assunti, la valutazione del LOS dei tronchi di scambio risulta coerente con l'insieme delle indagini fatte:

- entrambe le direzioni, almeno per le fasce 7-8, 8-9 e 18-19, presentano condizioni di deflusso piuttosto condizionate, con un LOS che varia tra D (o C molto prossimo alla soglia di passaggio) ed E;
- la direzione Firenze, nella fascia mattutina, presenta un LOS pari ad E, situazione che appare coerente a quanto riscontrato con il rilievo della vettura flottante.

Risulta quindi evidente che i due tronchi di scambio lungo la FI-PI-LI sono due elementi critici del sistema per i flussi elevati, l'elevato numero di scambi e la scarsa lunghezza dell'area di intreccio.

## 5 VALUTAZIONE MICRO MODELLISTICA DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

### 5.1 IMPOSTAZIONE

Al fine di valutare l'efficacia della soluzione progettuale proposta per risolvere i problemi del nodo di Scandicci è stato scelto di implementare un modello di micro simulazione<sup>1</sup>, dal momento che le dinamiche di deflusso osservate sono principalmente legate all'interazione dei veicoli che percorrono traiettorie in conflitto e alla capacità di ricezione delle intersezioni. I modelli di tipo macro, infatti, permettono di valutare la capacità delle arterie stradali ma non permettono di indagare gli effetti di interazioni di tipo micro tra singoli veicoli. La tipologia di modello scelta invece permette attraverso la calibrazione di parametri comportamentali dei veicoli di:

- ricostruire con affidabilità le dinamiche di interazione tra le correnti veicolari e di formazione degli accodamenti osservati durante le indagini;
- analizzare le prestazioni delle sistemazioni delle intersezioni

La Figura 5-1 mostra il grafo dell'offerta stradale ricostruita nel modello di micro simulazione valido per lo scenario attuale (anno base 2016).

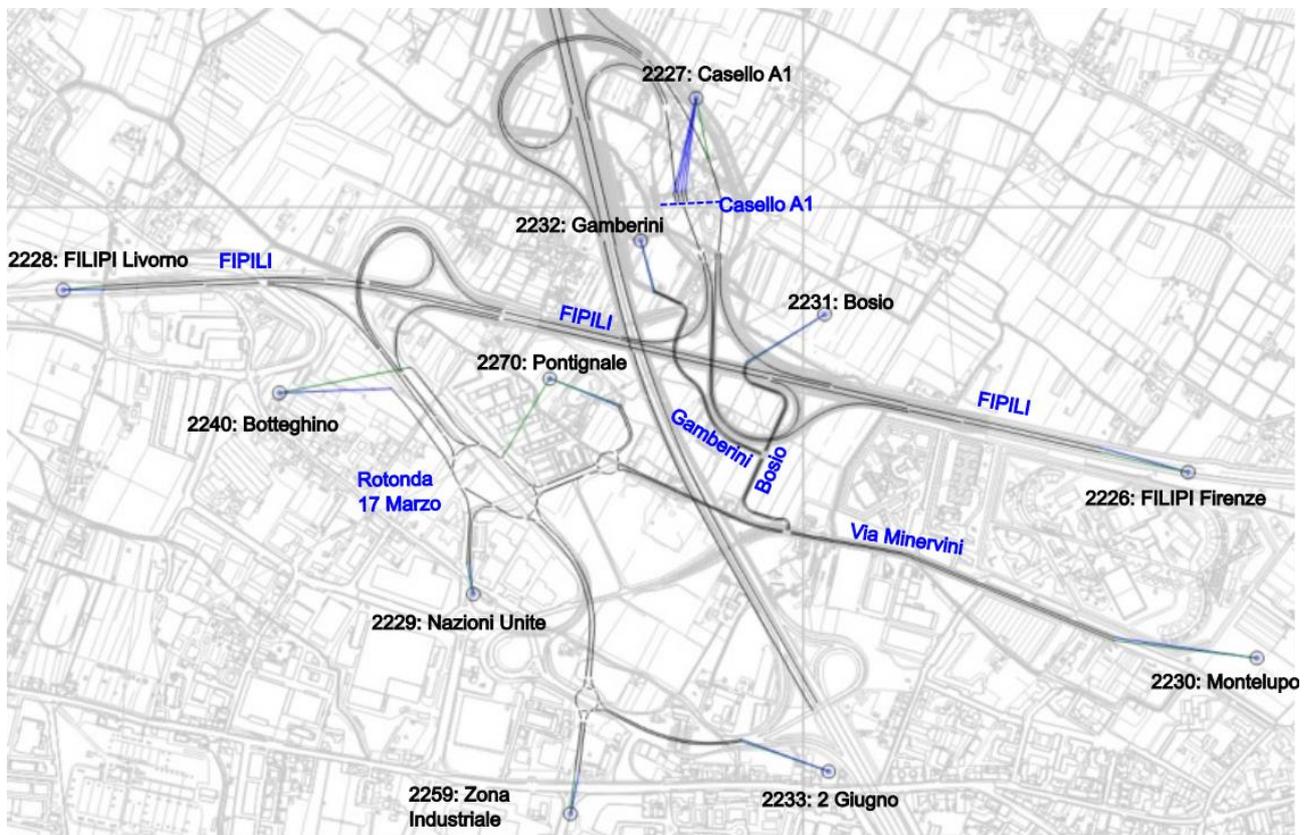


Figura 5-1. Scenario attuale: modello di base

Per quanto riguarda la domanda di traffico, questa è stata ricostruita tramite un processo di aggiornamento della matrice di domanda, utilizzando i dati dei rilievi di traffico.

I periodi simulati per ciascuno scenario sono le due ore di punta dal mattino (7:00-9:00) e le due ore di punta del pomeriggio (18:00-20:00). Il periodo di simulazione è stato incrementato di due ore per permettere a tutti i veicoli generati durante le ore di punta di raggiungere la propria destinazione. Questa scelta è stata dettata dall'esigenza di analizzare alcuni macro indicatori delle simulazioni che verranno dettagliatamente riportati nel Capitolo 6.1.

Le matrici di domanda riferite agli orizzonti temporali futuri sono state stimate a partire da quella dell'anno base 2016 e aggiornate tramite un modello di crescita descritto nel capitolo successivo. Rispetto agli orizzonti

<sup>1</sup> Il software scelto è Aimsun 8.4 della TSS.

temporali futuri è stata aggiunta la domanda indotta dalla nuova struttura commerciale prevista in località Pontignale nell'area dell'ex Cdr. La stima della domanda indotta è stata acquisita dalla Relazione Trasportistica allegata all'autorizzazione al Permesso a costruire rispetto cui si riporta nel capitolo 5.3 un estratto della metodologia utilizzata.

Gli scenari programmatici futuri, ovvero a sistema di offerta invariata, sono stati simulati rispetto agli orizzonti temporali 2026 e 2036.

Infine è stata ricostruita la rete stradale per lo scenario progettuale, simulato per gli orizzonti temporali 2026 e 2036.

Per ciascuno scenario di simulazione sono stati valutati i risultati in termini di flussi assegnati sugli archi e in termini di Livello di Servizio degli archi e delle intersezioni secondo le metodologie descritte nell'Highway Capacity Manual.

Lo scenario attuale è stato utilizzato per la validazione della simulazione, mentre le valutazioni sugli impatti derivanti dal progetto sono state effettuate confrontando sia parametri puntuali che parametri di sistema degli scenari programmatici rispetto a quelli progettuali (relativamente sia all'anno 2026 e 2036).

## 5.2 CRESCITA DEL TRAFFICO

La valutazione della crescita del traffico negli scenari futuri è stata affrontata secondo un duplice approccio. Per le coppie Origine Destinazione che interessano il casello autostradale di Firenze Scandicci è stato valutato l'incremento dei traffici in funzione della serie storica del TGMA fornita da Autostrade. Per tutte le altre relazioni, ovvero quelle che non interessano la barriera, è stato valutato l'incremento della domanda secondo un'analisi basata sulle tendenze demografiche della Città Metropolitana di Firenze tra il 2011 e il 2018.

Le classi di pedaggio registrate alla barriera sono state aggregate nelle seguenti classi veicolari:

- veicoli leggeri (VL): classe A e B;
- veicoli pesanti (VP): classi 3, 4 e 5.

Analizzando il trend storico dei flussi in termini di TGMA bidirezionale alla barriera A1 di Firenze Scandicci suddiviso per classi veicolari, è stato implementato un modello econometrico per definire dei tassi di crescita futuri del traffico per gli anni 2026 e 2036, applicati sia allo scenario 7:00-9:00 che a quello 18:00-20:00.

Come è possibile osservare nelle Figure successive il trend di crescita registrato dal 1996 al 2018 risulta sostenuto, specialmente per i veicoli pesanti, con delle brevi fasi di flessione registrati a cavallo della crisi economica del 2008 e negli ultimi due anni della serie storica (2018 e 2019).

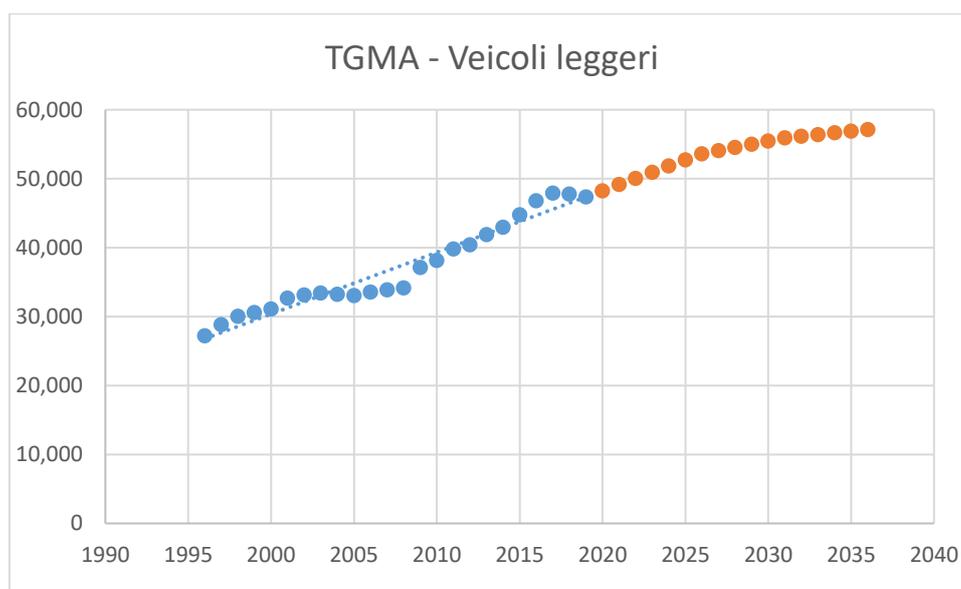


Figura 5-2. Dato storico e stima dell'andamento futuro del TGMA bidirezionale - veicoli leggeri

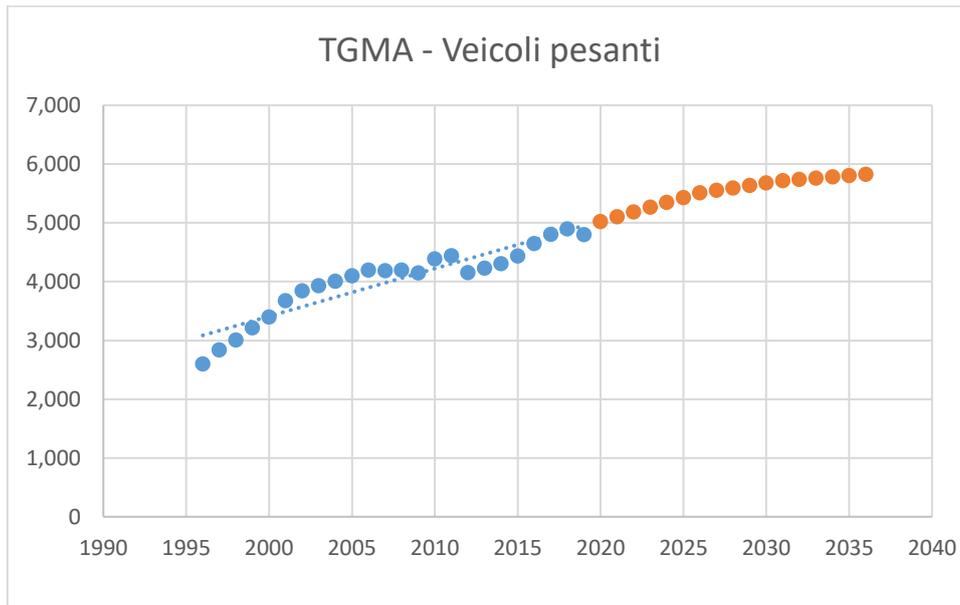


Figura 5-3. Dato storico e stima dell'andamento futuro del TGMA bidirezionale - veicoli pesanti

Il tasso di crescita fino al 2026, secondo un approccio conservativo, è stato mantenuto costante e proporzionale al trend registrato negli anni passati. Questa valutazione è cautelativa rispetto alle esigenze sotto cui nasce questo studio di traffico e cioè valutare la tenuta funzionale del progetto. Nonostante infatti le previsioni future a livello nazionale prevedano dei tassi vicini allo zero o addirittura negativi si è valutato che il trend ottenuto sia particolarmente sostenuto e maggiore dei trend di crescita nazionali registrati negli ultimi anni.

Per quanto riguarda la stima dal 2026 al 2036, considerando una certa incertezza verso l'orizzonte temporale più remoto, il tasso di crescita è stato ridotto progressivamente verso un asintoto orizzontale.

Tabella 5-1. Stima dei tassi di crescita 2026 e 2036 per il traffico autostradale distinto per classi veicolari

Coppie OD Casello Scandicci	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti
Incremento 2026 rispetto 2016	14.59%	18.54%
Incremento 2036 rispetto 2016	22.08%	25.35%

Per quanto riguarda la stima del tasso di crescita futuro per le restanti coppie Origine Destinazione la valutazione ha preso come riferimento il tasso di crescita registrato tra il 2011 e il 2018 della popolazione residente nella Città Metropolitana di Firenze. Calcolando il tasso di crescita medio annuo dalla serie storica, esso è stato assunto anche per i successivi anni e mantenuto costante per l'orizzonte temporale di analisi fino al 2036.

Tabella 5-2. Crescita della popolazione residente nella Città Metropolitana di Firenze

Popolazione al 31 Dicembre 2011	Popolazione al 31 Dicembre 2018	Tasso di crescita 2011-2018	Tasso di crescita medio annuo 2011-2018
972,232	1,011,349	4.02%	0.57%

Tabella 5-3. Stima dei tassi di crescita 2026 e 2036 per le restanti coppie OD

Altre coppie OD	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti
Incremento 2026 rispetto 2016	5.75%	5.75%
Incremento 2036 rispetto 2016	11.50%	11.50%

### 5.3 TRAFFICO INDOTTO DALLE POLARITA' LOCALI

Oltre alla crescita complessiva del traffico negli orizzonti temporali futuri, la domanda degli scenari 2026 e 2036 è stata incrementata anche del traffico indotto dagli insediamenti urbanistici previsti nell'area di studio. Come da planimetria mostrata in Figura 5-4 nei pressi della viabilità studiata è previsto l'insediamento di una nuova Grande Superficie di Vendita nell'area ex CDR.

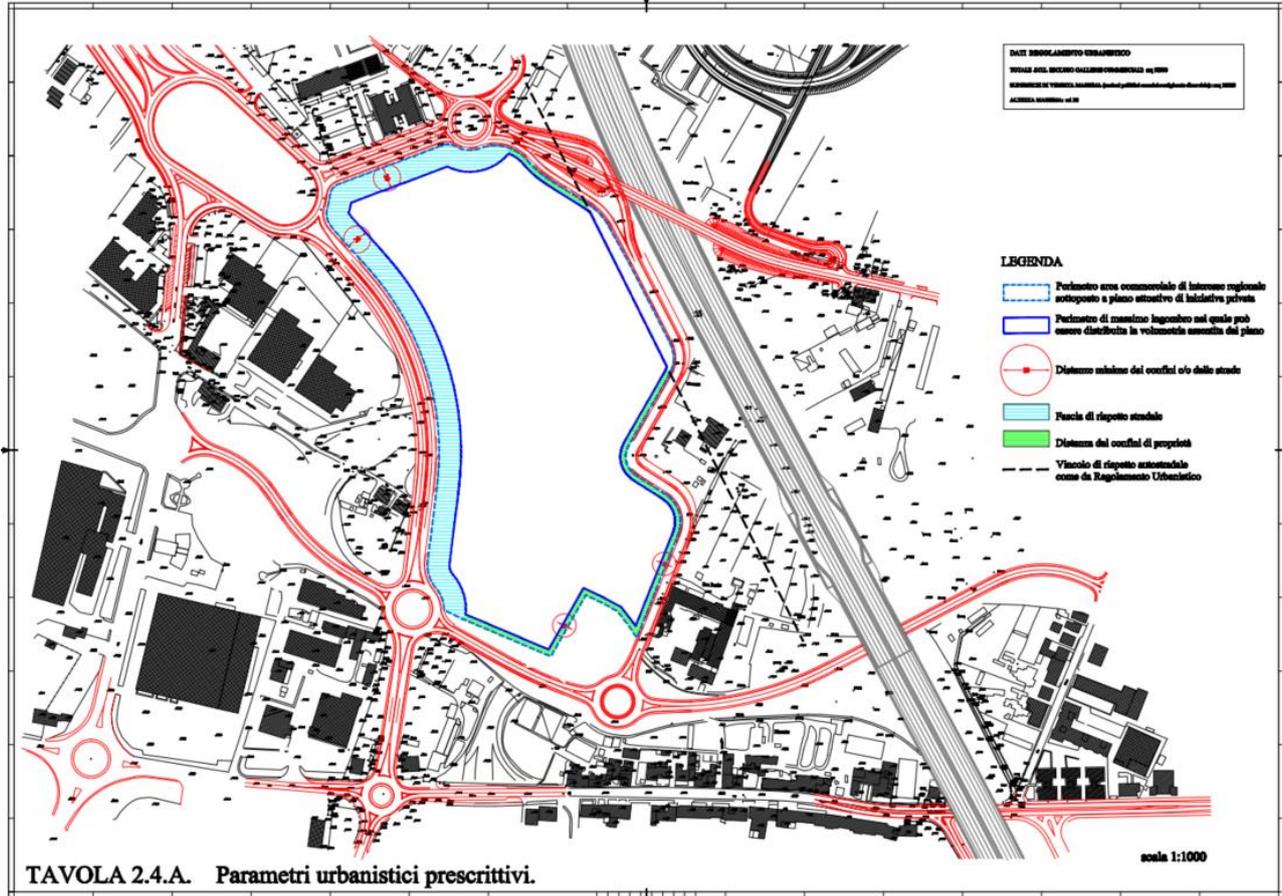


Figura 5-4. Inquadramento progetto ex CDR (fonte: progetto presentato al Comune di Scandicci per la procedura di VIA)

Per la stima del traffico indotto, generato e attratto dal nuovo centro commerciale, lo Studio allegato al Permesso a Costruire, applica la metodologia Trip generation del Manuale ITE. Attraverso delle regressioni studiate negli Stati Uniti, partendo dalla superficie di vendita è stato stimato il valore di veicoli attratti e generati nell'ora di punta del mattino e del pomeriggio del giorno feriale medio.

Si riporta nella successiva tabella l'incremento della domanda di veicoli leggeri implementata negli scenari 2026 e 2036 (in termini di veicoli/ora e distinti successivamente in veicoli destinati al centroide o originati dal centroide del centro commerciale).

Tabella 5-4. Stima del traffico orario indotto per l'insediamento del nuovo centro commerciale

Giorno feriale	mattina		sera	
<b>traffico indotto (veic/h)</b>	<b>389</b>		<b>1.719</b>	
Entrante (veic/h)	[62%]	<b>241</b>	[48%]	<b>825</b>
Uscente (veic/h)	[38%]	<b>148</b>	[52%]	<b>894</b>

(fonte: Studio trasportistico allegato al Permesso a Costruire)

Nel micro modello di traffico sono state implementate le strade della viabilità d'accesso al centro commerciale e uno specifico centroide per la generazione e attrazione della domanda.

## 5.4 MICROMODELLO E SUOI OUTPUT

Il software di micro simulazione assegna la domanda all'offerta di trasporto tramite un modello di assegnazione dinamico, che tiene conto quindi dell'evoluzione temporale del sistema di offerta simulato. Più precisamente, il processo si basa sull'ottenimento di una soluzione stocastica al problema, dal momento che l'evoluzione temporale del sistema non è univocamente determinabile, ma dipende da vari fattori, tra cui il comportamento degli utenti. Per questo motivo la micro simulazione integra diversi modelli matematici per descrivere i comportamenti dei singoli veicoli nelle situazioni di:

- accodamento al veicolo precedente (Car Following);
- cambio di corsia (Lane Changing);
- accettazione del tempo di attesa (Gap Acceptance).

La fase di calibrazione del modello di micro simulazione comporta la regolazione dei parametri alla base del funzionamento di tali modelli, al fine di riprodurre le reali condizioni di deflusso della rete: i parametri comportamentali hanno infatti un'influenza preponderante sulla formazione delle code, in particolare nei punti di intersezione. La calibrazione di tali parametri comporta la scelta del loro valore medio e della loro varianza per le diverse categorie di utenti e i vari archi del grafo stradale: le diverse simulazioni del medesimo scenario non restituiscono gli stessi risultati puntuali in termini di tempi di percorrenza e flusso, perché la scelta del percorso del singolo veicolo dipende dall'evoluzione temporale dello scenario, che a sua volta -come già anticipato- cambia al variare di tali parametri. I parametri calibrati sul modello attuale sono quindi riutilizzati per la simulazione degli scenari futuri.

Il confronto sintetico tra le prestazioni dei diversi scenari simulati è possibile tramite i seguenti indicatori:

- **macro indicatori trasportistici:**
  - tempo di percorrenza complessivo della simulazione [veic\*h];
  - percorrenza complessiva della simulazione [veic\*km];
  - velocità media della simulazione [km/h];
- **indicatori relativi ai percorsi:**
  - tempo di percorrenza medio tra le coppie Origine Destinazione;
- **indicatori relativi alle sezioni:**
  - rapporto flusso/capacità (Q/C);
  - Level of Efficiency - rapporto velocità media/velocità a deflusso libero ( $V_m/VFL$ );
  - Livello di Servizio – LOS calcolato lungo gli archi di interesse secondo Highway Capacity Manual.

Il micro modello è stato implementato in 2 classi veicolari (VL = leggeri + commerciali leggeri e VP = commerciali pesanti). Ai fini modellistici le dimensioni dei veicoli leggeri sono state incrementate per comprendere anche i mezzi commerciali leggeri (i mezzi sono generati casualmente con lunghezze tra i 4m e i 9m).

## 5.5 CRITERI DI VALUTAZIONE FUNZIONALE

Il **livello di servizio** (Level of Service – LOS) è un indicatore sintetico definito dall'Highway Capacity Manual ed esprime il buono o cattivo funzionamento di un elemento stradale (arco, intersezione non semaforizzata, intersezione semaforizzata, rotatoria). I livelli di servizio sono sei, identificati con una lettera da A a F, e ordinati secondo il peggioramento progressivo delle condizioni di deflusso (A indica la circolazione a flusso libero, F indica la marcia stop and go).

L'utilizzo di questo indicatore permette di visualizzare in modo semplice uno stato di congestione dovuto -ad esempio- alla presenza di un'intersezione o ad una situazione di rallentamento di un tratto stradale urbano utilizzato come tronco di scambio tra diverse traiettorie, anche in condizioni di saturazione (vale a dire del rapporto flusso/capacità) bassa. La saturazione, infatti, non permette di valutare in modo esaustivo le condizioni di deflusso, dal momento che è legata alla capacità teorica di un arco senza considerare la sistemazione dei nodi estremi dello stesso o il suo utilizzo da parte degli utenti nelle loro traiettorie.

Il manuale HCM indica i parametri specifici da cui dipende il livello di servizio, sulla base della tipologia dell'elemento studiato. Ad esempio, il livello di servizio per gli archi di scorrimento extraurbano dipende dalla densità veicolare, espressa in veicoli/miglio/corsia; le strade urbane invece dipendono dalla velocità espressa come aliquota percentuale della velocità di flusso libero (Level of Efficiency).

Indipendentemente dal parametro scelto, un rapporto superiore a 1 tra flusso circolante Q e capacità dell'asta C, esprime una condizione di congestione e, di conseguenza, il livello di servizio non può che essere F.



Figura 5-5. Condizioni di deflusso e relativi livelli di servizio

La metodologia utilizzata per valutare funzionalmente il tratto di scambio della SCG FI-PI-LI compreso tra lo svincolo A1 e quello di Scandicci è il medesimo presentato nel Paragrafo 4.2. La metodologia dell'Highway Capacity Manual individua il Livello di Servizio relativo al tratto di strada valutando la densità veicolare espressa in veicoli leggeri equivalenti/miglia/corsia.

Tabella 5-5. Classi di attribuzione del LOS per tronchi di scambio (fonte: HCM)

Density (PCU/miglia/corsia)	LOS
≤ 10	A
10 ÷ 20	B
20 ÷ 28	C
28 ÷ 35	D
> 35	E
Q/C > 1	F

La valutazione funzionale delle intersezioni, sempre in accordo con il Manuale HCM, è invece funzione del tempo medio di attesa (delay time) espresso in secondi/veicolo e registrato sulle corsie di entrata. Il Livello di Servizio per le intersezioni a raso non semaforizzate è così individuato rispetto ai seguenti intervalli indicati in Tabella 5-6.

Tabella 5-6. Classi di attribuzione del LOS per approcci a intersezioni non semaforizzate (fonte: HCM)

Delay time (s/veic)	LOS
≤10	A
10 ÷ 15	B
15 ÷ 25	C
25 ÷ 35	D
35 ÷ 50	E
> 50	F

Oltre ai tratti di scambio e agli approcci delle intersezioni sono stati analizzati i Livelli di Servizio dei restanti archi stradali di interesse (sono state quindi escluse le rampe, le corsie del casello e l'Autostrada A1). La metodologia HCM permette di calcolare il LoS degli archi urbani tramite l'indicatore Level of Efficiency (percentuale della velocità media simulata rispetto alla velocità massima di deflusso libero) e il LoS degli archi extraurbani secondo due parametri: la densità veicolare e la velocità massima dell'arco. Gli intervalli di riferimento sono riportati nelle successive tabelle.

Tabella 5-7. Classi di attribuzione del LOS per archi di tipo "urban" (fonte HCM)

LoE (% della Vmax)	LOS
> 85 %	A
85 % ÷ 67 %	B
67 % ÷ 50 %	C
50 % ÷ 40 %	D
40 % ÷ 30 %	E
≤ 30 %	F

Tabella 5-8. Classi di attribuzione del LOS per archi di tipo "multilane highways" (fonte HCM)

Density (PCU/miglia/corsia)	Vmax (miglia/h)	LOS
≤11	-	A
11 ÷ 18	-	B
18 ÷ 26	-	C
26 ÷ 35	-	D
35 ÷ 40	60	E
35 ÷ 41	55	
35 ÷ 43	50	
35 ÷ 45	45	
> 40	60	F
> 41	55	
> 43	50	
> 45	45	

## 5.6 SCENARIO ATTUALE 2016

### 5.6.1 Validazione modello

La validazione del modello è stata effettuata secondo due tipi di approcci. Il primo ha considerato la corretta simulazione dei flussi veicolari nel modello confrontando i veicoli generati effettivamente durante la simulazione rispetto a quelli osservati e definiti nelle matrici Origine Destinazione. Il secondo approccio ha considerato la corretta simulazione dei flussi veicolari confrontando i valori simulati e rilevati sugli archi della rete.

La validazione del primo dato è stata effettuata tramite l'indicatore GEH di cui si riporta la formulazione:

$$GEH = \sqrt{\frac{2(M - C)^2}{(M + C)}}$$

dove:

- M rappresenta il flusso totale simulato dal modello tra la coppia Origine-Destinazione nell'ora media;
- C il flusso totale osservato tra la coppia Origine Destinazione nell'ora media.

L'indicatore GEH minore di 5 indica una buona correlazione statistica, tra 5 e 10 indica una media correlazione e se maggiore di 10 indica una bassa correlazione. Il manuale inglese del DMRB suggerisce per la validazione del modello che almeno l'85% dei volumi di traffico abbiano un indicatore GEH minore di 5.

Si riportano di seguito le tabelle di calcolo dell'indicatore GEH sia per la simulazione delle ore di punta del mattino sia per la simulazione delle ore di punta del pomeriggio. In calce di ciascuna tabella è riportata la percentuale delle coppie OD contraddistinte da un GEH minore di 5: per la simulazione del mattino si riscontra un valore pari al 90,9% e per quella del pomeriggio un valore del 100% confermando la buona validazione del modello.

