



Foster + Partners

Architettura Engineering
 Belvedere Inzaghi & Partners
 GAE Engineering
 Maserassociati Jones Lang Lasalle
 J+S
 Makno
 Manens-Tifs

Milan Ingegneria
 Museo della Scienza e della
 Tecnologia Leonardo da Vinci
 Sigest
 Studio Architettura Urbanistica
 Paolo Pomodoro
 Studio Tecnico Emanuele Morelli
 Systematica

Proprietà

Milano Santa Giulia S.p.A.
Esselunga S.p.A.

Comune di Milano
PII Montecity - Rogoredo
Proposta definitiva
di variante

Progettista

Studio viabilistico
 All. 10

cod. Aconex

XXX-XXX-XXX-XXX-XXXXX

scala

1:XXXX

data

Maggio 2021

disegnatore

SY

numerazione

PR58M

num. provenienza

18P0084g

revisione

00



INDICE

1	PREMESSA.....	4
2	SCENARIO DI RIFERIMENTO	4
	2.1 SEZIONI STRADALI	7
3	DISTRIBUZIONE DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ INDOTTA.....	8
4	CONFRONTO ASSEGNATI SCENARIO DI PROGETTO VS. RIFERIMENTO	11
5	SCENARIO DI PROGETTO	15
	5.1 RAMPA DI USCITA NORD.....	16
	5.2 CORSIA DI SCAMBIO A SUD DI CAMM	18
	5.3 SVINCOLO MECENATE.....	19
	5.3.1 S1 (Semaforo Mecenate).....	20
	5.3.2 Rotatoria R1	22
	5.3.3 Rotatoria R2	26
	5.3.4 Rotatoria RM	30
	5.3.5 Ingresso 1	34
	5.3.6 Ingresso 2	34
	5.4 CORSIE DI SCAMBIO TRA MECENATE E PAULLESE	37
	5.4.1 Scambio 1	37
	5.4.2 Scambio 2	38
	5.5 MATRICI OD	39
	5.6 LIVELLI DI SERVIZIO	42
	5.6.1 Sezioni Stradali	42
	5.6.2 Zone di scambio	42
	5.7 SVINCOLO PAULLESE.....	44
6	SCENARIO DI SENSITIVITA'1	48
	6.1 RAMPA DI USCITA NORD.....	50
	6.2 CORSIA DI SCAMBIO A SUD DI CAMM	52
	6.3 SVINCOLO MECENATE.....	53
	6.3.1 Rotatoria R2	54
	6.3.2 Ingresso 1	55
	6.3.3 Ingresso 2	56
	6.4 CORSIE DI SCAMBIO TRA MECENATE E PAULLESE	57
	6.4.1 Scambio2.....	57
	6.4.2 Scambio 3	58
	6.5 MATRICI OD	58
	6.5.1 Sezioni Stradali	62
	6.5.2 Zone di scambio	62



7	SCENARIO DI SENSITIVITA' 2	63
7.1	RAMPA DI USCITA NORD.....	65
7.2	CORSIA DI SCAMBIO A SUD DI CAMM	67
7.3	SVINCOLO MECENATE.....	68
7.3.1	Rotatoria r2	68
7.3.2	Rotatoria RM	70
7.3.3	Ingresso 1	71
7.3.4	Ingresso 2	71
7.4	CORSIE DI SCAMBIO TRA MECENATE E PAULLESE	72
7.4.1	Scambio 2	72
7.4.2	Scambio 3	73
7.5	MATRICI OD	74
7.5.1	Sezioni Stradali	77
7.5.2	Zone di scambio	78
8	SCENARIO DI PROGETTO ARENA OUT	79
8.1	SVINCOLO MECENATE.....	79
8.1.1	Rotatoria R1	79
8.1.2	Rotatoria R2	80
8.1.3	Ingresso 1	80
8.1.4	Ingresso 2	81
8.2	CORSIE DI SCAMBIO TRA MECENATE E PAULLESE	82
9	SCENARI ALTERNATIVI DI RICONFIGURAZIONE DELLO SVINCOLO DI MECENATE	84
9.1	SCENARIO ARENA IN	85
9.1.1	Alternativa 1	85
9.1.2	Alternativa 2	87
9.1.3	Alternativa 3	90
9.1.4	Alternativa 4	94
9.1.5	Sintesi di risultati	98
9.2	SCENARIO ARENA OUT.....	100
9.2.1	Alternativa 1	100
10	LIVELLO DI SERVIZIO - DIVERGENZA USCITA 1	101



1 PREMESSA

Il presente documento tecnico è da intendersi come ulteriore allegato allo “Studio Viabilistico” del Progetto di Variante del Programma Integrato di Intervento Montecity – Rogoredo, atto ad illustrare, con un maggiore livello di dettaglio, le risultanze analitiche delle verifiche simulative di traffico sviluppate a supporto dello Studio Viabilistico, con l’obiettivo ultimo di consentire la verifica sulla funzionalità degli elementi di svincolo ed autostradali nell’intorno dell’area di studio.

I dati sono stati estratti dagli scenari di simulazione riportati all’interno dello Studio Viabilistico e della successiva nota di riscontro ai pareri degli Enti all’interno della procedura di *PAUR R010_21 - PAUR PII - Risposte richiesta integrazioni.pdf*.

I dati inoltre sono stati organizzati per scenario di simulazione e articolati secondo le richieste emerse nei tavoli di confronto tecnico con la società Milano Serravalle S.p.a, con particolare attenzione al confronto fra diversi scenari di progetto in cui si considera un utilizzo crescente del mezzo privato da parte degli utenti diretti ad Arena.

Per tale motivo, in aggiunta agli scenari di simulazione riportati nella documentazione depositata agli atti, si presentano le risultanze relative ad un ulteriore scenario di simulazione denominato *Sensitività 2*, scenario che era stato precedentemente illustrato nella segreteria tecnica del 24 luglio 2019.

In sintesi si riportano le risultanze di dettaglio dei seguenti scenari di simulazione:

1. Scenario di RIFERIMENTO – Modello di macrosimulazione riferito all’ora di punta 17.30-18.30 (da Studio Viabilistico);
2. Scenario di PROGETTO – Modello di macrosimulazione riferito al periodo di punta 17.30-20.00 (da Studio Viabilistico);
3. Scenario SENSITIVITA’1 denominato Arena-Forum (con ripartizione modale dell’Arena secondo indagine derivata dal Forum di Assago) – Modello di macrosimulazione riferito al periodo di punta 17.30-20.00 (*da PAUR R010_21 - PAUR PII - Risposte richiesta integrazioni.pdf*);
4. Scenario di SENSITIVITA’ 2 – Modello di macrosimulazione riferito al periodo di punta 17.30-20.00 (con ripartizione modale dell’Arena presentata il 24 luglio 2019);
5. Scenario di PROGETTO ARENA OUT – Modello di macrosimulazione riferito al periodo di punta 22.00 – 00.30 (da Studio Viabilistico).

I dati orari presentati nelle pagine a seguire si riferiscono all’ora di punta 17.30-18.30.

Si conferma che le risultanze fanno riferimento ai medesimi scenari di simulazione presentati nella documentazione agli atti (ad eccezione dello scenario Sensitività 2) e che, in molti casi, sono riportate all’interno del documento per facilitarne la lettura. Si sottolinea, tuttavia, che le medesime sono già presenti nella documentazione precedentemente depositata (flussogrammi, analisi di capacità dei nodi, lunghezza delle code, ecc.).

2 Scenario di riferimento

Di seguito si riportano tre inquadramenti di dettaglio del flussogramma veicolare dell’ora di punta PM dello scenario di riferimento sviluppato nel modello di macrosimulazione, i flussi sono espressi in veicoli equivalenti.



Figura 1. Flussogramma veicolare. Uscita CAMM. Ora di punta PM (17:30-18:30). Scenario di riferimento.



Figura 2. Flussogramma veicolare. Svincolo Mecenate. Ora di punta PM (17:30-18:30). Scenario di riferimento.

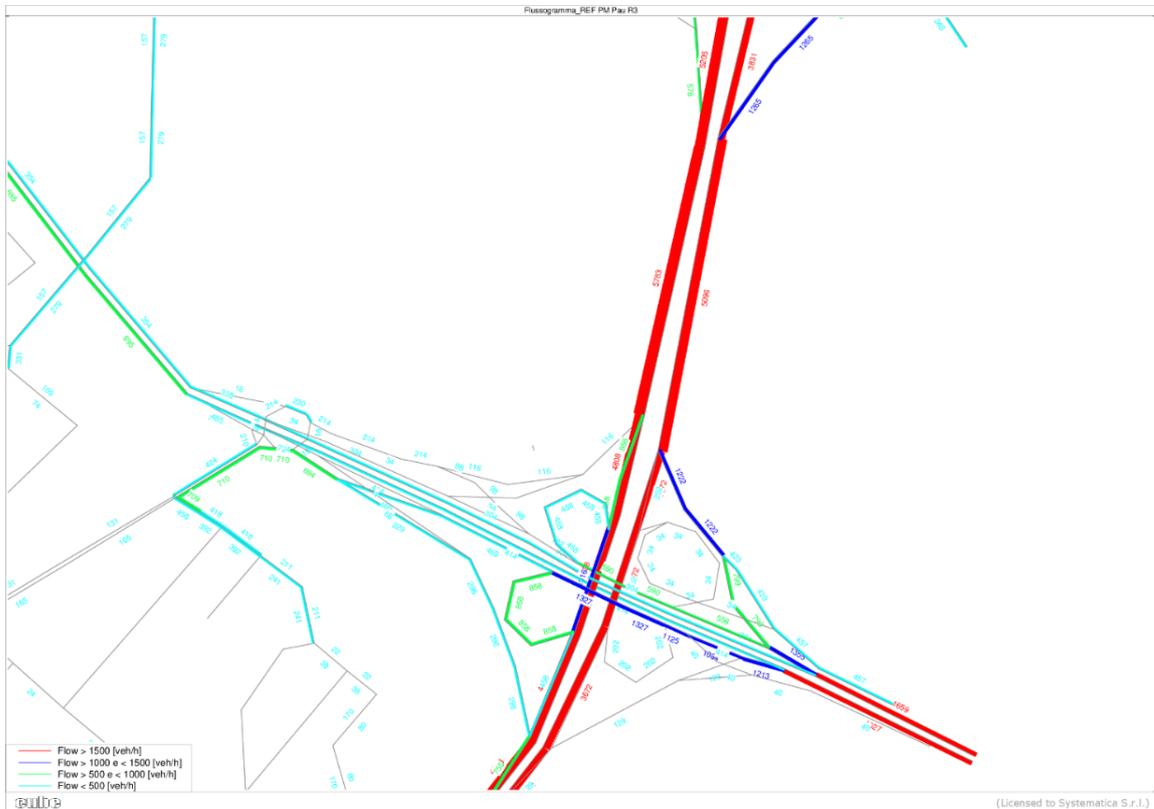


Figura 3. Flussogramma veicolare. Svincolo Paultese. Ora di punta PM (17:30-18:30). Scenario di riferimento.



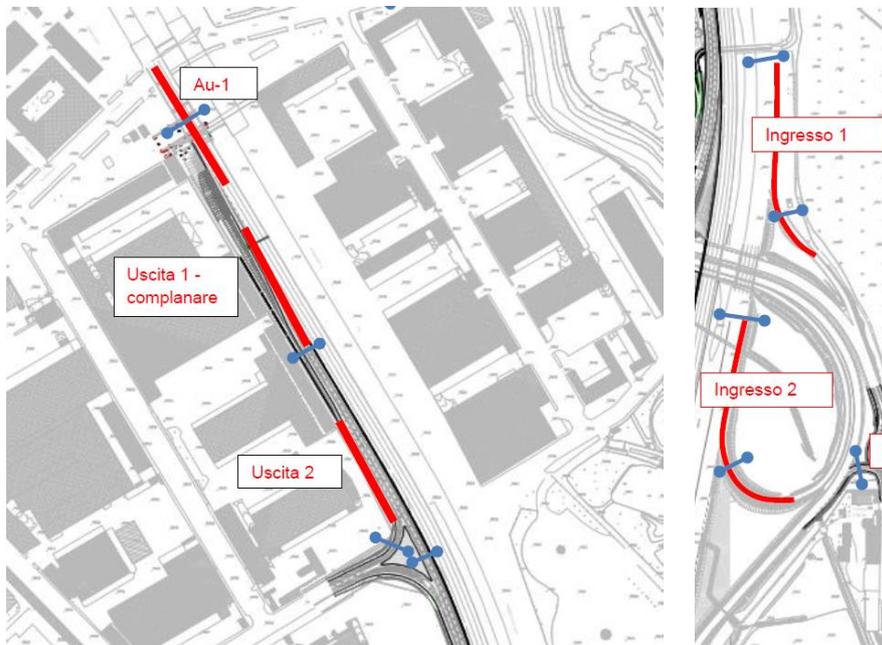
2.1 Sezioni Stradali

Il livello di servizio delle sezioni stradali Au1, Uscita 1, Uscita 2, Ingresso 1 e Ingresso 2 viene calcolato applicando gli intervalli individuati dalla normativa DGR 27 settembre 2016 No. 8/3219 al variare del rapporto Flusso/Capacità. Il valore di capacità adottato varia in funzione della sezione come illustrato nel calcolo a seguire.

Tali sezioni, rappresentate a seguire, fanno riferimento alla configurazione di svincolo attualmente esistente.

LdS	HCM 1985	
	Flusso / Capacità	Flusso (veicoli/ora)
A	0,35	~700
B	0,54	~1100
C	0,77	~1550
D	0,93	~1850
E	> 0,93	-

Tabella 1. Livello di servizio delle sezioni stradali – Scenario di riferimento



Sezione	Capacità per corsia [V.eq/h]	Numero di corsie	Capacità totale [V.eq/h]	Flusso [V.eq/h]	V/C	LOS
Au-1	2,300	3	6,900	5,708	83%	D
Uscita 1	-			-		
Uscita 2	1,800	1	1,800	306	17%	A
Ingresso 1	1,900	1	1,900	207	11%	A
Ingresso 2	1,900	1	1,900	417	22%	A



3 Distribuzione della domanda di mobilità indotta

Si richiama brevemente la metodologia utilizzata per il modello di distribuzione prima di presentare i flussogrammi che illustrano la distribuzione dei flussi di traffico indotti dal comparto di progetto all'interno della sub-area di studio,

Si riporta, a tal riguardo, quanto descritto all'interno dello studio viabilistico in tema di distribuzione: *“Per valutare il bacino di utenza del distretto commerciale è stata sviluppata una analisi di accessibilità isocrona che ha consentito di individuare, in relazione allo scenario infrastrutturale futuro, la popolazione in grado di raggiungere l'area di intervento nel tempo complessivo di viaggio di un'ora.*

Successivamente, sempre attraverso l'utilizzo dello strumento GIS è stata stimata la distribuzione della popolazione servita sulle direttrici che offrono accessibilità diretta all'area. Si sottolinea che l'analisi è sviluppata tramite strumentazione GIS per informare il modello di traffico a scala urbana circa la distribuzione della domanda di traffico relazionata con Milano Santa Giulia.

In fase di assegnazione le percentuali di distribuzione a scala locale sulle diverse direttrici, risultano differenti da quelle evidenziate nell'immagine precedente perché il modello di traffico tiene conto del livello di congestione della rete e del diverso costo di trasporto dei possibili percorsi che garantiscono ogni relazione origine destinazione

Quanto riportato sinteticamente espresso nello studio viabilistico può dunque essere riassunto nel seguente schema metodologico:

1. Individuazione dei bacini di utenza tramite una analisi di accessibilità isocrona in relazione allo scenario infrastrutturale futuro, considerando la popolazione in grado di raggiungere l'area di intervento nel tempo complessivo di viaggio di un'ora.
2. Assegnazione veicolare nel modello di macrosimulazione a scala metropolitana (Milano e Comuni contermini), tenendo conto quindi dei livelli di congestione della rete nei periodi di punta e la conseguente redistribuzione dei flussi tra diversi percorsi.
3. Individuazione della distribuzione della domanda in corrispondenza delle zone cordonali della sub-area in esame.



Figura 4. Calcolo della distribuzione della domanda generata

Si riportano a seguire i flussogrammi relativi ai soli flussi veicolari in attrazione e in generazione al comparto nord di Montecity Rogoredo nell'ora di punta PM (17:30-18:30) nello scenario di progetto. I flussi evidenziati nelle mappe non comprendono la quota di traffico generata dalle nuove funzioni insediate nel comparto sud.

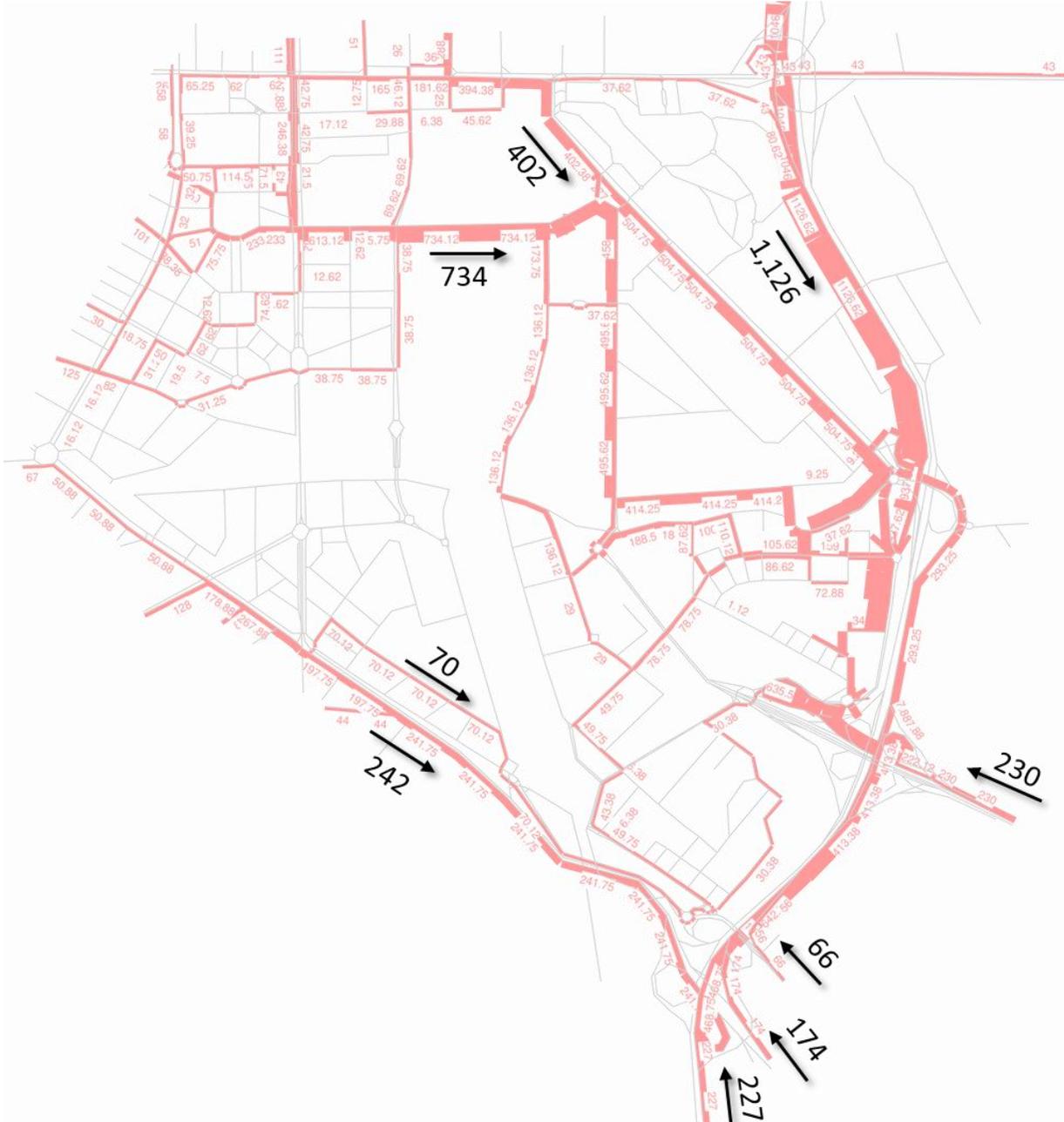


Figura 5. Flussi veicolari in destinazione al comparto nord di Montecity Rogoredo nell'ora di punta PM.