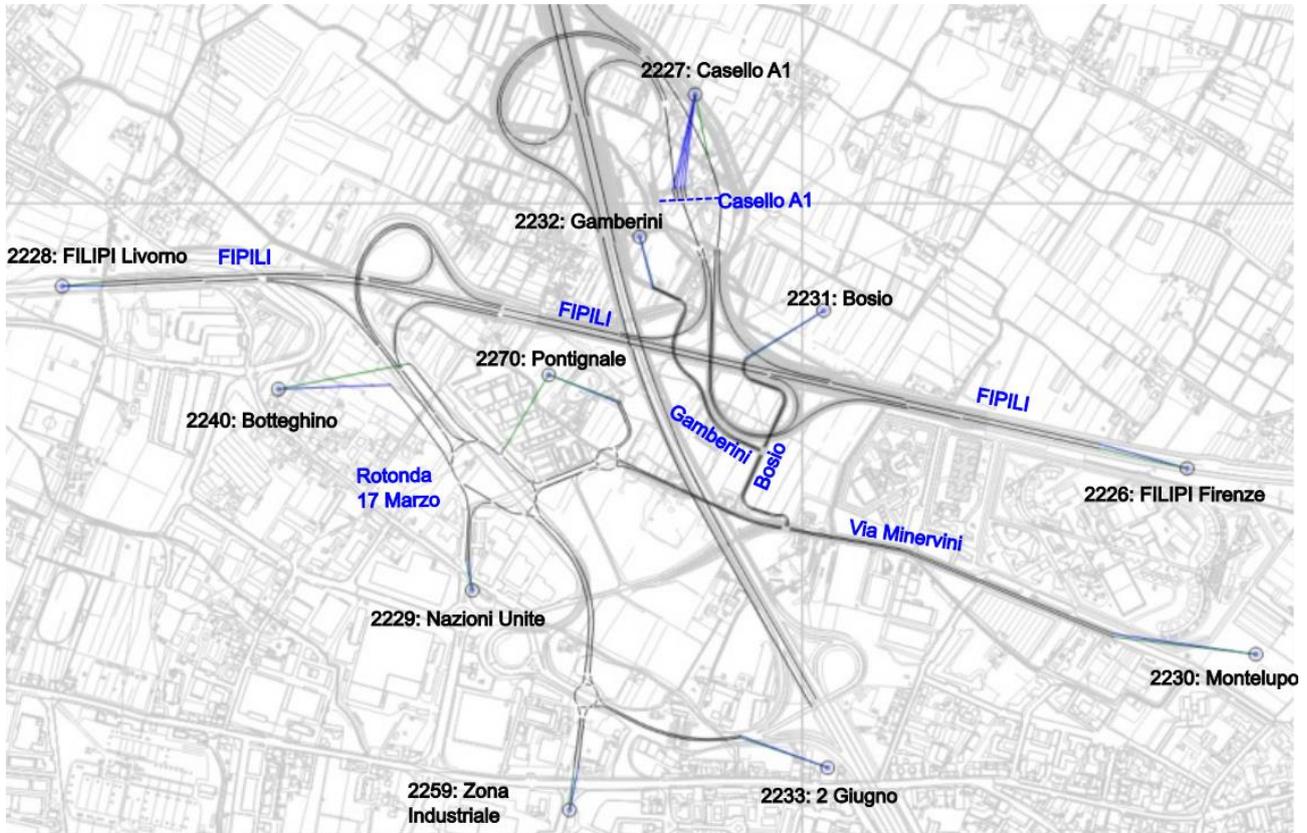


Figura 5-6. Scenario attuale: identificazione dei centroidi del modello

*Tabella 5-9 Calcolo GEH dei flussi simulati nel periodo 7:00-9:00*

Scenario	Origine	Destinazione	Veicoli simulazione M [(VL+VP)/h]	Veicoli matrice C [(VL+VP)/h]	GEH
7:00 - 9:00	2226	2227	960	996	1.13
7:00 - 9:00	2226	2228	977	1028	1.63
7:00 - 9:00	2226	2229	254	270	1.01
7:00 - 9:00	2226	2230	84	96	1.23
7:00 - 9:00	2226	2231	1	1	0.16
7:00 - 9:00	2226	2232	0	0	0.49
7:00 - 9:00	2226	2233	79	84	0.59
7:00 - 9:00	2226	2240	123	136	1.13
7:00 - 9:00	2226	2259	165	180	1.09
7:00 - 9:00	2226	2270	1	1	0.21
7:00 - 9:00	2227	2226	284	405	6.50
7:00 - 9:00	2227	2228	583	836	9.51
7:00 - 9:00	2227	2229	193	282	5.79
7:00 - 9:00	2227	2230	56	86	3.50
7:00 - 9:00	2227	2231	1	2	0.44
7:00 - 9:00	2227	2232	0	0	0.20
7:00 - 9:00	2227	2233	52	78	3.28
7:00 - 9:00	2227	2240	101	147	4.14
7:00 - 9:00	2227	2259	101	151	4.43
7:00 - 9:00	2227	2270	2	3	0.93
7:00 - 9:00	2228	2226	1741	1768	0.65
7:00 - 9:00	2228	2227	674	684	0.40
7:00 - 9:00	2228	2229	54	56	0.19
7:00 - 9:00	2228	2230	12	12	0.07
7:00 - 9:00	2228	2231	0	0	0.06
7:00 - 9:00	2228	2232	0	0	0.09
7:00 - 9:00	2228	2233	10	10	0.16
7:00 - 9:00	2228	2240	27	26	0.14
7:00 - 9:00	2228	2259	20	22	0.46
7:00 - 9:00	2228	2270	4	5	0.75
7:00 - 9:00	2229	2226	20	19	0.07
7:00 - 9:00	2229	2227	145	142	0.30
7:00 - 9:00	2229	2228	28	25	0.43
7:00 - 9:00	2229	2230	46	47	0.13
7:00 - 9:00	2229	2231	1	0	0.35
7:00 - 9:00	2229	2232	0	0	0.19
7:00 - 9:00	2229	2233	30	31	0.16
7:00 - 9:00	2229	2240	39	39	0.10
7:00 - 9:00	2229	2259	4	4	0.21
7:00 - 9:00	2229	2270	0	1	0.12
7:00 - 9:00	2230	2226	28	27	0.24
7:00 - 9:00	2230	2227	175	185	0.75
7:00 - 9:00	2230	2228	30	29	0.07
7:00 - 9:00	2230	2229	221	224	0.20
7:00 - 9:00	2230	2231	33	32	0.13
7:00 - 9:00	2230	2232	0	0	0.00

7:00 - 9:00	2230	2233	0	0	0.00
7:00 - 9:00	2230	2240	64	65	0.11
7:00 - 9:00	2230	2259	33	32	0.17
7:00 - 9:00	2230	2270	0	0	0.00
7:00 - 9:00	2231	2226	4	3	0.05
7:00 - 9:00	2231	2227	13	12	0.24
7:00 - 9:00	2231	2228	16	15	0.23
7:00 - 9:00	2231	2229	3	3	0.10
7:00 - 9:00	2231	2230	48	48	0.02
7:00 - 9:00	2231	2232	0	0	0.00
7:00 - 9:00	2231	2233	0	0	0.01
7:00 - 9:00	2231	2240	2	2	0.01
7:00 - 9:00	2231	2259	2	2	0.20
7:00 - 9:00	2231	2270	2	2	0.02
7:00 - 9:00	2232	2226	0	0	0.50
7:00 - 9:00	2232	2227	1	0	0.18
7:00 - 9:00	2232	2228	0	0	0.03
7:00 - 9:00	2232	2229	1	1	0.14
7:00 - 9:00	2232	2230	2	2	0.20
7:00 - 9:00	2232	2231	1	1	0.01
7:00 - 9:00	2232	2233	0	0	0.00
7:00 - 9:00	2232	2240	0	0	0.00
7:00 - 9:00	2232	2259	0	0	0.40
7:00 - 9:00	2232	2270	0	0	0.00
7:00 - 9:00	2233	2226	19	18	0.09
7:00 - 9:00	2233	2227	129	130	0.06
7:00 - 9:00	2233	2228	20	21	0.12
7:00 - 9:00	2233	2229	13	12	0.16
7:00 - 9:00	2233	2230	1	1	0.30
7:00 - 9:00	2233	2231	0	0	0.11
7:00 - 9:00	2233	2232	0	0	0.00
7:00 - 9:00	2233	2240	16	15	0.32
7:00 - 9:00	2233	2259	19	18	0.25
7:00 - 9:00	2233	2270	0	0	0.00
7:00 - 9:00	2240	2226	6	33	6.24
7:00 - 9:00	2240	2227	43	213	15.02
7:00 - 9:00	2240	2228	8	40	6.62
7:00 - 9:00	2240	2229	37	187	14.22
7:00 - 9:00	2240	2230	14	72	9.00
7:00 - 9:00	2240	2231	0	1	0.83
7:00 - 9:00	2240	2232	0	0	0.00
7:00 - 9:00	2240	2233	12	57	7.74
7:00 - 9:00	2240	2259	10	57	8.05
7:00 - 9:00	2240	2270	0	0	0.00
7:00 - 9:00	2259	2226	17	19	0.42
7:00 - 9:00	2259	2227	127	131	0.40
7:00 - 9:00	2259	2228	21	21	0.15
7:00 - 9:00	2259	2229	0	0	0.00
7:00 - 9:00	2259	2230	2	2	0.11

7:00 - 9:00	2259	2231	0	0	0.28
7:00 - 9:00	2259	2232	0	0	0.00
7:00 - 9:00	2259	2233	13	14	0.41
7:00 - 9:00	2259	2240	15	15	0.10
7:00 - 9:00	2259	2270	0	0	0.00
7:00 - 9:00	2270	2226	1	1	0.02
7:00 - 9:00	2270	2227	2	2	0.13
7:00 - 9:00	2270	2228	2	2	0.00
7:00 - 9:00	2270	2229	2	1	0.28
7:00 - 9:00	2270	2230	9	11	0.60
7:00 - 9:00	2270	2231	4	4	0.33
7:00 - 9:00	2270	2232	0	0	0.00
7:00 - 9:00	2270	2233	0	0	0.47
7:00 - 9:00	2270	2240	5	5	0.02
7:00 - 9:00	2270	2259	1	0	0.38
<b>Percentuale in cui si registrano valori di GEH inferiori a 5</b>					<b>90,9 %</b>

*Tabella 5-10. Calcolo GEH dei flussi simulati nel periodo 18:00-20:00*

Scenario	Origine	Destinazione	Veicoli totali simulazione M	Veicoli totali matrice C	GEH
18:00 - 20:00	2226	2227	508	516	0.36
18:00 - 20:00	2226	2228	1697	1709	0.29
18:00 - 20:00	2226	2229	57	57	0.02
18:00 - 20:00	2226	2230	19	19	0.20
18:00 - 20:00	2226	2231	0	0	0.01
18:00 - 20:00	2226	2232	0	0	0.20
18:00 - 20:00	2226	2233	27	29	0.48
18:00 - 20:00	2226	2240	25	25	0.10
18:00 - 20:00	2226	2259	31	29	0.27
18:00 - 20:00	2226	2270	0	0	0.21
18:00 - 20:00	2227	2226	535	542	0.29
18:00 - 20:00	2227	2228	616	621	0.19
18:00 - 20:00	2227	2229	191	205	1.02
18:00 - 20:00	2227	2230	94	97	0.32
18:00 - 20:00	2227	2231	1	1	0.17
18:00 - 20:00	2227	2232	0	0	0.10
18:00 - 20:00	2227	2233	128	125	0.20
18:00 - 20:00	2227	2240	118	115	0.22
18:00 - 20:00	2227	2259	129	127	0.17
18:00 - 20:00	2227	2270	0	0	0.09
18:00 - 20:00	2228	2226	707	708	0.06
18:00 - 20:00	2228	2227	694	699	0.17
18:00 - 20:00	2228	2229	121	121	0.04
18:00 - 20:00	2228	2230	39	38	0.13
18:00 - 20:00	2228	2231	3	3	0.05
18:00 - 20:00	2228	2232	0	0	0.39
18:00 - 20:00	2228	2233	61	59	0.29
18:00 - 20:00	2228	2240	51	52	0.09

18:00 - 20:00	2228	2259	58	59	0.20
18:00 - 20:00	2228	2270	1	1	0.49
18:00 - 20:00	2229	2226	50	53	0.37
18:00 - 20:00	2229	2227	200	205	0.35
18:00 - 20:00	2229	2228	63	64	0.19
18:00 - 20:00	2229	2230	68	68	0.03
18:00 - 20:00	2229	2231	0	0	0.34
18:00 - 20:00	2229	2232	0	0	0.24
18:00 - 20:00	2229	2233	6	6	0.04
18:00 - 20:00	2229	2240	58	55	0.33
18:00 - 20:00	2229	2259	0	0	0.00
18:00 - 20:00	2229	2270	0	0	0.42
18:00 - 20:00	2230	2226	31	30	0.09
18:00 - 20:00	2230	2227	125	125	0.01
18:00 - 20:00	2230	2228	37	37	0.03
18:00 - 20:00	2230	2229	85	84	0.19
18:00 - 20:00	2230	2231	89	90	0.04
18:00 - 20:00	2230	2232	6	7	0.31
18:00 - 20:00	2230	2233	1	1	0.10
18:00 - 20:00	2230	2240	45	46	0.22
18:00 - 20:00	2230	2259	2	2	0.12
18:00 - 20:00	2230	2270	38	38	0.12
18:00 - 20:00	2231	2226	0	0	0.26
18:00 - 20:00	2231	2227	0	0	0.02
18:00 - 20:00	2231	2228	0	0	0.14
18:00 - 20:00	2231	2229	0	0	0.32
18:00 - 20:00	2231	2230	102	108	0.59
18:00 - 20:00	2231	2232	1	1	0.23
18:00 - 20:00	2231	2233	0	0	0.22
18:00 - 20:00	2231	2240	0	0	0.09
18:00 - 20:00	2231	2259	0	0	0.14
18:00 - 20:00	2231	2270	3	3	0.01
18:00 - 20:00	2232	2226	0	0	0.12
18:00 - 20:00	2232	2227	0	0	0.06
18:00 - 20:00	2232	2228	0	0	0.28
18:00 - 20:00	2232	2229	0	0	0.05
18:00 - 20:00	2232	2230	0	0	0.00
18:00 - 20:00	2232	2231	0	0	0.00
18:00 - 20:00	2232	2233	0	0	0.00
18:00 - 20:00	2232	2240	0	0	0.00
18:00 - 20:00	2232	2259	0	0	0.00
18:00 - 20:00	2232	2270	0	0	0.00
18:00 - 20:00	2233	2226	13	13	0.22
18:00 - 20:00	2233	2227	71	70	0.09
18:00 - 20:00	2233	2228	17	16	0.08
18:00 - 20:00	2233	2229	34	36	0.42
18:00 - 20:00	2233	2230	0	0	0.00
18:00 - 20:00	2233	2231	0	0	0.16
18:00 - 20:00	2233	2232	0	0	0.00

18:00 - 20:00	2233	2240	20	18	0.37
18:00 - 20:00	2233	2259	13	14	0.22
18:00 - 20:00	2233	2270	0	0	0.21
18:00 - 20:00	2240	2226	46	46	0.05
18:00 - 20:00	2240	2227	193	208	1.10
18:00 - 20:00	2240	2228	56	60	0.51
18:00 - 20:00	2240	2229	90	92	0.20
18:00 - 20:00	2240	2230	36	40	0.53
18:00 - 20:00	2240	2231	0	0	0.41
18:00 - 20:00	2240	2232	0	0	0.00
18:00 - 20:00	2240	2233	20	20	0.09
18:00 - 20:00	2240	2259	19	20	0.13
18:00 - 20:00	2240	2270	2	1	0.35
18:00 - 20:00	2259	2226	35	37	0.35
18:00 - 20:00	2259	2227	140	141	0.09
18:00 - 20:00	2259	2228	47	45	0.22
18:00 - 20:00	2259	2229	5	5	0.11
18:00 - 20:00	2259	2230	10	9	0.07
18:00 - 20:00	2259	2231	0	0	0.38
18:00 - 20:00	2259	2232	0	0	0.09
18:00 - 20:00	2259	2233	17	18	0.11
18:00 - 20:00	2259	2240	22	19	0.77
18:00 - 20:00	2259	2270	0	0	0.33
18:00 - 20:00	2270	2226	0	0	0.21
18:00 - 20:00	2270	2227	0	0	0.04
18:00 - 20:00	2270	2228	0	0	0.36
18:00 - 20:00	2270	2229	0	0	0.33
18:00 - 20:00	2270	2230	0	0	0.00
18:00 - 20:00	2270	2231	1	1	0.28
18:00 - 20:00	2270	2232	0	0	0.00
18:00 - 20:00	2270	2233	0	0	0.00
18:00 - 20:00	2270	2240	0	0	0.00
18:00 - 20:00	2270	2259	0	0	0.00
<b>Percentuale in cui si registrano valori di GEH inferiori a 5</b>					<b>100%</b>

La validazione del modello ha inoltre preso in considerazione lo scarto tra flussi simulati dal modello e i flussi veicolari registrati tramite i rilievi. A titolo esemplificativo si riporta nelle successive Figure la rappresentazione grafica della validazione della sola componente leggera sia per la simulazione del mattino (7:00-9:00) sia per la simulazione del pomeriggio (18:00-20:00). La regressione è contraddistinta da valori di  $R^2 = 0,96$  nella simulazione del mattino e  $R^2 = 0,95$  nel pomeriggio indicando un'ottima correlazione statistica tra i dati simulati e quelli osservati nella campagna d'indagine.

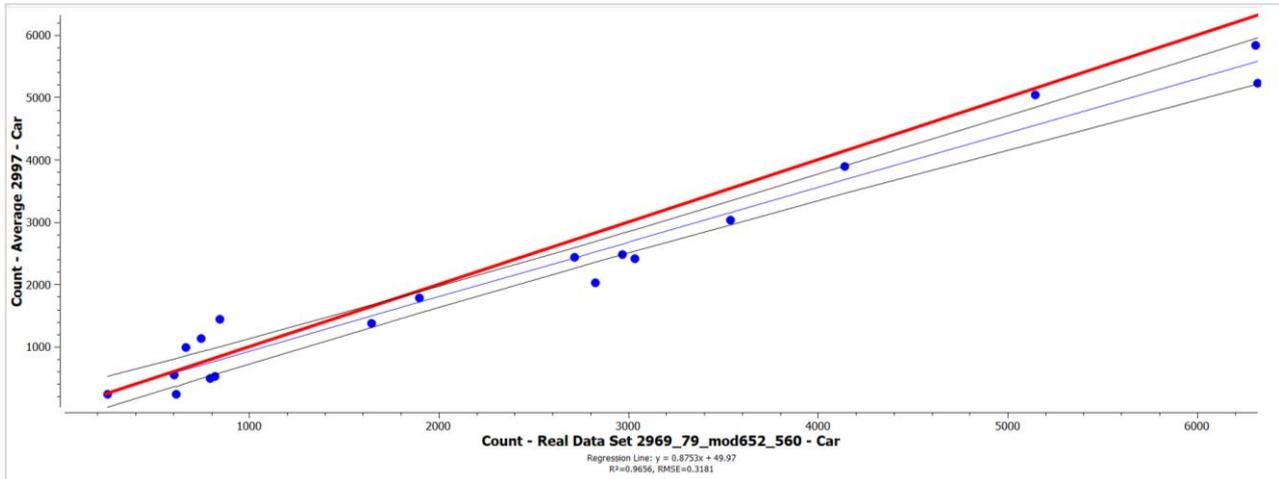


Figura 5-7. Scenario attuale: validazione periodo 7:00-9:00 veicoli leggeri

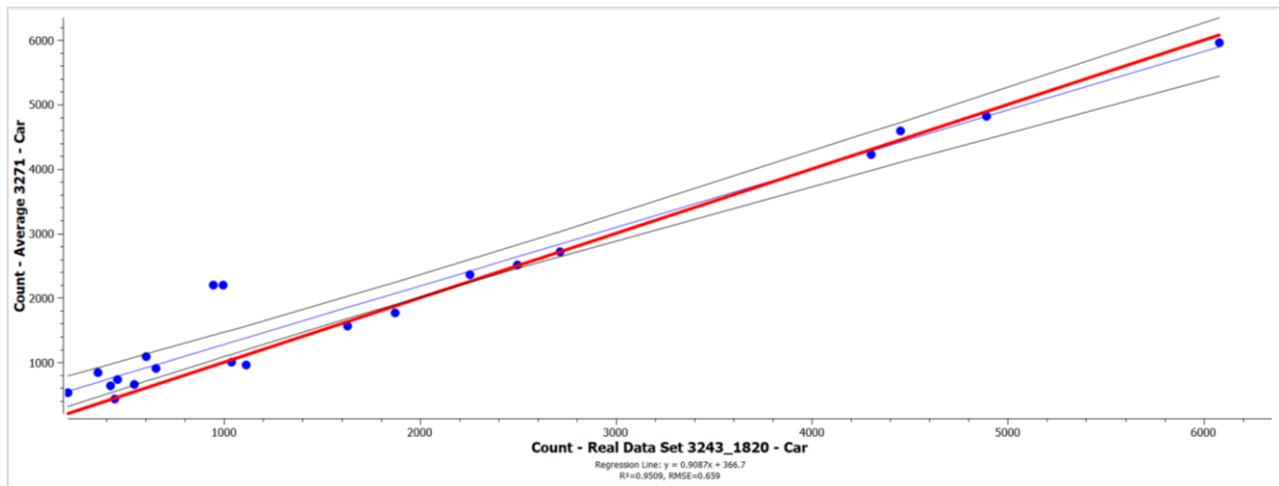


Figura 5-8. Scenario attuale: validazione periodo 18:00-20:00 veicoli leggeri

## 5.6.2 Risultanze funzionali

Si procede a illustrare i risultati dello scenario di micro simulazione per il Giorno Feriale Medio Annuo 2016 attraverso gli indici precedentemente illustrati. Ciascuno scenario è simulato su un intervallo temporale biorario rispetto al quale si riporta in questo capitolo solo l'ora di punta in cui gli indicatori risultano maggiori.

Nello scenario della mattina (7:00-9:00) l'ora maggiormente critica tra le due simulate risulta quella tra le 8:00 e le 9:00, mentre nello scenario del pomeriggio (18:00-20:00) l'ora maggiormente critica risulta quella tra le 19:00 e le 20:00.

Le prime elaborazioni grafiche proposte nelle Figura 5-9 e Figura 5-10 mostrano i flussogrammi dei volumi assegnati dal modello di simulazione in termini di veicoli equivalenti. Lo spessore degli archi è proporzionale al flusso mentre il colore è associato al grado di saturazione dell'arco. Valori di saturazione, ovvero di rapporto flusso-capacità, maggiori di 1 non sono univocamente sinonimo di crisi dell'arco poiché dipendono dalla capacità teorica assegnata nel modello.

Ecco quindi che occorre attuare un doppio controllo anche con le condizioni dinamiche delle correnti veicolari per controllare lo stato di deflusso del traffico. Le Figura 5-11 e Figura 5-12 aiutano quindi a valutare lo stato del deflusso attraverso il Level of Efficiency, ovvero il rapporto tra velocità media simulata e la velocità di deflusso libero dell'arco.

Nelle Figura 5-13 e Figura 5-14 sono riportati i Livelli di Servizio degli archi della rete, limitatamente a quelli di interesse per lo studio di traffico e di cui è possibile il calcolo tramite le procedure HCM espresse nel Paragrafo 5.5. Si ricorda che se il rapporto flusso-capacità risulta maggiore dell'unità il LOS viene ricondotto automaticamente alla condizione peggiore (F).

### Risultanze simulazione attuale mattina 2016

- *FI-PI-LI: in direzione Firenze si registrano rallentamenti fino alle rampe di collegamento con il Casello A1 di Firenze Scandicci e conseguentemente gli archi sono contraddistinti da scadenti Livelli di Servizio (LOS E e F); la rampa di collegamento tra la FI-PI-LI e il casello della A1 non presenta criticità di deflusso o capacitive; l'origine delle criticità è da ricercarsi nel corto tronco di scambio caratterizzato da elevati flussi e intrecci.*
- *FI-PI-LI: In direzione Pisa/Livorno si registrano rallentamenti e bassi LOS in particolare sul tratto di scambio tra lo svincolo autostradale e la rampa di uscita verso Scandicci (LOS E). Questa ultima risulta molto congestionata in ragione dei ritardi che si accumulano per l'ingresso nella rotatoria 17 Marzo. L'origine delle criticità è quindi da ricercarsi negli accodamenti generati dall'attestamento alla rotatoria 17 Marzo e nel corto tronco di scambio caratterizzato da elevati flussi e intrecci.*
- *Rotatoria 17 Marzo: si registrano rallentamenti e congestioni in particolare dall'uscita della FI-PI-LI e da Via Montalcini.*
- *Via Darwin: non si registrano criticità.*
- *Via del Pantano-Via Minervini: non si registrano criticità.*

### Risultanze simulazione attuale sera 2016

- *FI-PI-LI: In direzione Firenze si registrano leggeri rallentamenti nel tratto di scambio (LOS C).*
- *FI-PI-LI: In direzione Pisa/Livorno non si registrano criticità (LOS B).*
- *Rotatoria 17 Marzo: non si registrano rallentamenti e congestioni se non per i rami d'ingresso dall'uscita della FI-PI-LI e da Via Montalcini.*
- *Via Darwin: non si registrano criticità.*
- *Via del Pantano-Via Minervini: non si registrano criticità.*

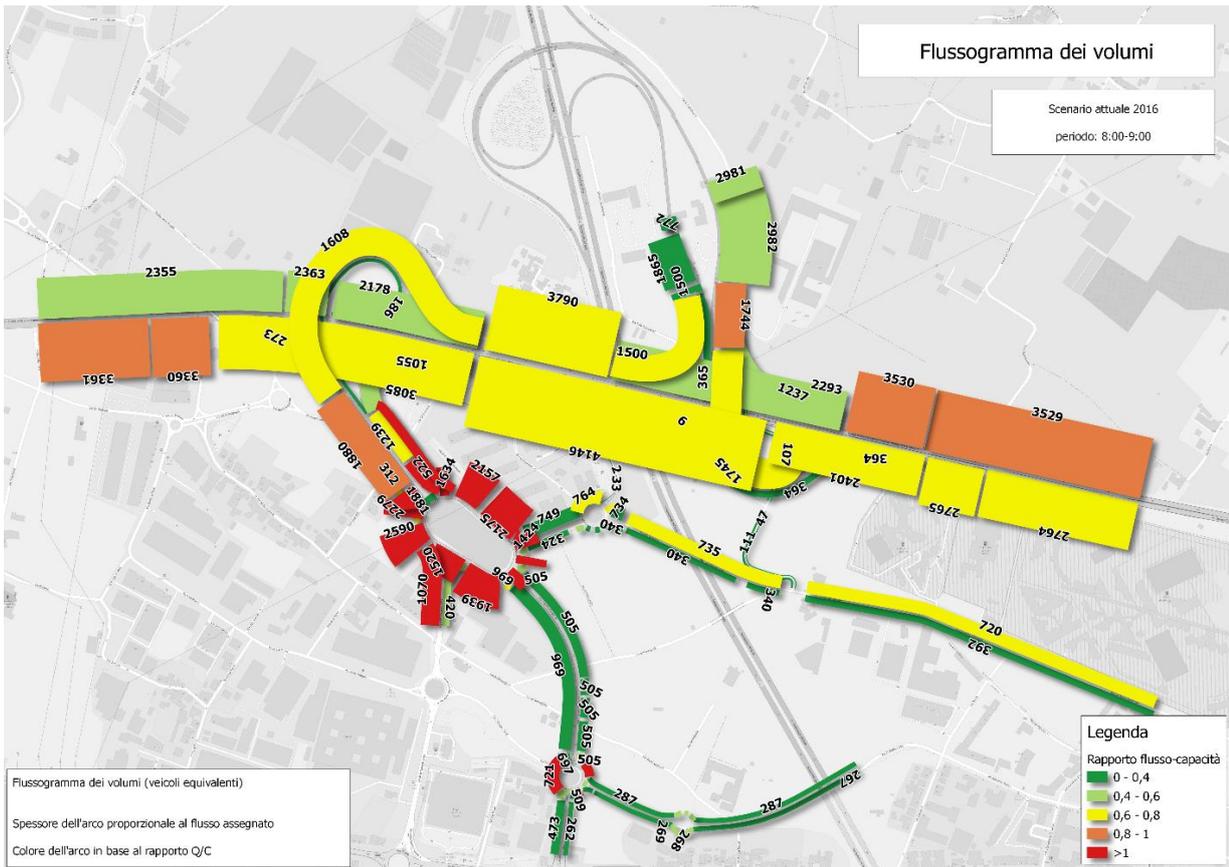


Figura 5-9. Scenario attuale - Flussogramma dei volumi 8:00 – 9:00

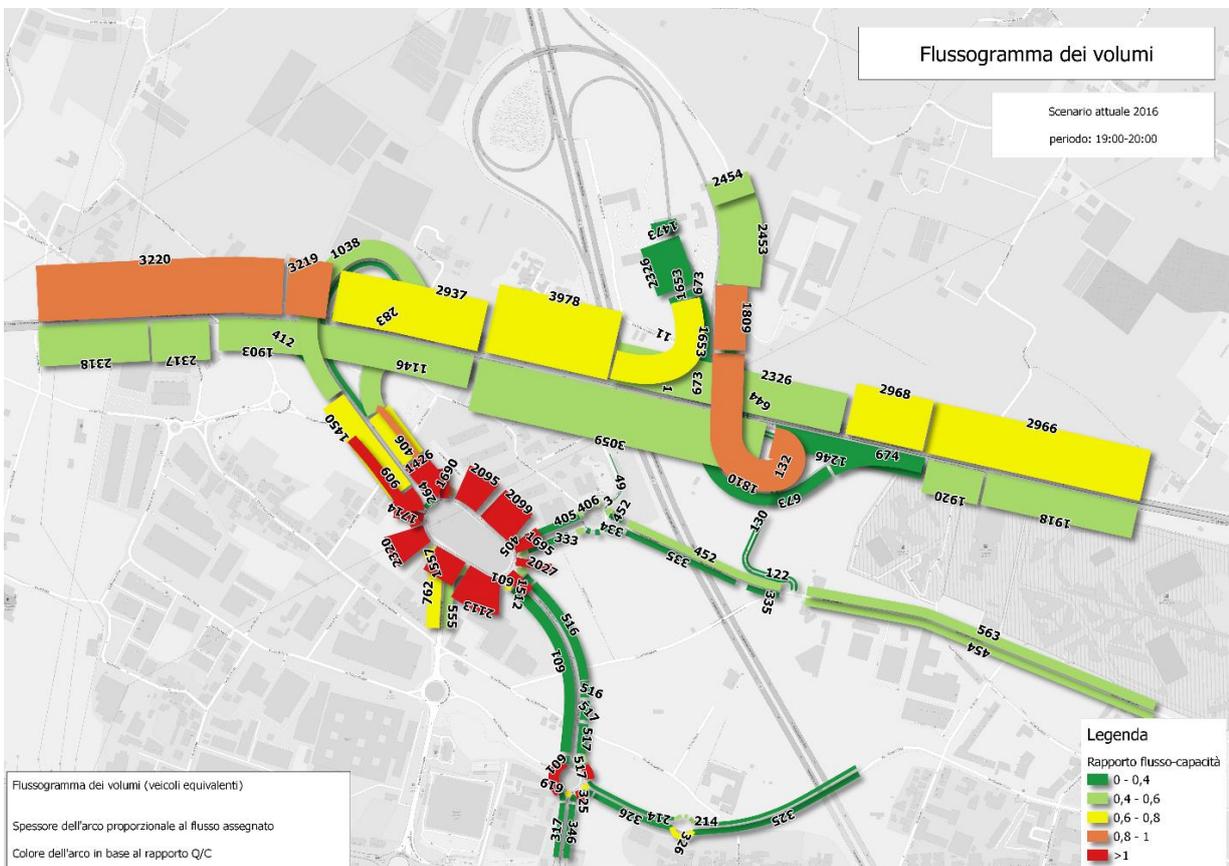


Figura 5-10. Scenario attuale - Flussogramma dei volumi 19:00 – 20:00

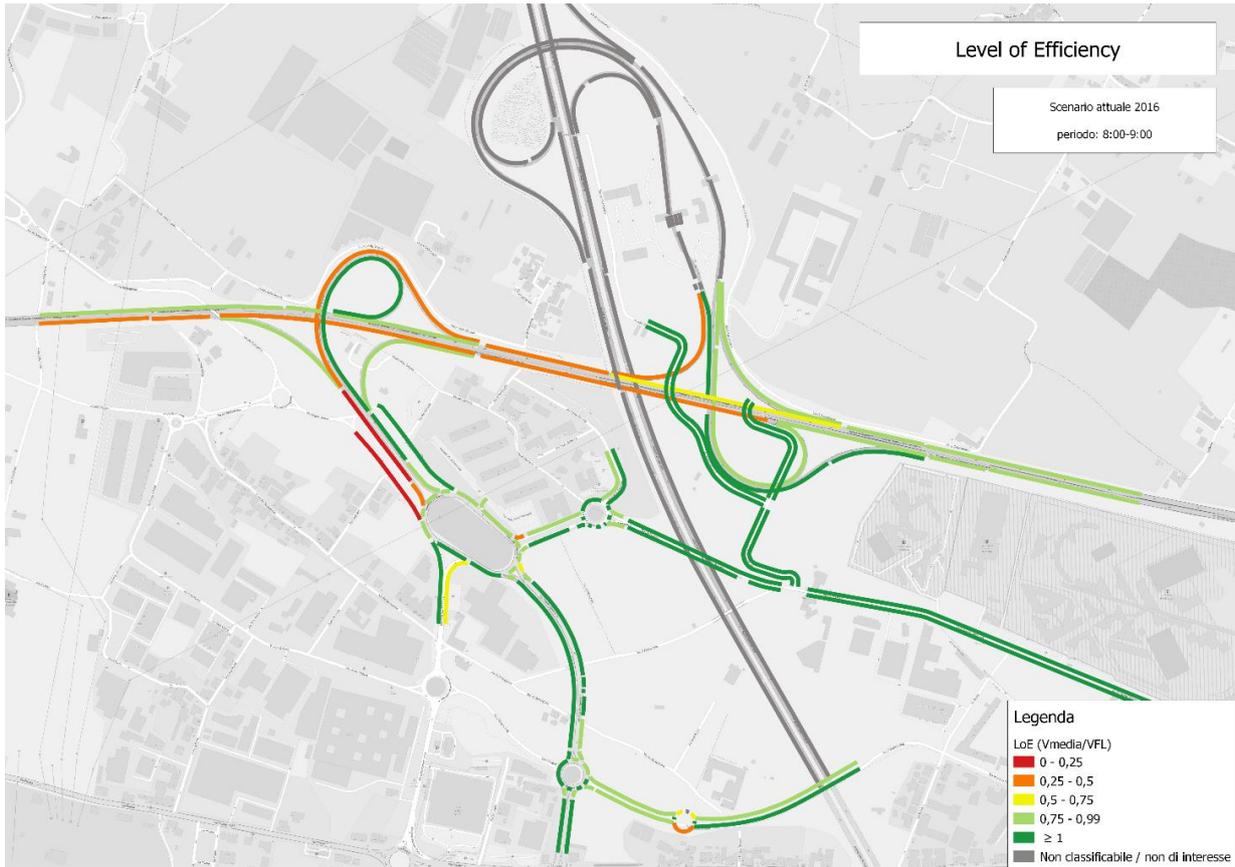


Figura 5-11. Scenario attuale - Level of Efficiency 8:00 – 9:00

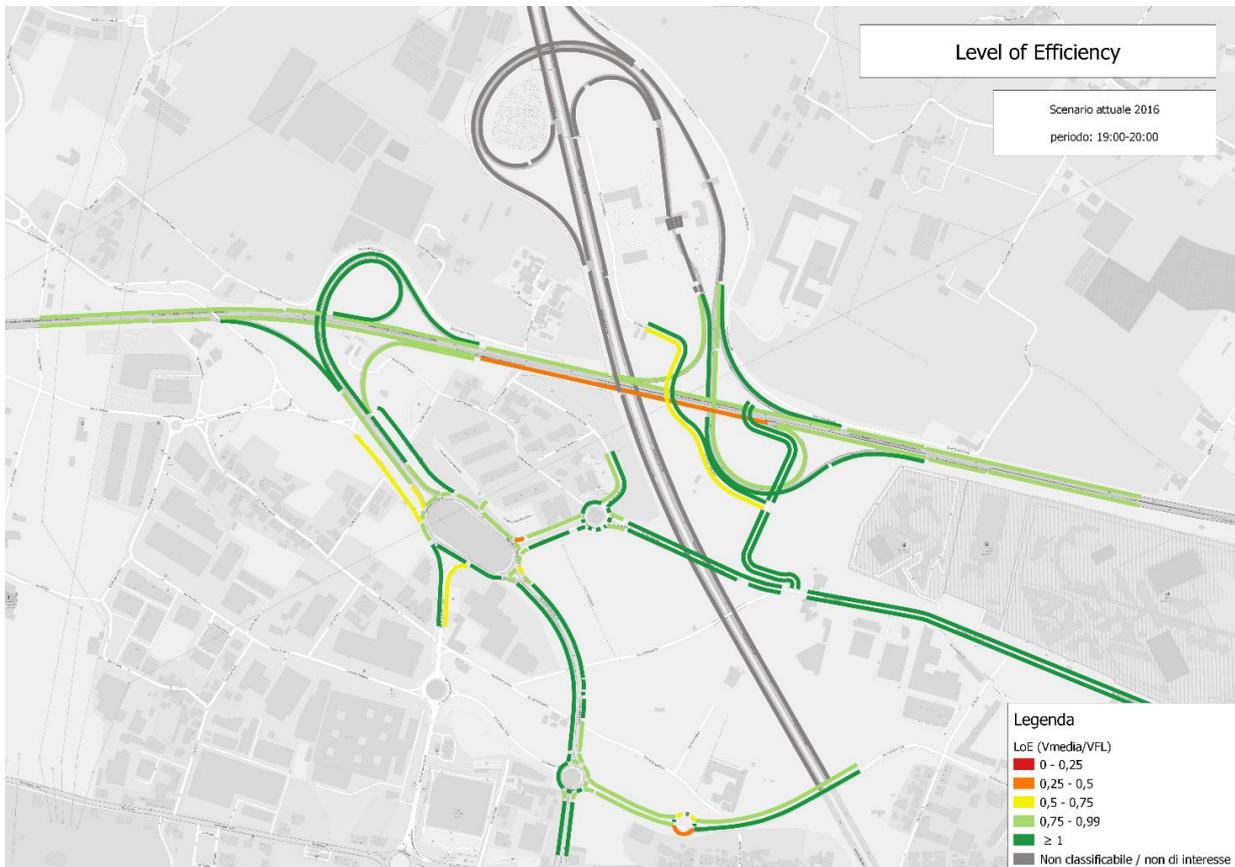


Figura 5-12. Scenario attuale - Level of Efficiency 19:00 – 20:00

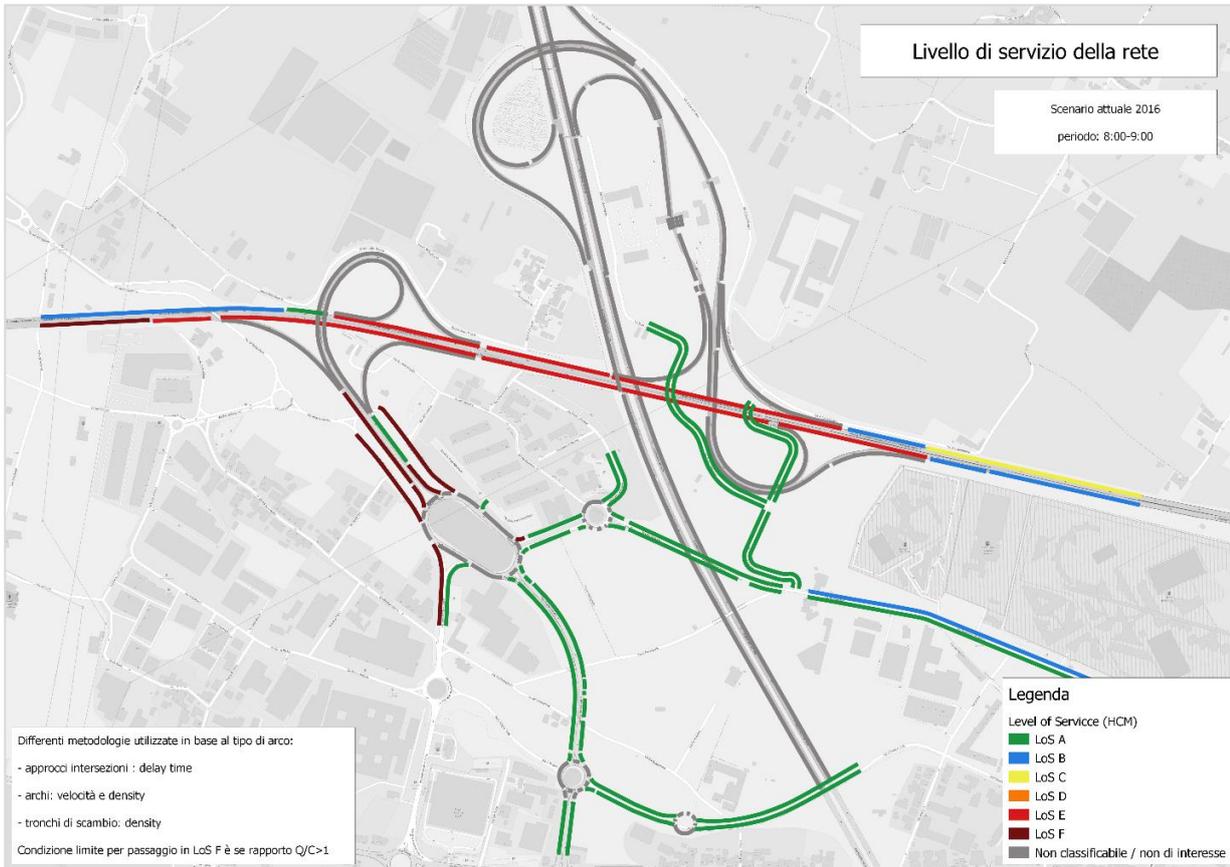


Figura 5-13. Scenario attuale - LOS 8:00 – 9:00

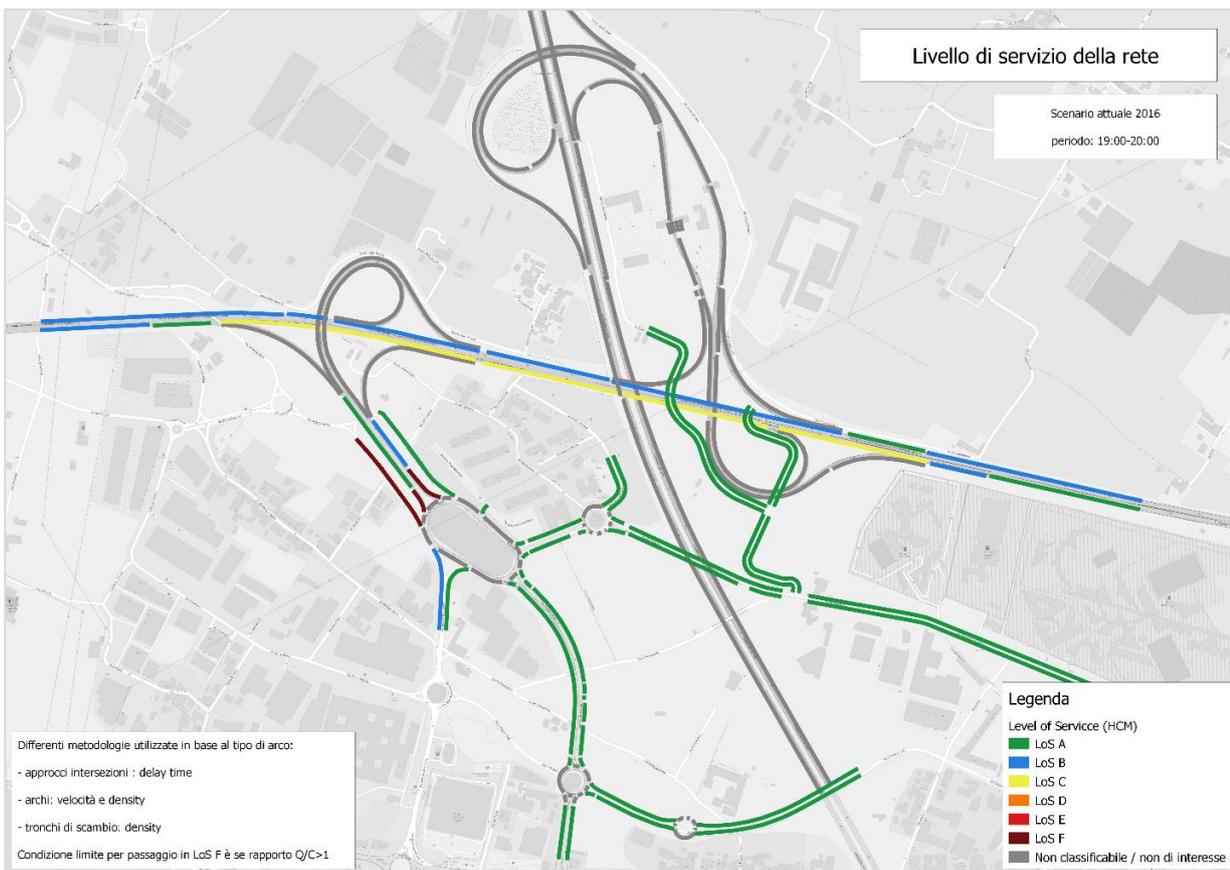


Figura 5-14. Scenario attuale - LOS 19:00 – 20:00

## 5.7 SCENARIO PROGRAMMATICO 2026 E 2036

### 5.7.1 Input

Gli scenari programmatici riferiti al Giorno Feriale Medio Annuo degli anni 2026 e 2036 considerano il medesimo sistema di offerta di trasporto dello scenario attuale ad eccezione dell'insediamento del nuovo centro commerciale in località Pontignale nell'area dell'ex Cdr. Come è possibile osservare nella successiva figura, ad eccezione dell'area dell'intervento urbanistico, il sistema stradale non viene modificato rispetto allo scenario attuale.



Figura 5-15. Grafo degli scenari programmatici 2026 e 2036

La domanda di trasporto negli orizzonti temporali futuri viene incrementata secondo il modello econometrico esposto nel Paragrafo 5.2 e viene aggiunta la matrice OD dei veicoli leggeri generati e attratti dal nuovo centro commerciale.

### 5.7.2 Risultanze funzionali

Si procede a illustrare i risultati dello scenario di microsimulazione attraverso gli indici precedentemente illustrati. Ciascuno scenario è simulato su un intervallo temporale biorario rispetto al quale si riporta in questo capitolo solo l'ora di punta in cui gli indicatori risultano maggiori.

Nello scenario della mattina (7:00-9:00) l'ora maggiormente critica tra le due simulate risulta quella tra le 8:00 e le 9:00, mentre nello scenario del pomeriggio (18:00-20:00) l'ora maggiormente critica risulta quella tra le 19:00 e le 20:00.

Per l'analisi dei risultati si sottolinea la validità delle considerazioni espresse nel Paragrafo 5.6.2 sul confronto incrociato delle elaborazioni grafiche. L'incremento della domanda porta negli scenari programmatici a prevedere un incremento della congestione sul sistema viario.

#### Risultanze simulazione programmatica mattina 2026

- FI-PI-LI: in direzione Firenze si registrano rallentamenti fino alle rampe di collegamento con il Casello A1 di Firenze Scandicci e conseguentemente gli archi sono contraddistinti da critici Livelli di Servizio (LOS E e F); la rampa di collegamento tra la FI-PI-LI e il casello della A1 non presenta criticità di deflusso o capacitive; l'origine delle criticità è da ricercarsi nel corto tronco di scambio caratterizzato da elevati flussi e intrecci.
- FI-PI-LI: in direzione Pisa/Livorno si registrano rallentamenti e bassi LOS in particolare sul tratto di scambio tra lo svincolo autostradale e la rampa di uscita verso Scandicci (LOS E). Questa ultima risulta molto congestionata in ragione dei ritardi che si accumulano per l'ingresso nella rotonda 17 Marzo. L'origine delle criticità è quindi da ricercarsi negli accodamenti generati dall'attestamento alla rotonda 17 Marzo e nel corto tronco di scambio caratterizzato da elevati flussi e intrecci.
- Rotatoria 17 Marzo: si registrano rallentamenti e congestioni in particolare dall'uscita della FI-PI-LI e da Via Montalcini.
- Via Darwin: non si registrano criticità.
- Via del Pantano-Via Minervini: non si registrano criticità.

### **Risultanze simulazione programmatica sera 2026**

- *FI-PI-LI: in direzione Firenze si registrano rallentamenti solo nel tratto di scambio (LOS D) e lungo la rampa di ingresso da Scandicci per i rallentamenti in asse.*
- *FI-PI-LI: in direzione Pisa/Livorno non si registrano rallentamenti ed i LOS sono buoni.*
- *Rotatoria 17 Marzo: si registrano rallentamenti su tutti i rami d'entrata ad eccezione del ramo proveniente dalla FI-PI-LI mentre si registrano congestioni sull'arco di uscita dalla rotatoria verso la FI-PI-LI.*
- *Via Darwin: rispetto allo scenario attuale si registrano dei leggeri rallentamenti in prossimità del nuovo centro commerciale.*
- *Via del Pantano-Via Minervini: l'asse viario in direzione della rotatoria 17 Marzo risulta fortemente congestionato, i veicoli registrano un tempo medio di attesa elevato che fa ricadere il LOS in classe F. La causa scatenante della criticità è la rotatoria 17 Marzo che non riesce a smaltire correttamente la domanda che risulta essere incrementata dalla naturale crescita del traffico (2016 -> 2026) e dalla sovrapposizione con l'ora di punta serale del previsto Centro Commerciale.*

### **Risultanze simulazione programmatica mattina 2036**

- *FI-PI-LI: in direzione Firenze si registrano rallentamenti fino alle rampe di collegamento con il Casello A1 di Firenze Scandicci e conseguentemente gli archi sono contraddistinti da critici Livelli di Servizio (LOS E e F); la rampa di collegamento tra la FI-PI-LI e il casello della A1 non presenta criticità di deflusso o capacitive; l'origine delle criticità è da ricercarsi nel corto tronco di scambio caratterizzato da elevati flussi e intrecci.*
- *FI-PI-LI: in direzione Pisa/Livorno si registrano rallentamenti e bassi LOS in particolare sul tratto di scambio tra lo svincolo autostradale e la rampa di uscita verso Scandicci (LOS E). Questa ultima risulta molto congestionata in ragione dei ritardi che si accumulano per l'ingresso nella rotatoria 17 Marzo. L'origine delle criticità è quindi da ricercarsi negli accodamenti generati dall'attestamento alla rotatoria 17 Marzo e nel corto tronco di scambio caratterizzato da elevati flussi e intrecci.*
- *Rotatoria 17 Marzo: si registrano rallentamenti e congestioni in particolare dall'uscita della FI-PI-LI e da Via Montalcini e da Via del Pantano.*
- *Via Darwin: non si registrano criticità.*
- *Via del Pantano-Via Minervini: l'asse viario in direzione della rotatoria 17 Marzo risulta fortemente congestionato, i veicoli registrano un tempo medio di attesa elevato che fa ricadere il LOS in classe F. La causa scatenante della criticità è la rotatoria 17 Marzo che non riesce a smaltire correttamente la domanda che risulta essere incrementata dalla naturale crescita del traffico (2016 -> 2036).*

### **Risultanze simulazione programmatica sera 2036**

- *FI-PI-LI: in direzione Firenze si registrano rallentamenti fino alle rampe di collegamento con il Casello A1 di Firenze Scandicci e conseguentemente gli archi sono contraddistinti da critici Livelli di Servizio (LOS E); la rampa di collegamento tra la FI-PI-LI e il casello della A1 non presenta criticità di deflusso o capacitive; l'origine delle criticità è da ricercarsi nel corto tronco di scambio caratterizzato da elevati flussi e intrecci.*
- *FI-PI-LI: in direzione Pisa/Livorno non si registrano rallentamenti ed i LOS sono buoni.*
- *Rotatoria 17 Marzo: si registrano rallentamenti e congestioni in particolare dall'uscita della FI-PI-LI e da Via Montalcini.*
- *Via Darwin: si registrano criticità in direzione della rotatoria 17 Marzo.*
- *Via del Pantano-Via Minervini: l'asse viario in direzione della rotatoria 17 Marzo risulta fortemente congestionato, i veicoli registrano un tempo medio di attesa elevato che fa ricadere il LOS in classe F. La causa scatenante della criticità è la rotatoria 17 Marzo che non riesce a smaltire correttamente la domanda che risulta essere incrementata dalla naturale crescita del traffico (2016 -> 2036) e dalla sovrapposizione con l'ora di punta serale del previsto Centro Commerciale.*