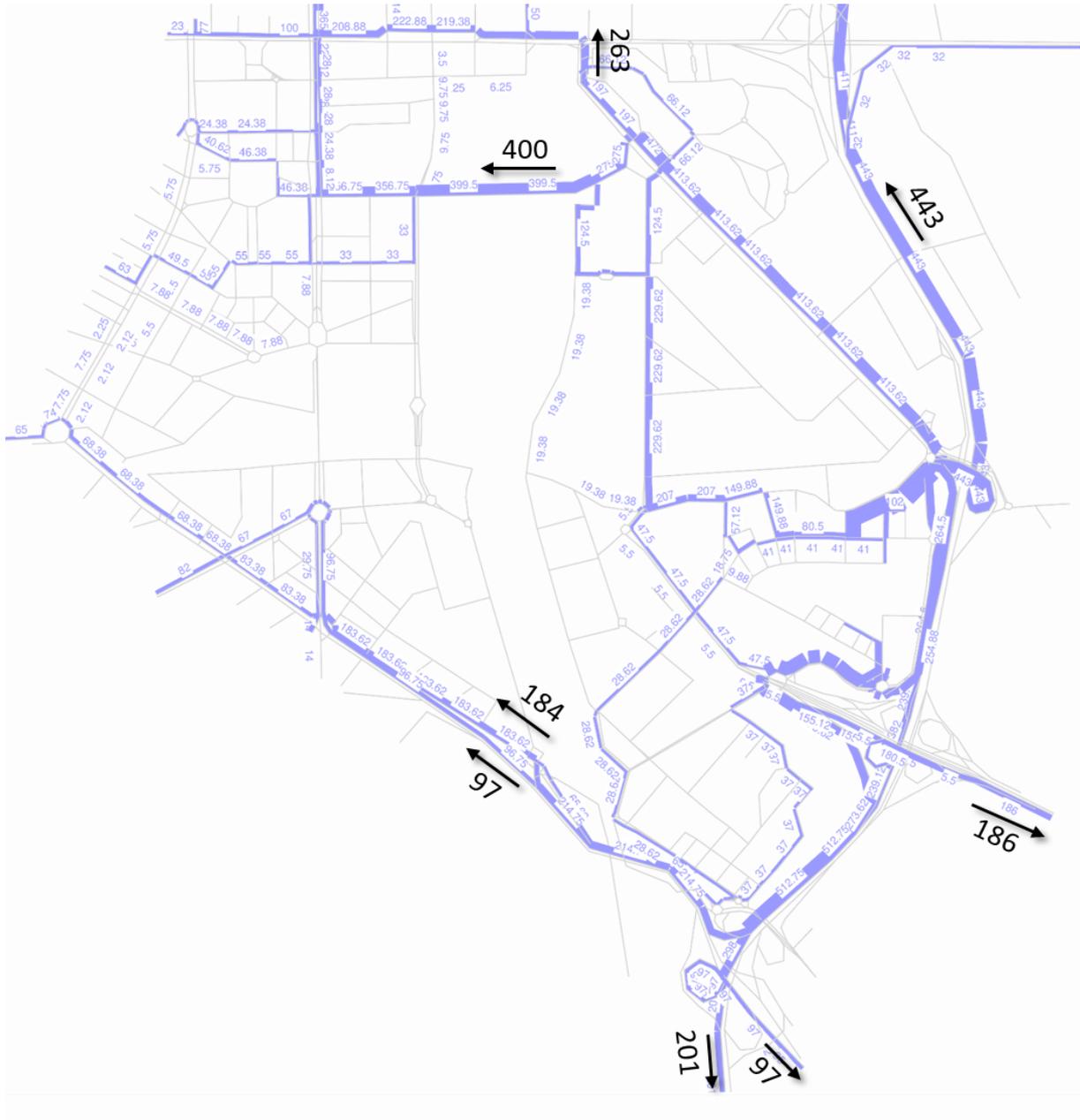


Figura 6. Flussi veicolari generati dal comparto nord di Montecity Rogoredo nell'ora di punta PM.



4 Confronto Assegnati Scenario di Progetto vs. Riferimento

In Figura 7 è riportato il flussogramma di confronto dei flussi veicolari nell'ora di punta PM (17:30-18:30) tra lo scenario di riferimento e lo scenario di progetto.



Figura 7. Flussogramma di confronto. Scenario di Progetto vs. Scenario di Riferimento. Ora di punta PM (17:30-18:30).



Analizzando il flussogramma di confronto, emerge che la differenza di flusso lungo i principali itinerari di collegamento con l'area di Progetto non corrisponde alla quota di traffico aggiuntivo attesa sui medesimi itinerari.

Questo fenomeno è giustificabile in quanto fra lo scenario di progetto e lo scenario di riferimento non varia solo la domanda di traffico ma si modifica anche l'offerta infrastrutturale.

La realizzazione dell'opera di potenziamento dello svincolo - così come di tutta la viabilità di distribuzione interna al quartiere - e la presenza di nuove quote di traffico nel quadrante urbano di riferimento comportano una ridistribuzione dei flussi di traffico "di fondo" (ossia urbani, che non hanno relazione con il compendio oggetto di indagine trasportistica). Tali flussi in parte vanno a utilizzare nuove relazioni e, in parte, utilizzano percorsi alternativi meno interessati dal traffico relazionato con il comparto Nord di progetto.

Per facilitare la lettura del flussogramma di confronto e offrire la possibilità di verificare che nel modello venga assegnata la domanda di traffico relazionata con il comparto di progetto secondo i quantitativi e le ipotesi riportate nello studio viabilistico, è stata prodotta una ulteriore elaborazione grafica.

La mappa seguente mostra in rosso la distribuzione dei flussi diretti verso Santa Giulia Nord e in blu i flussi generati da Santa Giulia Nord (come da Figura 5 e Figura 6).

Nella mappa vengono individuate due *screenline* principali lungo la direttrice N-S (linea tratteggiata grigia): una che taglia il grafo di rete ad ovest seguendo l'itinerario ferroviario, e la seconda che taglia il grafo ad est (corrispondente al cordone della subarea del modello macroscopico).

In corrispondenza di ciascun arco stradale attraversato da queste due linee di selezione, vengono riportate specifiche etichette che indicano, per ogni direzione, le seguenti informazioni:

- Flusso di traffico registrato nello Scenario di Riferimento;
- Flusso di traffico registrato nello Scenario di;
- Flusso di traffico destinato al comparto nord di Montecity Rogoredo (componente di traffico indotto come quota parte del flusso di progetto);
- Flusso di traffico originato dal comparto nord di Montecity Rogoredo (componente di traffico indotto come quota parte del flusso di progetto);
- Differenza tra flusso dello Scenario di Progetto e flusso dello Scenario di Riferimento relativo al solo flusso di rete (escludendo quindi il traffico generato o attratto dal comparto nord di Montecity Rogoredo). Come flusso di rete, in questa mappa, vengono inclusi anche i veicoli con origine o destinazioni nelle nuove funzioni insediate nel comparto sud di Montecity Rogoredo.

Nell'immagine si riportano inoltre 4 riquadri di sintesi che indicano i medesimi dati aggregati lungo le *screenline* in entrambe le direzioni di attraversamento (IN da Ovest, OUT da Ovest, IN da EST, OUT da EST).

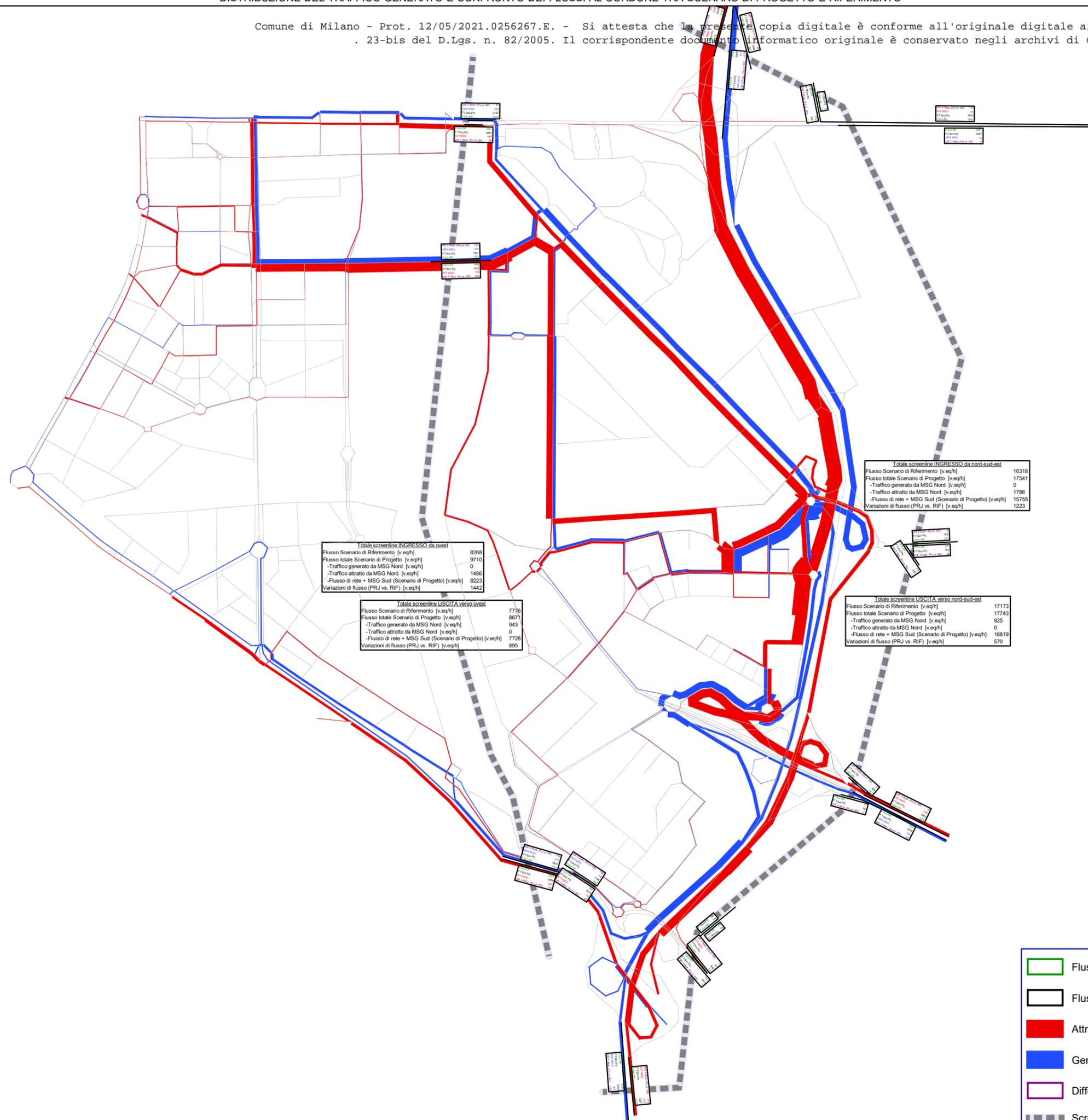
Si sottolinea inoltre che il traffico di pass-by è rappresentato da veicoli di "rete" che nello scenario di riferimento effettuano spostamenti di attraversamento dell'area, ossia spostamenti che entrano ed escono dal cordone dell'area di analisi (c.d. subarea) e che, nello scenario di progetto, vengono convertiti in traffico attratto/generato dal nuovo comparto.

Ogni singolo spostamento appartenente al traffico di pass-by, quindi, si riflette in un veicolo in meno di traffico di attraversamento nello scenario di progetto. Risulta dunque che il numero complessivo di veicoli assegnato nello scenario di progetto (in ingresso e in uscita) è calcolabile secondo le seguenti formule:

$$Veicoli\ ingresso_{PRJ} = Veicoli\ ingresso_{RIF} + Veicoli\ attratti_{MSG\ NORD} + Veicoli\ attratti_{MSG\ SUD} - Veicoli_{pass-by}$$

$$Veicoli\ uscita_{PRJ} = Veicoli\ uscita_{RIF} + Veicoli\ generati_{MSG\ NORD} + Veicoli\ generati_{MSG\ SUD} - Veicoli_{pass-by}$$

Comune di Milano - Prot. 12/05/2021.0256267.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano



Totale screenline INGRESSO da ovest

Flusso Scenario di Riferimento [v.eq/h]	8268
Flusso totale Scenario di Progetto [v.eq/h]	9710
-Traffico generato da MSG Nord [v.eq/h]	0
-Traffico attratto da MSG Nord [v.eq/h]	1486
-Flusso di rete + MSG Sud (Scenario di Progetto) [v.eq/h]	8223
Variazioni di flusso (PRJ vs. RIF) [v.eq/h]	1442

Totale screenline USCITA verso ovest

Flusso Scenario di Riferimento [v.eq/h]	7776
Flusso totale Scenario di Progetto [v.eq/h]	8671
-Traffico generato da MSG Nord [v.eq/h]	943
-Traffico attratto da MSG Nord [v.eq/h]	0
-Flusso di rete + MSG Sud (Scenario di Progetto) [v.eq/h]	7728
Variazioni di flusso (PRJ vs. RIF) [v.eq/h]	895

Totale screenline INGRESSO da nord-sud-est

Flusso Scenario di Riferimento [v.eq/h]	16318
Flusso totale Scenario di Progetto [v.eq/h]	17541
-Traffico generato da MSG Nord [v.eq/h]	0
-Traffico attratto da MSG Nord [v.eq/h]	1786
-Flusso di rete + MSG Sud (Scenario di Progetto) [v.eq/h]	15755
Variazioni di flusso (PRJ vs. RIF) [v.eq/h]	1223

Totale screenline USCITA verso nord-sud-est

Flusso Scenario di Riferimento [v.eq/h]	17173
Flusso totale Scenario di Progetto [v.eq/h]	17743
-Traffico generato da MSG Nord [v.eq/h]	925
-Traffico attratto da MSG Nord [v.eq/h]	0
-Flusso di rete + MSG Sud (Scenario di Progetto) [v.eq/h]	16819
Variazioni di flusso (PRJ vs. RIF) [v.eq/h]	570

- Flusso Scn. di Riferimento (F.Scen.Rif)
- Flusso totale Scn. di Progetto (F.T.Scen.Prj)
- Attrazione MSG (ATT MSG)
- Generazione MSG (GEN MSG)
- Differenza flusso di rete PRJ vs. RIF (Diff. F.Rete. Prj vs. Rif)
- Screenline



5 Scenario di progetto

Di seguito si riportano le risultanze richieste estratte dal modello di microsimulazione dinamica di traffico per lo scenario denominato Arena IN riportato all'interno della relazione "Studio Viabilistico" allegato alla documentazione di PAUR.

Le ipotesi utilizzate per la stima della domanda di Arena sono di seguito riportate.

Tabella 2. Stima del traffico veicolare attratto dall'Arena - Scenario di progetto

MODO	RIPARTIZIONE MODALE	N. DI UTENTI	COEF. REIMPIMENTO VEICOLARE	TOTALE VEICOLI	COEF. CONVERSIONE VEICOLI EQUIVALENTI	TOTALE VEICOLI
Auto	60%	9.600	2,7	3.556	1	3.556
Moto	10%	1.600	1,5	1.067	0,5	534
Altro e TP	30%	4.800				4.090
Totale	100%	16.000				

Adottando i parametri e le assunzioni precedentemente descritte si ricava che la domanda di traffico complessivamente richiamata nell'area in occasione di un evento di massima affluenza è pari a 4.090 veicoli equivalenti. Per quanto riguarda lo scenario di domanda, relativo al periodo antecedente l'evento, si stima dunque che in arrivo all'Arena siano attesi:

- 440 veicoli, pari a circa il 10,7% degli arrivi nell'intervallo orario tra le 17:30 e le 18:30, periodo in cui si registra l'ora di punta del traffico esistente; si considera questa finestra temporale quale ora di punta in quanto emerge dai rilievi di traffico che, in questa specifica area, corrisponde al momento di massimo carico veicolare;
- 2.584 veicoli, pari a circa il 61% degli ingressi, tra le 17:30 e le 20:00 (periodo oggetto di microsimulazione di traffico); il modello di microsimulazione indaga un periodo più ampio proprio per consentire la verifica dell'impatto dell'Arena nel momento di massima affluenza alla struttura. Si rimanda al paragrafo 8.5 per una descrizione più dettagliata dei profili di flusso utilizzati nel modello di traffico.

Di seguito si riportano, per i principali nodi e sezioni stradali interessati dal traffico di progetto, indicatori opportuni a valutare il funzionamento del sistema infrastrutturale, quali: Matrici OD, andamento della velocità, andamento della lunghezza degli accodamenti, densità, rapporto flusso/capacità e livello di servizio.



5.1 Rampa di uscita Nord

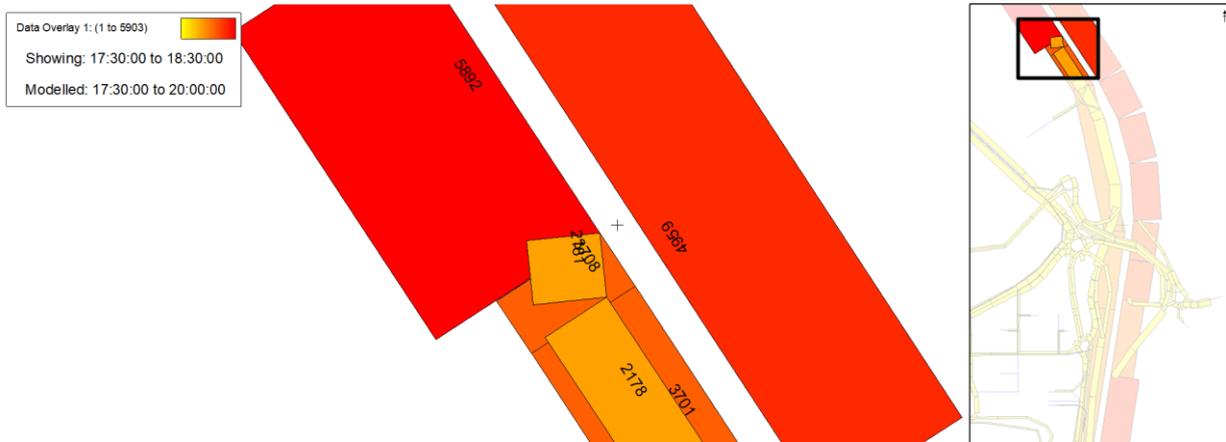
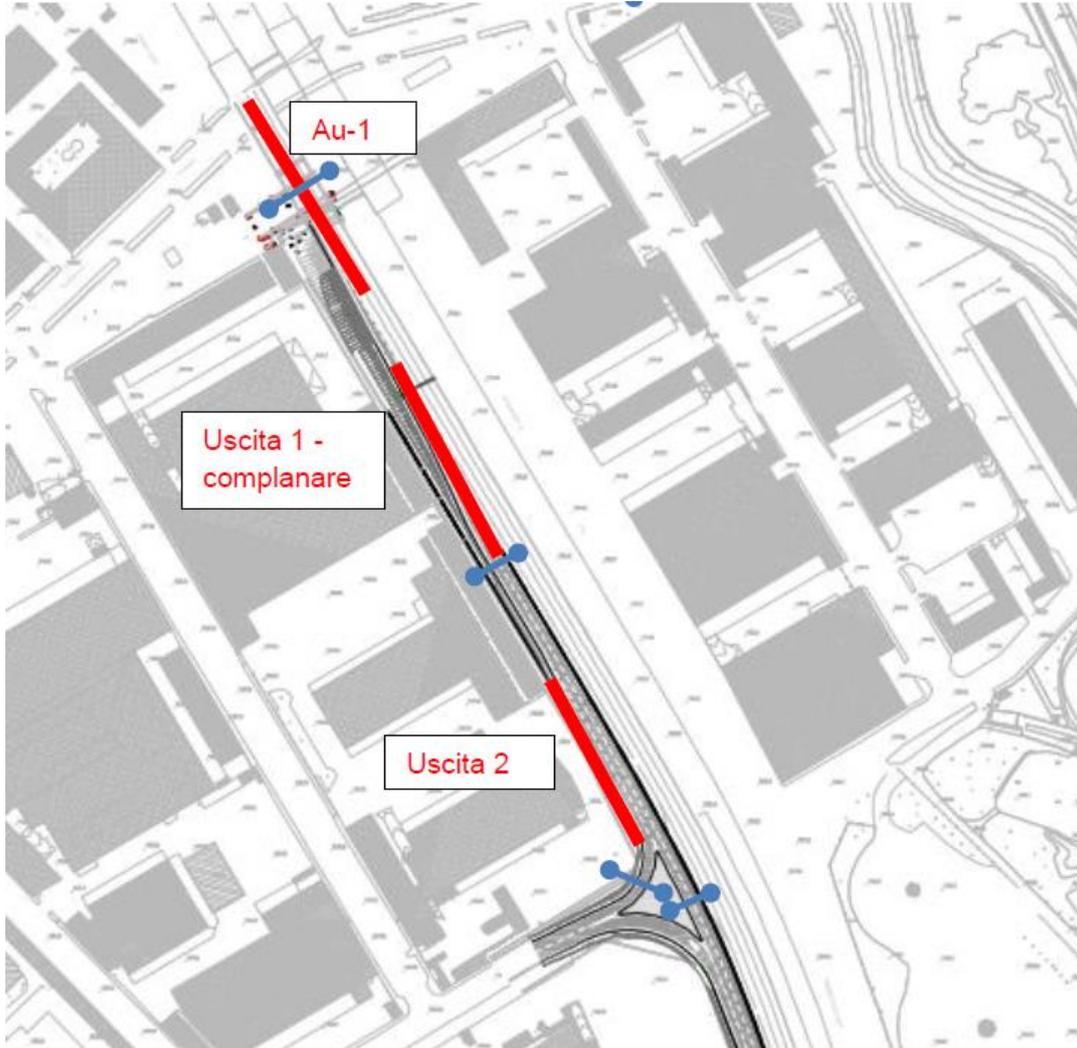


Figura 8. Flusso di assegnazione ora di punta 17.30-18.30



Le immagini a seguire riportano l'andamento della velocità durante tutto il periodo analizzato nel modello di microsimulazione (17:30-20:00).