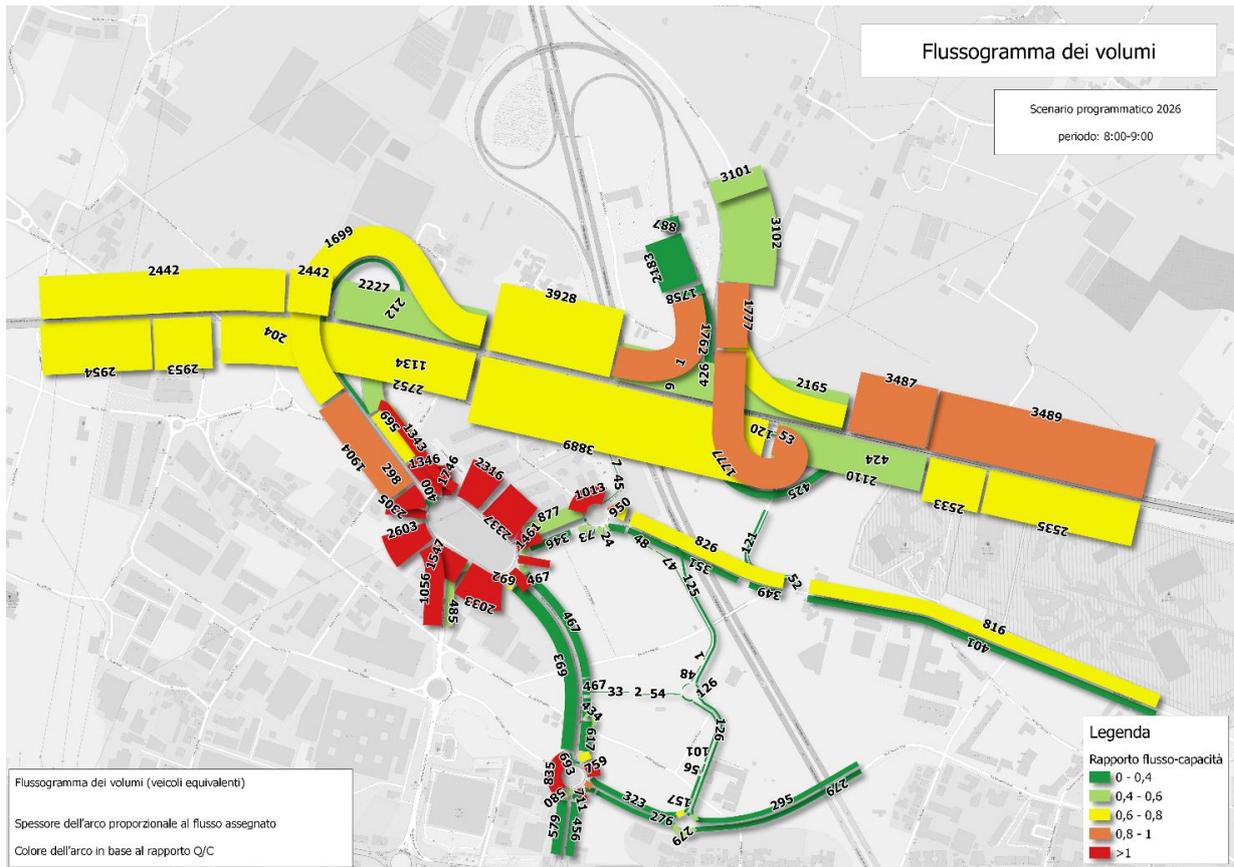


Figura 5-16. Scenario programmatico 2026 - Flussogramma dei volumi 8:00 – 9:00

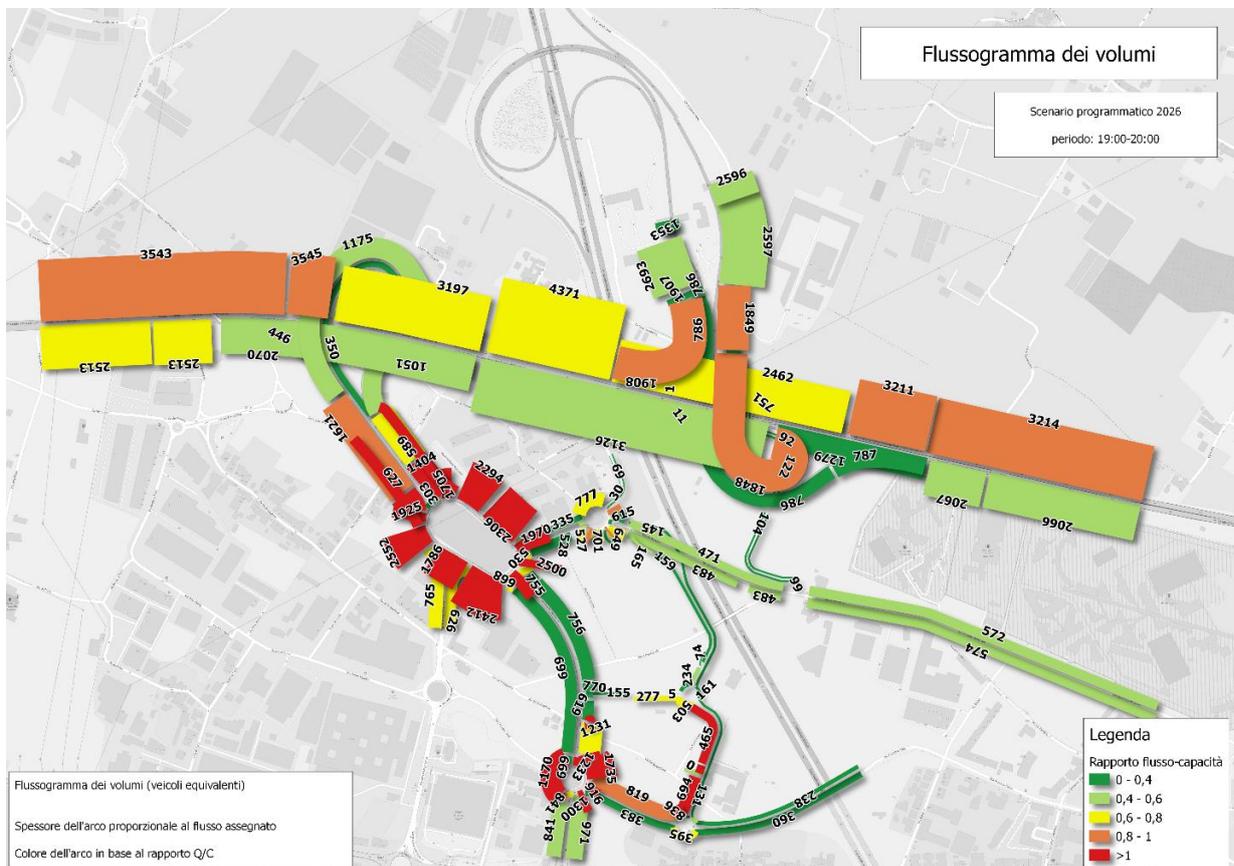


Figura 5-17. Scenario programmatico 2026 - Flussogramma dei volumi 19:00 – 20:00

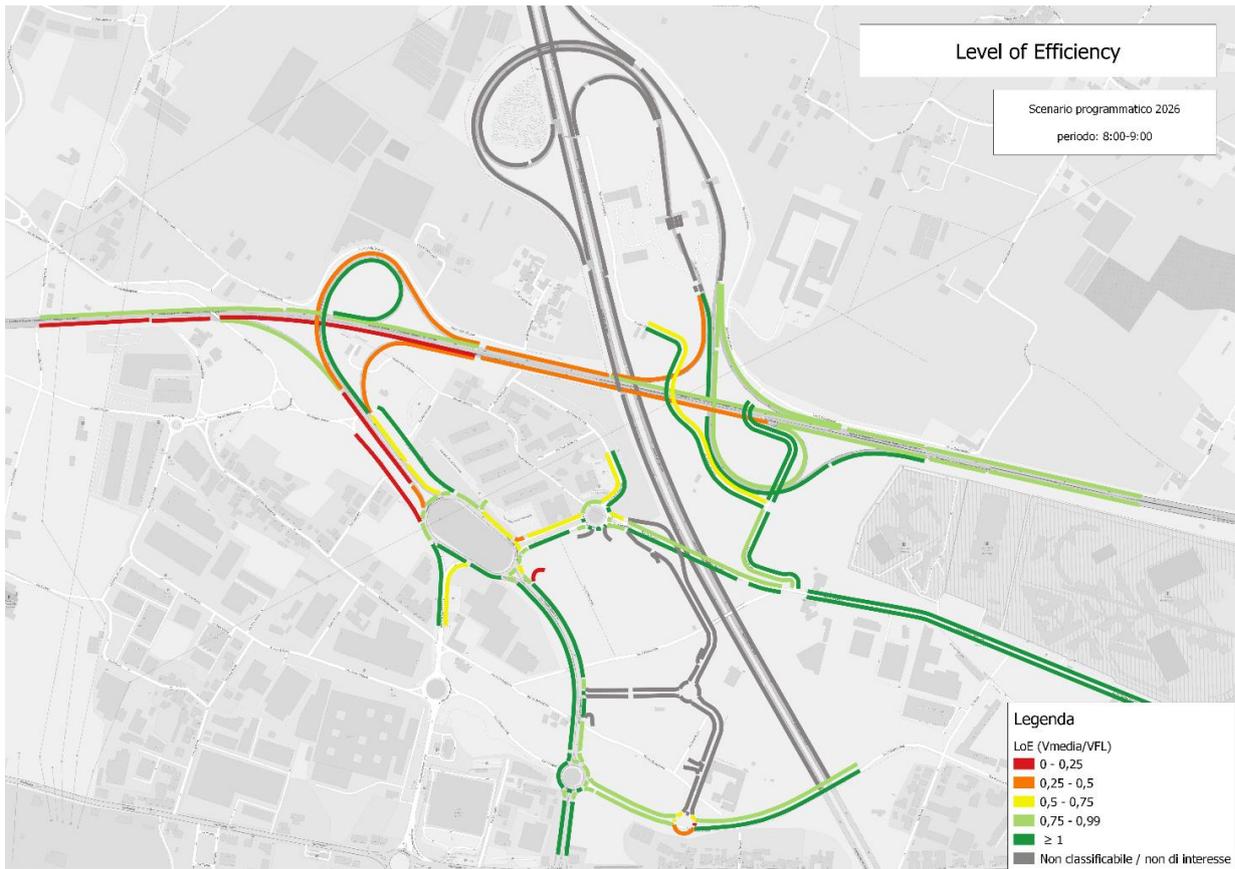


Figura 5-18. Scenario programmatico 2026 - Level of Efficiency 8:00 – 9:00

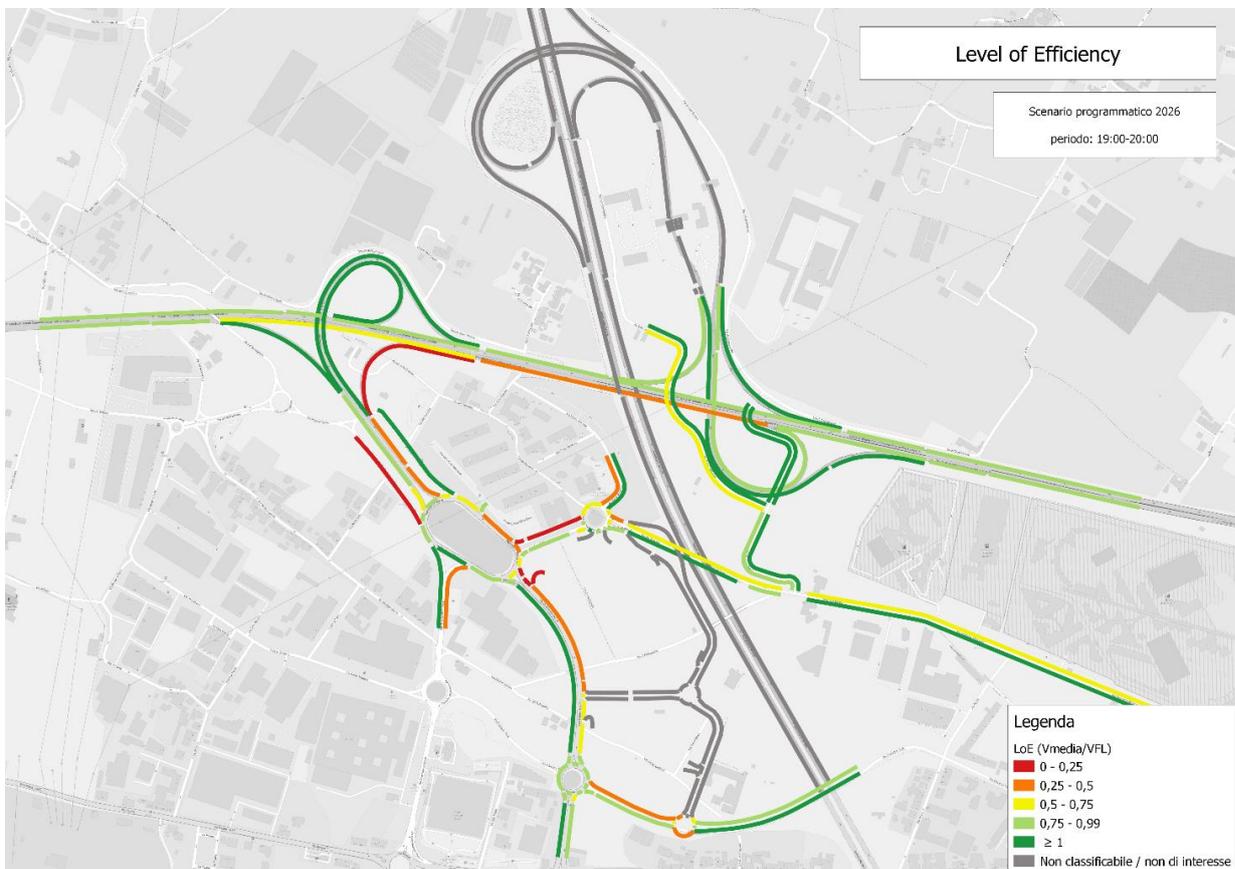


Figura 5-19. Scenario programmatico 2026 - Level of Efficiency 19:00 – 20:00

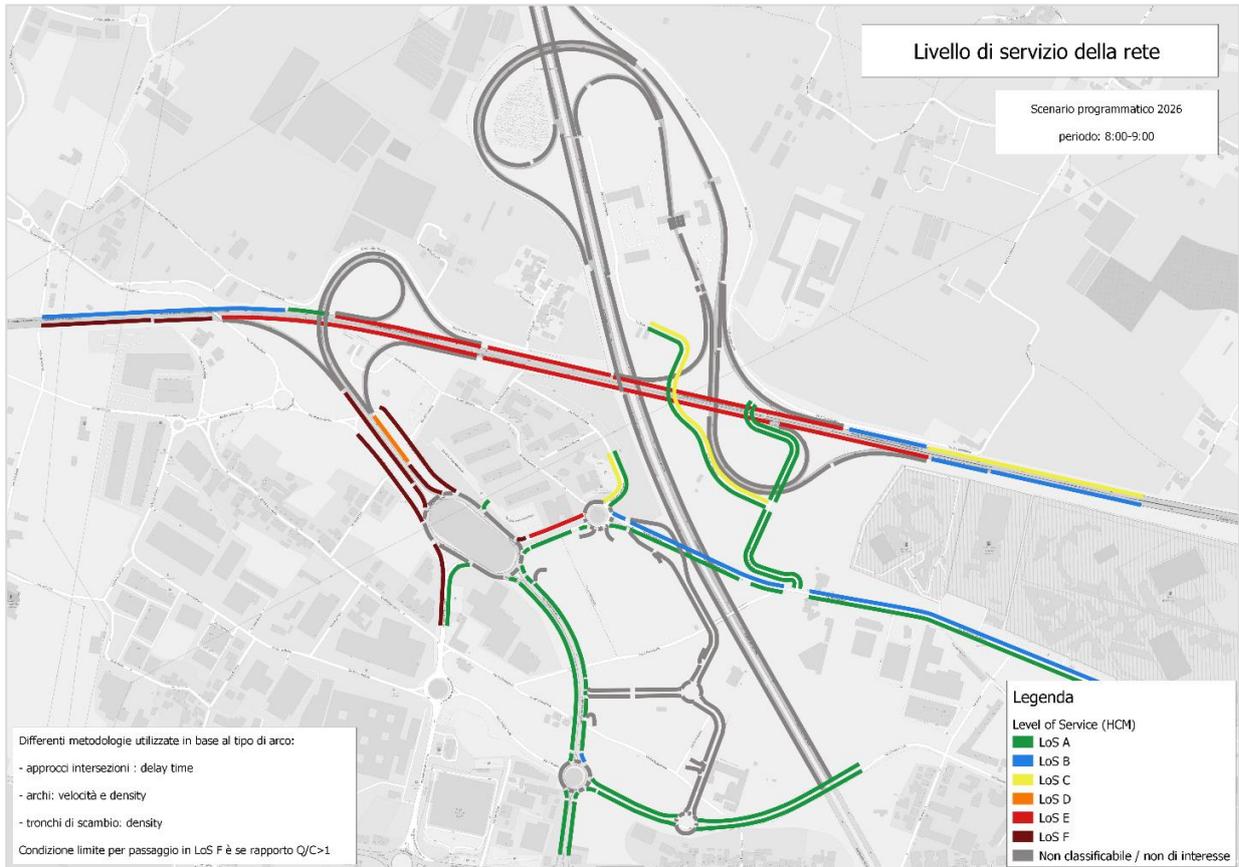


Figura 5-20. Scenario programmatico 2026 - LOS 8:00 – 9:00

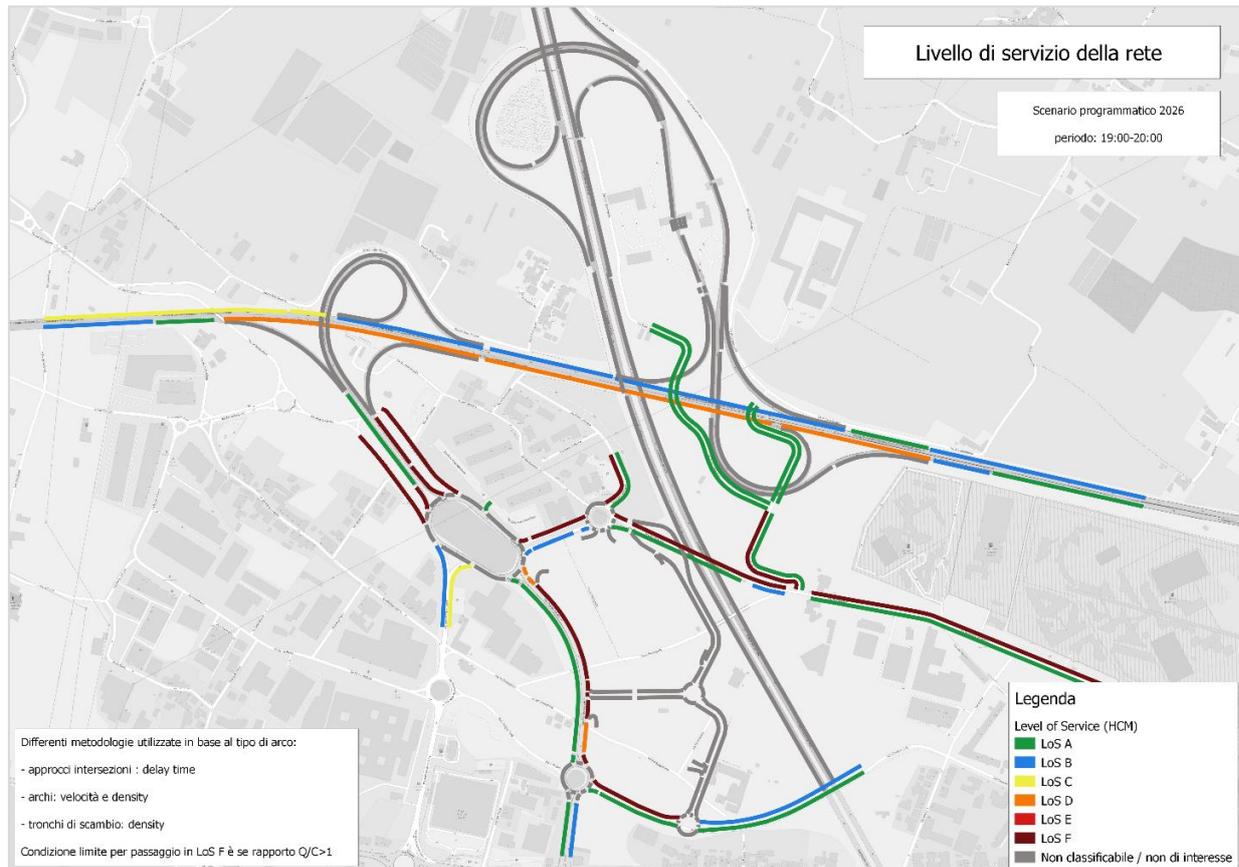


Figura 5-21. Scenario programmatico 2026 - LOS 19:00 – 20:00

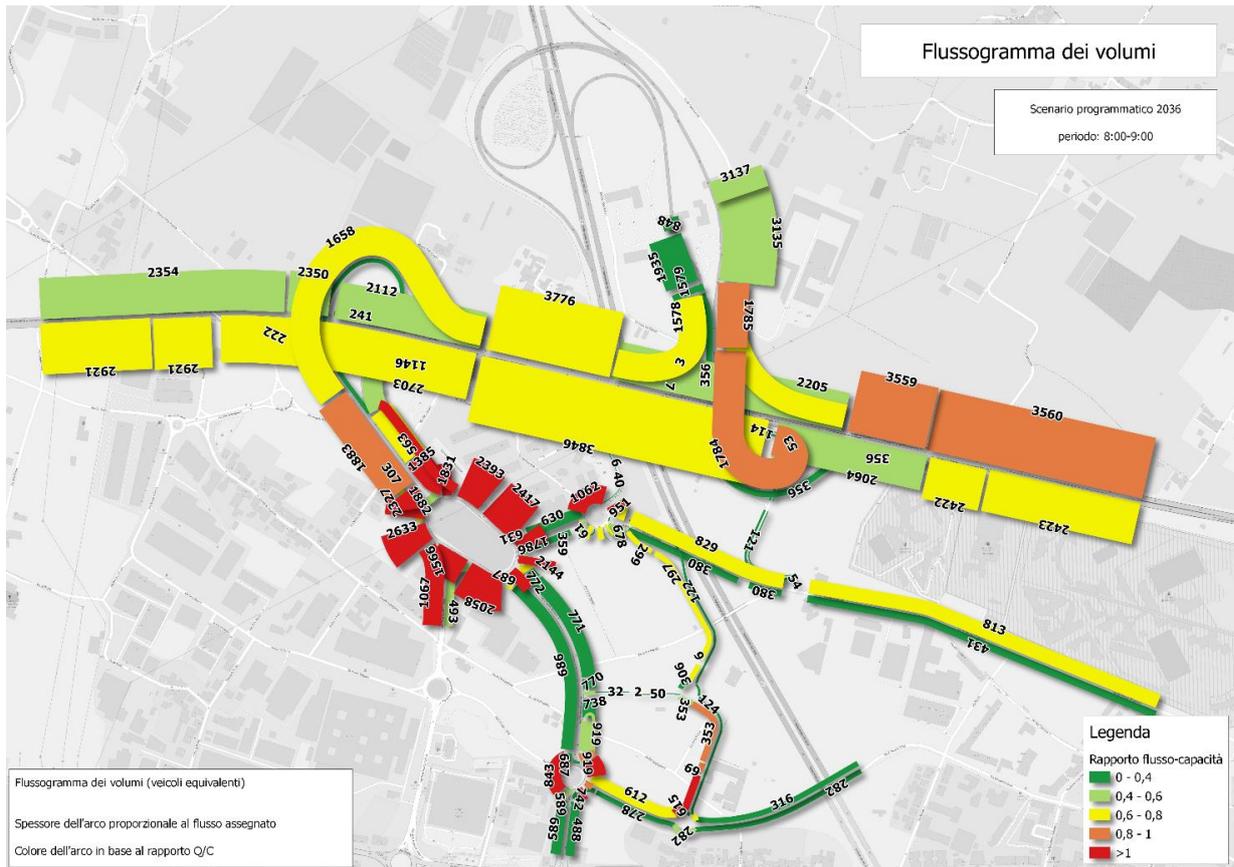


Figura 5-22. Scenario programmatico 2036 - Flussogramma dei volumi 8:00 – 9:00

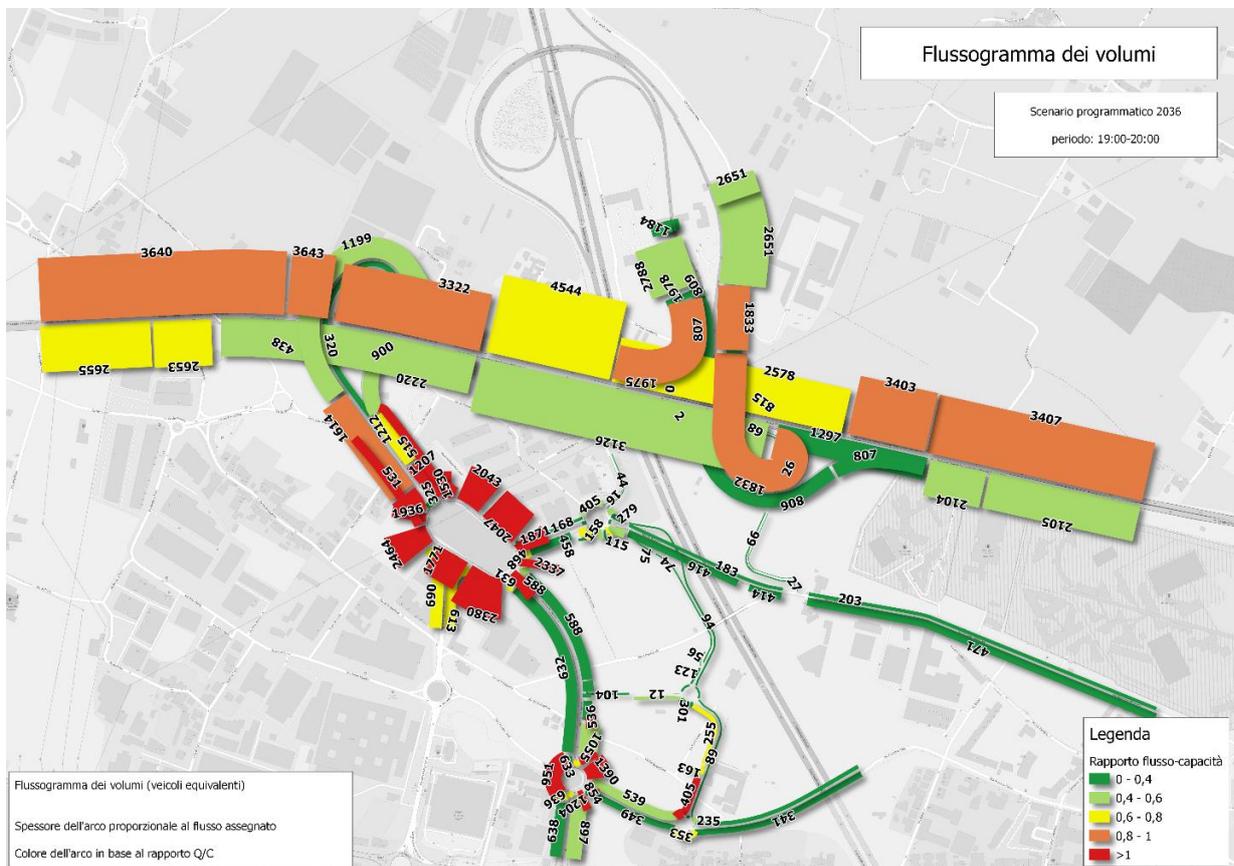


Figura 5-23. Scenario programmatico 2036 - Flussogramma dei volumi 19:00 – 20:00

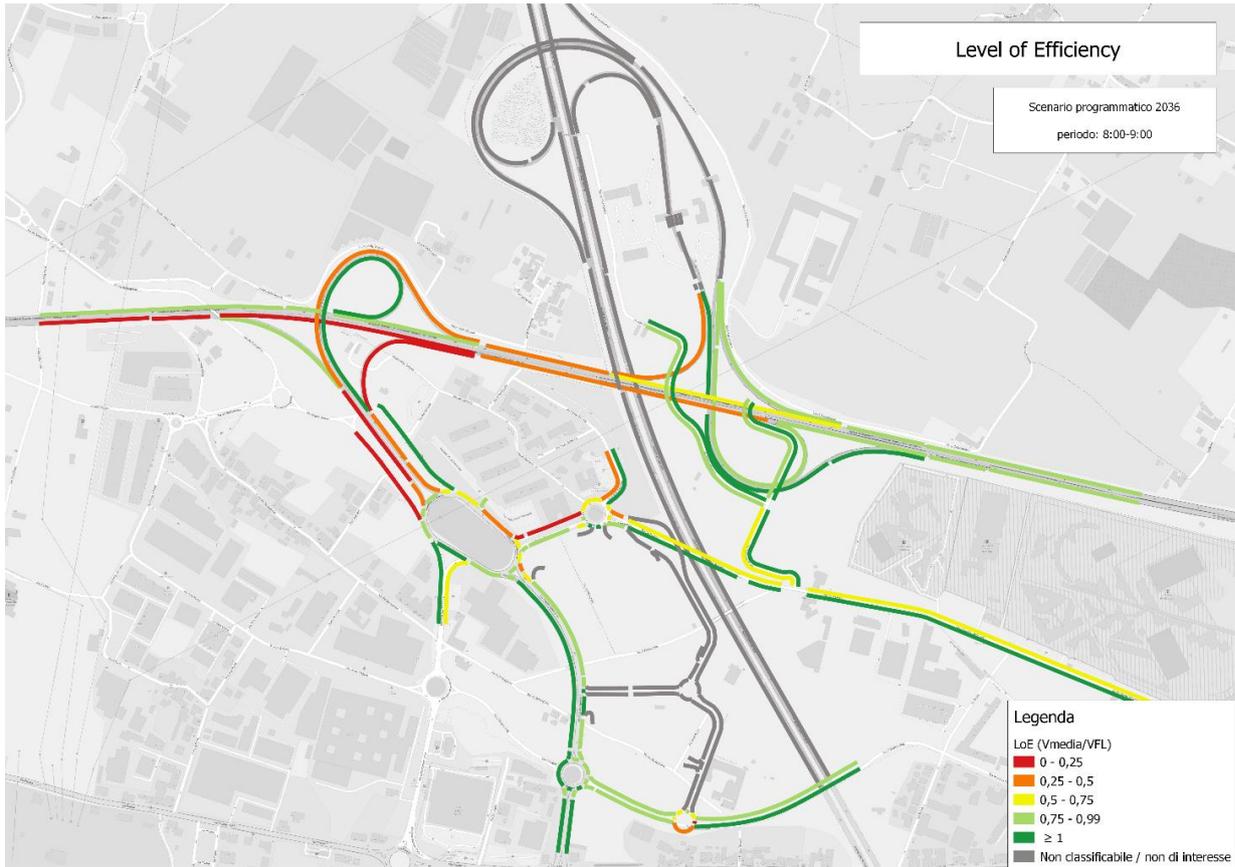


Figura 5-24. Scenario programmatico 2036 - Level of Efficiency 8:00 – 9:00

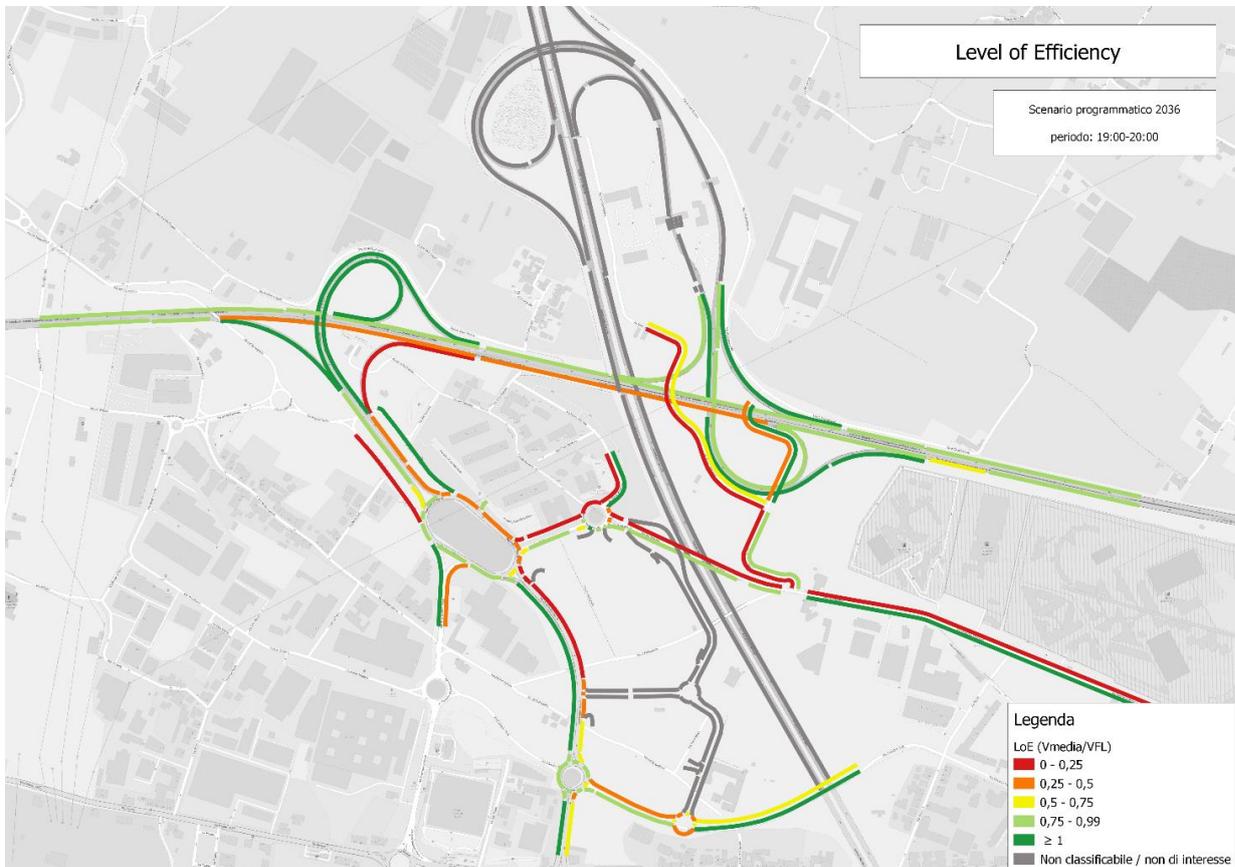


Figura 5-25. Scenario programmatico 2036 - Level of Efficiency 19:00 – 20:00

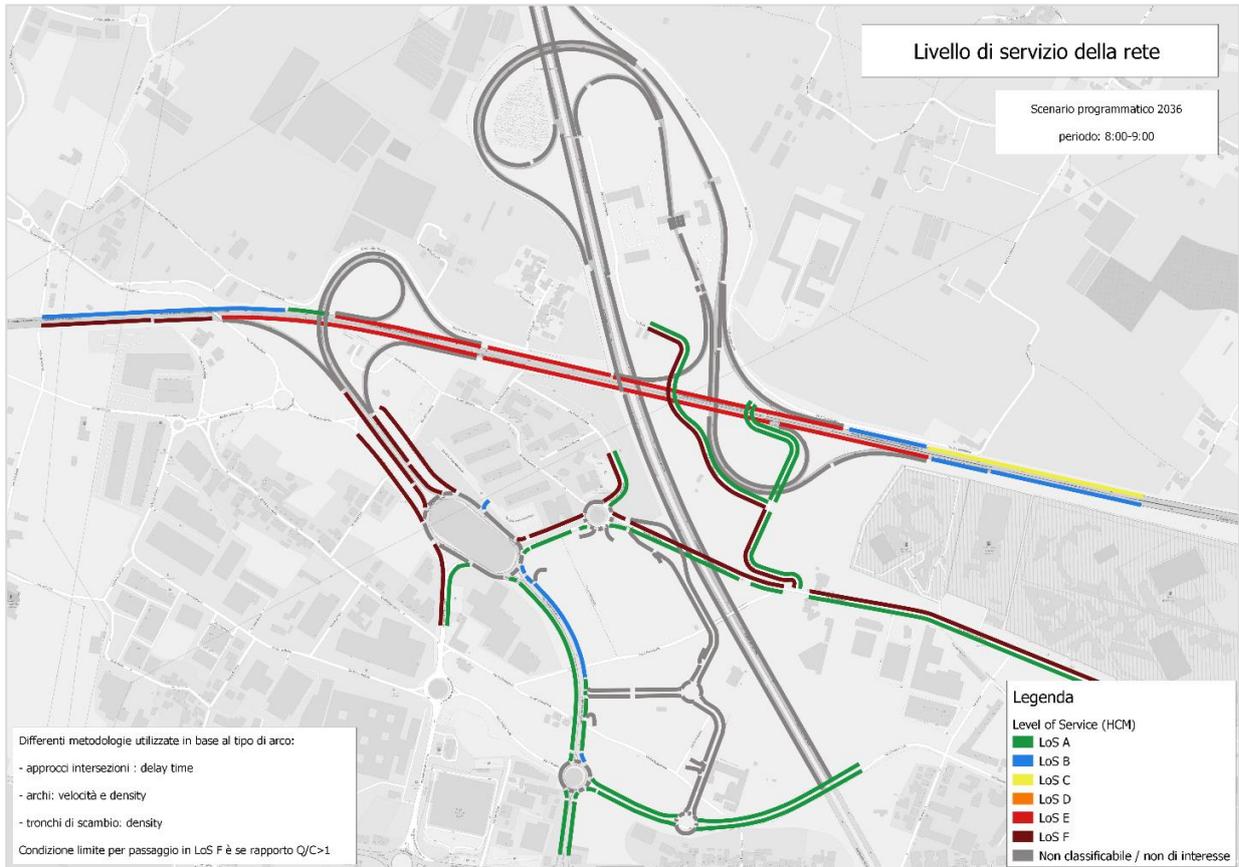


Figura 5-26. Scenario programmatico 2036 - LOS 8:00 – 9:00

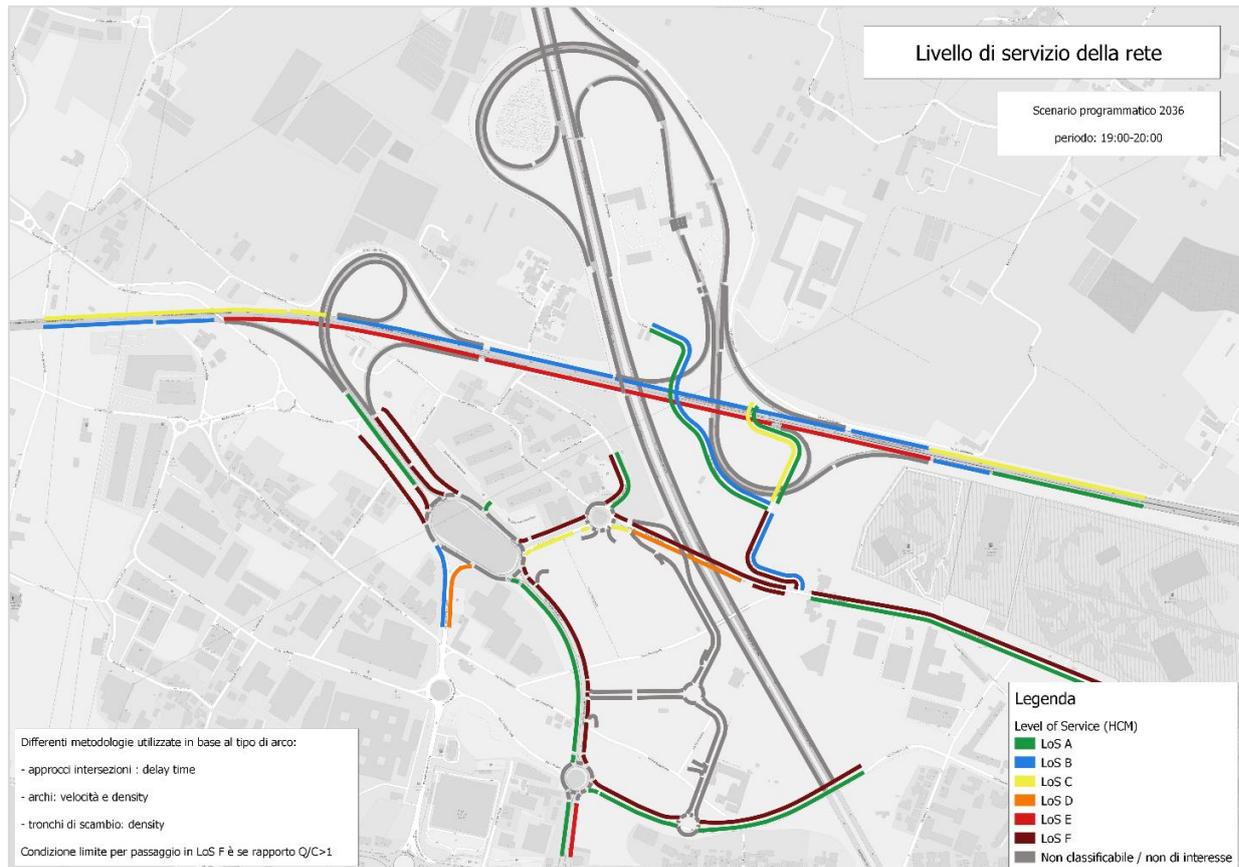


Figura 5-27. Scenario programmatico 2036 - LOS 19:00 – 20:00

## 5.8 SCENARIO PROGETTUALE 2026 E 2036

### 5.8.1 Input

Negli scenari progettuali il sistema di offerta stradale viene modificato con il nuovo sistema infrastrutturale: la nuova rotonda e il complesso di rampe collegano direttamente il casello autostradale di Scandicci con la viabilità urbana.



Figura 5-28. Grafo degli scenari progettuali 2026 e 2036

La domanda di trasporto degli scenari progettuali rimane invariata rispetto agli scenari programmatici, rispettivamente per ciascun orizzonte temporale simulato (2026 e 2036).

### 5.8.2 Risultanze funzionali

Si procede a illustrare i risultati dello scenario di micro simulazione nel Giorno Feriale Medio Annuo attraverso gli indici precedentemente illustrati. Ciascuno scenario è simulato su un intervallo temporale biorario rispetto al quale si riporta in questo capitolo solo l'ora di punta in cui gli indicatori risultano maggiori.

Nello scenario della mattina (7:00-9:00) l'ora maggiormente critica tra le due simulate risulta quella tra le 8:00 e le 9:00, mentre nello scenario del pomeriggio (18:00-20:00) l'ora maggiormente critica risulta quella tra le 19:00 e le 20:00.

Come per l'analisi dei risultati dello scenario attuale e degli scenari programmatici si sottolinea la validità delle considerazioni espresse nel Paragrafo 5.6.2 sul confronto incrociato delle elaborazioni grafiche.

Oltre alla presentazione dei risultati degli scenari progettuali, nei paragrafi successivi essi sono messi a confronto con i rispettivi risultati degli scenari programmatici.

#### **Risultanze simulazione progettuale mattina 2026**

- *FI-PI-LI: non si registrano criticità lungo i tronchi di scambio tra i due svincoli A1 e Scandicci. Le criticità presenti negli scenari attuale e programmatici sono risolte.*
- *Rotatoria 17 Marzo: si registrano rallentamenti solo sull'arco di ingresso di Via Montalcini e in modo minore dall'uscita della FI-PI-LI.*
- *Via Darwin: non si registrano criticità.*
- *Via del Pantano-Via Minervini: non si registrano criticità.*

**Risultanze simulazione progettuale sera 2026**

- *FI-PI-LI: non si registrano criticità lungo i tronchi di scambio tra i due svincoli A1 e Scandicci.*
- *Rotatoria 17 Marzo: si registrano rallentamenti solo sull'arco di ingresso di Via Montalcini.*
- *Via Darwin: non si registrano criticità.*
- *Via del Pantano-Via Minervini: non si registrano criticità.*

**Risultanze simulazione progettuale mattina 2036**

- *FI-PI-LI: non si registrano criticità lungo i tronchi di scambio tra i due svincoli A1 e Scandicci. Le criticità presenti negli scenari attuale e programmatici sono risolte.*
- *Rotatoria 17 Marzo: si registrano rallentamenti solo sull'arco di ingresso di Via Montalcini e in modo minore dall'uscita della FI-PI-LI.*
- *Via Darwin: non si registrano criticità.*
- *Via del Pantano-Via Minervini: non si registrano criticità.*

**Risultanze simulazione progettuale sera 2036**

- *FI-PI-LI: non si registrano criticità lungo i tronchi di scambio tra i due svincoli A1 e Scandicci. Le criticità presenti negli scenari attuale e programmatici sono risolte.*
- *Rotatoria 17 Marzo: si registrano rallentamenti solo sull'arco di ingresso di Via Montalcini.*
- *Via Darwin: non si registrano criticità.*
- *Via del Pantano-Via Minervini: non si registrano criticità.*

La nuova rotatoria di progetto presenta ottimi Livelli di Servizio (LOS A) sia nello scenario 2026 che 2036.

Un elemento che risente del beneficio della soluzione progettuale è sicuramente la rotatoria 17 Marzo, per la quale però resta fortemente congestionata l'entrata su Via Montalcini e in modo minore il ramo proveniente dalla FI-PI-LI.

Per maggiori dettagli sui livelli funzionali delle due rotatorie si rimanda al paragrafo 5.8.4.

Il progetto nel suo complesso consente quindi di potenziare e migliorare dal punto di vista dell'accessibilità lo svincolo autostradale A1 di Scandicci; consente altresì di risolvere le criticità funzionali lungo la FI-PI-LI nella tratta tra lo svincolo A1 e quello di Scandicci con la viabilità ordinaria.