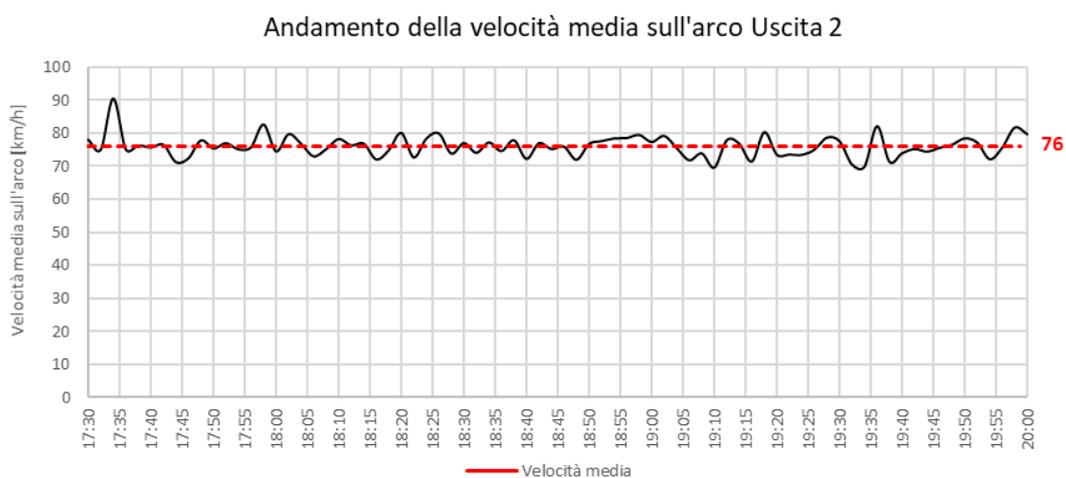
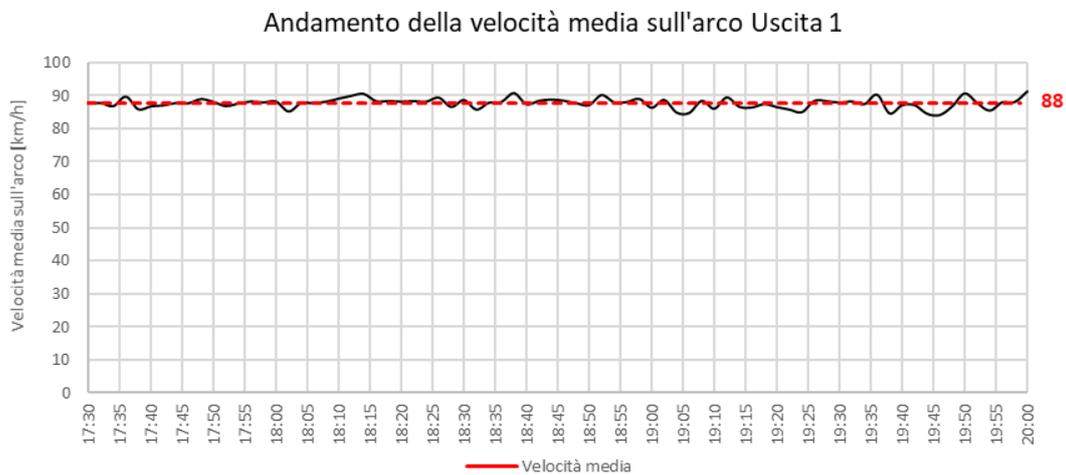
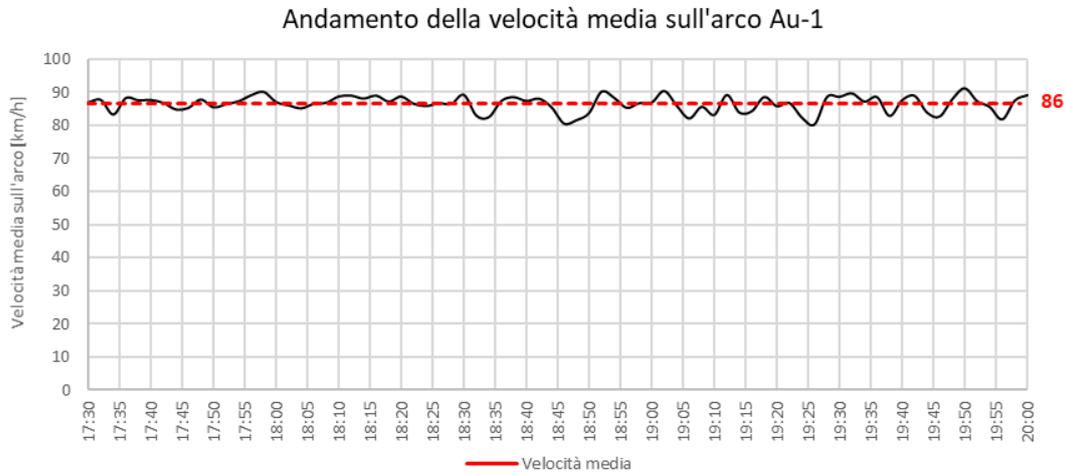
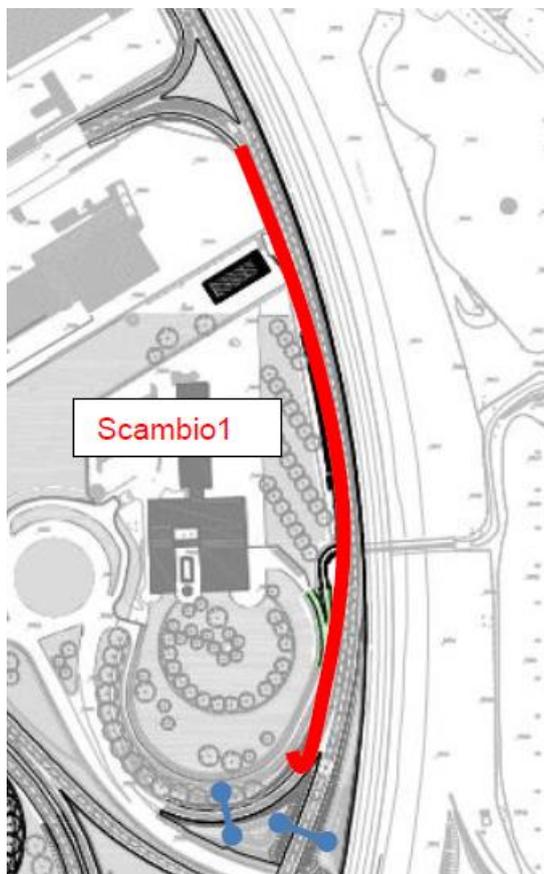


Figura 9. Andamento delle velocità di simulazione nelle sezioni di interesse



5.2 Corsia di scambio a sud di CAMM



Andamento della velocità media sull'arco Scambio 1

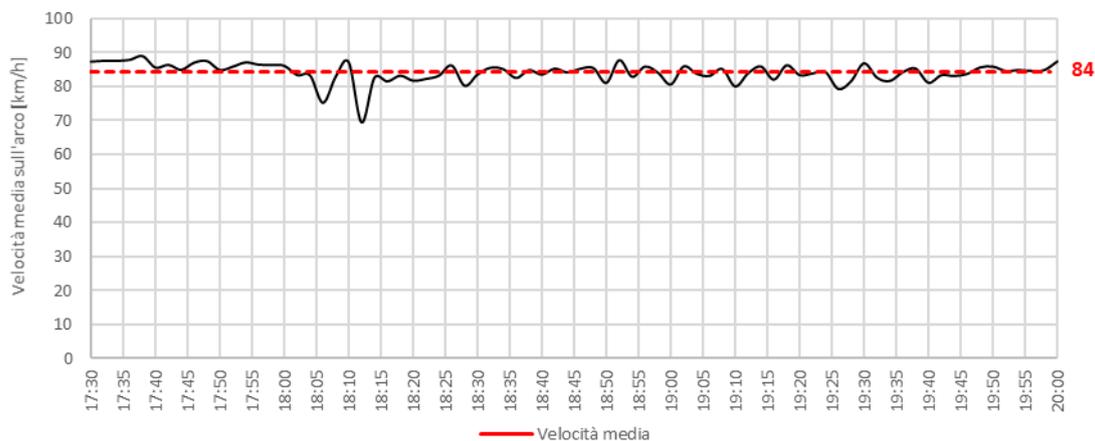
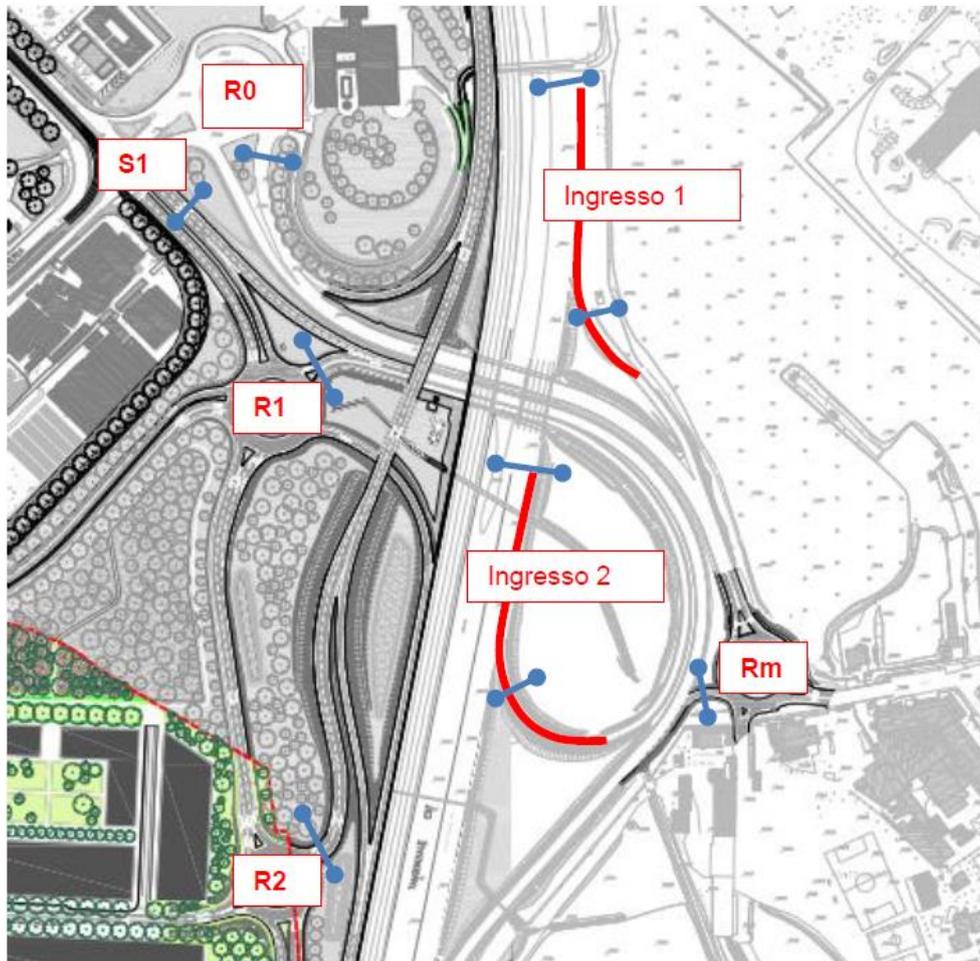


Figura 10. Andamento delle velocità di simulazione nelle sezioni di interesse



5.3 Svincolo mecenate



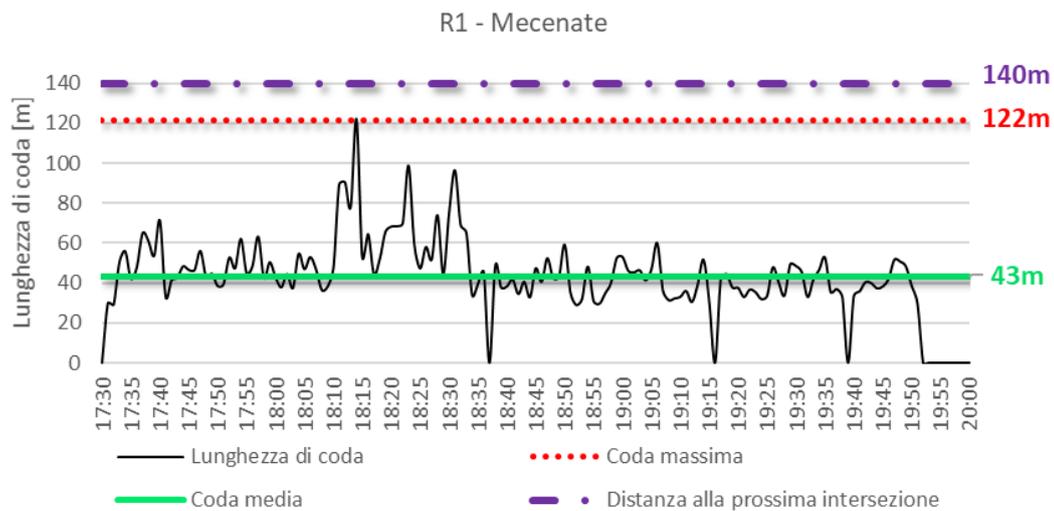


Figura 13. Andamento della lunghezza di coda – Semaforo Mecenate: Approccio R1-Mecenate – Scenario di progetto.

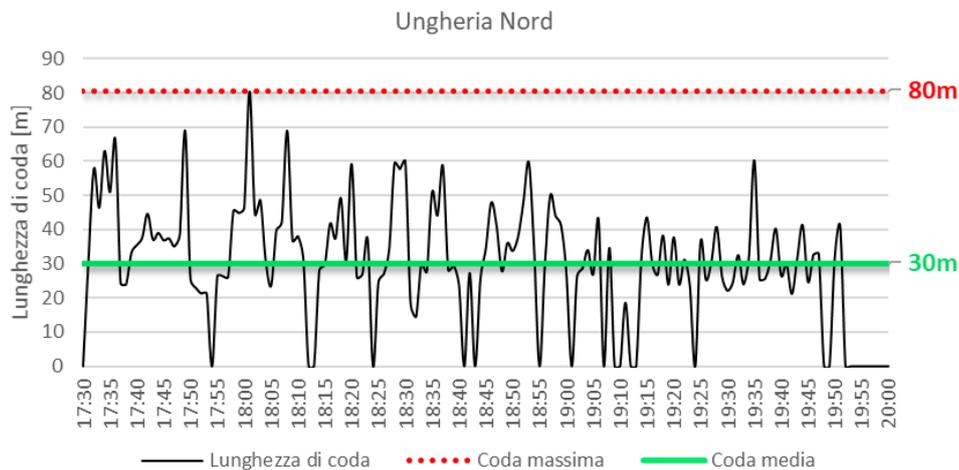


Figura 14. Andamento della lunghezza di coda – Semaforo Mecenate: Approccio Ungheria Nord – Scenario di progetto.

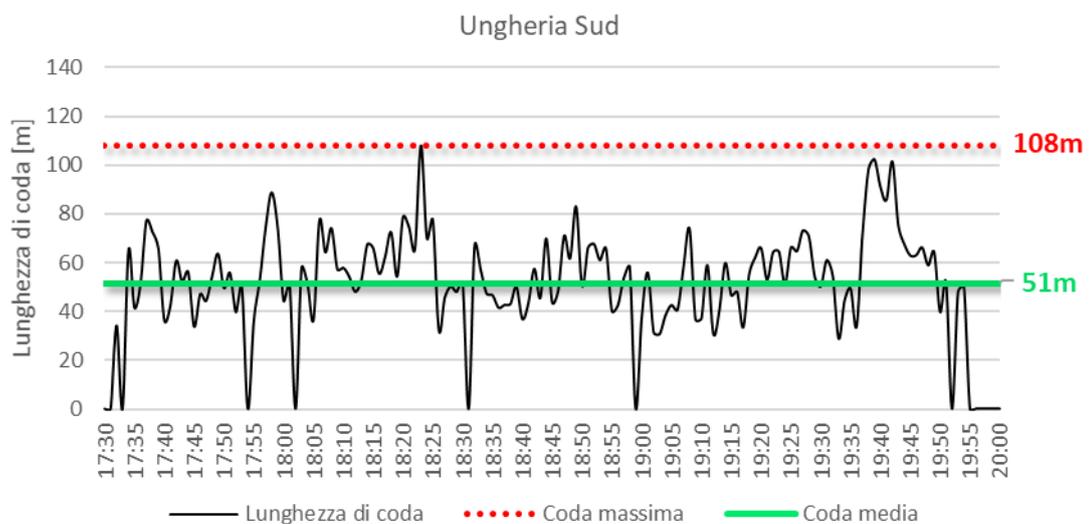


Figura 15. Andamento della lunghezza di coda – Semaforo Mecenate: Approccio Ungheria Sud – Scenario di progetto.



5.3.2 Rotatoria R1

Di seguito si riporta il flussogramma di dettaglio dell'ora di punta PM dello scenario di progetto (17:30-18:30), estratto dal modello di microsimulazione.

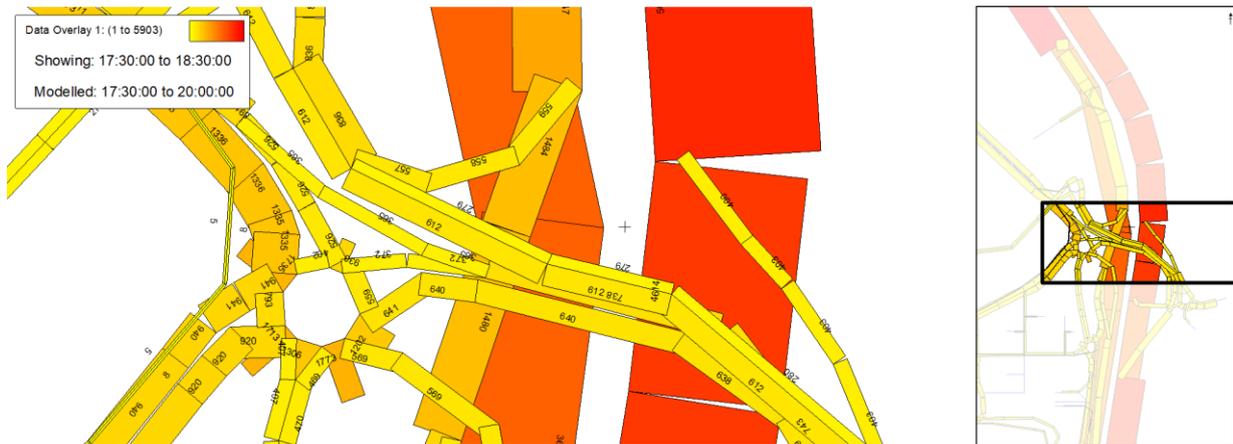
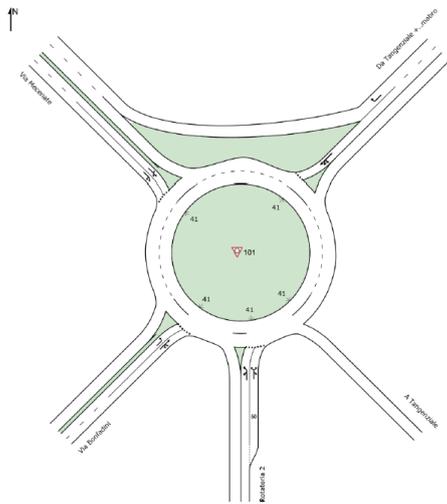


Figura 16. Flussogramma di assegnazione ora di punta 17.30-18.30

In Figura 17 vengono mostrate le risultanze della verifica statica della rotatoria R1 per l'ora di punta PM (17:30-18:30) nello scenario di progetto.



Rotatoria 1

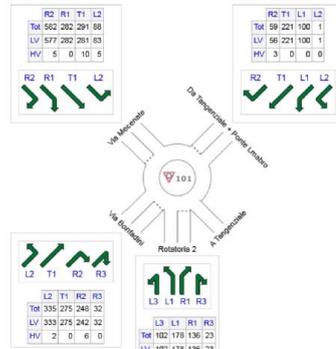


OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h) and Pedestrian Flow Rates (ped/h)

Site: 101 [Rotatoria 1 run 003]

New Site
Site Category: (None)
Roundabout



	All MCVs	Light Vehicles (LV)	Heavy Vehicles (HV)
S: Rotatoria 2	439	439	0
NE: Da Tangomonte + Ponte Lambro	381	378	3
NW: Via Mecenate	1243	1223	20
SW: Via Bontadini	390	382	8
Total	2953	2922	31

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2008-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
Organization: SYSTEMATICA SRL | Processed: 28 July 2019 12:31:44
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATIC\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA_r02.sp8

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2008-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
Organization: SYSTEMATICA SRL | Created: 28 July 2019 12:32:02
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATIC\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA_r02.sp8

DELAY (CONTROL)

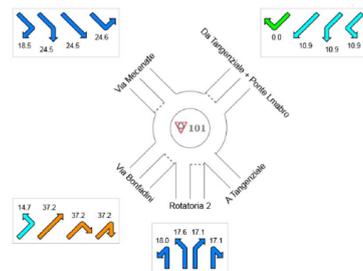
Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [Rotatoria 1 run 003]

New Site
Site Category: (None)
Roundabout

All Movement Classes

Approaches	Intersection			
	South	Northeast	Northwest	Southwest
Delay (Control)	17.2	21.7	28.7	21.6
LOS	C	A	C	D



Colour code based on Level of Service



Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).
LOS 'F' will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersections).
NA (TWSC): Level of Service is not defined for major road approaches on the intersection as a whole for Two-Way Sign Control (HCM LOS rule).
Roundabout: Level of Service Method: Same as Sign Control.
HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2008-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
Organization: SYSTEMATICA SRL | Processed: 28 July 2019 12:31:44
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATIC\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA_r02.sp8

DEGREE OF SATURATION

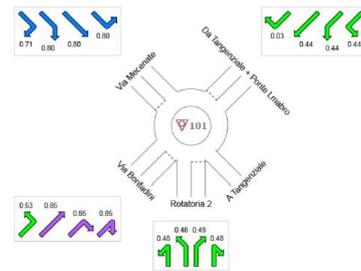
Ratio of Demand Volume to Capacity (v/c ratio)

Site: 101 [Rotatoria 1 run 003]

New Site
Site Category: (None)
Roundabout

All Movement Classes

Approaches	Intersection			
	South	Northeast	Northwest	Southwest
Degree of Saturation	0.48	0.44	0.80	0.85



Colour code based on Degree of Saturation



SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2008-2019 Akcelik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
Organization: SYSTEMATICA SRL | Processed: 28 July 2019 12:31:44
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATIC\Desktop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA_r02.sp8

Figura 17. Risultanze della verifica statica della Rotatoria 1- HdP rete



Gli andamenti degli accodamenti per ogni approccio durante tutto il periodo analizzato nel modello di microsimulazione (17:30-20:00) vengono riportati di seguito.