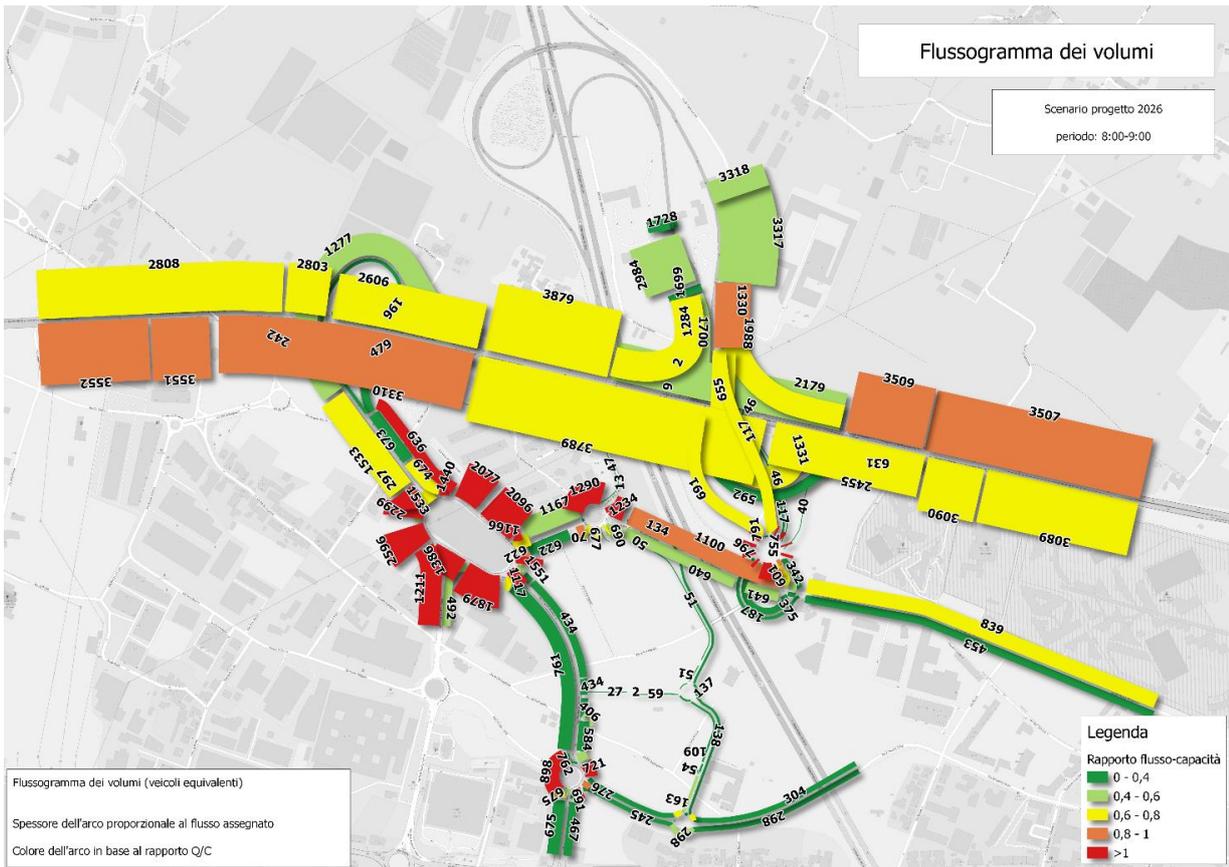


Figura 5-29. Scenario progetto 2026 - Flussogramma dei volumi 8:00 – 9:00

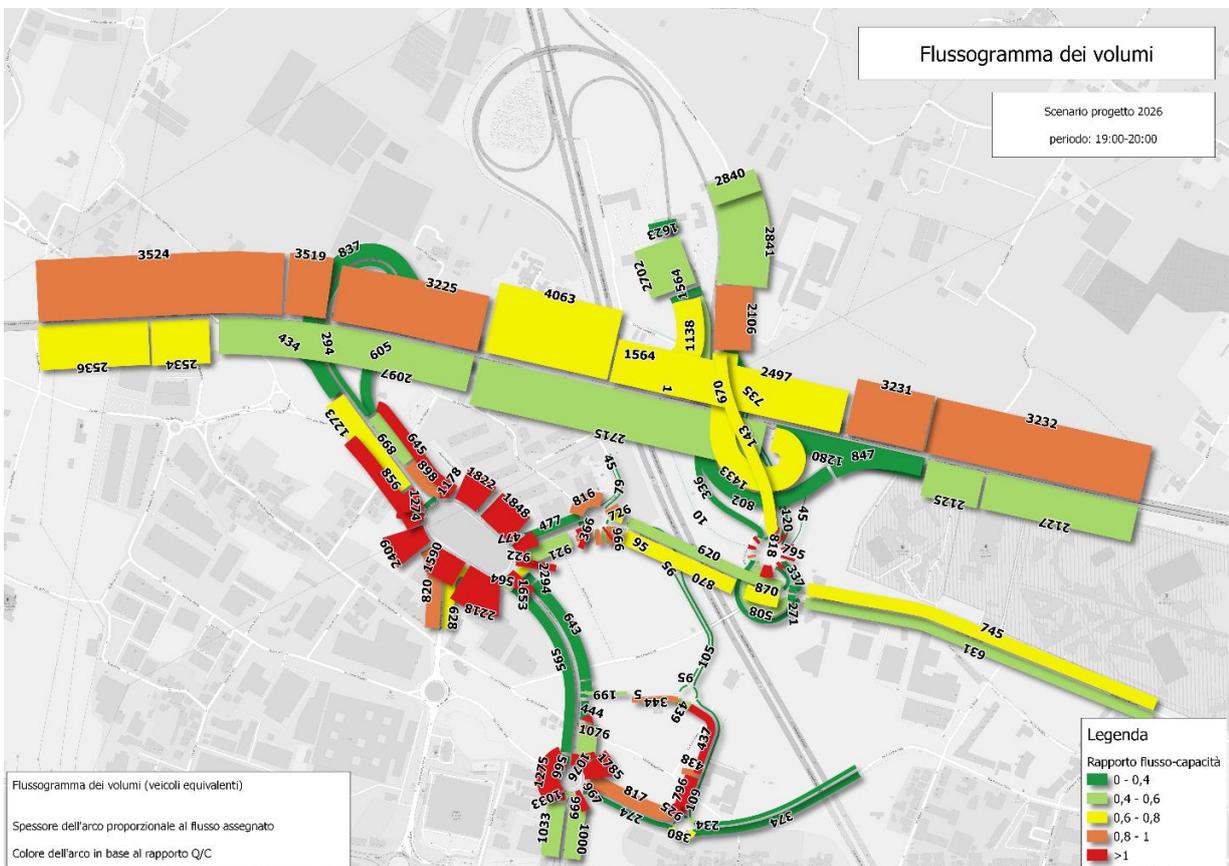


Figura 5-30. Scenario progetto 2026 - Flussogramma dei volumi 19:00 – 20:00

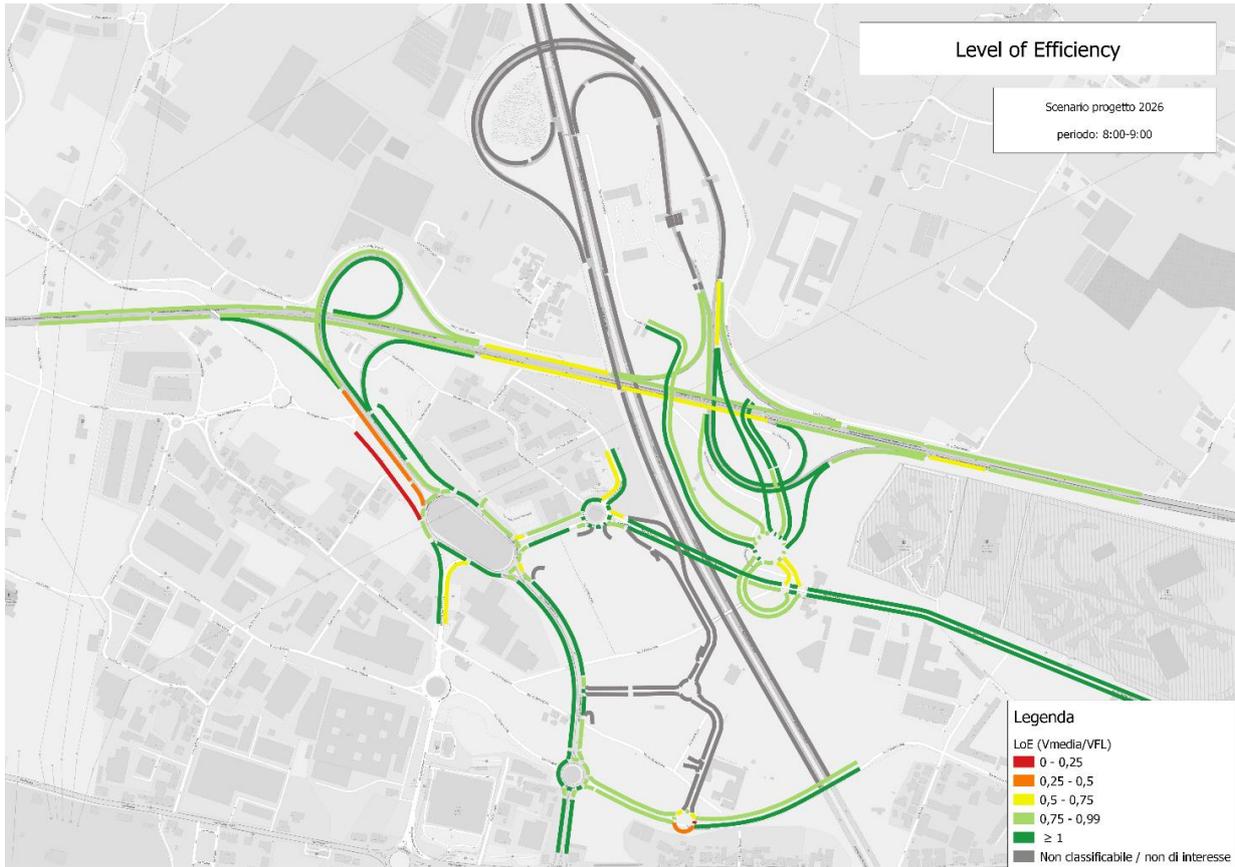


Figura 5-31. ScENARIO progetto 2026 - Level of Efficiency 8:00 – 9:00

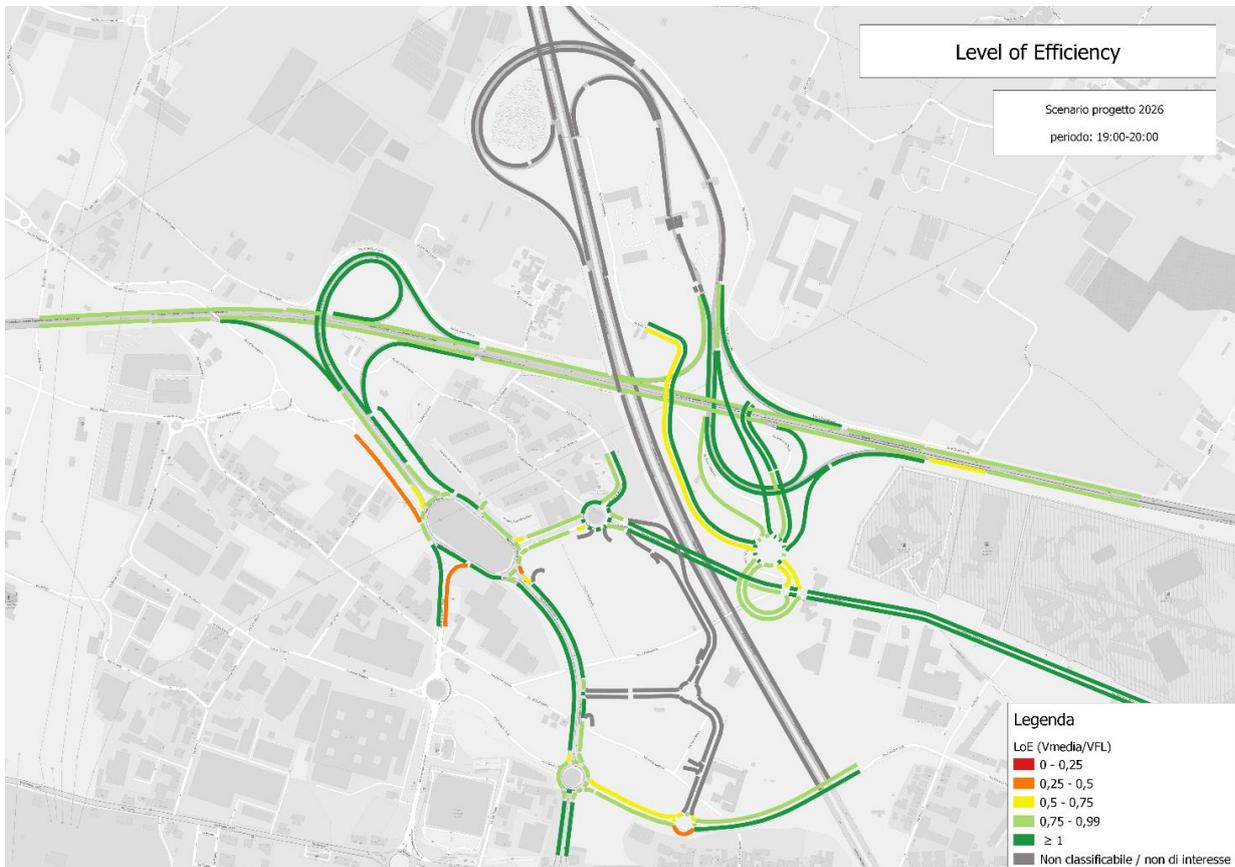


Figura 5-32. ScENARIO progetto 2026 - Level of Efficiency 19:00 – 20:00

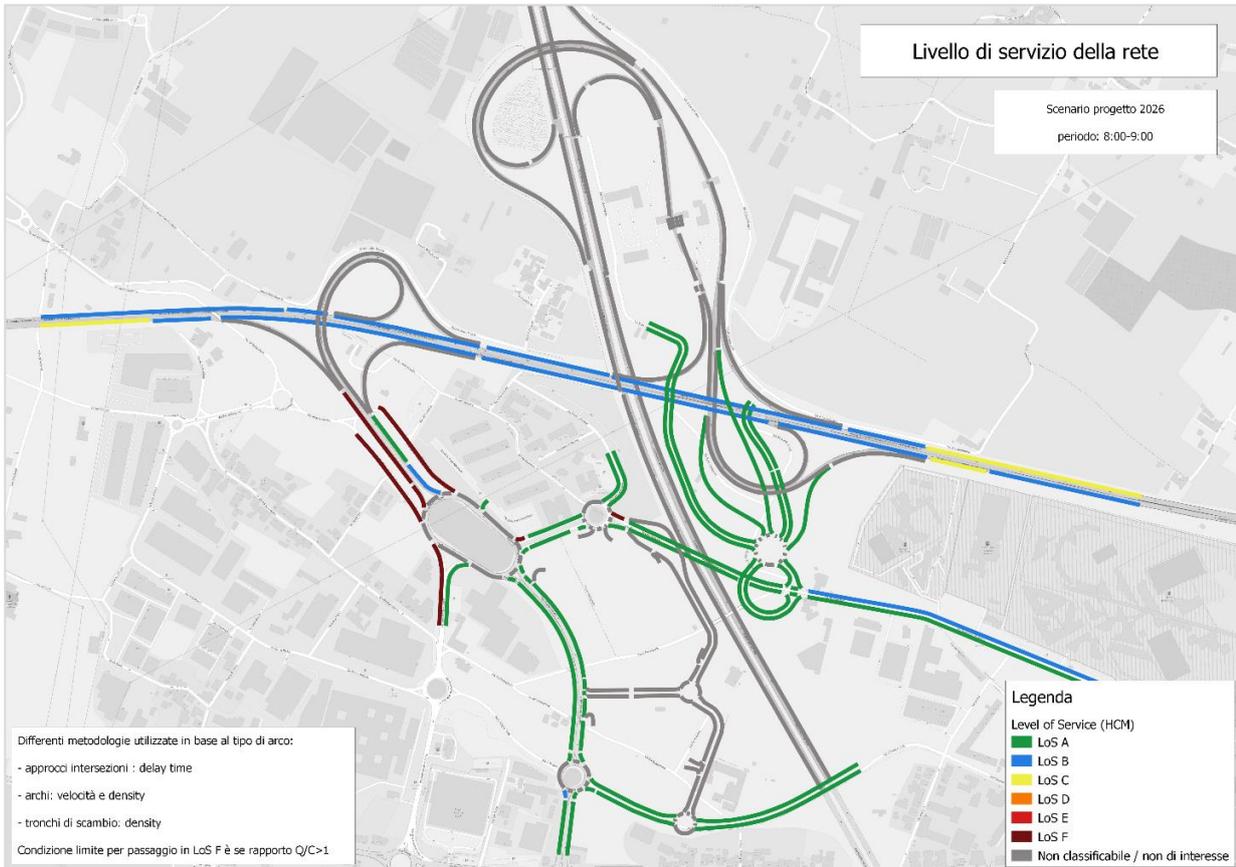


Figura 5-33. Scenario progetto 2026 - LOS 8:00 – 9:00

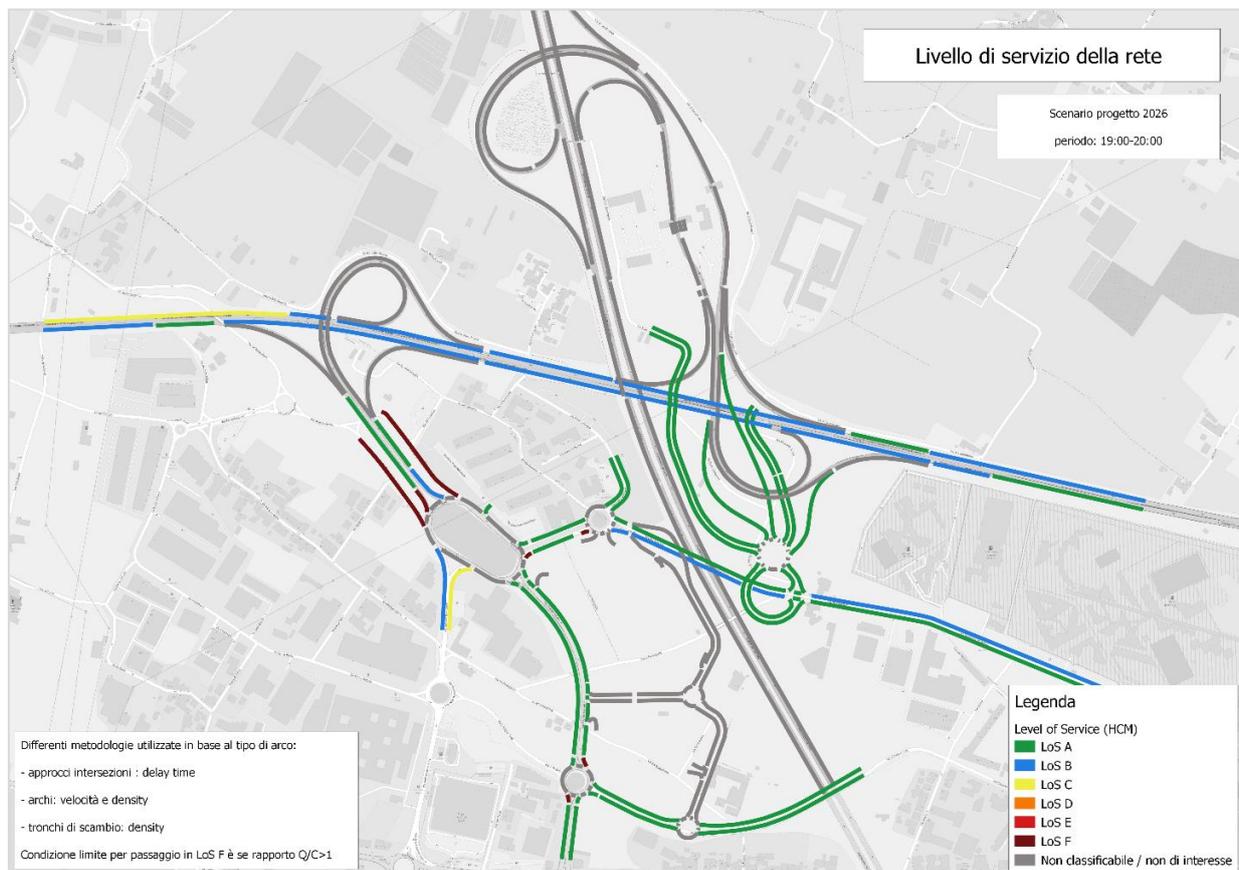


Figura 5-34. Scenario progetto 2026 - LOS 19:00 – 20:00

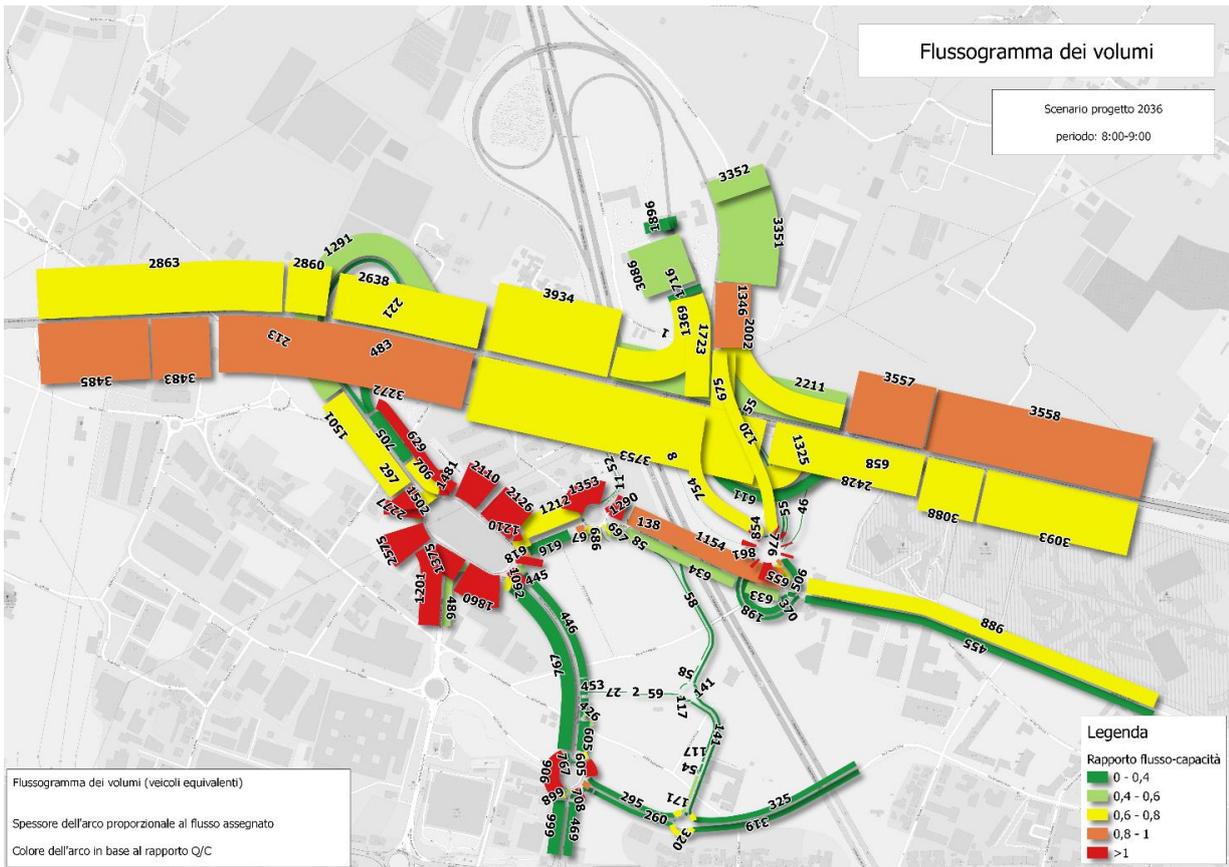


Figura 5-35. Scenario progetto 2036 - Flussogramma dei volumi 8:00 – 9:00

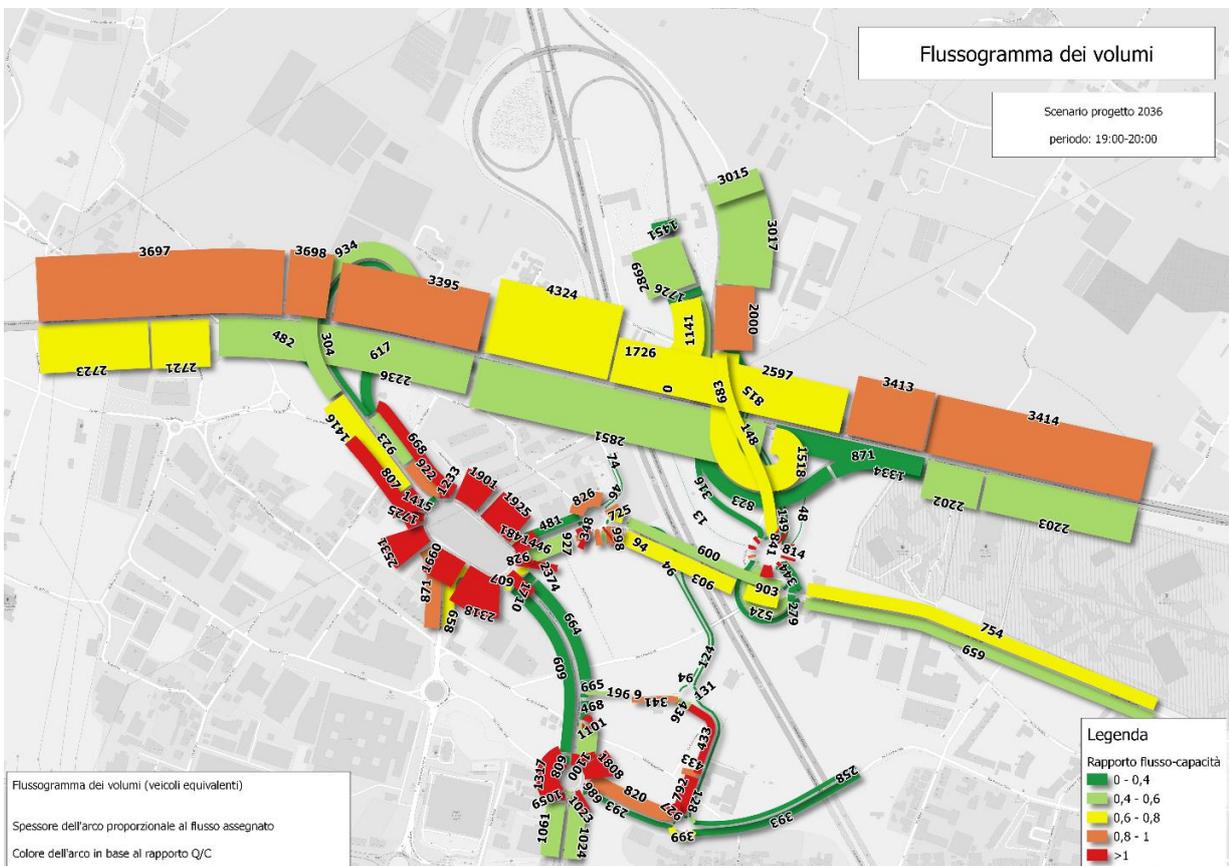


Figura 5-36. Scenario progetto 2036 - Flussogramma dei volumi 19:00 – 20:00

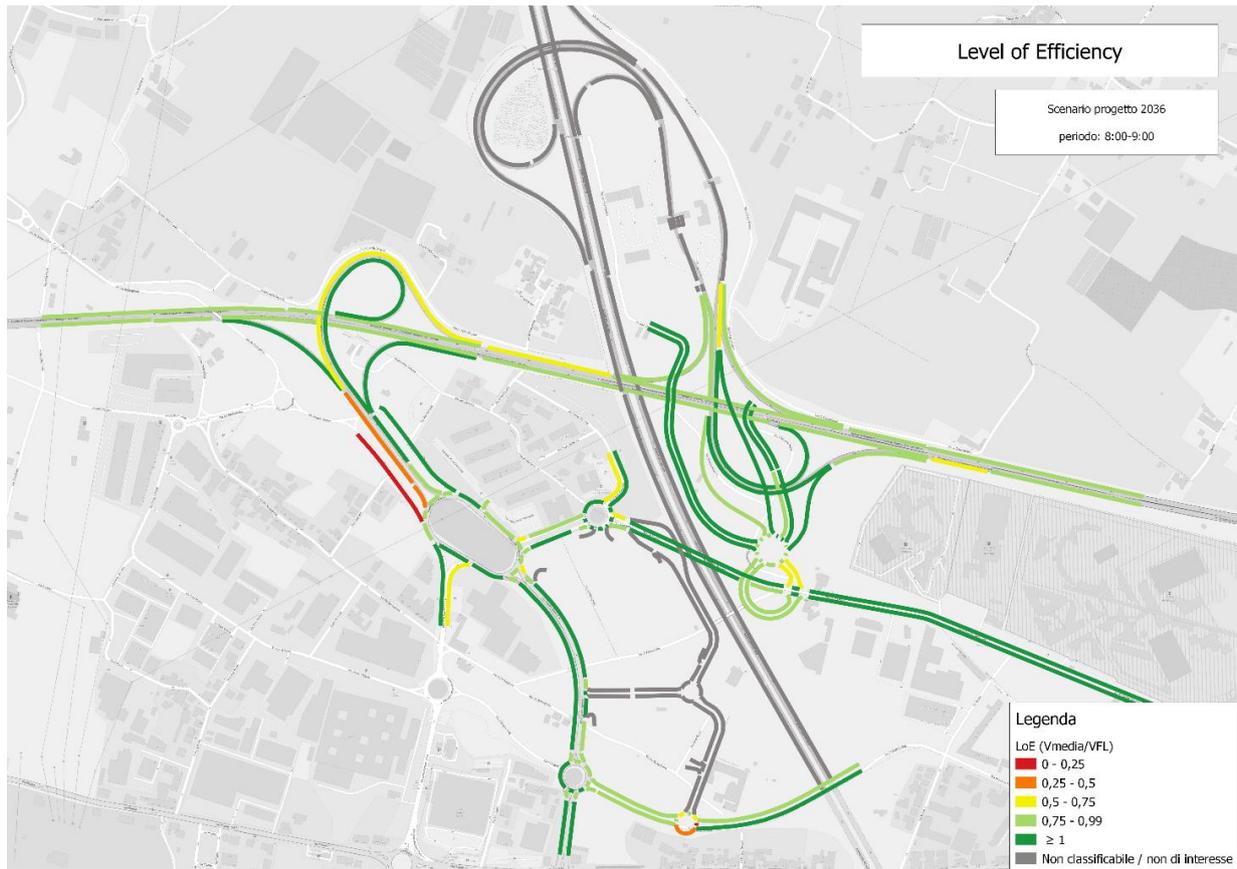


Figura 5-37. Scenario progetto 2036 - Level of Efficiency 8:00 – 9:00

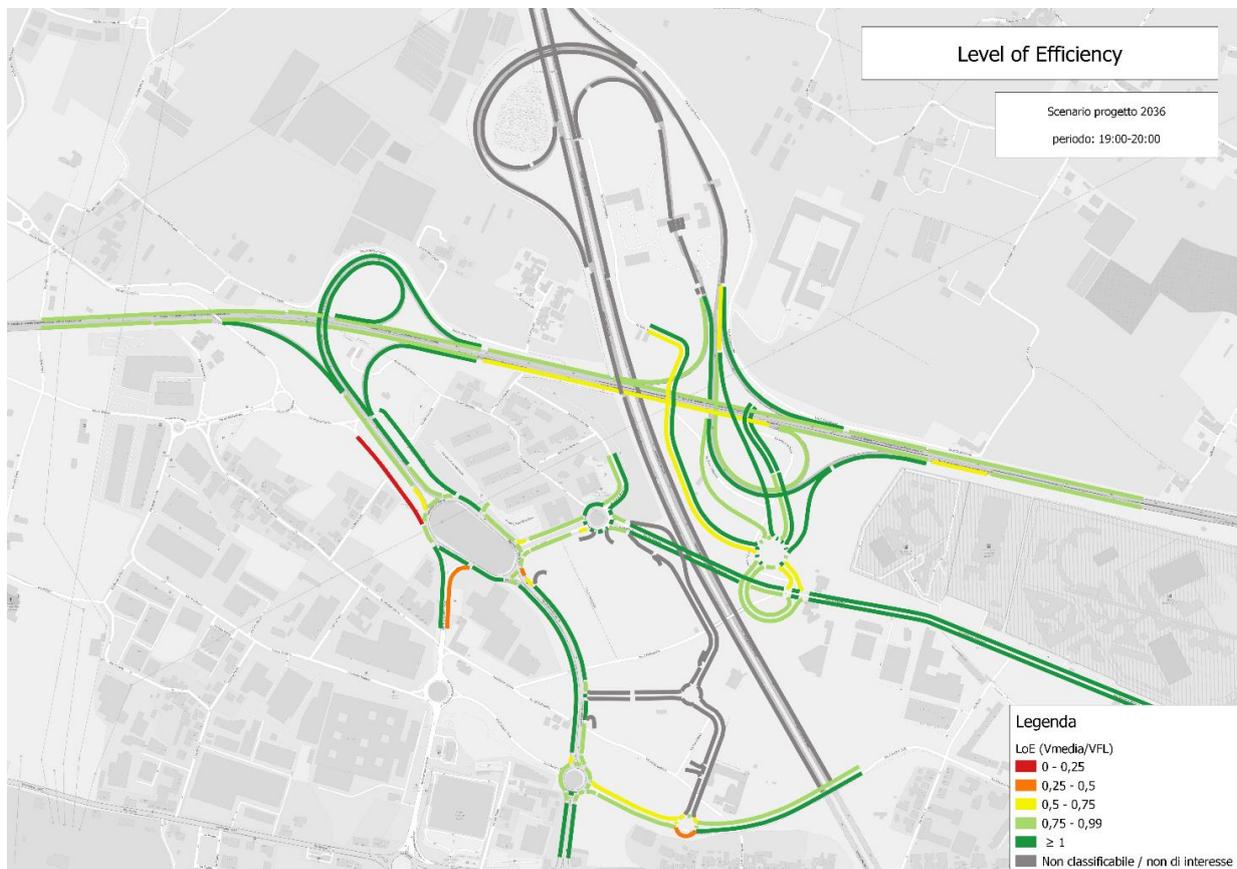


Figura 5-38. Scenario progetto 2036 - Level of Efficiency 19:00 – 20:00

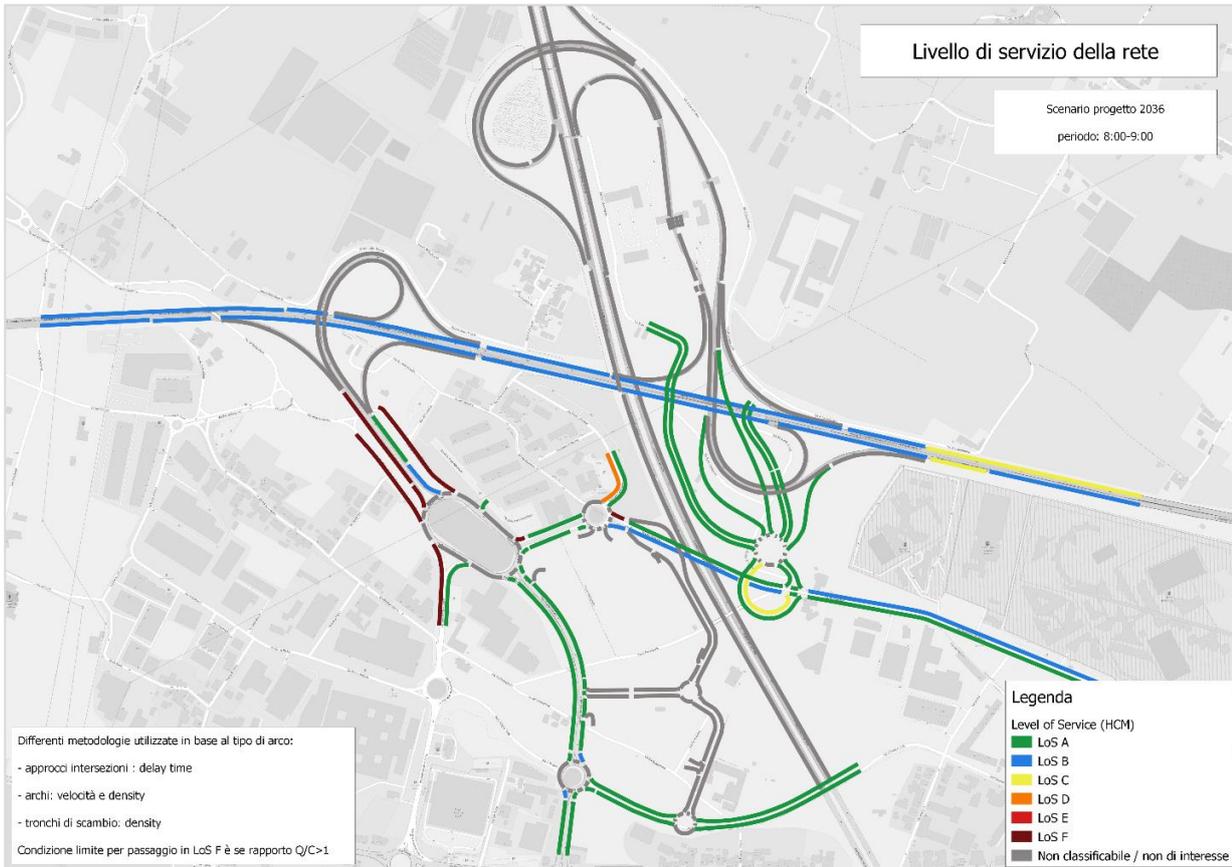


Figura 5-39. Scenario progetto 2036 - LOS 8:00 – 9:00

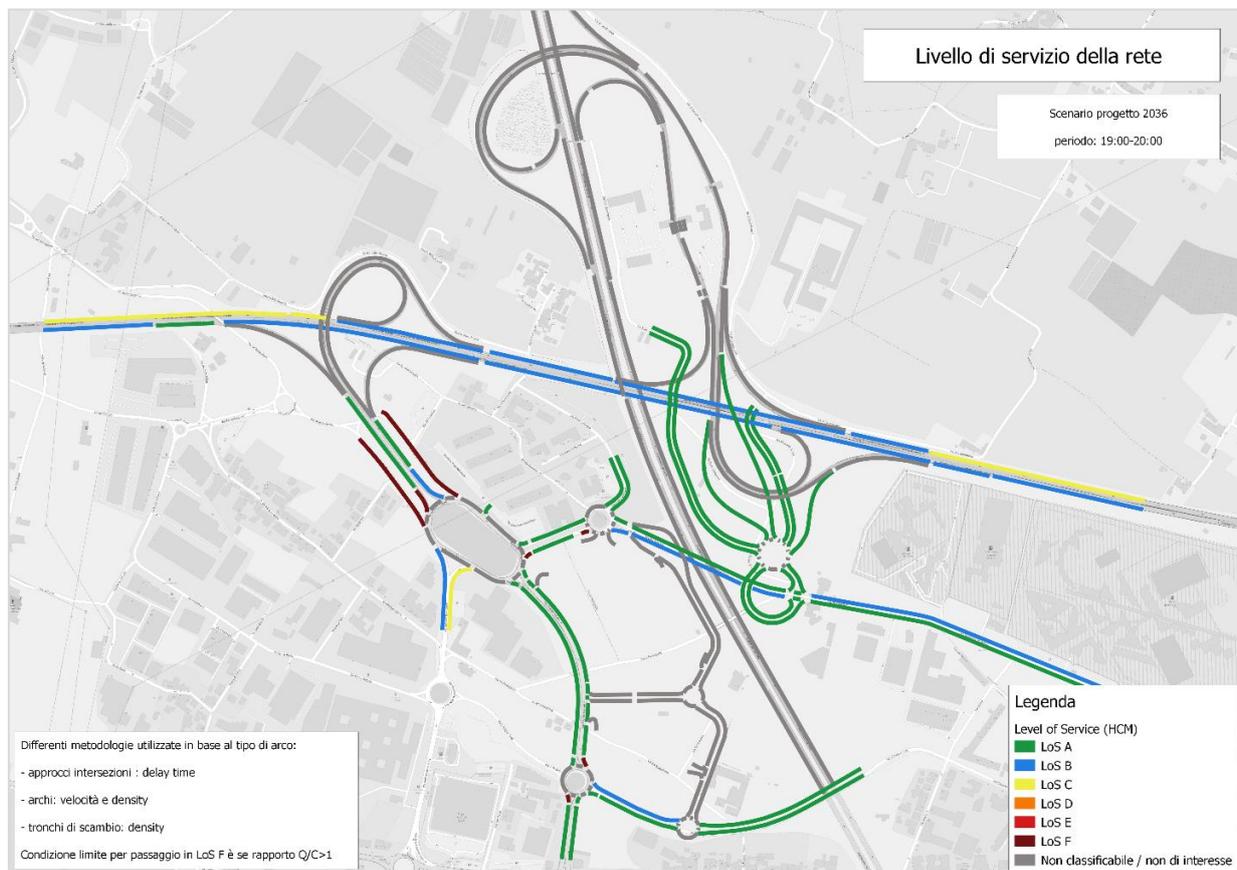


Figura 5-40. Scenario progetto 2036 - LOS 19:00 – 20:00

### 5.8.3 Variazione flussi

Sia per lo scenario 2026 che 2036 sono stati elaborati i flussogrammi differenza tra lo scenario di progetto e il corrispondente scenario programmatico nell'ora di simulazione più critica (scenario mattina 8:00-9:00 e scenario serale 19:00-20:00).

Lo spessore degli archi è proporzionale al valore assoluto della differenza di flusso, mentre il colore dipende dalla percentuale di differenza tra i due scenari. In rosso si osserva un incremento dei flussi nello scenario di progetto mentre in verde è presente una diminuzione dei flussi.