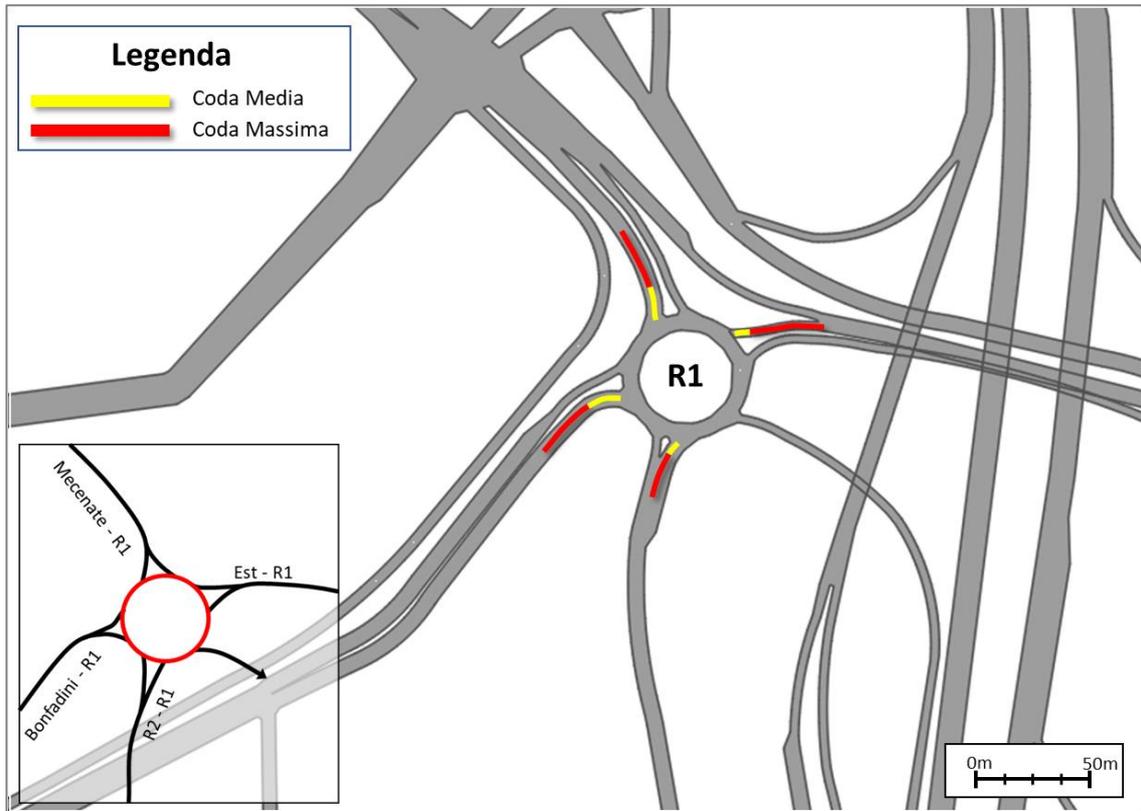


Figura 18. Andamento degli accodamenti

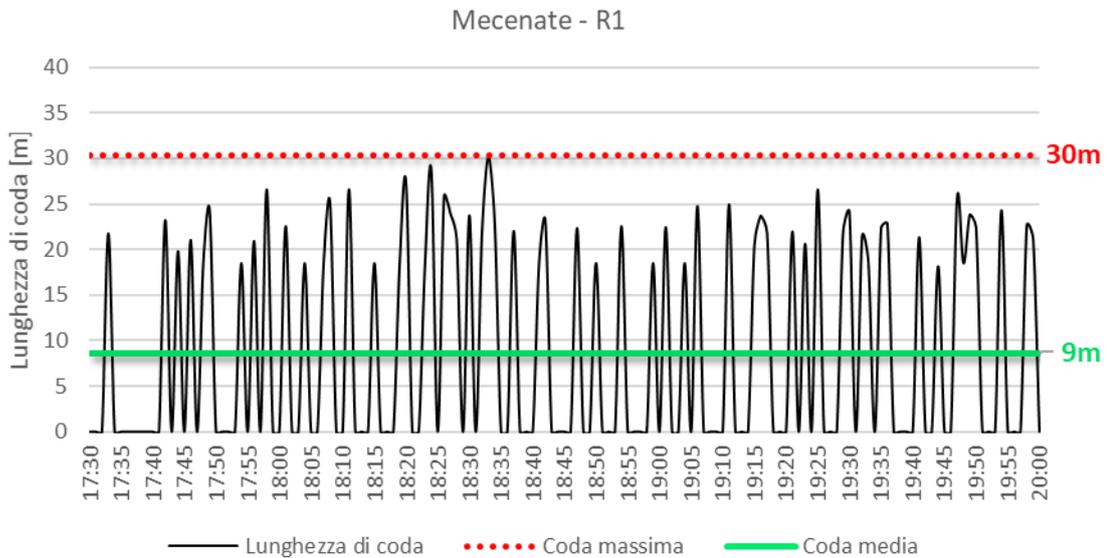


Figura 19. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria R1: Approccio Mecenate-R1 – Scenario di progetto.

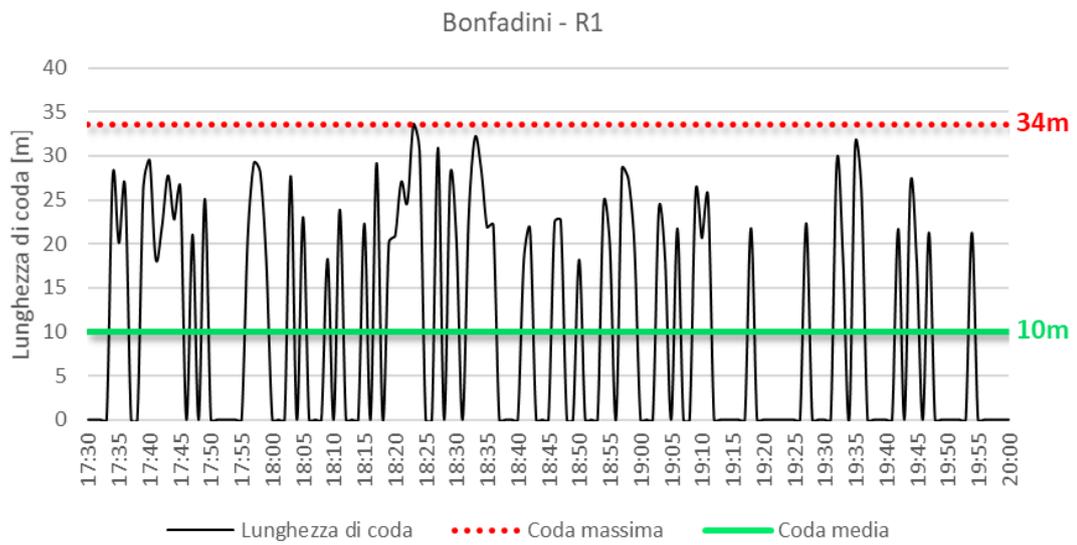


Figura 20. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria R1: Approccio Bonfadini-R1 – Scenario di progetto.

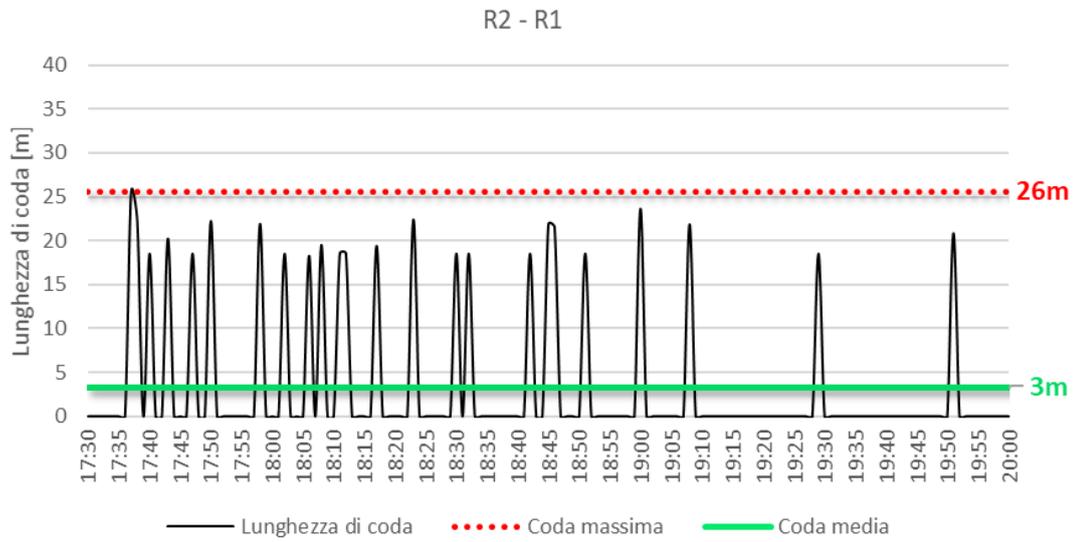


Figura 21. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria R1: Approccio R2-R1 – Scenario di progetto.

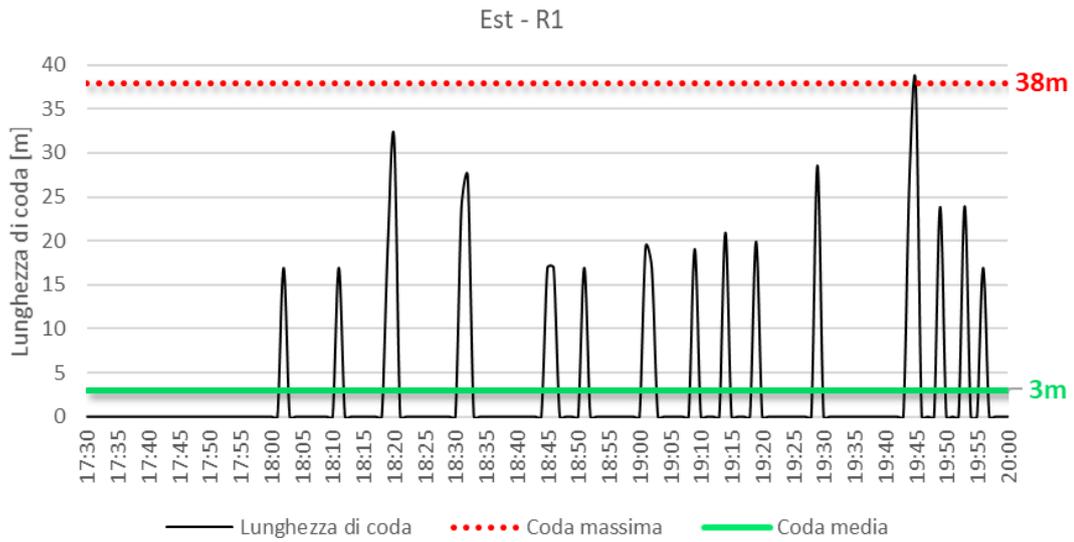


Figura 22. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria R1: Approccio Est-R1 – Scenario di progetto.

5.3.3 Rotatoria R2

Di seguito si riporta il flussogramma di dettaglio dell'ora di punta PM dello scenario di progetto (17:30-18:30), estratto dal modello di microsimulazione.



Figura 23. Flussogramma di assegnazione ora di punta 17.30-18.30

In Figura 24 vengono mostrate le risultanze della verifica statica della rotatoria R2 per l'ora di punta PM (17:30-18:30) nello scenario di progetto.

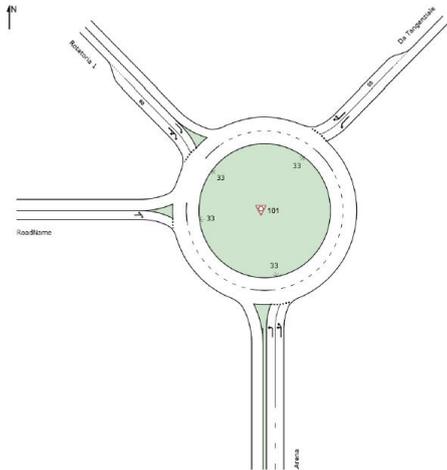


Rotatoria R2

SITE LAYOUT

Site: 101 [Rotatoria 2]

New Site
Site Category: (None)
Roundabout

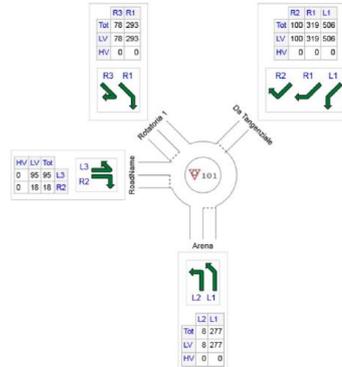


OD MOVEMENT DEMAND FLOWS

Site Origin - Destination Movement Demand Flow Rates (veh/h) and Pedestrian Flow Rates (ped/h)

Site: 101 [Rotatoria 2]

New Site
Site Category: (None)
Roundabout



	All MCs	Light Vehicles (LV)	Heavy Vehicles (HV)
S: Arena	246	246	0
NE: Di Tangenziale	625	625	0
NW: Rotatoria 1	371	371	0
W: RoadName	113	113	0
Total	1854	1854	0

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Abacoik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
Organization: SYSTEMATICA SRL | Processed: 20 July 2019 12:28:49
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Develop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA_02.vp8

DELAY (CONTROL)

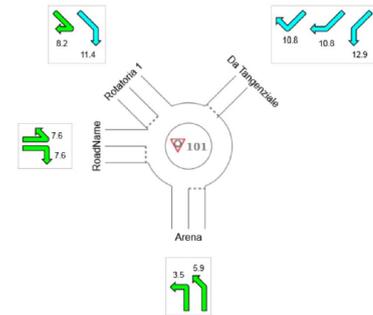
Average control delay per vehicle, or average pedestrian delay (seconds)

Site: 101 [Rotatoria 2]

New Site
Site Category: (None)
Roundabout

All Movement Classes

Delay (Control)	Approaches				Intersection	
	South	Northeast	Northwest	West	A	B
LOS	A	B	B	A	B	



Colour code based on Level of Service

LOS A	LOS B	LOS C	LOS D	LOS E	LOS F
Green	Light Green	Yellow	Orange	Red-Orange	Red

Site Level of Service (LOS) Method: Delay & v/c (HCM 2010). Site LOS Method is specified in the Parameter Settings dialog (Site tab).
LOS F will result if v/c > 1 irrespective of movement delay value (does not apply for approaches and intersection).
NOTES: Level of Service is not defined for major road approaches or the intersection as a whole for Two-Way Sign Control (HCM LOS rule).
Roundabout Level of Service Method: Same as Sign Control.
HCM Delay Formula option is used. Control Delay does not include Geometric Delay since Exclude Geometric Delay option applies.

DEGREE OF SATURATION

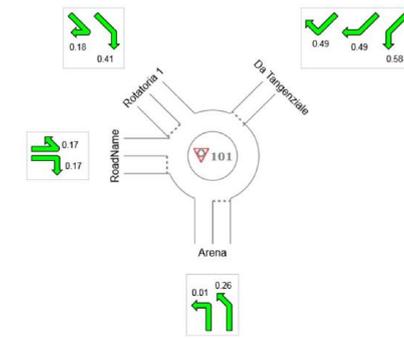
Ratio of Demand Volume to Capacity (v/c ratio)

Site: 101 [Rotatoria 2]

New Site
Site Category: (None)
Roundabout

All Movement Classes

Degree of Saturation	Approaches			Intersection	
	South	Northeast	Northwest	West	
	0.28	0.58	0.41	0.17	0.58



Colour code based on Degree of Saturation

< 0.6	[0.6-0.7]	[0.7-0.8]	[0.8-0.9]	[0.9-1.0]	> 1.0
Green	Light Green	Yellow	Orange	Red-Orange	Red

SIDRA INTERSECTION 8.0 | Copyright © 2000-2019 Abacoik and Associates Pty Ltd | sidrasolutions.com
Organization: SYSTEMATICA SRL | Processed: 20 July 2019 12:28:49
Project: C:\Users\SYSTEMATICA\SYSTEMATICA\Develop\SIDRA SANTA GIULIA\SANTA GIULIA_02.vp8

Figura 24. Risultanze della verifica statica della Rotatoria 2- HdP rete



Gli andamenti degli accodamenti per ogni approccio durante tutto il periodo analizzato nel modello di microsimulazione (17:30-20:00) vengono riportati di seguito.

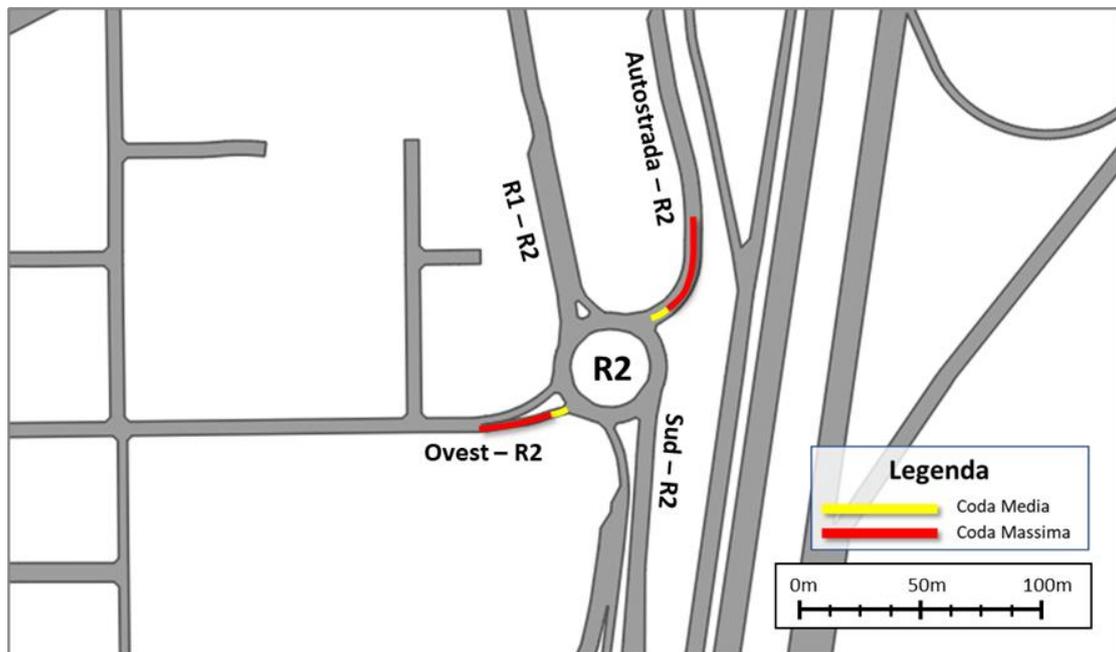


Figura 25. Andamento degli accodamenti

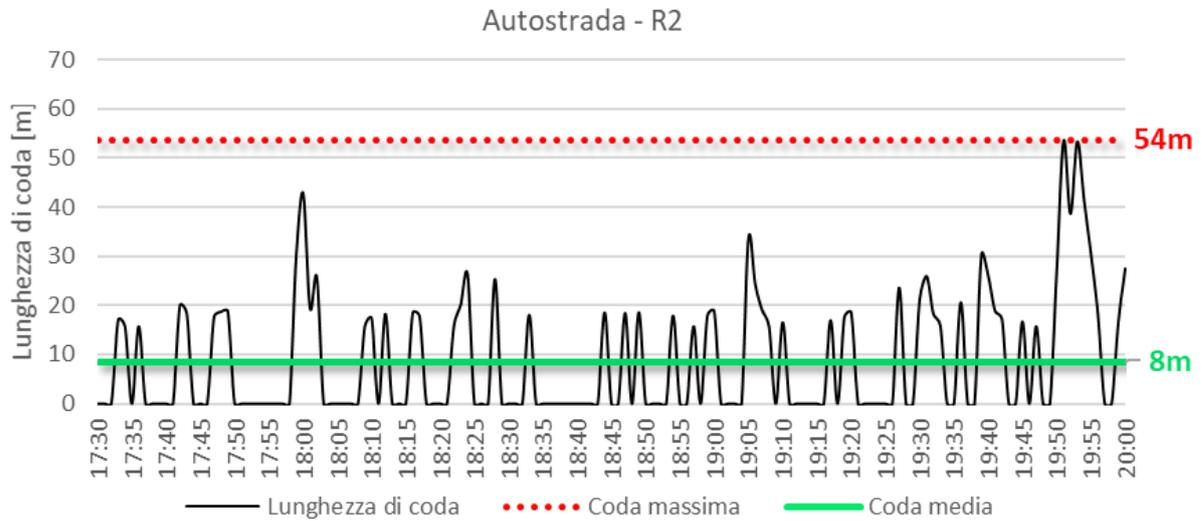


Figura 26. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria R2: Approccio Autostrada-R2 – Scenario di progetto.

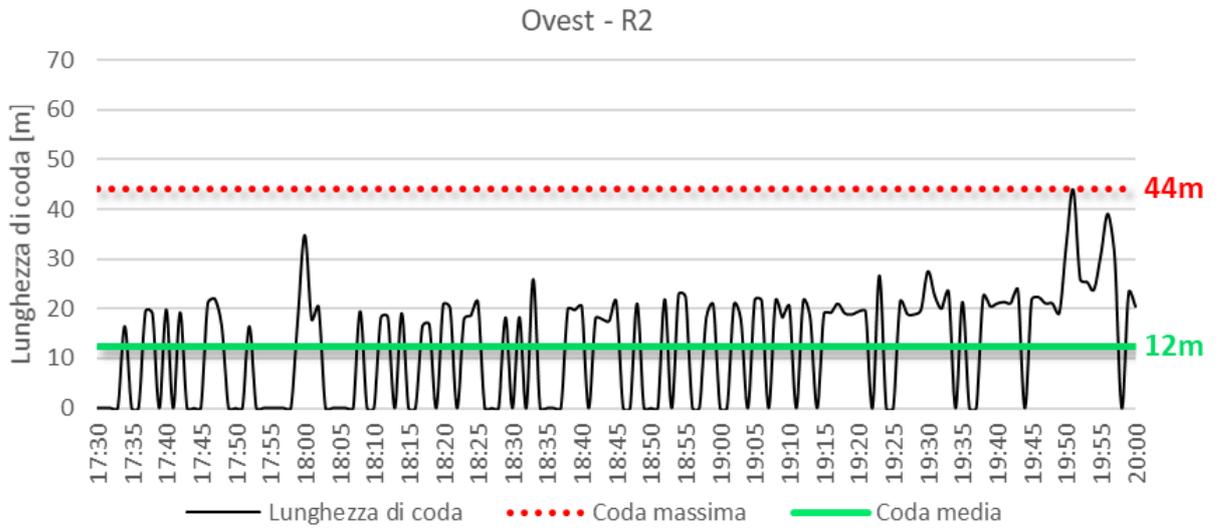


Figura 27. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria R2: Approccio Ovest-R2 – Scenario di progetto.



5.3.4 Rotatoria RM

Di seguito si riporta il flussogramma di dettaglio dell'ora di punta PM dello scenario di progetto (17:30-18:30), estratto dal modello di microsimulazione.

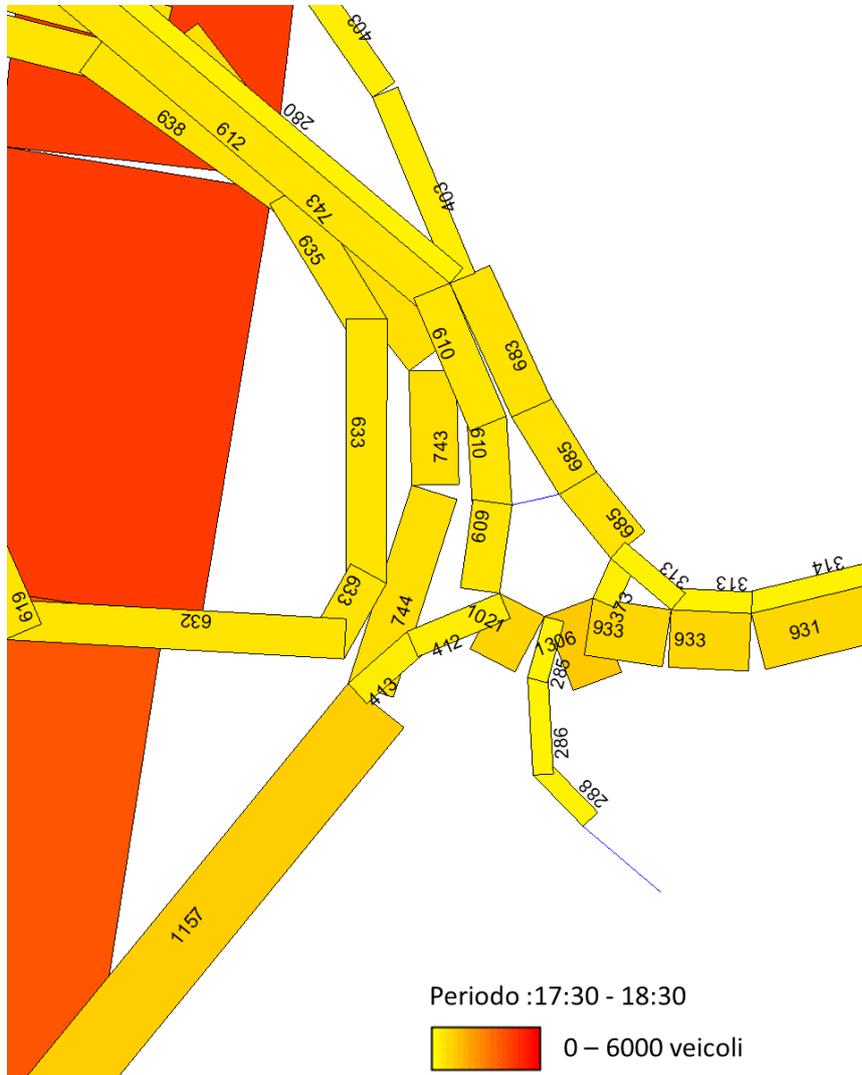


Figura 28. Flussogramma di assegnazione ora di punta 17.30-18.30

In Figura 24 vengono mostrate le risultanze della verifica statica della rotatoria RM per l'ora di punta PM (17:30-18:30) nello scenario di progetto.



Gli andamenti degli accodamenti per ogni approccio durante tutto il periodo analizzato nel modello di microsimulazione (17:30-20:00) vengono riportati di seguito.

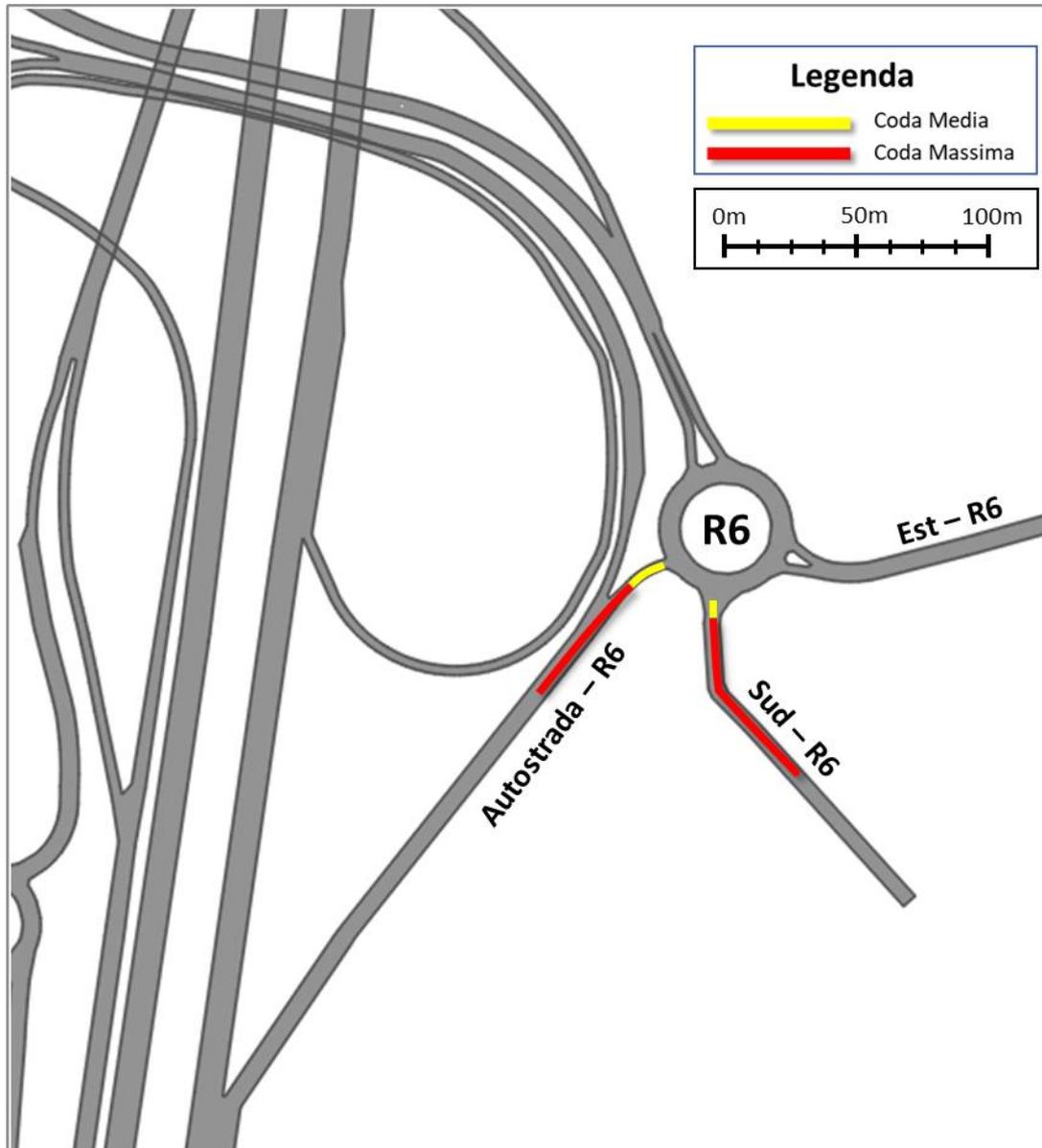


Figura 30. Andamento degli accodamenti

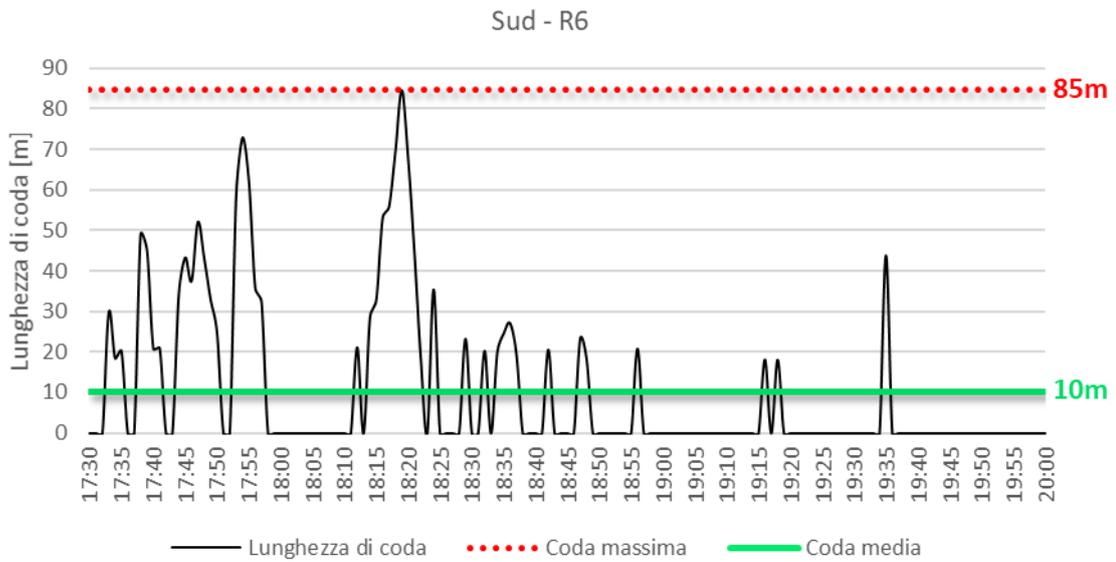


Figura 31. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria RM: Approccio Sud-RM – Scenario di progetto.

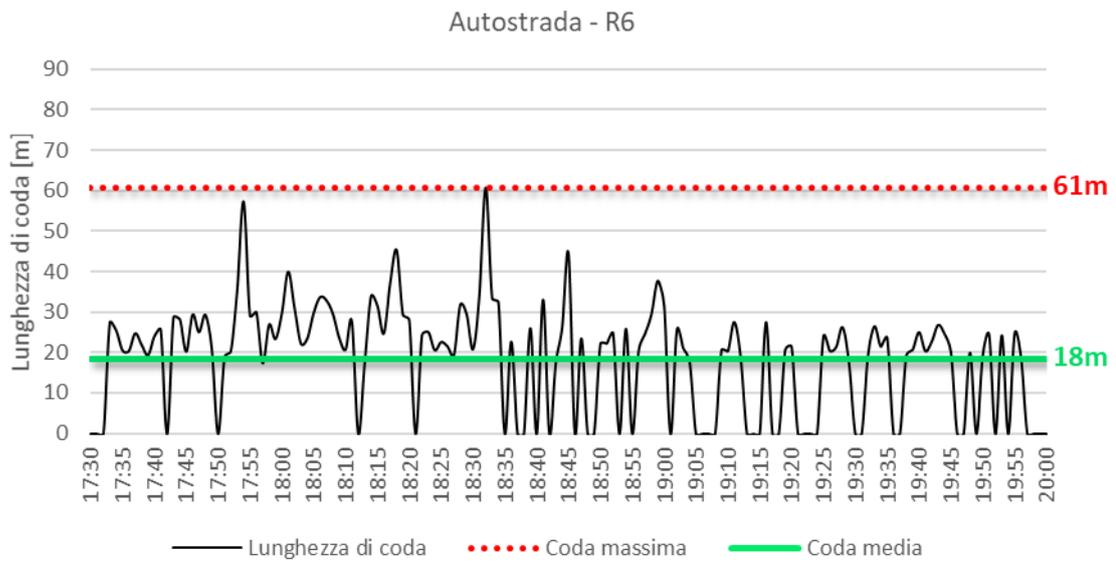


Figura 32. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria RM: Approccio Autostrada-RM – Scenario di progetto.



5.3.5 Ingresso 1

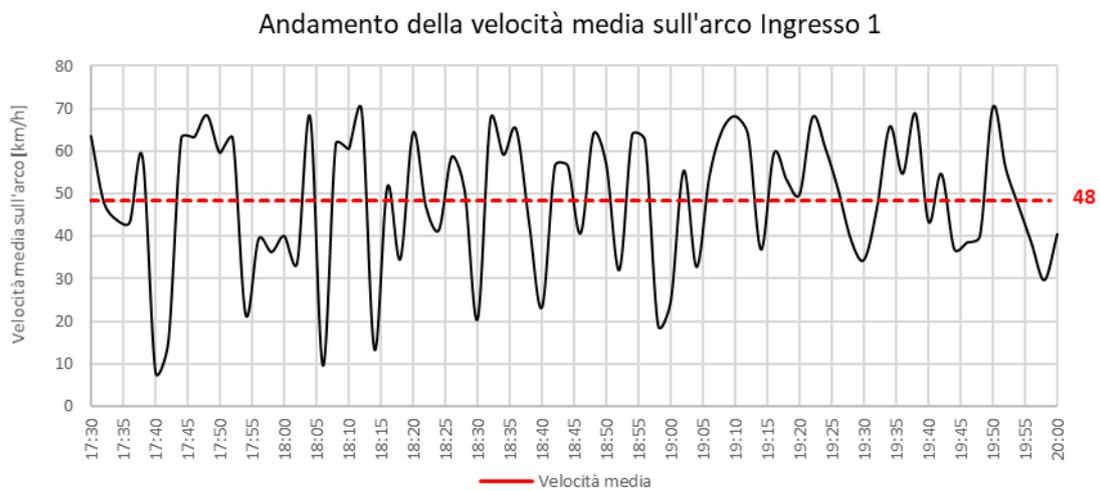
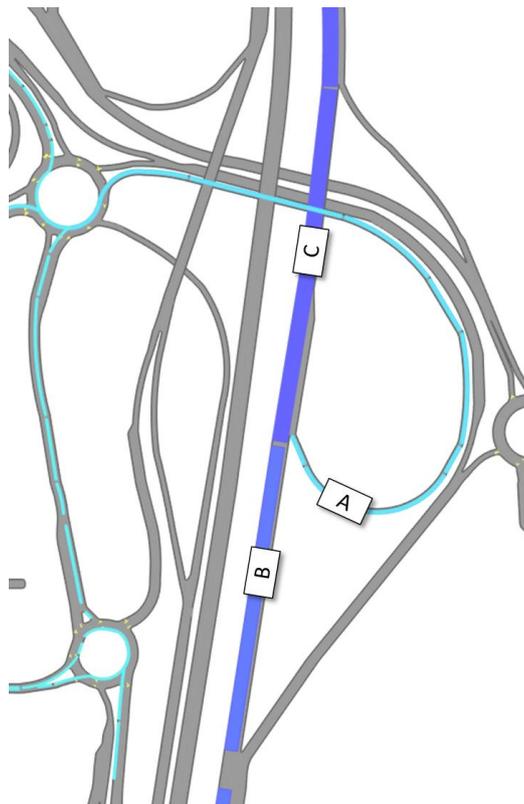


Figura 33. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse

5.3.6 Ingresso 2



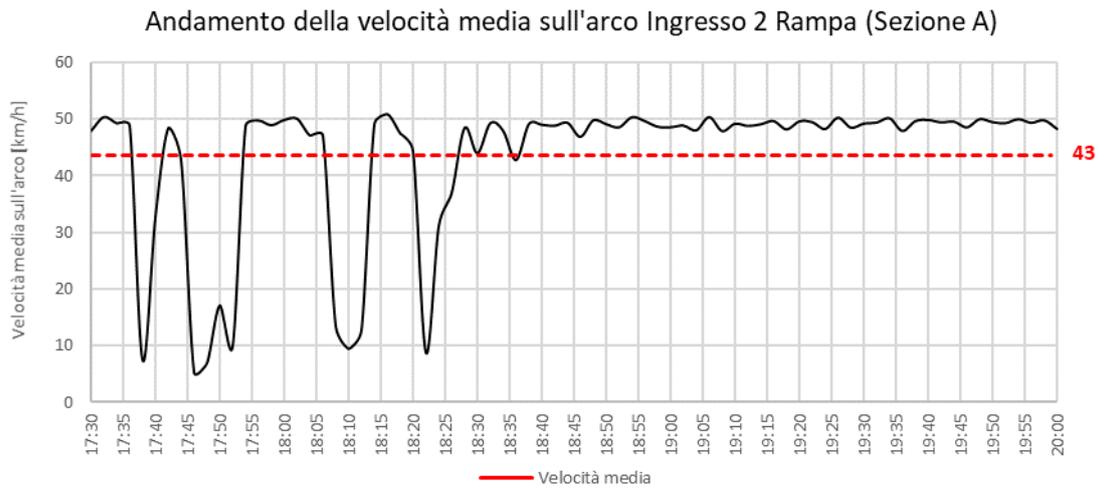


Figura 34. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse

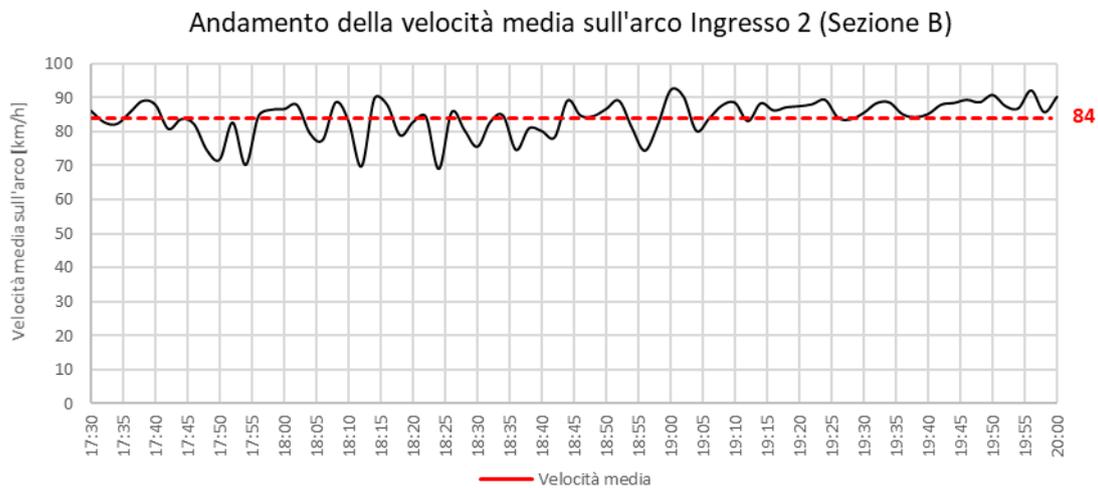


Figura 35. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse

Gli unici accodamenti registrati nello svincolo di Mecenate modificato si presentano nell'innesto della rampa indiretta proveniente dalla rotatoria R1 (Ingresso 2). Come si evidenzia nel grafico sotto, gli accodamenti sono sporadici, di lunghezza contenuta, e vengono smaltiti velocemente.

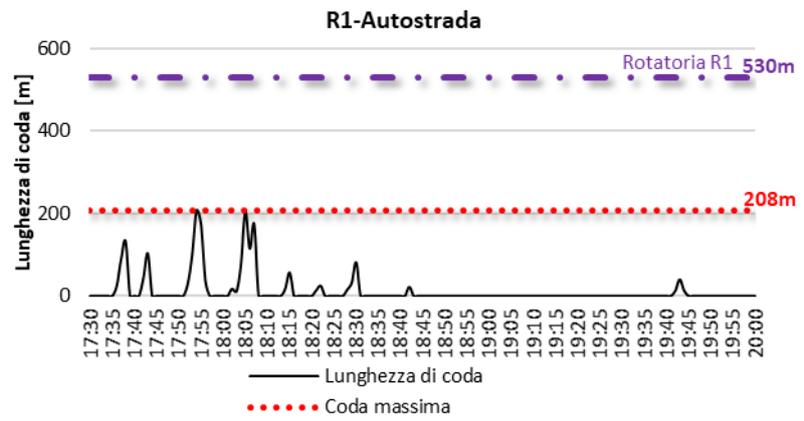
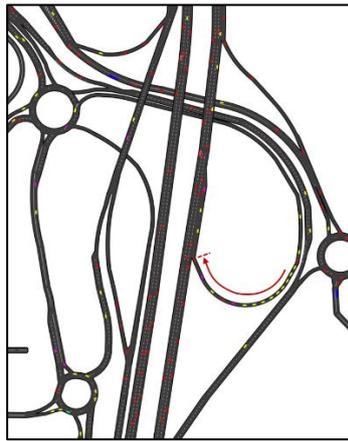
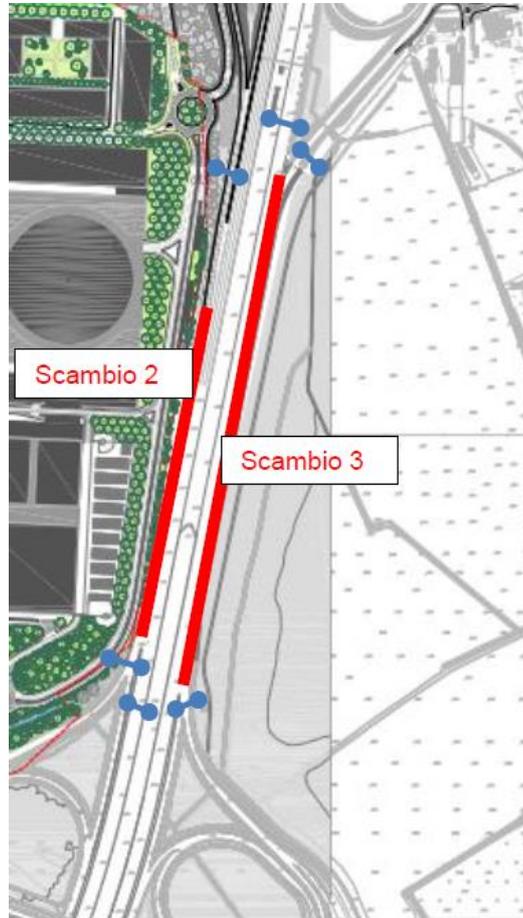


Figura 36. Andamento della lunghezza di coda – Ingresso 2 – Scenario di progetto.