La variazione dei flussi non deve essere intesa solo come risultato di una variazione dei percorsi tra le coppie OD, bensì, trattandosi di un'assegnazione dinamica, anche come una variazione delle condizioni di deflusso del sistema. Con la nuova infrastruttura una quota dei veicoli modifica il proprio percorso sulla rete proprio in virtù di un itinerario più breve. Dall'altra parte sul singolo arco a causa della variazione delle condizioni di deflusso (tendenzialmente un miglioramento tra lo scenario di progetto e lo scenario programmatico) si verifica una variazione (nel caso predetto, un aumento) del flusso orario transitante.

Negli scenari del mattino sia 2026 che 2036 si osserva un incremento di flusso orario sugli archi della SGC FI-PI-LI in ragione di un miglioramento delle condizioni di deflusso. Analogamente in ragione del nuovo svincolo si registra una diminuzione dei flussi sulle rampe di collegamento tra il Casello autostradale e la FI-PI-LI e tra la FI-PI-LI e la rotatoria 17 Marzo. Al contempo si registra un incremento dei flussi su Via del Pantano nel tratto tra la nuova rotatoria di progetto e la rotatoria 17 Marzo.

Per lo scenario del pomeriggio del 2026 il flussogramma differenza presenta una variazione tendenzialmente simile a quella dello scenario della mattina con una variazione negativa (verde) dei flussi anche sulle rampe che collegano la rotatoria 17 Marzo con la FI-PI-LI e la FI-PI-LI in direzione Firenze.

Per lo scenario del pomeriggio del 2036 il flussogramma differenza è contraddistinto da una forte variazione dei flussi su Via del Pantano e Via Minervini. La causa di questo risultato si ottiene confrontando le micro simulazioni e gli indicatori della qualità della circolazione: lo scenario programmatico 2036 nella fascia oraria 18:00-20:00 risente di una domanda molto importante e si osserva andare in crisi il sistema viario. Lo scenario progettuale presenta al contrario un buon funzionamento generale senza particolari congestioni. Il risultato grafico del flussogramma differenza deve essere inteso quindi in termini di una migliore capacità di deflusso veicolare rispetto ad uno stato congestionato.

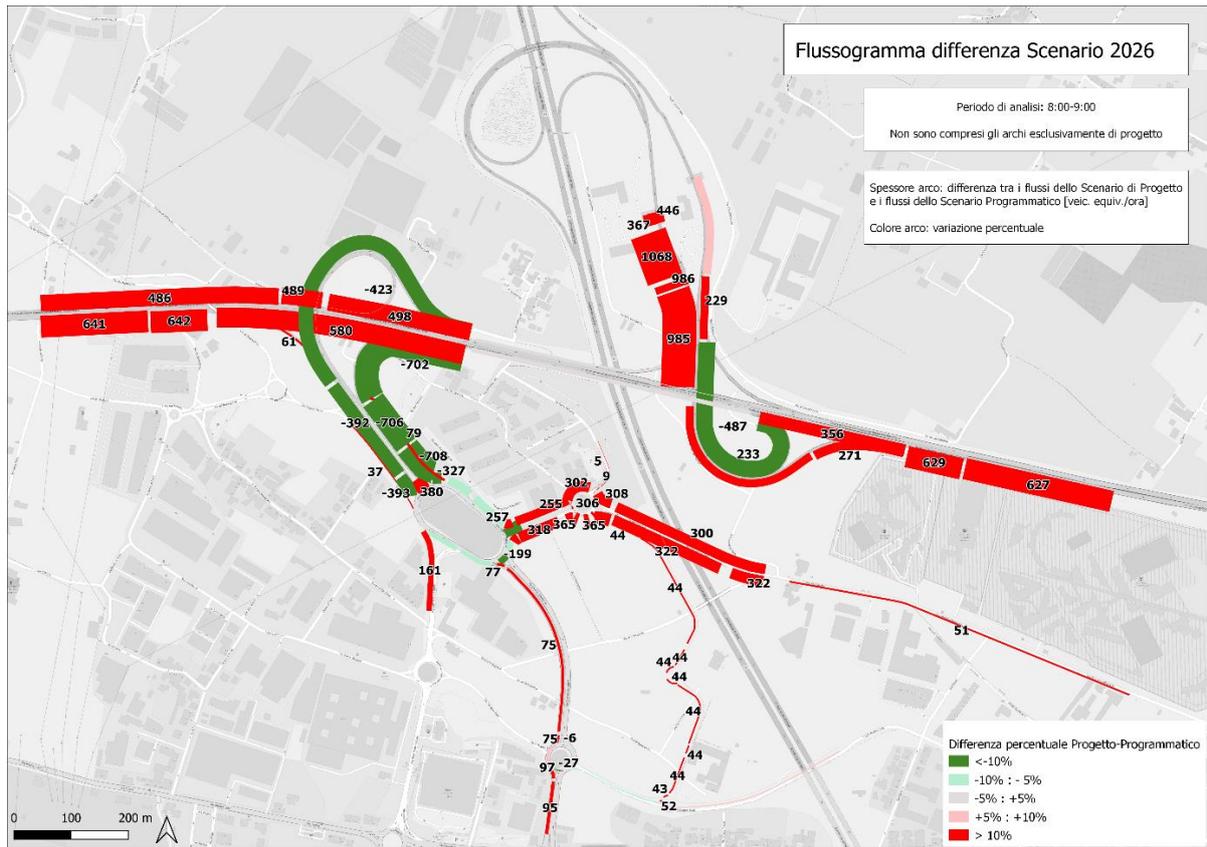


Figura 5-41. Differenza tra i flussi dello scenario di progetto e quelli dello scenario programmatico  
 Scenario 2026 (8:00-9:00)

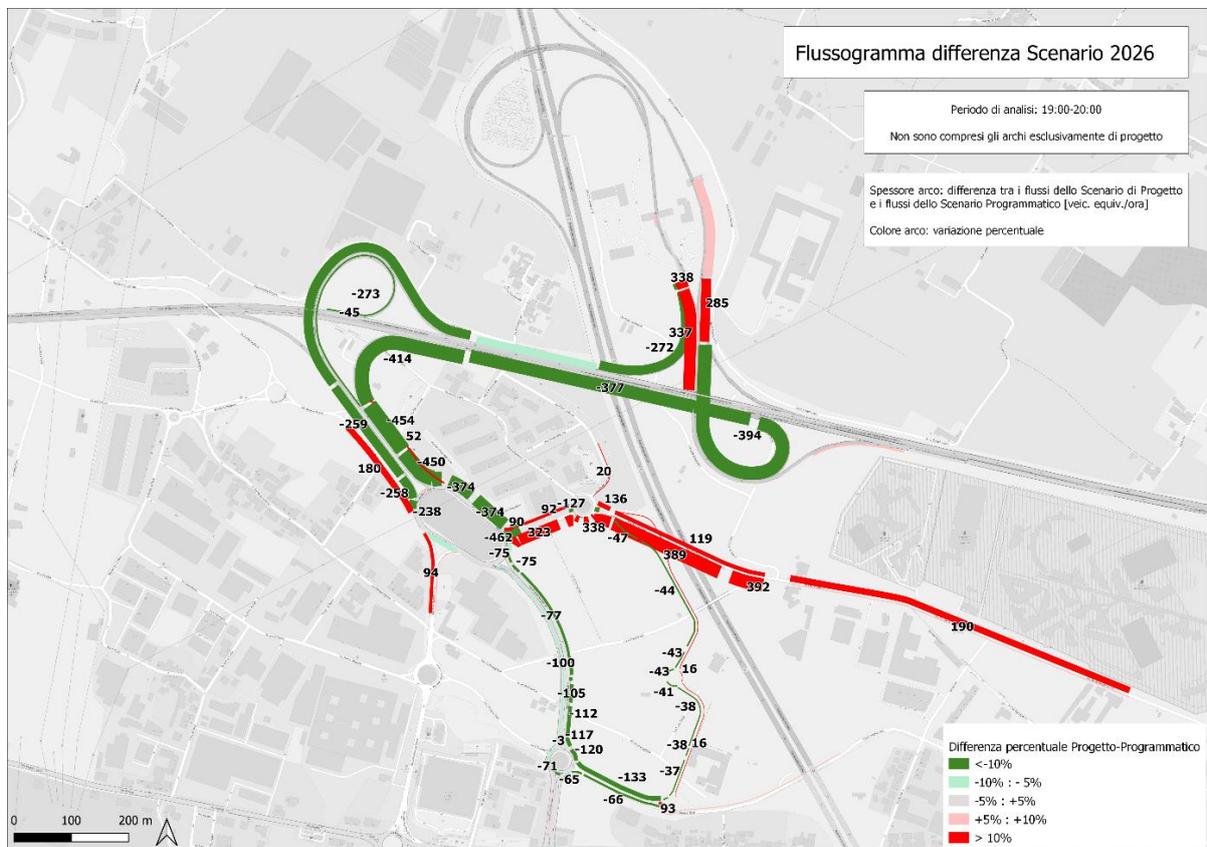


Figura 5-42. Differenza tra i flussi dello scenario di progetto e quelli dello scenario programmatico  
 Scenario 2026 (19:00-20:00)