5.4 Corsie di scambio tra mecenate e paullese



5.4.1 Scambio 1

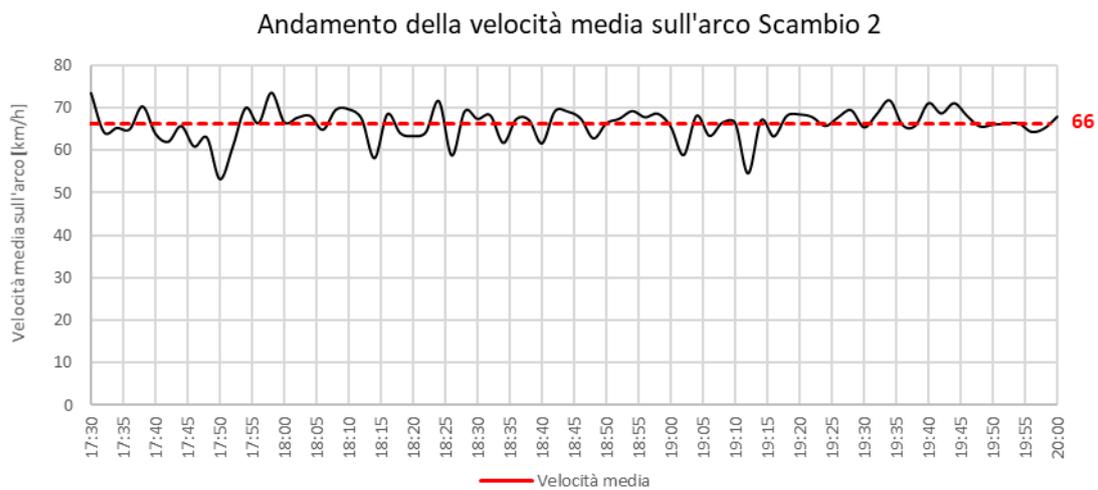


Figura 37. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse



5.4.2 Scambio 2

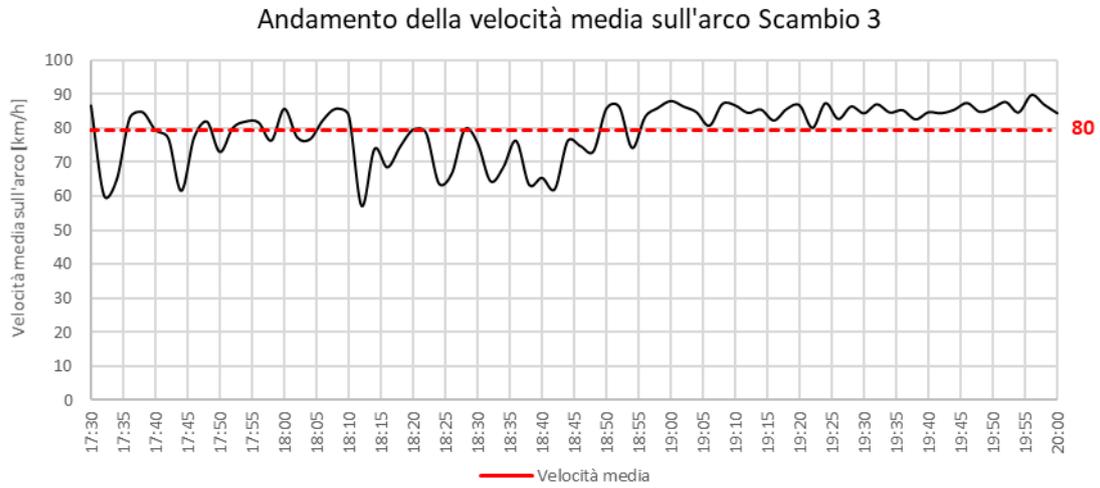


Figura 38. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse



5.5 Matrici OD

Di seguito si riportano per le zone di interesse le matrici origine/destinazione espresse in passaggi veicolari/ora e veicoli equivalenti/ora, calcolati secondo i parametri espressi da AMAT.

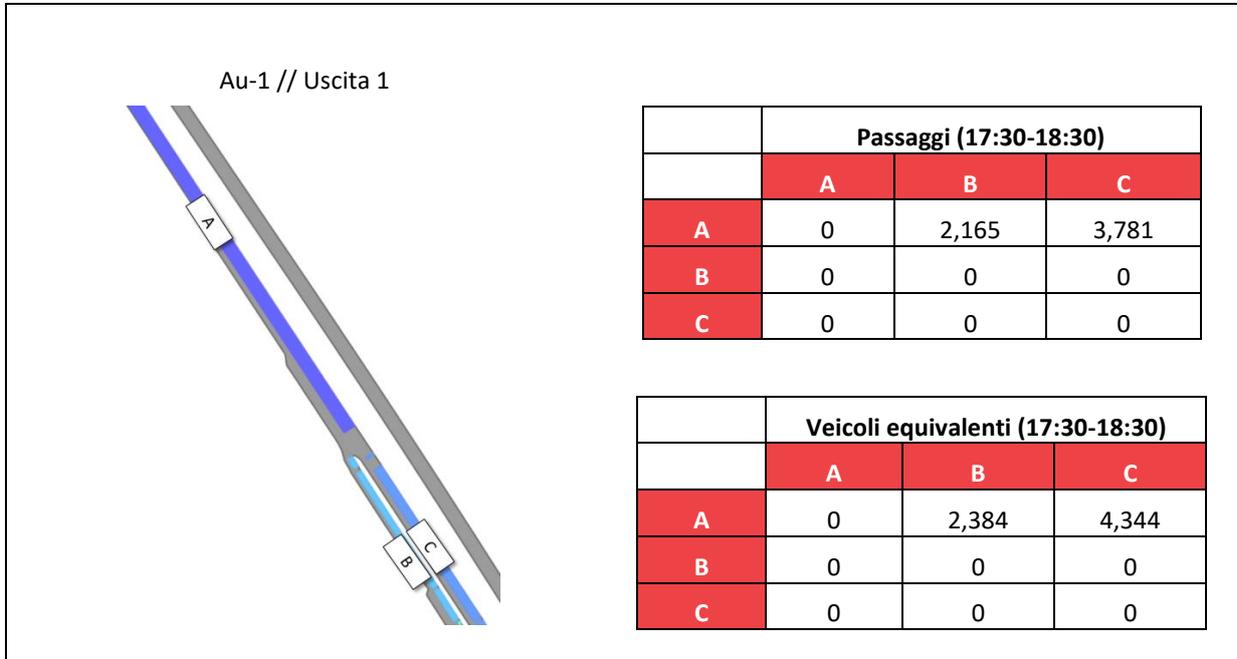


Figura 39. Matrici OD del nodo di interesse (Au-1 // Uscita 1).

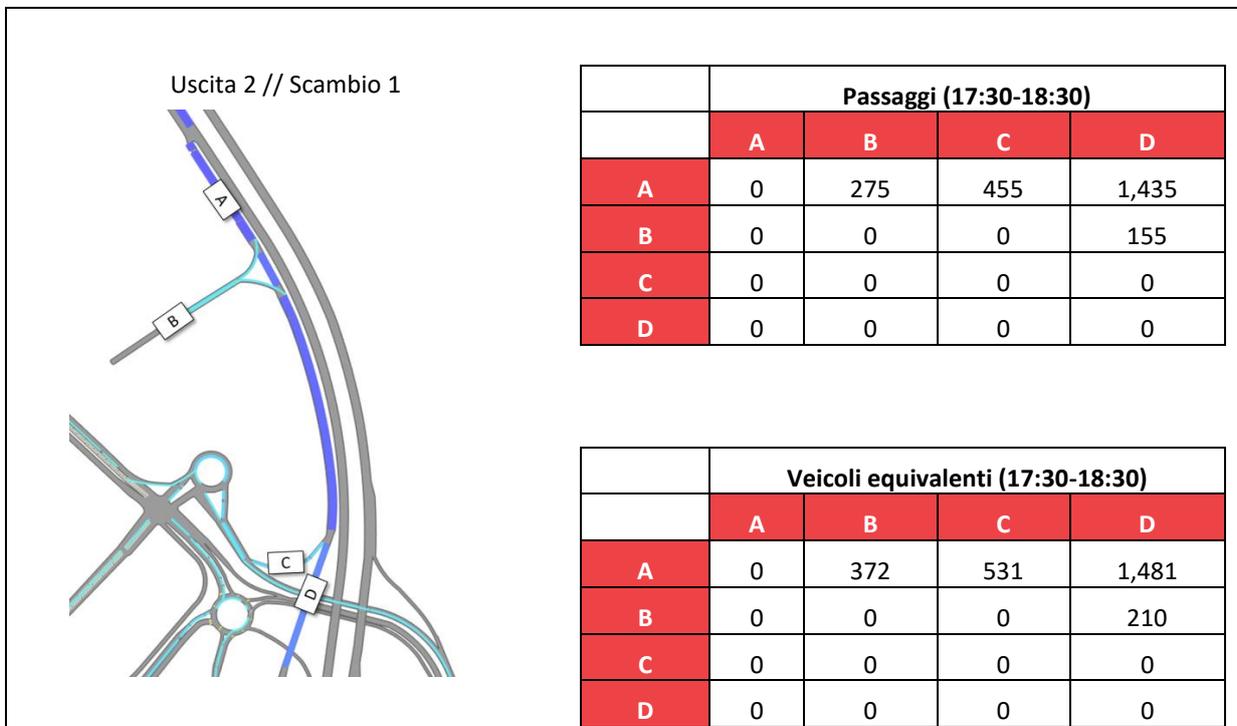


Figura 40. Matrici OD del nodo di interesse (Uscita 2 // Scambio 1).

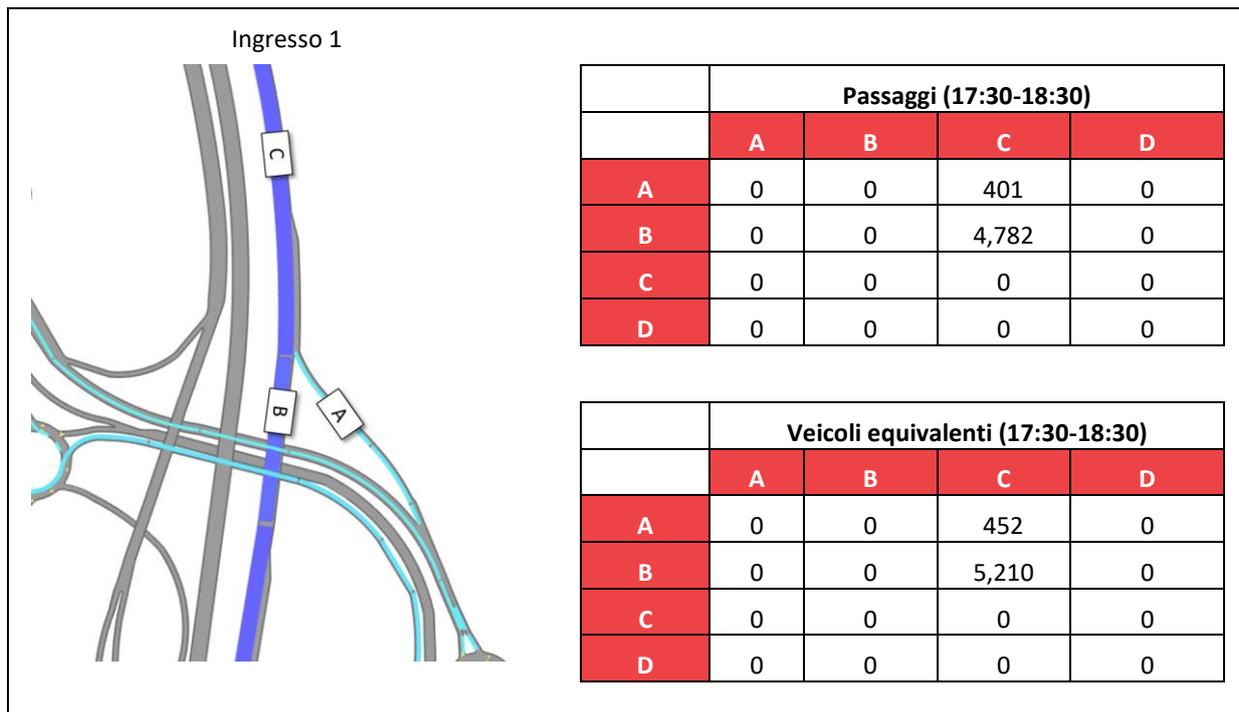


Figura 41. Matrici OD del nodo di interesse (Ingresso 1).

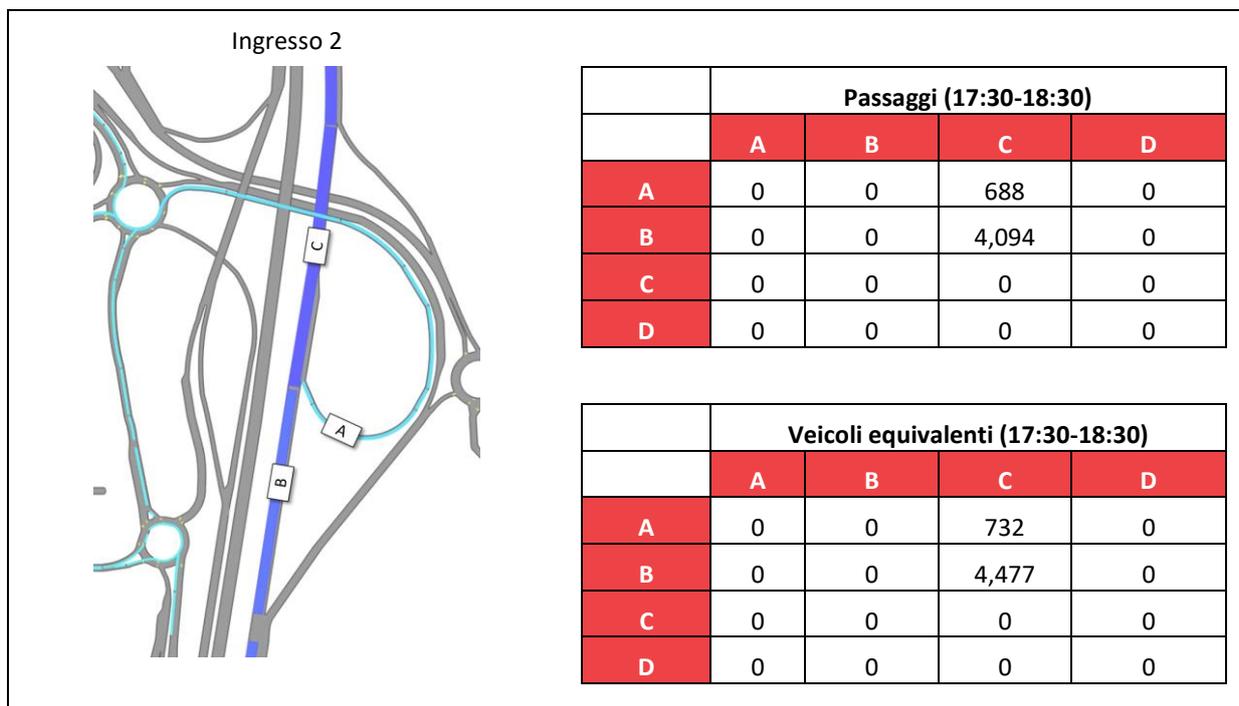


Figura 42. Matrici OD del nodo di interesse (Ingresso 2).

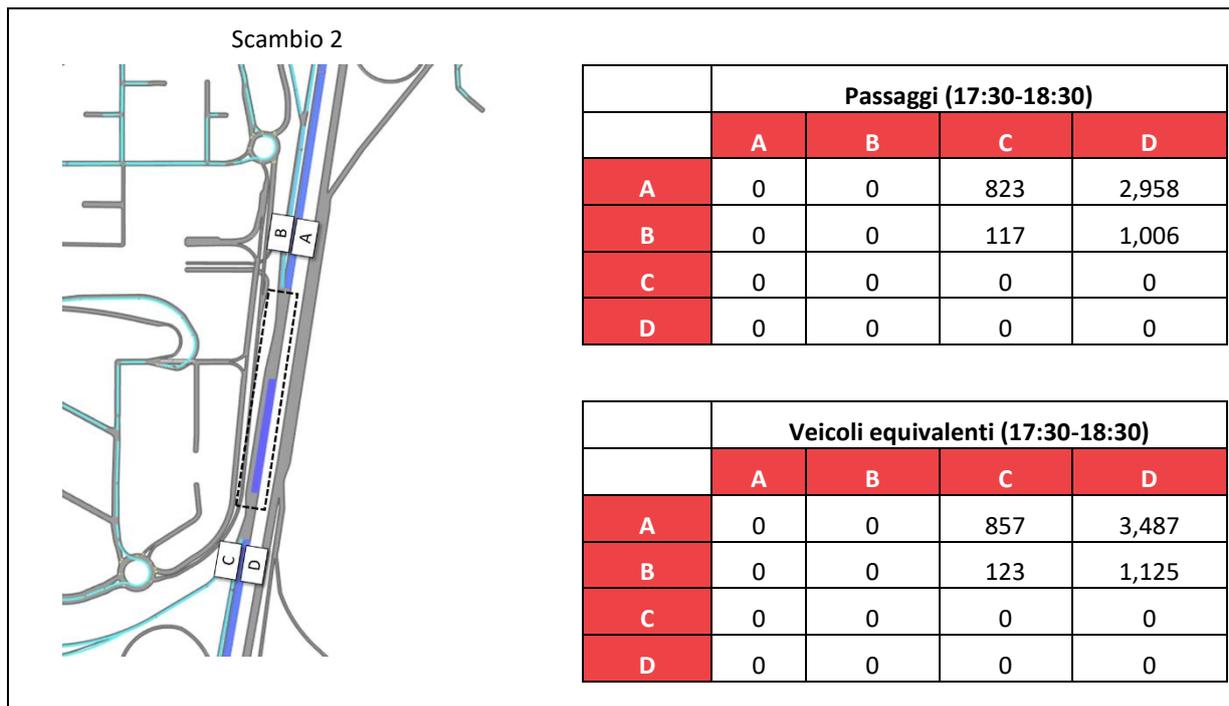


Figura 43. Matrici OD del nodo di interesse (Scambio 2).

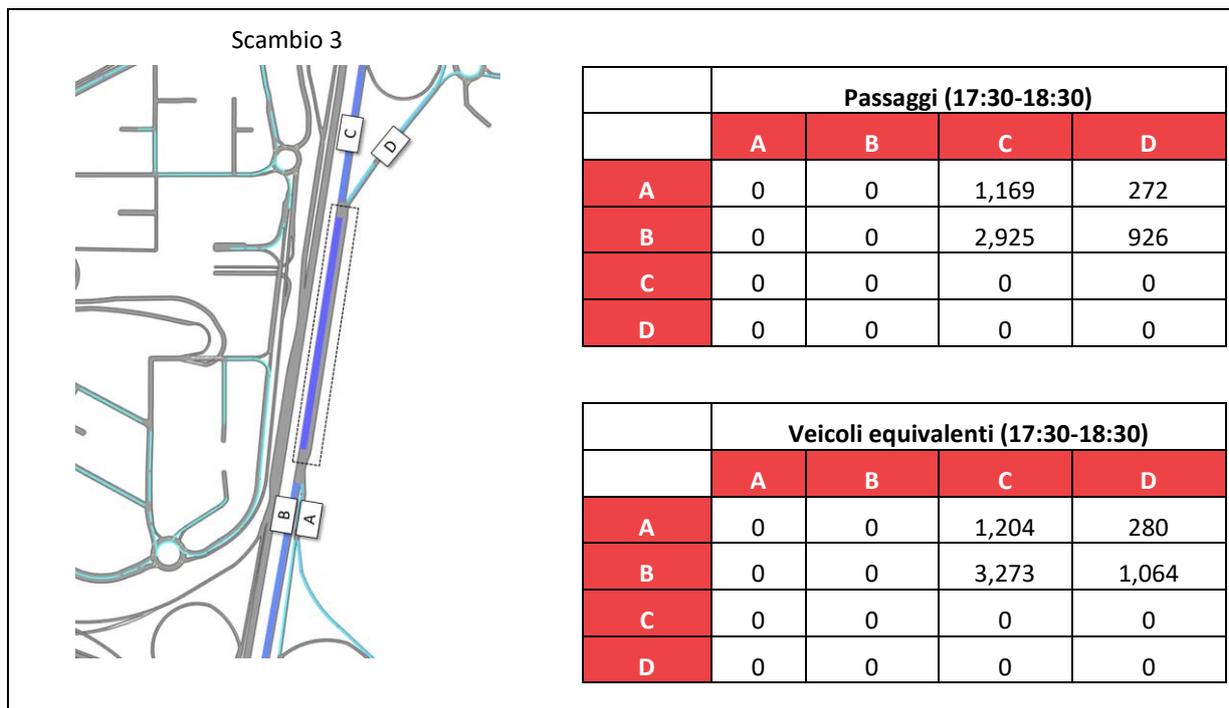


Figura 44. Matrici OD del nodo di interesse (Scambio 3).



5.6 Livelli di servizio

5.6.1 Sezioni Stradali

Il livello di servizio delle sezioni stradali Au1, Uscita 1, Uscita 2, Ingresso 1 e Ingresso 2 viene calcolato applicando gli intervalli individuati dalla normativa DGR 27 settembre 2016 No. 8/3219 al variare del rapporto Flusso/Capacità. Il valore di capacità adottato varia in funzione della sezione come illustrato nel calcolo a seguire.

LdS	HCM 1985	
	Flusso / Capacità	Flusso (veicoli/ora)
A	0,35	~700
B	0,54	~1100
C	0,77	~1550
D	0,93	~1850
E	> 0,93	-

Tabella 3. Livello di servizio delle sezioni stradali – Scenario di progetto

Sezione	Capacità per corsia [V.eq/h]	Numero di corsie	Capacità totale [V.eq/h]	Flusso [V.eq/h]	V/C	LOS
Au-1	2,300	3	6,900	6,728	0.98	E
Uscita 1	1,750	2	3,500	2,384	0.68	C
Uscita 2	1,800	1	1,800	372	0.21	A
Ingresso 1	1,900	1	1,900	452	0.24	A
Ingresso 2	1,900	1	1,900	732	0.39	B

5.6.2 Zone di scambio

Il livello di servizio delle zone di scambio viene calcolato applicando gli intervalli individuati dalla normativa DGR 27 settembre 2016 No. 8/3219 al variare della densità del flusso. Il valore di velocità viene ricavato dalle risultanze del modello di microsimulazione relativamente all'ora di punta (17:30-18:30).