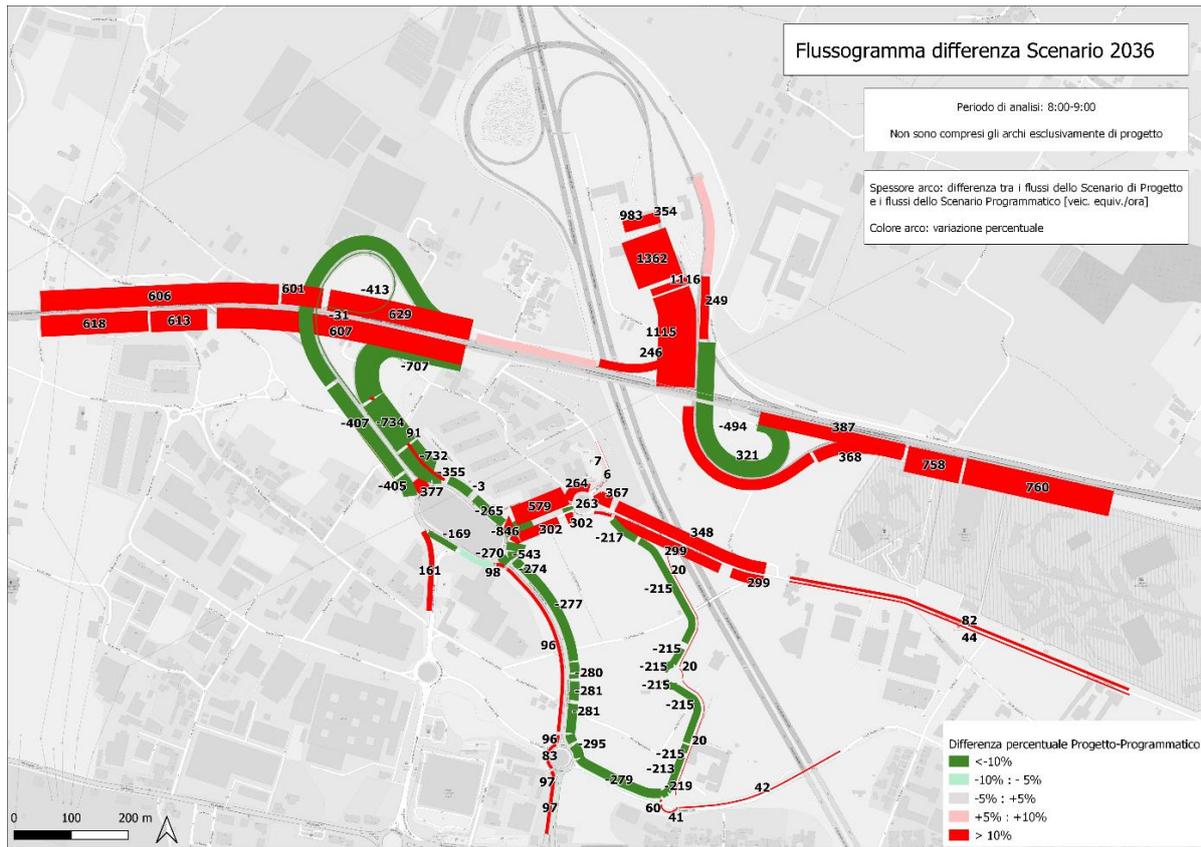


Figura 5-43. Differenza tra i flussi dello scenario di progetto e quelli dello scenario programmatico

Scenario 2036 (8:00-9:00)

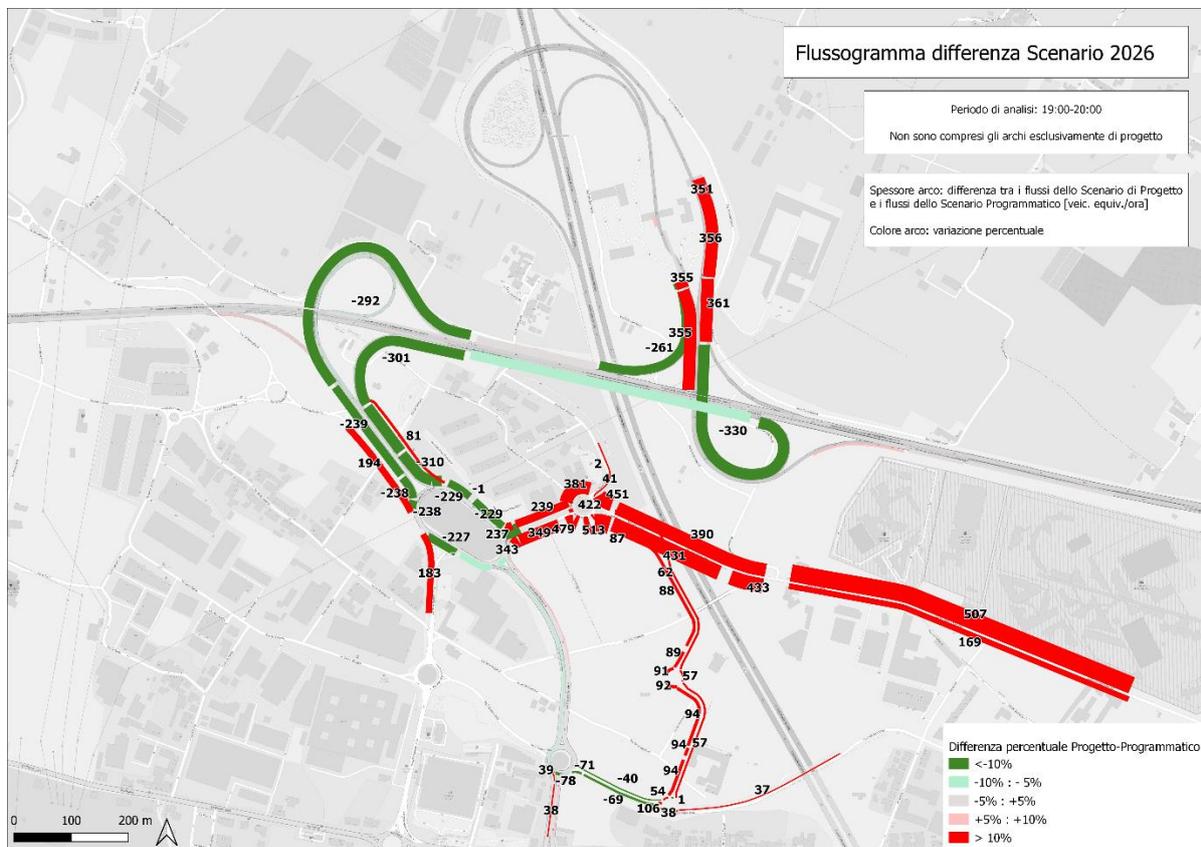


Figura 5-44. Differenza tra i flussi dello scenario di progetto e quelli dello scenario programmatico

Scenario 2036 (19:00-20:00)

### 5.8.4 Livello di Servizio rotatorie

Si analizza nel seguente paragrafo il Livello di Servizio per le due intersezioni di maggior interesse. La prima è rappresentata dalla rotatoria dell'intervento progettuale e la seconda è la rotatoria 17 Marzo. Il Livello di Servizio delle intersezioni non semaforizzate è calcolato come precedentemente esposto in base al valore del tempo medio di attesa simulato registrato sugli archi di ingresso della rotatoria (in Figura 5-45 la denominazione degli archi di approccio). Gli intervalli di riferimento per la determinazione del LOS sono presenti in Tabella 5-6.

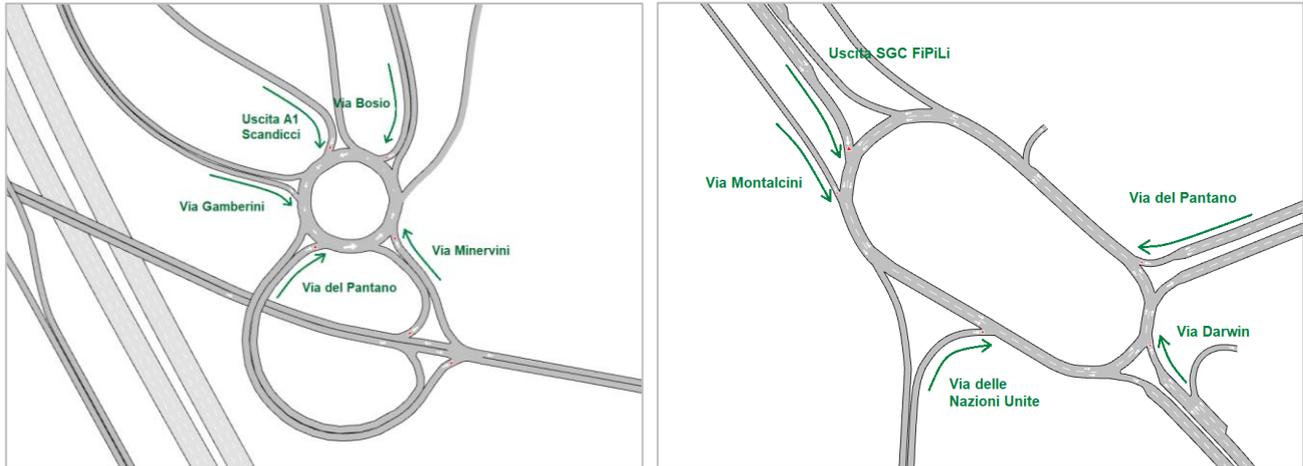


Figura 5-45. Archi di ingresso delle intersezioni: a sinistra rotatoria di progetto; a destra rotatoria 17 Marzo.

La verifica funzionale per la rotatoria di progetto risulta soddisfatta con il raggiungimento del miglior Livello di Servizio. Nelle tabelle seguenti sono riportati i LOS e i valori del ritardo medio e della coda massima registrata nella simulazione.

Tabella 5-11. LOS rotatoria di progetto Scenario 2026

Ramo ingresso	07:00-08:00			08:00-09:00			18:00-19:00			19:00-20:00		
	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)
Via Bosio	A	1	32	A	1	38	A	1	50	A	1	31
Via Minervini	A	1	10	A	1	9	A	1	8	A	1	9
Via Gamberini	A	1	2	A	1	2	A	0	0	A	1	1
Via del Pantano	A	1	12	A	2	15	A	1	7	A	1	10
Uscita casello A1	A	0	11	A	0	12	A	0	7	A	0	6

Tabella 5-12. LOS rotatoria di progetto Scenario 2036

Ramo ingresso	07:00-08:00			08:00-09:00			18:00-19:00			19:00-20:00		
	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)
Via Bosio	A	1	23	A	1	32	A	2	49	A	1	50
Via Minervini	A	1	11	A	1	10	A	1	9	A	1	10
Via Gamberini	A	2	2	A	2	3	A	0	0	A	1	1
Via del Pantano	A	2	13	A	3	15	A	1	10	A	1	9
Uscita casello A1	A	0	13	A	0	13	A	0	8	A	0	8

Per quanto riguarda la **rotatoria 17 Marzo** i Livelli di Servizio registrati sia negli scenari programmatici che progettuali mostrano che il beneficio atteso è limitato a solo alcuni archi di ingresso dell'intersezione. Via Montalcini e la rampa di uscita dalla FI-PI-LI restano molto congestionate anche negli scenari progettuali. Occorre sottolineare che in alcuni scenari del mattino Via del Pantano presenta dei ritardi medi inferiori a 50 secondi (limite per non ricadere in LOS F) ma il Livello di Servizio attribuito dall'elaborazione è bypassato dalla condizione di sovrasaturazione (rapporto Q/C > 1). Nello scenario programmatico 2036 nella fascia oraria 18:00-20:00 si riscontrano forti congestioni su tutta la rete di adduzione all'intersezione.

Tabella 5-13. LOS rotatoria 17 Marzo Scenario programmatico 2026

Ramo ingresso	07:00-08:00			08:00-09:00			18:00-19:00			19:00-20:00		
	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)
Uscita SGC FIPiLi	F	78	78	F	90	78	F	3	33	F	4	38
Via Darwin	A	2	10	A	2	10	C	21	15	E	37	15
Via delle Nazioni Unite	A	7	44	A	7	44	C	17	43	C	21	44
Via del Pantano	F	14	26	F	42	32	F	191	38	F	457	41
Via Montalcini	F	320	62	F	362	62	F	118	61	F	153	61

Tabella 5-14. LOS rotatoria 17 Marzo Scenario di progetto 2026

Ramo ingresso	07:00-08:00			08:00-09:00			18:00-19:00			19:00-20:00		
	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)
Uscita SGC FIPiLi	F	34	60	F	58	75	F	2	27	F	1	26
Via Darwin	A	2	9	A	2	10	A	8	13	A	9	13
Via delle Nazioni Unite	A	6	44	A	7	44	C	17	44	C	15	44
Via del Pantano	F	2	14	F	4	21	A	3	11	A	2	10
Via Montalcini	F	267	62	F	317	62	F	79	61	F	65	61

Tabella 5-15. LOS rotatoria 17 Marzo Scenario programmatico 2036

Ramo ingresso	07:00-08:00			08:00-09:00			18:00-19:00			19:00-20:00		
	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)
Uscita SGC FIPiLi	F	81	78	F	91	78	F	5	35	F	10	43
Via Darwin	A	4	12	A	9	14	D	30	15	F	54	15
Via delle Nazioni Unite	A	7	43	A	7	44	D	27	44	D	34	44
Via del Pantano	F	61	37	F	185	39	F	287	41	F	871	41
Via Montalcini	F	313	62	F	358	62	F	145	61	F	182	62

Tabella 5-16. LOS rotatoria 17 Marzo Scenario di progetto 2036

Ramo ingresso	07:00-08:00			08:00-09:00			18:00-19:00			19:00-20:00		
	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)	LOS	Ritardo medio (s)	Coda max (m)
Uscita SGC FIPiLi	F	46	71	F	81	71	F	3	30	F	2	27
Via Darwin	A	2	10	A	2	9	A	9	13	A	9	13
Via delle Nazioni Unite	A	7	44	A	6	44	C	19	44	C	18	43
Via del Pantano	F	4	21	F	4	18	A	3	11	A	3	11
Via Montalcini	F	324	62	F	349	62	F	102	61	F	112	61

## 6 MACRO BENEFICI PROGETTUALI

### 6.1 MACRO INDICATORI DI RETE

Sono stati estratti dal software di micro simulazione alcuni indicatori generali per le simulazioni effettuate. Le variabili trasportistiche che descrivono le caratteristiche del modello sono:

- flow: flusso medio sulla rete [veh/h];
- ttime: tempo medio di viaggio [sec/km];
- speed: velocità media [km/h];
- qv mean: numero medio di veicoli in coda;
- qv max: numero max di veicoli in coda.

Tabella 6-1. Macro indicatori di rete nelle due ore di simulazione

Scenario	flow	ttime	speed	qvmean	qvmax
Attuale 2016 7:00-9:00	8126	124	41	1249	2554
Attuale 2016 18:00-20:00	7838	81	51	34	75
Programmatico 2026 7:00-9:00	8749	134	36	2006	4024
Programmatico 2026 18:00-20:00	9803	124	48	286	854
Progetto 2026 7:00-9:00	9776	82	54	1261	2221
Progetto 2026 18:00-20:00	10422	76	55	80	142
Programmatico 2036 7:00-9:00	8687	154	33	2738	5490
Programmatico 2036 18:00-20:00	9768	148	45	685	1857
Progetto 2036 7:00-9:00	10111	85	53	1558	2865
Progetto 2036 18:00-20:00	10852	79	54	173	276

Rispetto allo scenario attuale è possibile osservare un peggior funzionamento del sistema nella fascia oraria mattutina, in congruenza con le campagne di rilievo. Confrontando poi ciascuno scenario progettuale con il corrispondente scenario programmatico è possibile osservare un miglioramento dei tempi medi di viaggio, delle velocità medie e dei veicoli in stato di congestione.

Un'ulteriore analisi è stata effettuata incrementando la durata della simulazione (> 2 ore) per fare modo che tutti i veicoli generati nelle due ore di punta giungessero a destinazione. Per valutare il beneficio globale della soluzione progettuale sono stati utilizzati questi ulteriori macro indicatori:

- tempo di percorrenza complessivo della simulazione [veic\*h];
- percorrenza complessiva della simulazione [veic\* km];
- velocità media della simulazione [km/h].

Nelle Figura 6-1 e Figura 6-2 sono riportati i primi due indicatori in un'elaborazione grafica mentre il terzo indicatore può essere analizzato nelle successive tabelle. Nelle elaborazioni grafiche proposte di seguito è possibile osservare come sia per lo scenario 2026 che 2036, a quasi parità di percorrenza tra lo scenario progettuale e lo scenario programmatico (area in grigio) si assiste ad un decremento medio del 45% dei tempi di percorrenza (istogramma di colore blu scuro per scenari programmatici e di colore azzurro per scenari di progetto), con punte fino al 56% nello scenario pomeridiano del 2036.

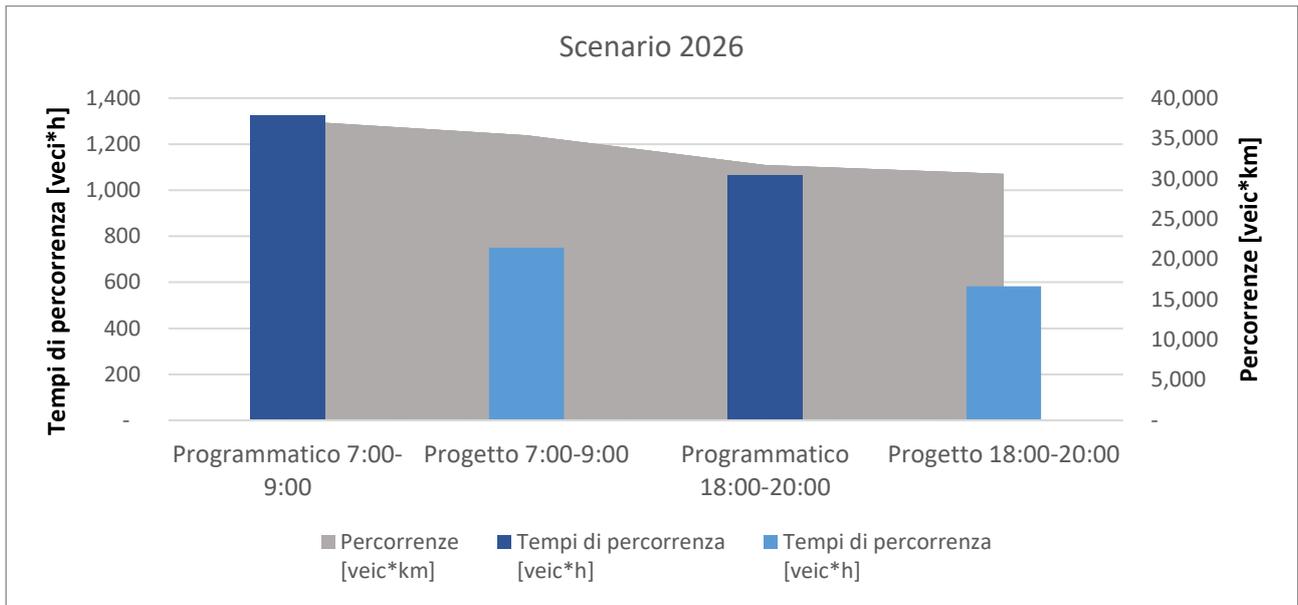


Figura 6-1. Scenario 2026 – macro indicatori di simulazione

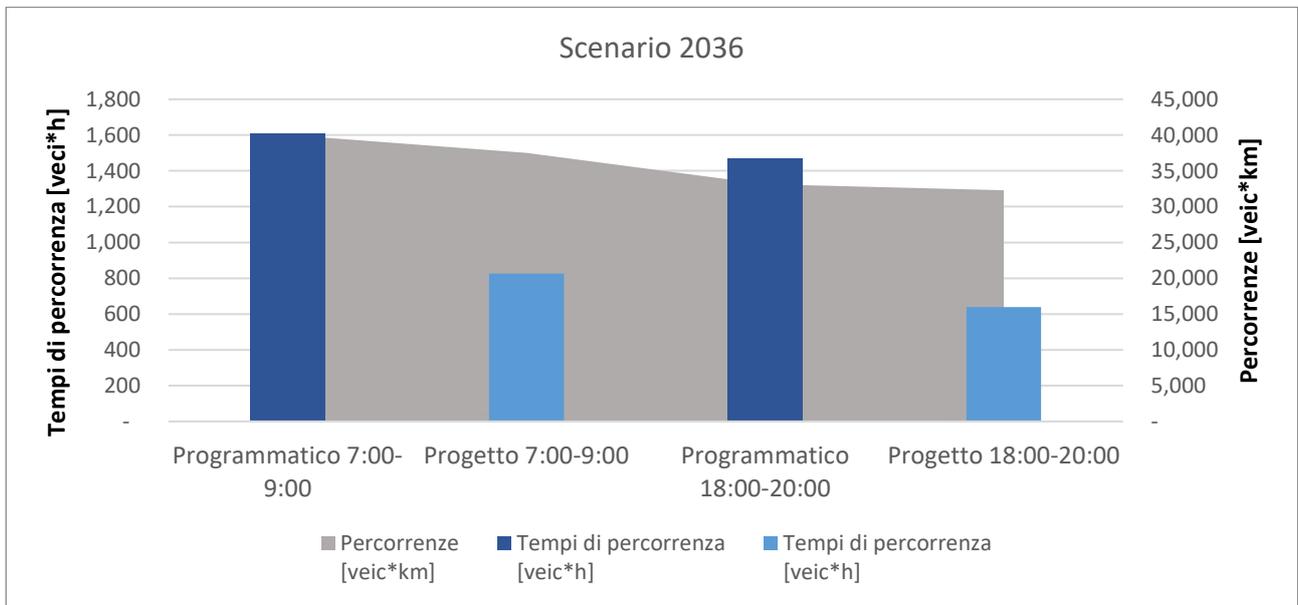


Figura 6-2. Scenario 2036 – macro indicatori di simulazione

Tabella 6-2. Scenario 2026 – macro indicatori di simulazione

2026	Programmatico 7:00-9:00	Progetto 7:00-9:00	Programmatico 18:00-20:00	Progetto 18:00-20:00
Tempi di percorrenza [veic*h]	1.323	751	1.065	582
Percorrenze [veic*km]	37.239	35.381	31.692	30.610
Velocità media [km/h]	28	47	30	53

Tabella 6-3. Scenario 2036 – macro indicatori di simulazione

2036	Programmatico 7:00-9:00	Progetto 7:00-9:00	Programmatico 18:00-20:00	Progetto 18:00-20:00
Tempi di percorrenza [veic*h]	1.605	825	1.468	638
Percorrenze [veic*km]	40.020	37.520	33.136	32.285
Velocità media [km/h]	25	45	23	51

## 6.2 TEMPI DI PERCORRENZA TRA OD

Per le coppie Origine Destinazione di maggiore interesse (in Figura 6-3 sono evidenziati i centroidi) sono stati elaborati i tempi medi di spostamento (in minuti).

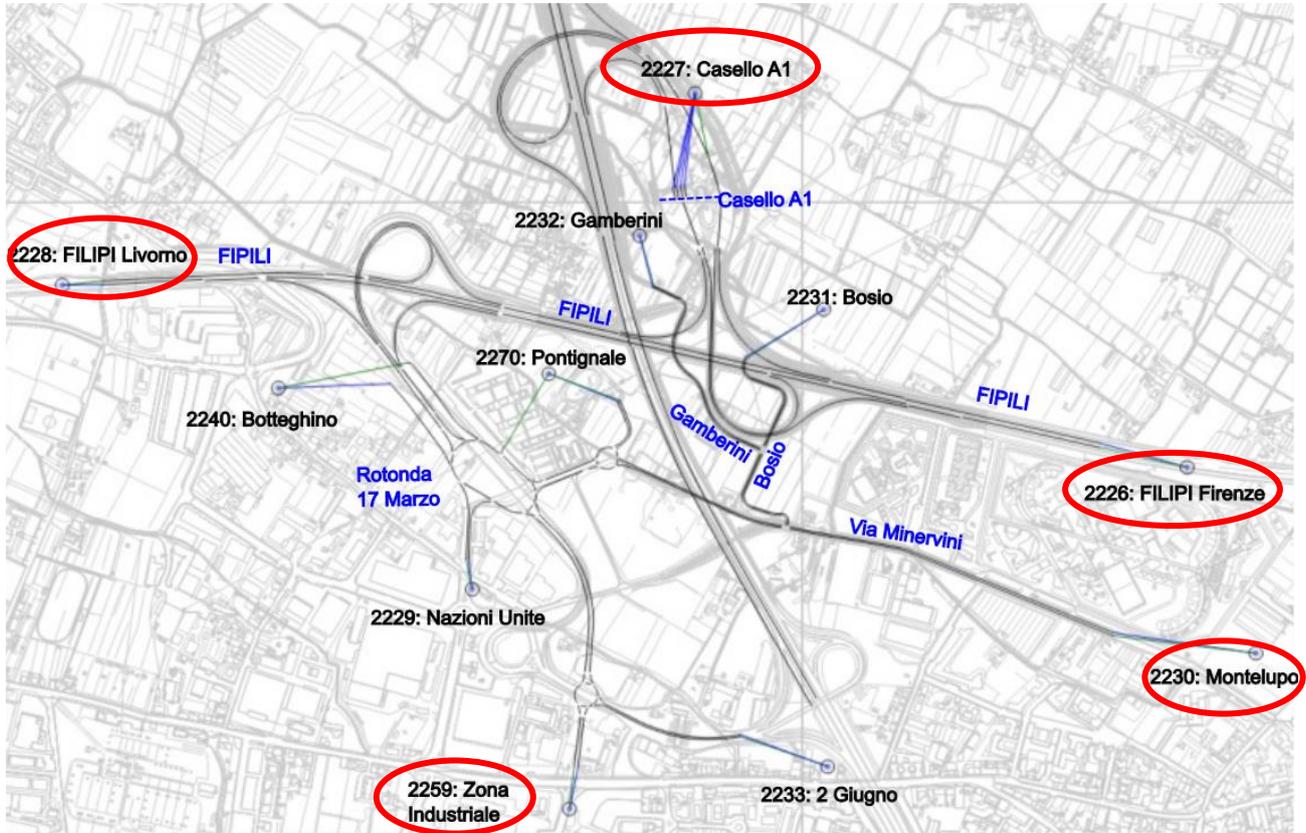


Figura 6-3. Scenario attuale: identificazione dei centroidi del modello

Negli istogrammi è proposto un confronto tra i tempi medi di viaggio registrati nello scenario programmatico (barre grigie) e i tempi medi di viaggio registrati nello scenario progettuale (barre blu).

È possibile osservare un sensibile miglioramento generalizzato negli scenari progettuali rispetto ai corrispondenti scenari programmatici. In particolare nella Figura 6-7 il forte stato di congestione dello scenario programmatico pomeridiano del 2036 viene efficacemente risolto mediante la soluzione progettuale studiata.