Densità	Livello di servizio
6.25	A
12.50	B
17.50	C
22.00	D
≤ 27.00	E
> 27.00	F

Figura 45. Corrispondenza tra densità e livello di servizio delle zone di scambio.



Tabella 4. Livello di servizio delle zone di scambio – Scenario di progetto

Sezione	Flusso [V.eq/h]	Numero di corsie	Velocità media ora di punta [km/h]	Densità [V.eq/km]	LOS
Scambio 1	2,222	3	84	8.8	B
Scambio 2	5,592	5	66	16.9	C
Scambio 3	5,821	5	76	15.3	C



5.7 Svincolo Paullese

Si riportano le matrici OD di tutti i componenti dello svincolo della Paullese, nonché i relativi livelli di servizio e l'andamento degli accodamenti ove presenti.

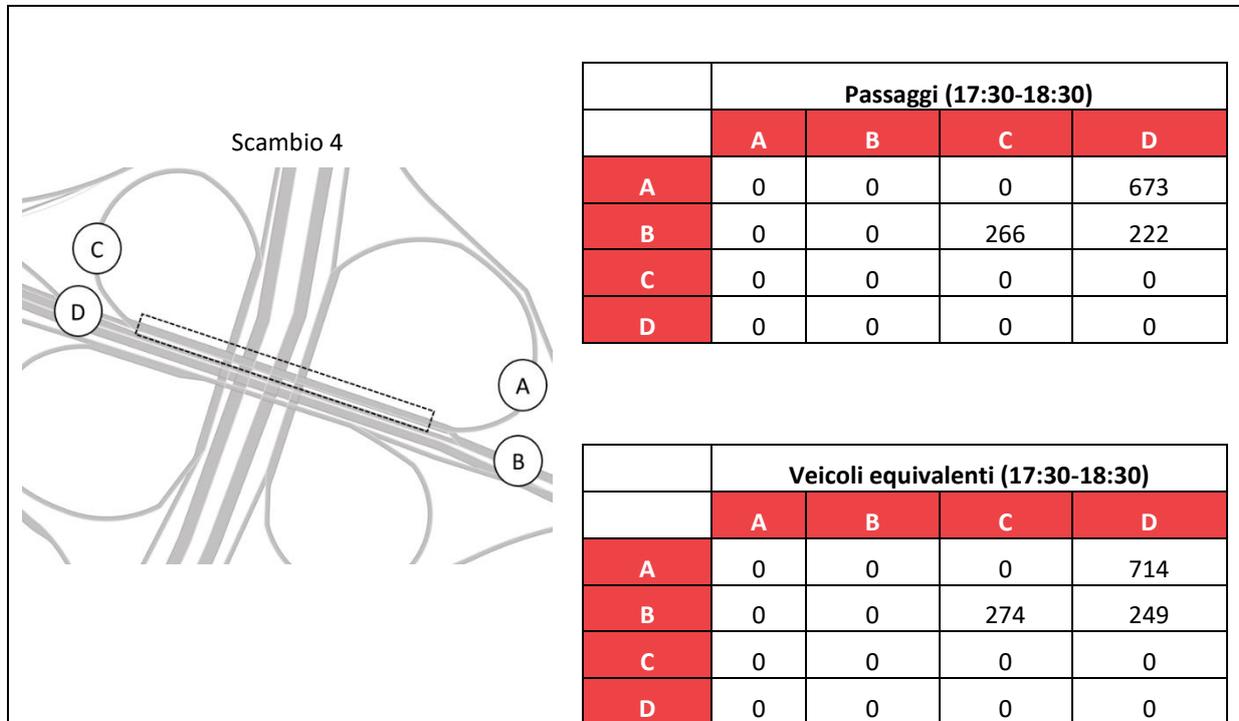


Figura 46. Matrici OD del nodo di interesse (Scambio 4).

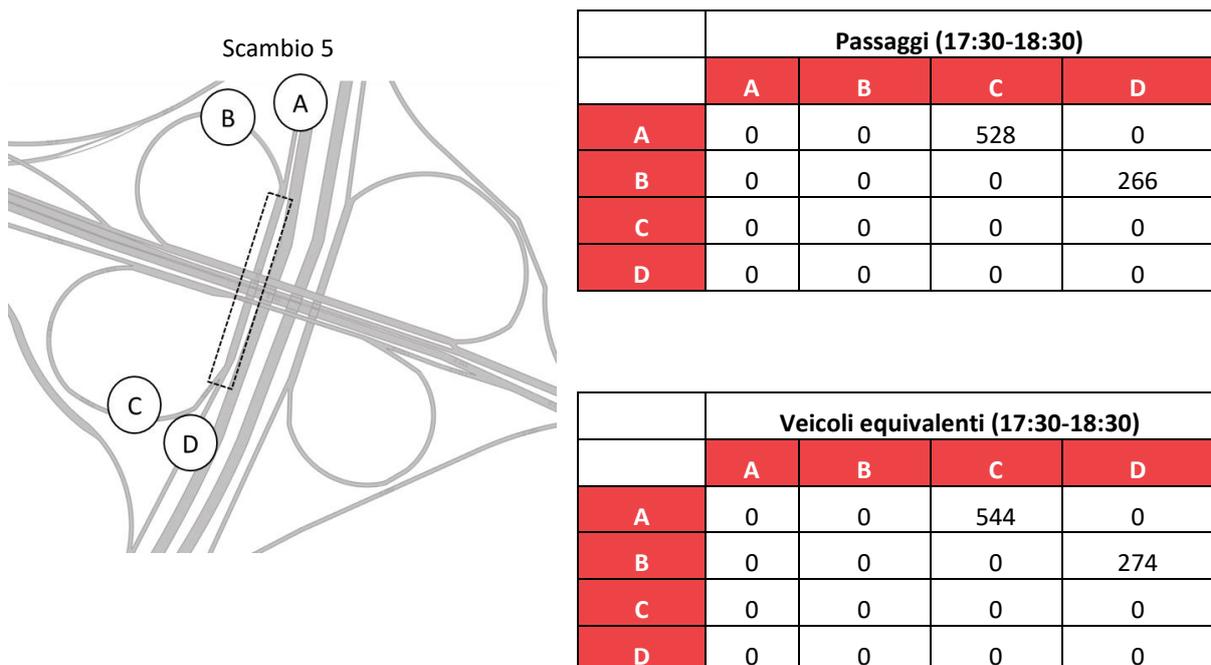
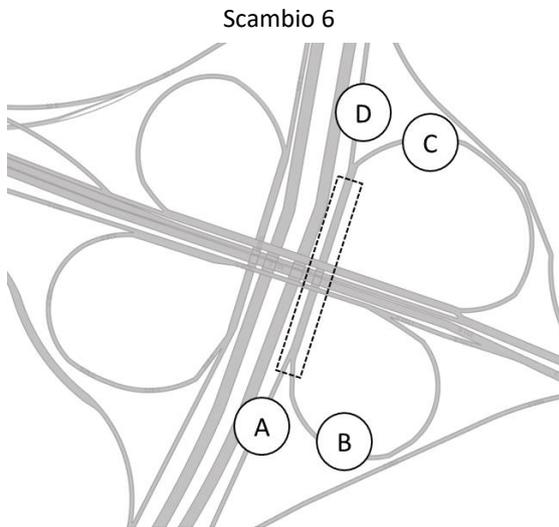


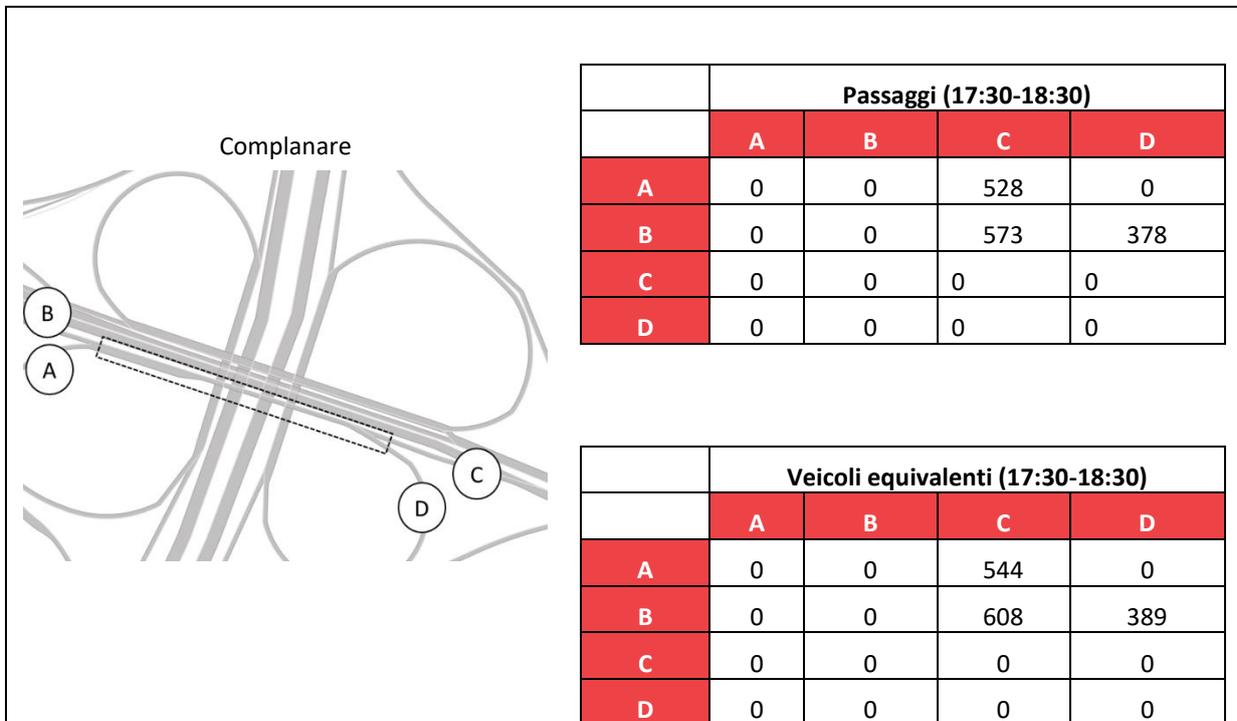
Figura 47. Matrici OD del nodo di interesse (Scambio 5).



	Passaggi (17:30-18:30)			
	A	B	C	D
A	0	0	673	20
B	0	0	0	378
C	0	0	0	0
D	0	0	0	0

	Veicoli equivalenti (17:30-18:30)			
	A	B	C	D
A	0	0	714	21
B	0	0	0	389
C	0	0	0	0
D	0	0	0	0

Figura 48. Matrici OD del nodo di interesse (Scambio 6).



	Passaggi (17:30-18:30)			
	A	B	C	D
A	0	0	528	0
B	0	0	573	378
C	0	0	0	0
D	0	0	0	0

	Veicoli equivalenti (17:30-18:30)			
	A	B	C	D
A	0	0	544	0
B	0	0	608	389
C	0	0	0	0
D	0	0	0	0

Figura 49. Matrici OD del nodo di interesse (Complanare Svincolo Paulllese).

Comune di Milano - Prot. 12/05/2021.0256267.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano



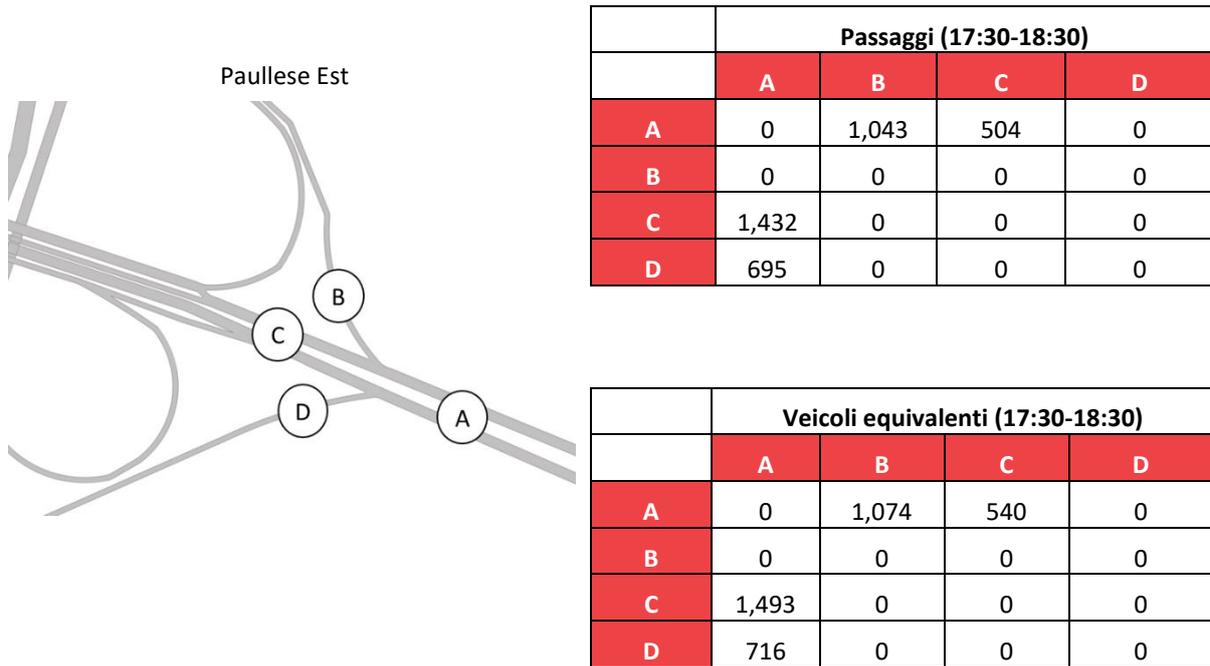


Figura 50. Matrici OD del nodo di interesse (Paulese Est).

Tabella 5. Livello di servizio delle zone di scambio – Scenario di progetto

Sezione	Flusso [V.eq/h]	Numero di corsie	Velocità media ora di punta [km/h]	Densità [V.eq/km]	LOS
Scambio 4	1,237	2	86	7.2	B
Scambio 5	818	2	81	5.0	A
Scambio 6	1,124	2	79	7.1	B

Tabella 6. Livello di servizio delle sezioni stradali – Scenario di progetto

Sezione	Capacità per corsia [V.eq/h]	Numero di corsie	Capacità totale [V.eq/h]	Flusso [V.eq/h]	V/C	LOS
Complanare	1,900	1	1,900	1,541	0.81	D

Sono state indagate le code su tutte le rampe dello svincolo a quadrifoglio tra la Paulese e la A51, sia dirette che indirette. Le code sono state registrate unicamente sulla rampa Nord – Est di cui si riportano le risultanze nell'immagine a seguire.

Si osserva che anche in questo caso il fenomeno è contenuto e limitato nel tempo. La coda massima raggiunge gli 80 m, valore comunque di molto inferiore alla lunghezza della rampa stessa.

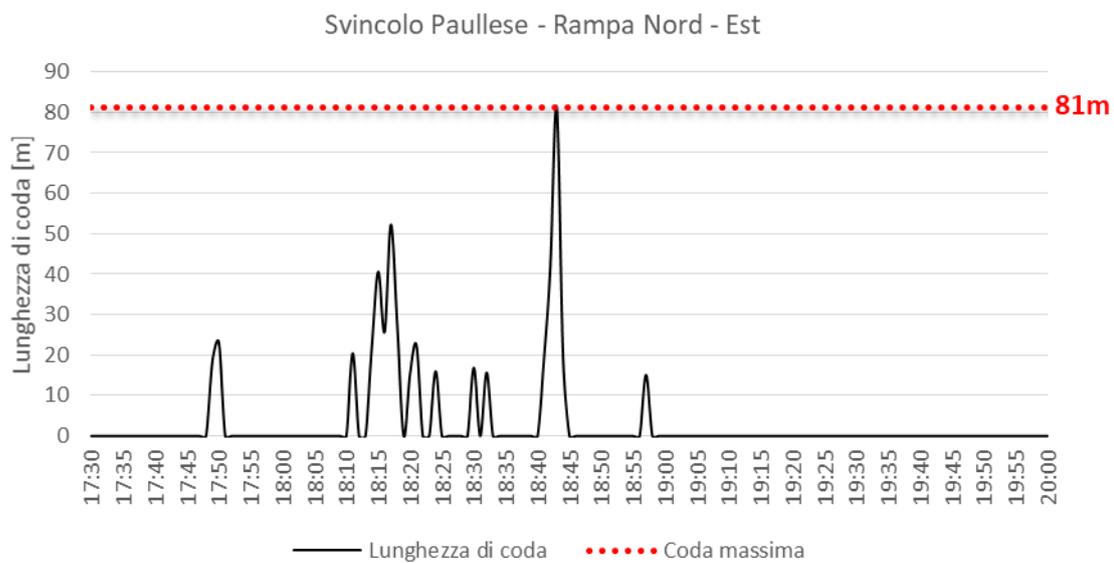
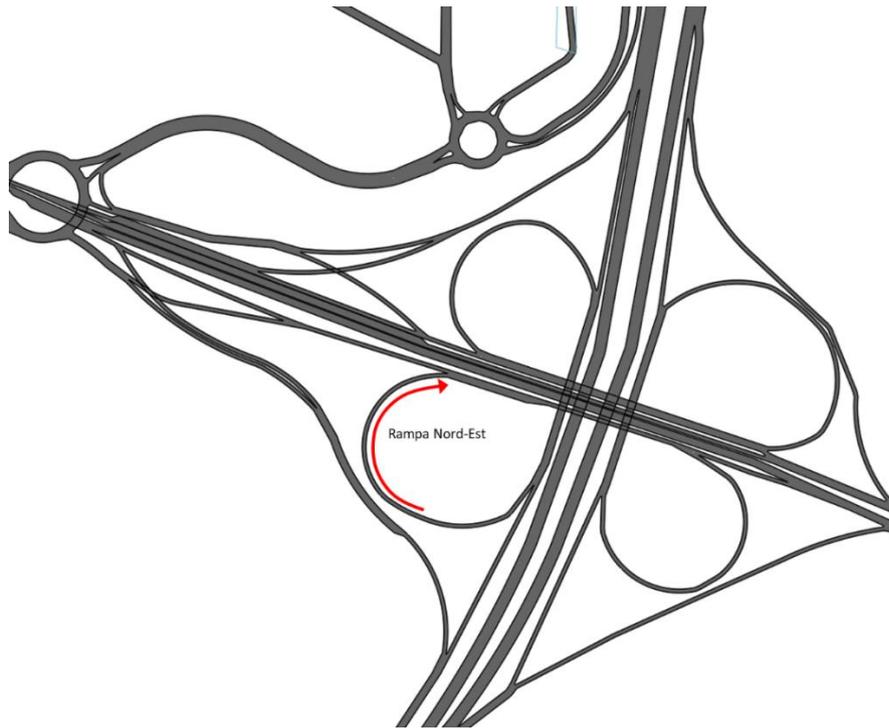


Figura 51. Andamento della lunghezza di coda – Rampa Nord-Est dello Svincolo Pallese – Scenario di progetto.

6 Scenario di SENSITIVITA'1

Questo scenario implementa la medesima domanda di PII per tutte le funzioni eccetto Arena, che viene calcolata come a seguire.

Per questo scenario si ipotizza sempre un evento che attiri una domanda pari alla capienza massima di 16.000 spettatori e che l'evento abbia inizio entro le 21:00.



Nella tabella a seguire si riporta la sintesi del processo di stima della domanda di traffico relazionata con Arena.