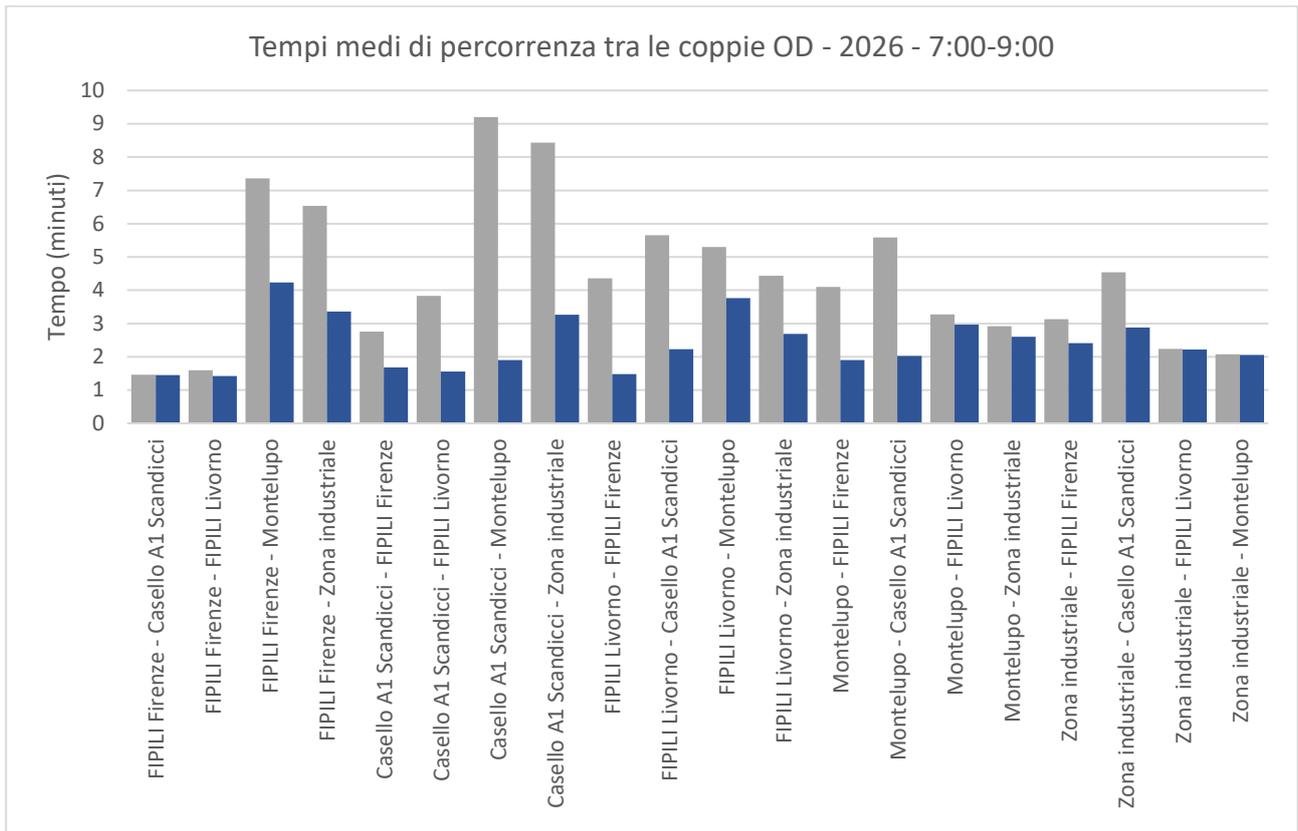


Figura 6-4. Confronto tempi medi di viaggio programmatico-progetto (Scenario 2026 mattina)

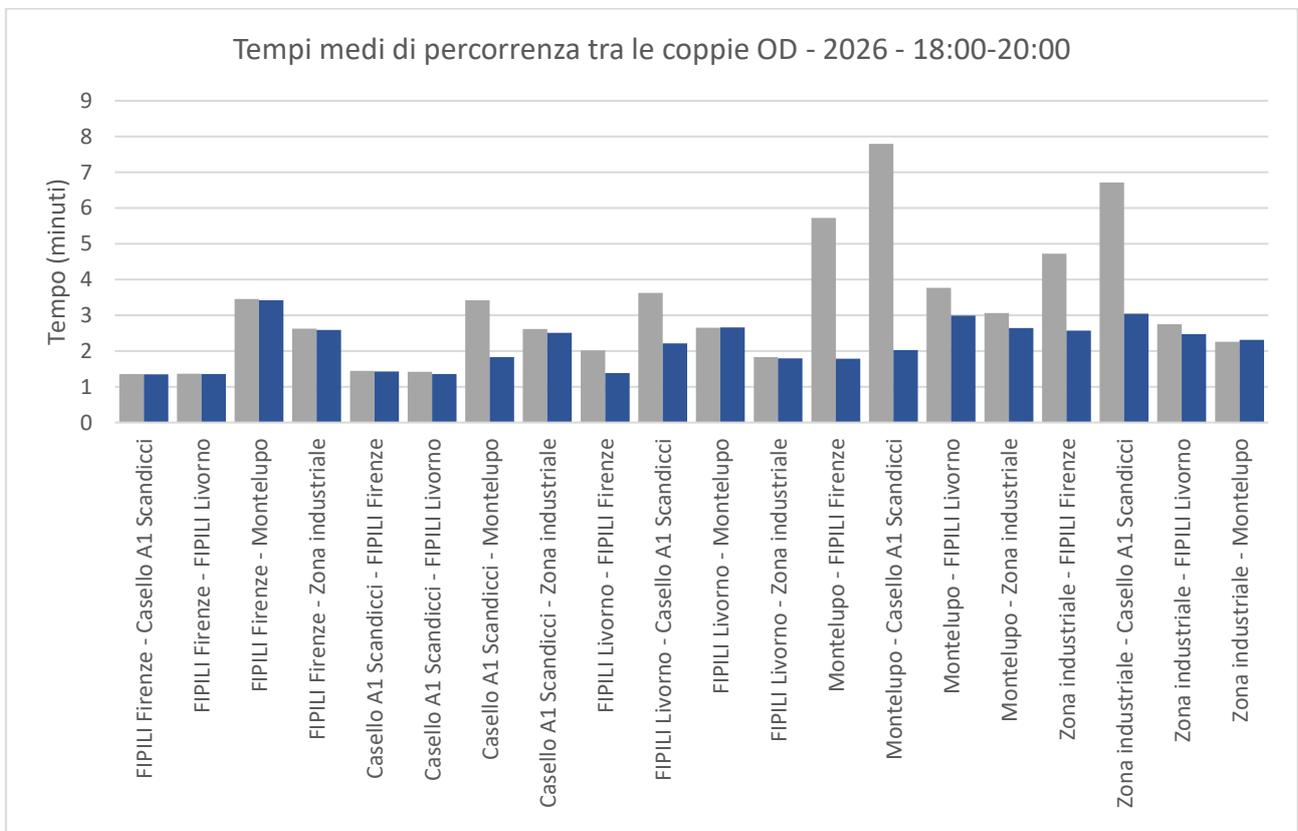


Figura 6-5. Confronto tempi medi di viaggio programmatico-progetto (Scenario 2026 pomeriggio)

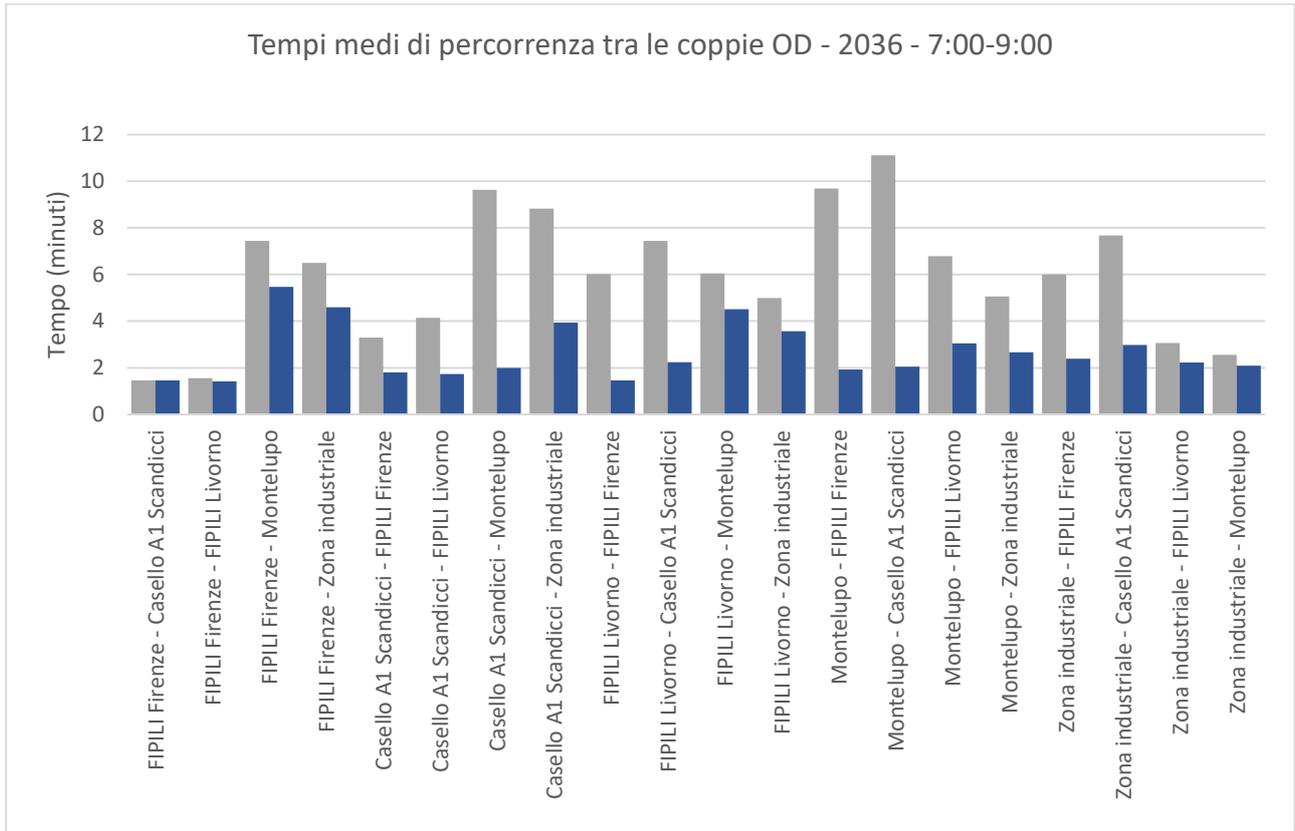


Figura 6-6. Confronto tempi medi di viaggio programmatico-progetto (Scenario 2036 mattina)

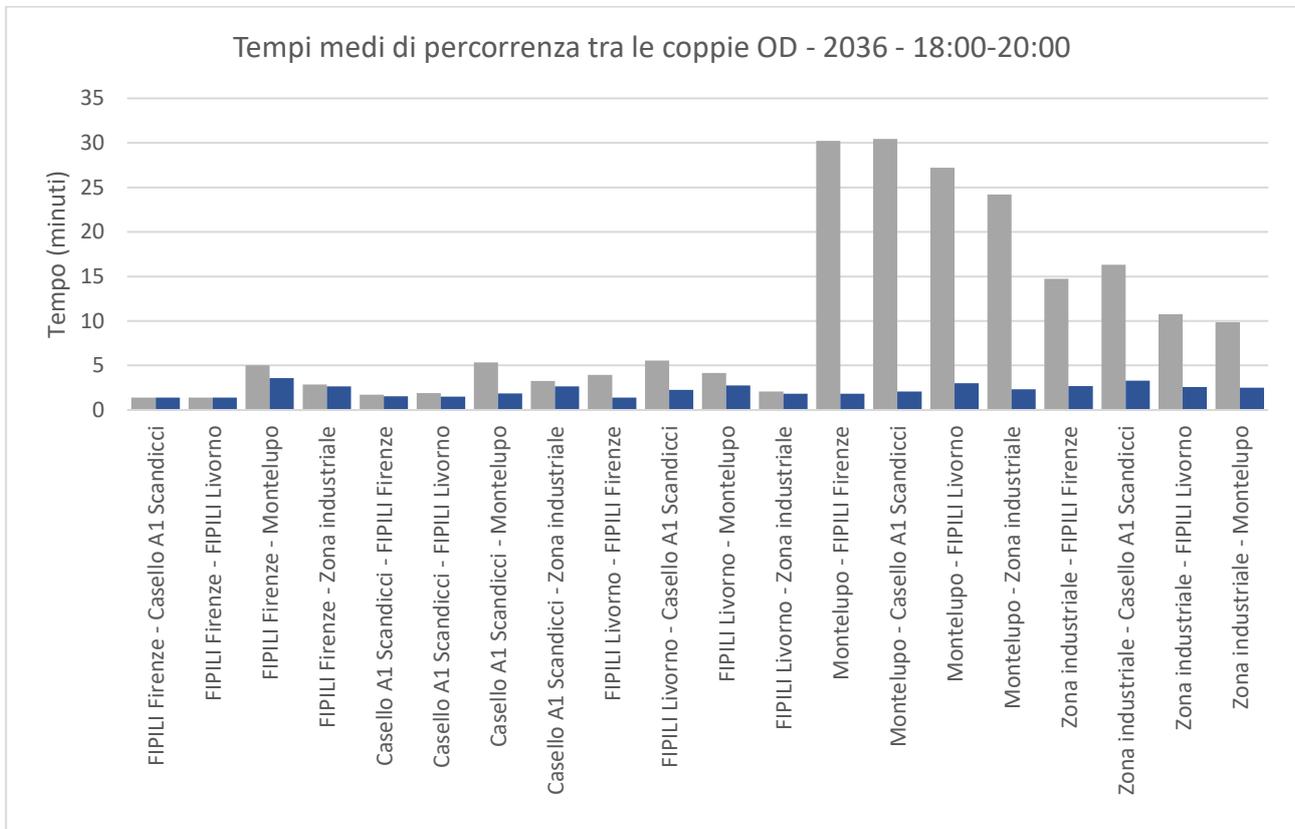


Figura 6-7. Confronto tempi medi di viaggio programmatico-progetto (Scenario 2036 pomeriggio)

## 7 IMPATTO SULLA VIABILITA' LOCALE URBANA

Nel Paragrafo 5.8.4 sono stati analizzati i Livello di Servizio delle due rotatorie principali: quella prevista nel progetto e quella denominata 17 Marzo.

In accordo con i risultati della micro simulazione la rotatoria di progetto presenta degli indicatori del livello di servizio ottimali, rimanendo sempre nella migliore classe del LOS, sia negli scenari del mattino che della sera.

La rotatoria 17 Marzo rimane critica, oltre che negli scenari attuali e programmatici, anche negli scenari progettuali, a causa dei flussi elevati sull'intersezione che riguardano relazioni origine-destinazione che non interessano l'autostrada. Questi non riescono a immettersi agevolmente a causa della prossimità dei rami di accesso: in particolare i veicoli provenienti da Via Montalcini devono dare la precedenza ai flussi preminenti provenienti dalla FIPILI; questi ultimi a loro volta negli scenari di progetto registrano un tempo medio di attesa molto inferiore ma l'arco resta in LOS F a causa della sovrasaturazione dell'arco.

Dai flussogrammi differenza (dalla Figura 5-41 alla Figura 5-44) è possibile osservare come l'incremento di flusso si riscontri su Via del Pantano e su Via Girolamo Minervini. Sulla prima strada l'incremento si verifica sia nelle simulazioni mattutine che serali mentre sulla seconda strada è praticamente trascurabile al mattino ma non trascurabile nella simulazione serale (in particolare per lo scenario 2036). La forte differenza dipende solo da una migliore condizione di deflusso sulla rotatoria 17 Marzo, che permette il raggiungimento della propria destinazione ad un maggior numero di veicoli, e non da un aumento della domanda.

Il nuovo svincolo del Casello A1 di Firenze Scandicci, grazie alle rampe di collegamento diretto con la viabilità urbana, avrà sicuramente una migliore accessibilità. La conseguenza diretta evidenziata dai risultati del micro modello è un miglioramento generale delle condizioni di deflusso nell'area.

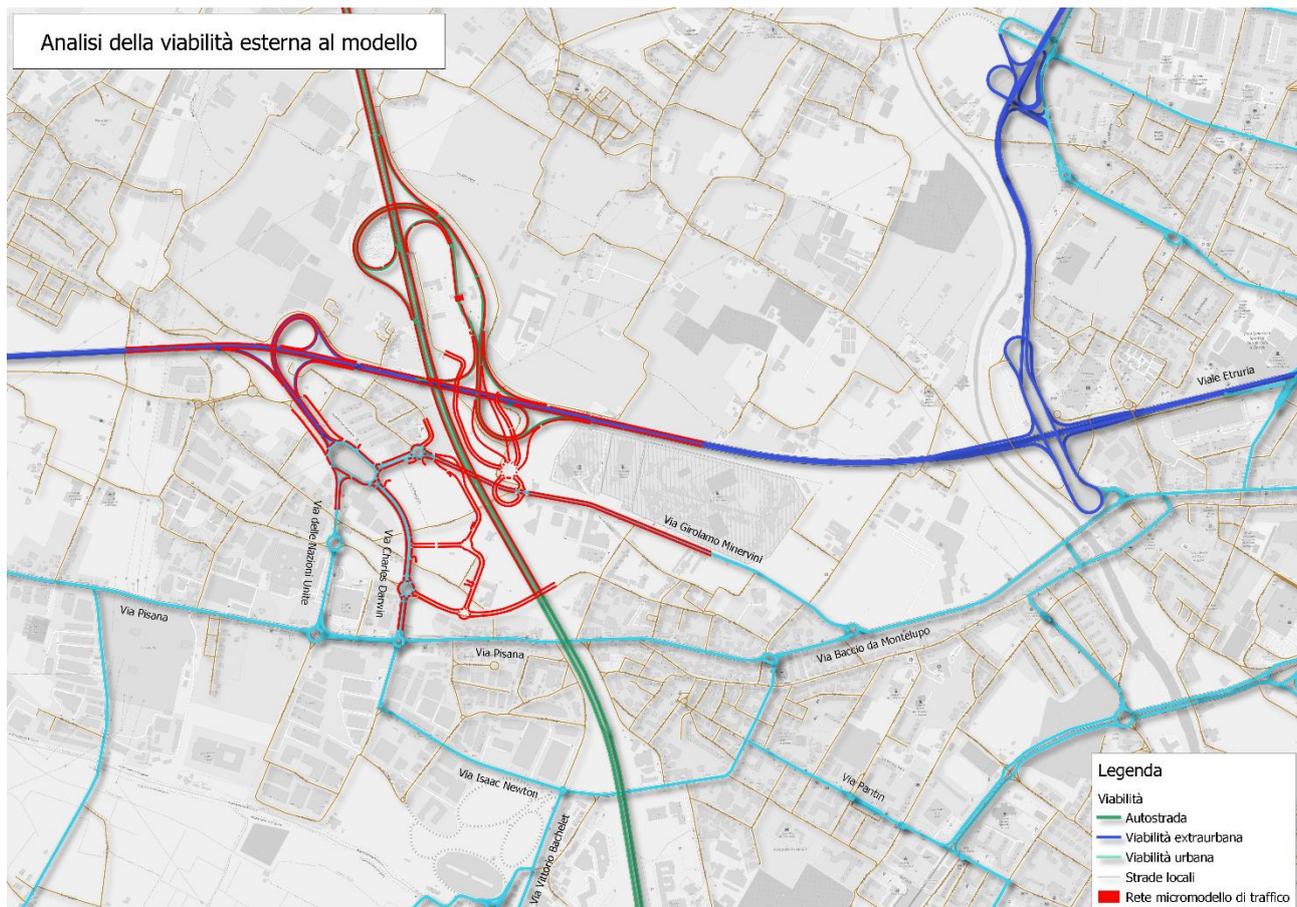


Figura 7-1. Inquadramento del micro modello nella viabilità circostante

In Figura 7-1 si mostra la viabilità circostante a quella inclusa nel micro modello di traffico: appare infatti importante considerare gli impatti dell'intervento progettuale sulla viabilità locale urbana anche ad una scala maggiore.

Nonostante una migliore accessibilità dello svincolo, ad una prima analisi non si prefigurano le condizioni per una variazione dell'attrattività del Casello di Firenze Scandicci.

Coloro che oggi utilizzano il casello di Firenze Scandicci, passando da Viale Etruria e la SGC FI-PI-LI, continueranno ad utilizzare questo itinerario in ragione di tempi di percorrenza inferiori e velocità superiori rispetto alla viabilità secondaria (Via Baccio da Montelupo-Via Girolamo Minervini).

Per quanto riguarda i flussi urbani, in ragione dei tempi di percorrenza, i veicoli provenienti da Ovest ovvero da Via Pisana, oppure quelli proveniente da Sud-Ovest ovvero da Via Vittoria Bachelet e Via Isaac Newton continueranno a passare per Via delle Nazioni Unite o per Via Charles Darwin per poi transitare su Via del Pantano verso il nuovo svincolo. Solo i mezzi provenienti da Sud-Est, ovvero da Via Pantin, potrebbero considerare di variare il loro itinerario da Via Charles Darwin a Via Girolamo Minervini in virtù di una percorrenza lievemente inferiore.

## 8 STIMA TGMA

Per ogni arco rappresentato nel micro modello è stata effettuata una stima del TGMA 2016, 2026 e 2036, in veicoli totali sia dello scenario attuale che progettuale e programmatico.

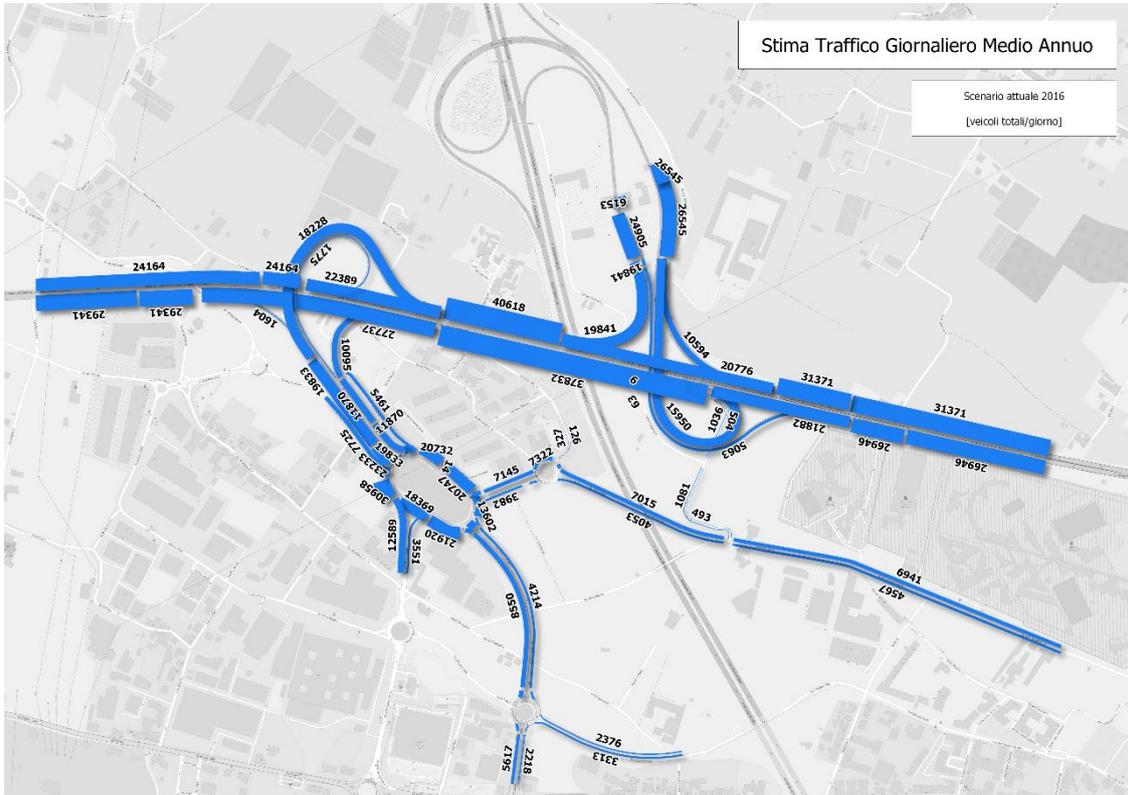


Figura 8-1. Stima del TGMA 2016



Figura 8-2. Stima del TGMA programmatico 2026



Figura 8-3. Stima del TGMA programmatico 2036

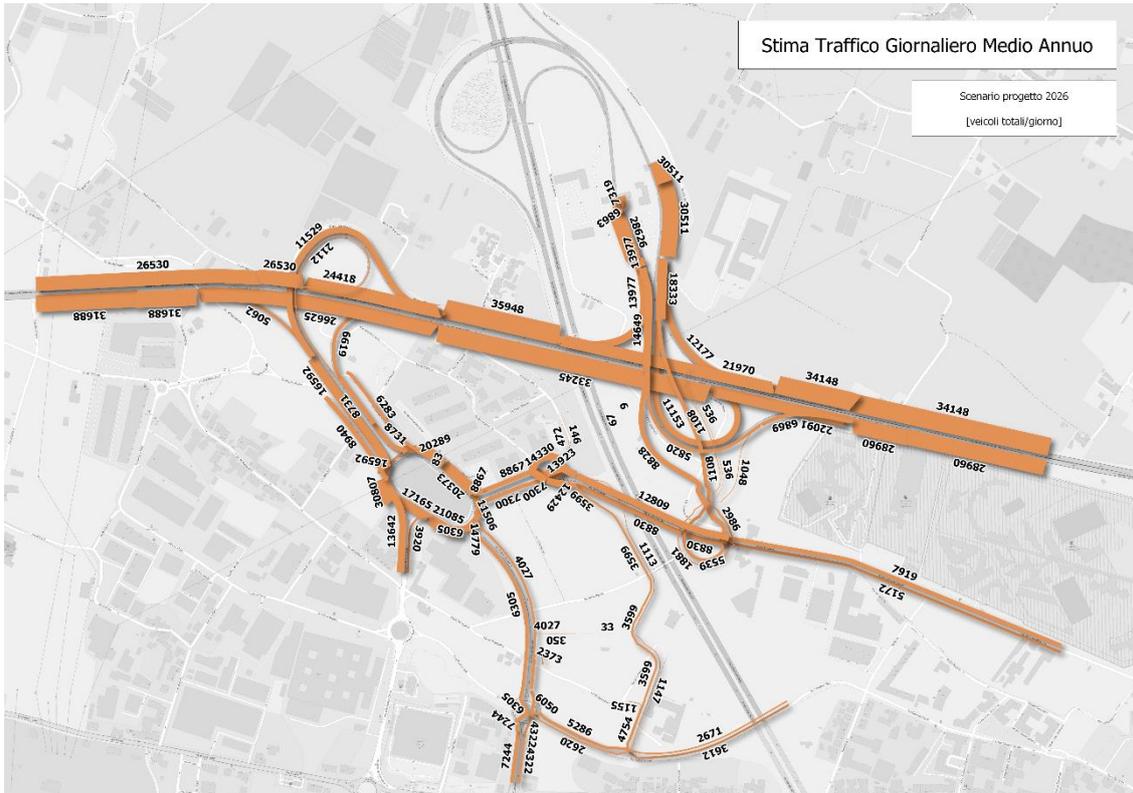


Figura 8-4. Stima del TGMA progetto 2026

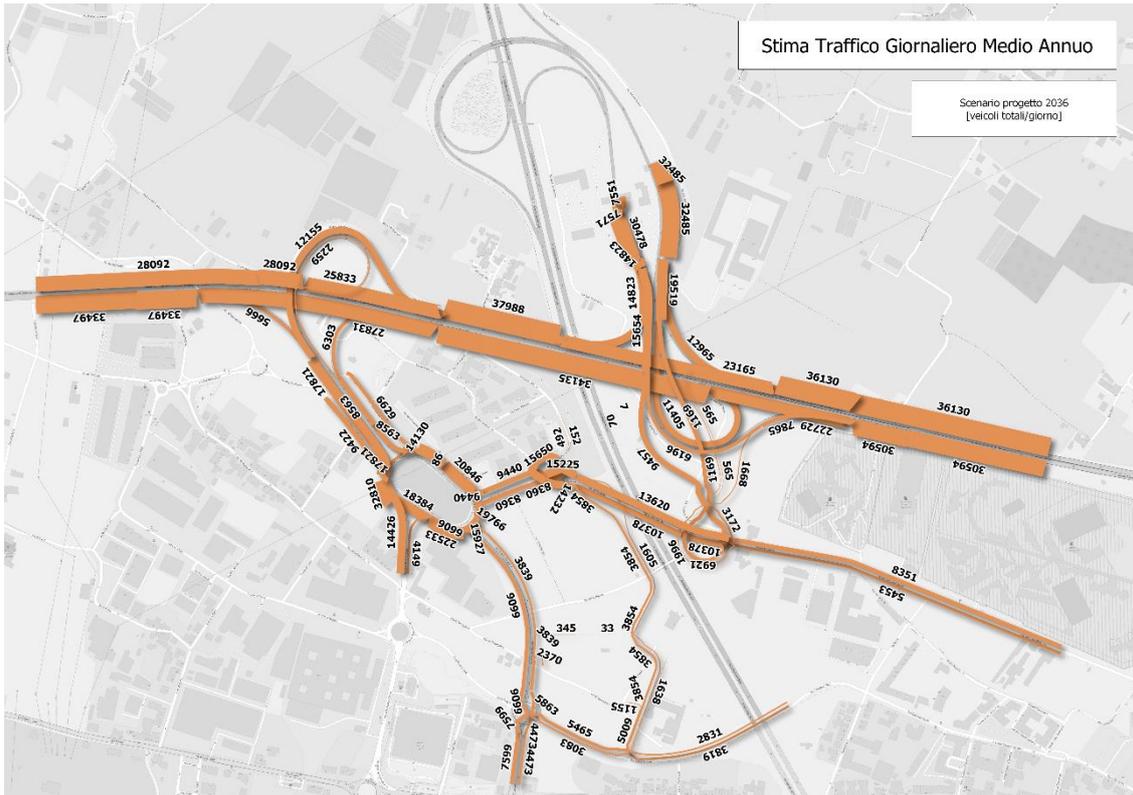


Figura 8-5. Stima del TGMA progetto 2036

## 9 SINTESI E CONCLUSIONI

La ricostruzione del traffico attuale riferito all'anno base 2016 è stata effettuata analizzando differenti rilievi e utilizzando fonti dati di diverso tipo. Oltre ad un'analisi statica del traffico tramite postazioni di rilievo fisse sono state campionate le condizioni di deflusso tramite rilievi mobili GPS.

La ricostruzione dello stato attuale – giorno feriale medio annuo bora di punta mattutina e bora di punta serale - è stata utilizzata per implementare, calibrare e validare un modello di micro simulazione, utile a valutare le condizioni di deflusso delle diverse componenti di domanda negli scenari programmatici e progettuali agli orizzonti temporali futuri del 2026 e 2036. La domanda veicolare è stata incrementata di specifici tassi derivati da un modello di crescita implementato a partire dai trend storici; sono stati inoltre considerati gli effetti del traffico indotto dagli interventi urbanistici previsti nell'area.

I risultati della micro simulazione sono stati confrontati tramite specifici indicatori trasportistici (rapporto flusso/capacità, rapporto velocità/FFS, Livello di servizio, tempi di percorrenza, percorrenze, velocità media), alcuni per valutazioni puntuali sulle sezioni della rete, altri per valutare complessivamente il deflusso sull'intero sistema.

Gli indicatori mostrano come la soluzione progettuale analizzata porti al miglioramento delle condizioni di deflusso lungo la viabilità di interesse, in particolare per coloro che sono originati e destinati al casello autostradale, nonostante carichi di traffico cautelativamente stimati con tassi di crescita superiori a quelli previsti a livello nazionale. Le criticità riscontrate lungo la FI-PI-LI, e nello specifico nei tronchi di scambio tra lo svincolo A1 e lo svincolo di Scandicci, sono risolte.

Da un punto di vista generale, il sistema presenta una migliore condizione di deflusso, permettendo alla domanda di traffico di accedere al sistema di offerta; per tutte le percorrenze origine-destinazione si prevede una diminuzione del tempo di percorrenza. Infine, la rotatoria in progetto di collegamento tra lo svincolo e la rete urbana di via Pantano/Minervini è funzionalmente adeguata ai carichi di traffico previsti in entrambe le fasce orarie di punta mattutina e serale simulate (LOS A).