Tabella 7. Stima del traffico veicolare attratto dall'Arena – Scenario di sensitività 1

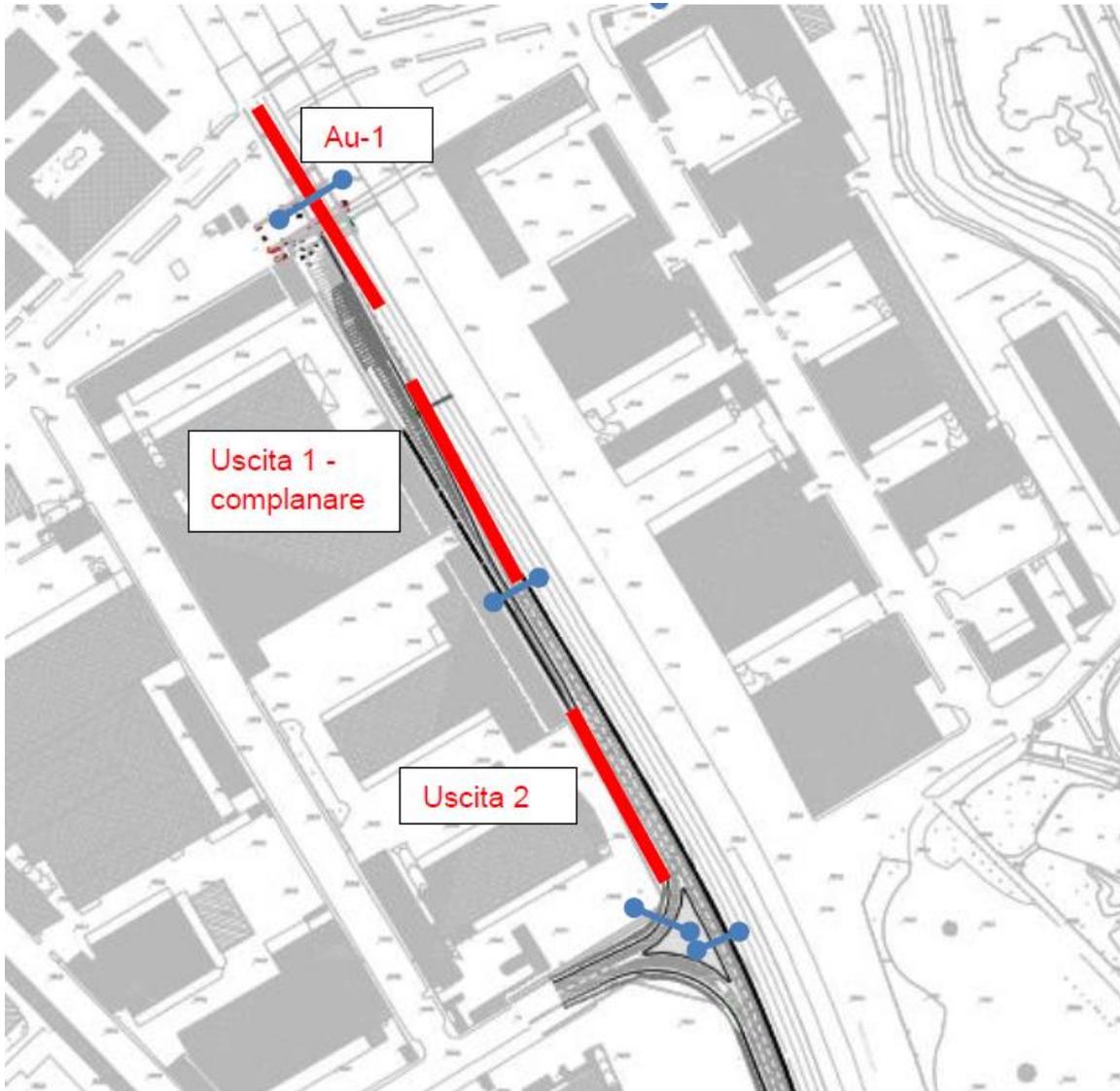
MODO	RIPARTIZIONE MODALE	N. DI UTENTI	COEF. REIMPIMENTO VEICOLARE	TOTALE VEICOLI	COEF. CONVERSIONE VEICOLI EQUIVALENTI	TOTALE VEICOLI
Auto	70%	11.200	2,7	4.148	1,0	4.148
Moto	5%	800	1,5	533	0,5	267
Altro e TP	25%	4.000				4.415
Totale	100%	16.000				

Adottando i parametri e le assunzioni precedentemente descritte si ricava che la domanda di traffico complessivamente richiamata nell'area in occasione di un evento di massima affluenza nello scenario di sensitività è pari a 4.415 veicoli equivalenti. Per quanto riguarda lo scenario di domanda, relativo al periodo antecedente l'evento, si stima dunque che in arrivo all'Arena siano attesi:

- 476 veicoli, pari a circa il 10,7% degli arrivi nell'intervallo orario tra le 17:30 e le 18:30, periodo in cui si registra l'ora di punta del traffico esistente; si considera questa finestra temporale quale ora di punta in quanto emerge dai rilievi di traffico che, in questa specifica area, corrisponde al momento di massimo carico veicolare;
- 2.693 veicoli, pari a circa il 61% degli ingressi, tra le 17:30 e le 20:00 (periodo oggetto di microsimulazione di traffico); il modello di microsimulazione indaga un periodo più ampio proprio per consentire la verifica dell'impatto dell'Arena nel momento di massima affluenza alla struttura. Si rimanda al paragrafo 8.5 per una descrizione più dettagliata dei profili di flusso utilizzati nel modello di traffico.



6.1 Rampa di uscita Nord



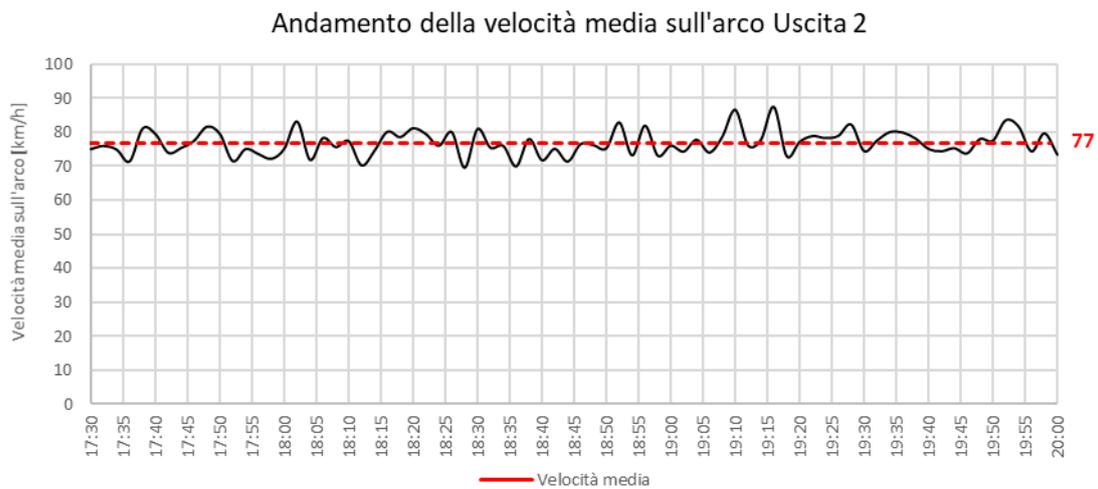
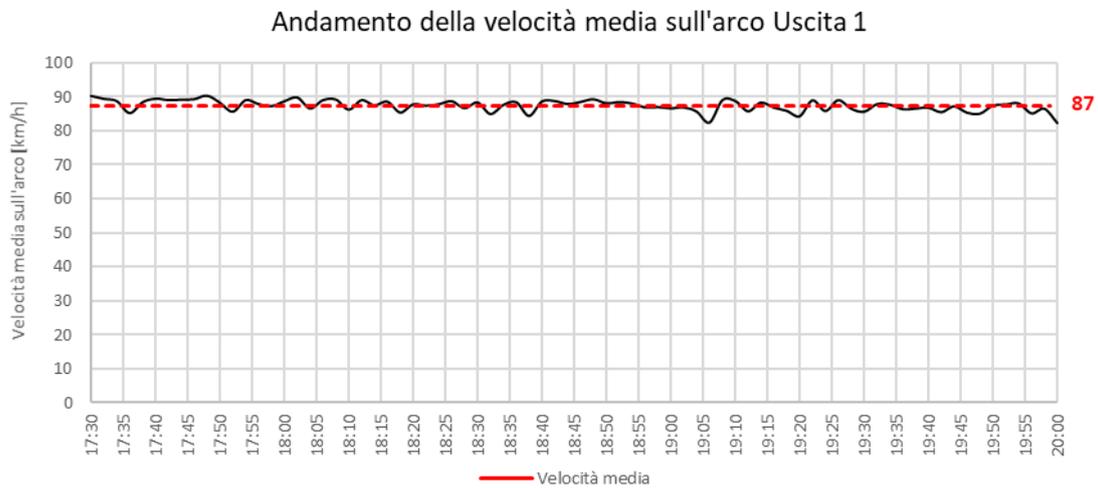
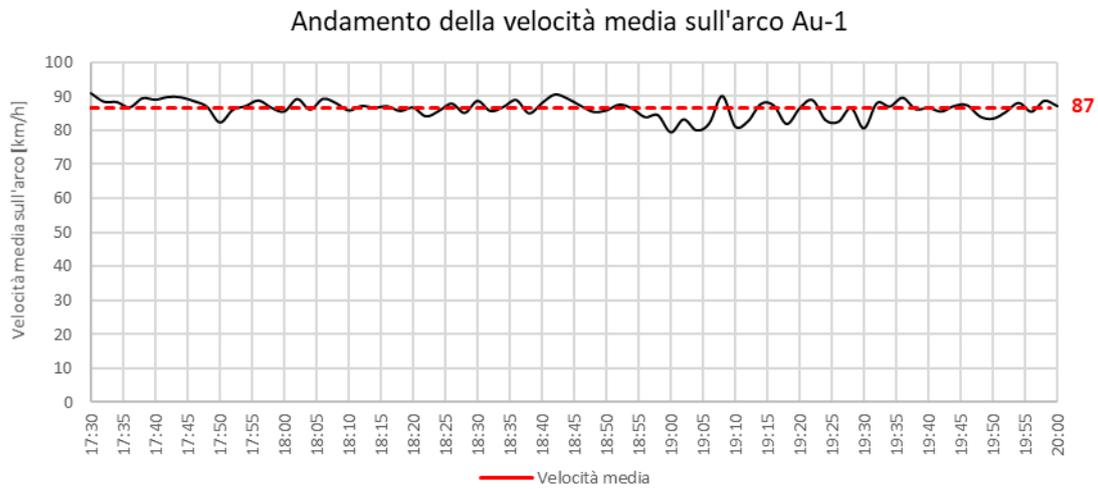


Figura 52. Andamento delle velocità di simulazione nelle sezioni di interesse. Scenario di sensitività 1.



6.2 Corsia di scambio a sud di CAMM

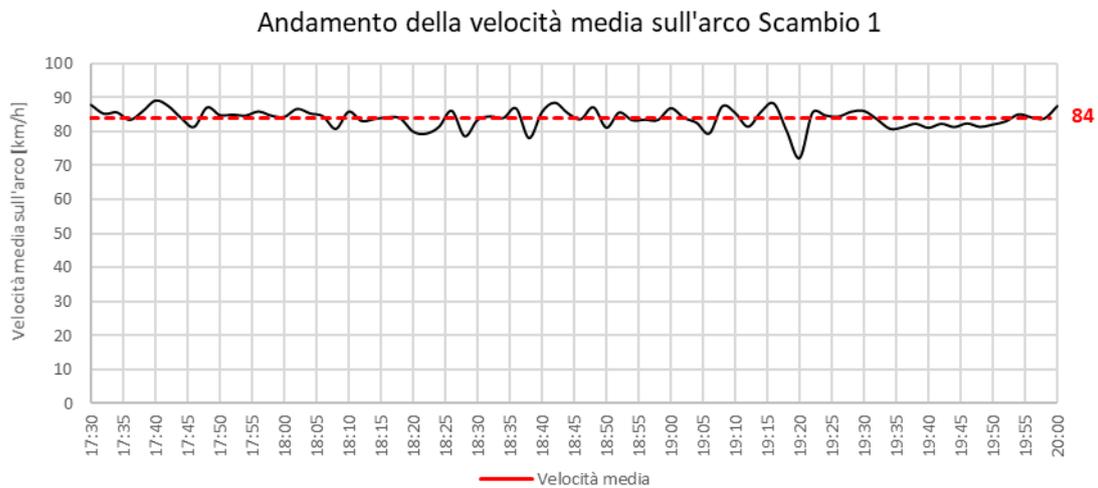
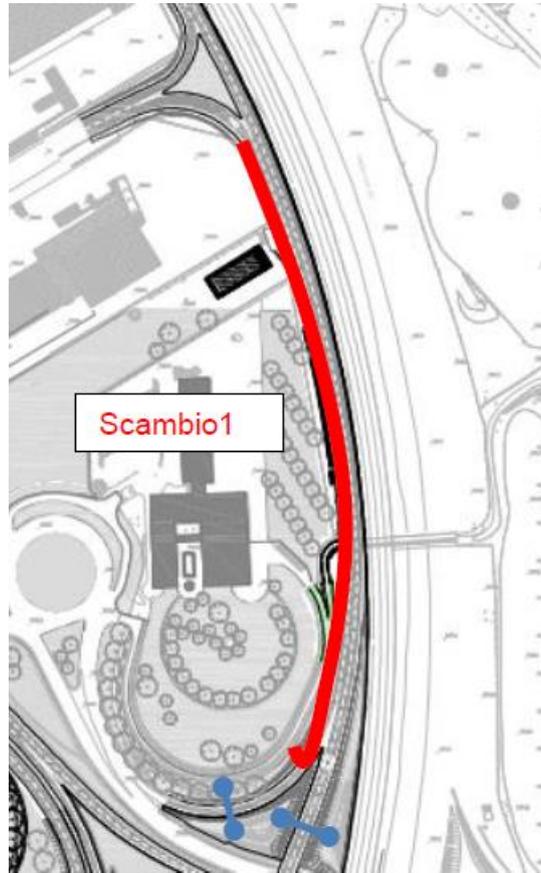
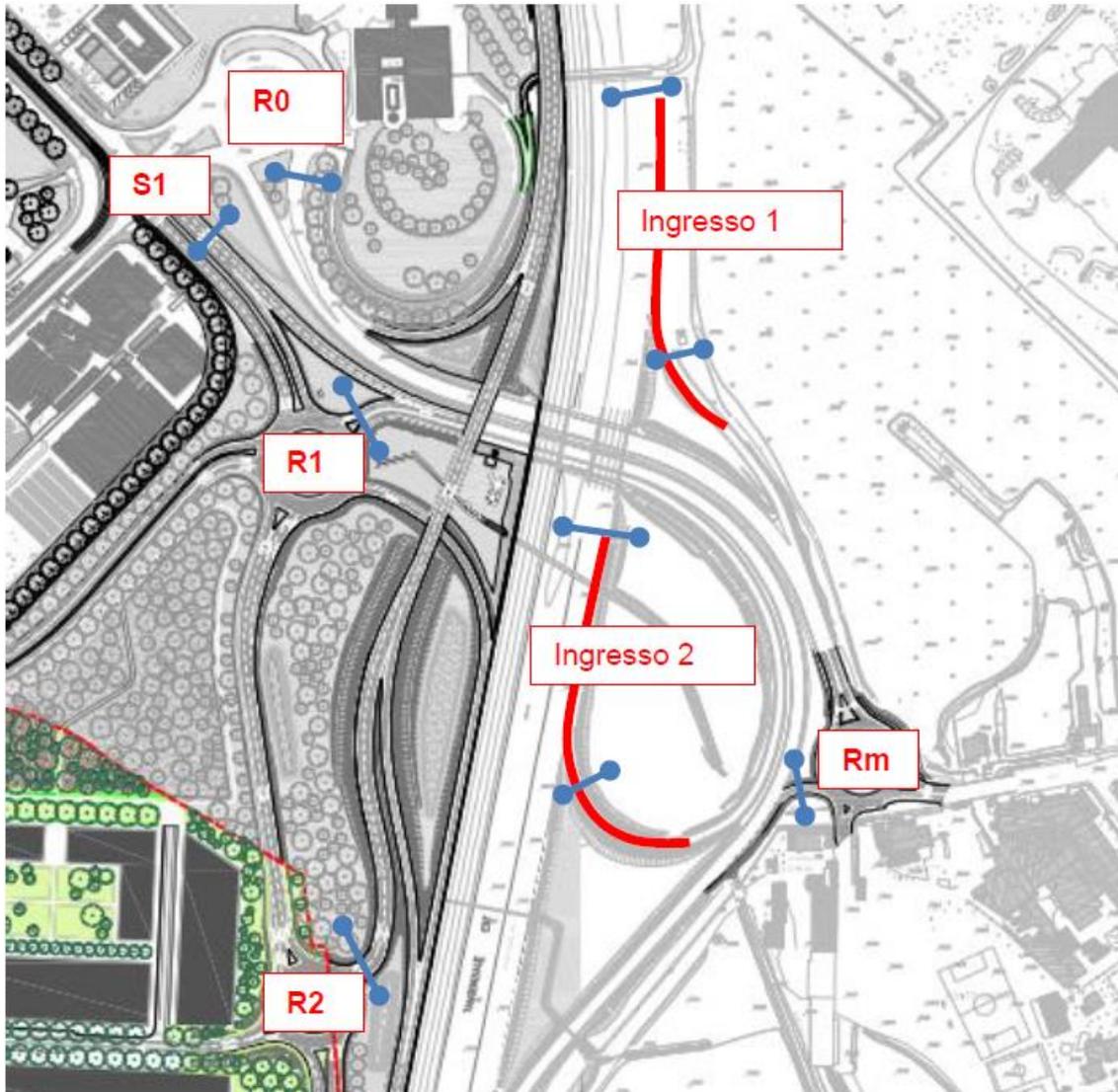


Figura 53. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse. Scenario di sensibilità 1.



6.3 Svincolo mecenate





6.3.1 Rotatoria R2

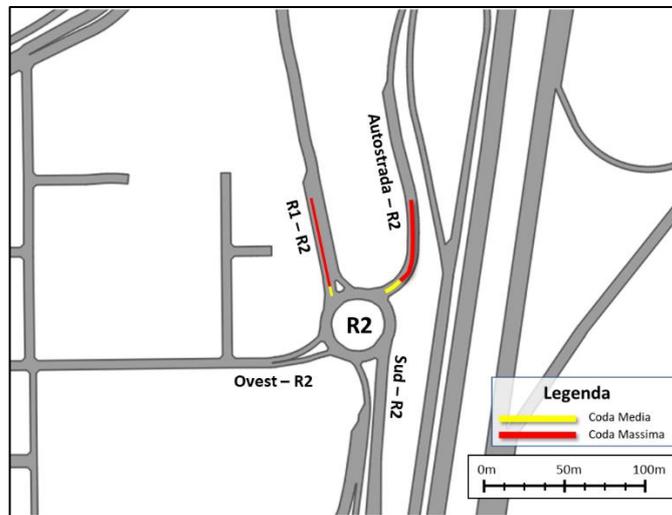


Figura 6.54: Andamento delle code

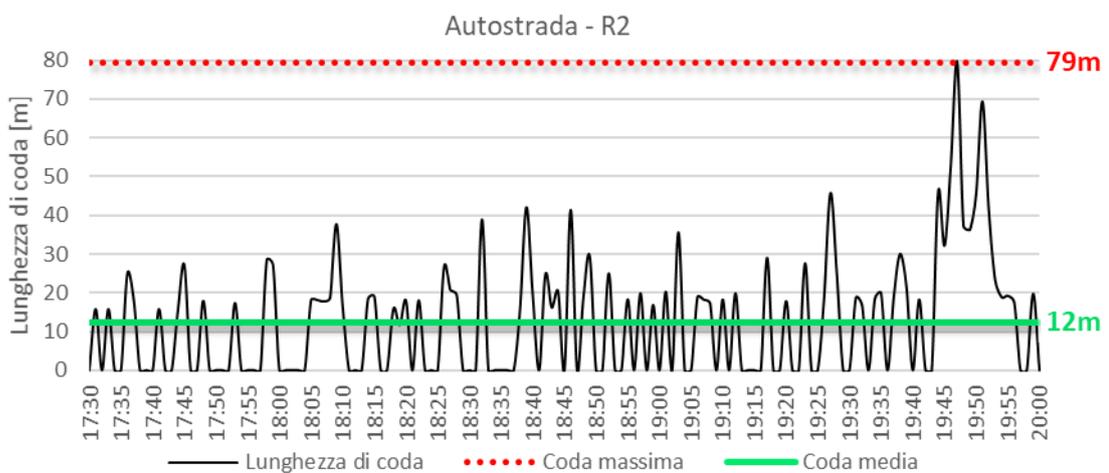


Figura 55. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria R2: Approccio Autostrada-R2 – Scenario di sensitività 1.

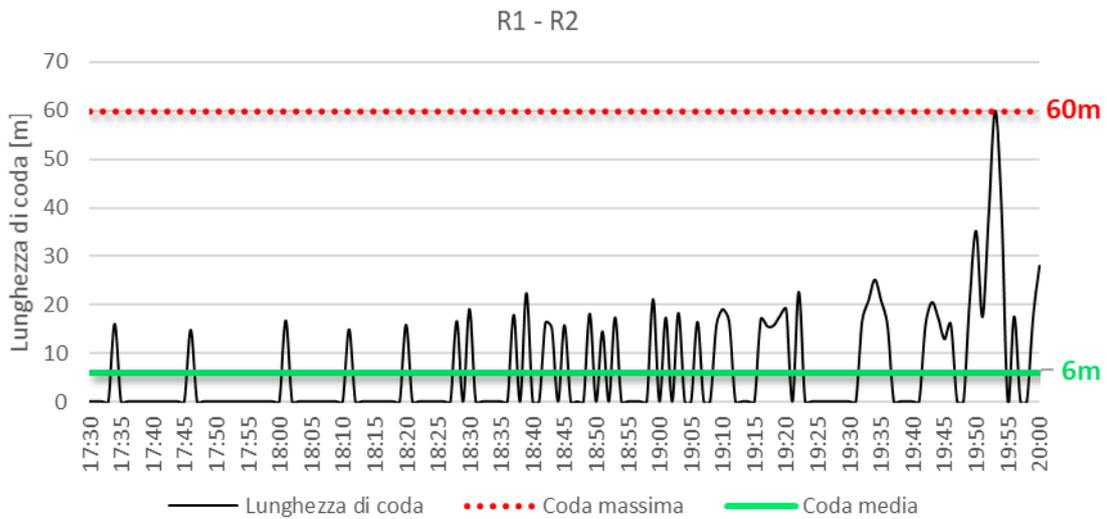


Figura 56. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria R2: Approccio R1-R2 – Scenario di sensitività 1.

6.3.2 Ingresso 1

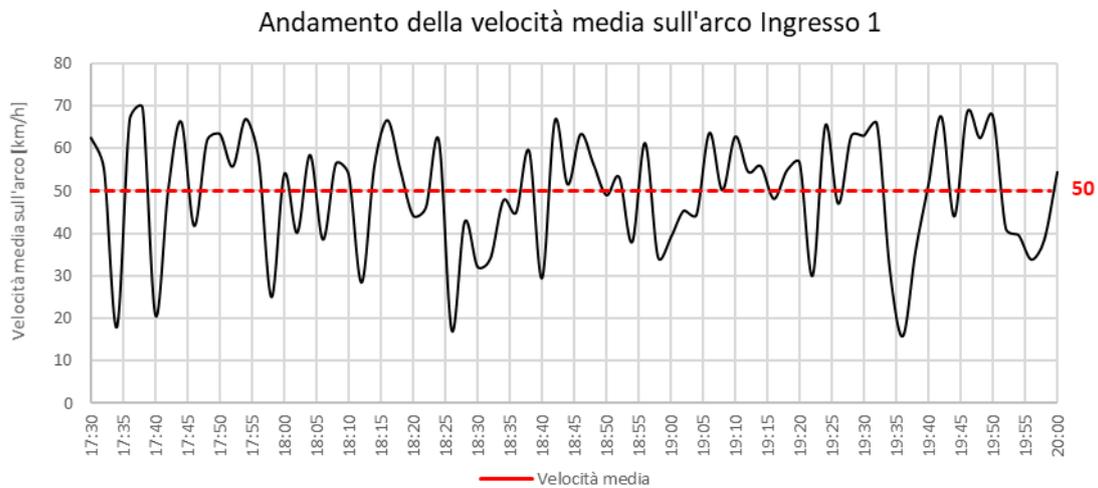


Figura 57. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse. Scenario di sensitività 1.



6.3.3 Ingresso 2

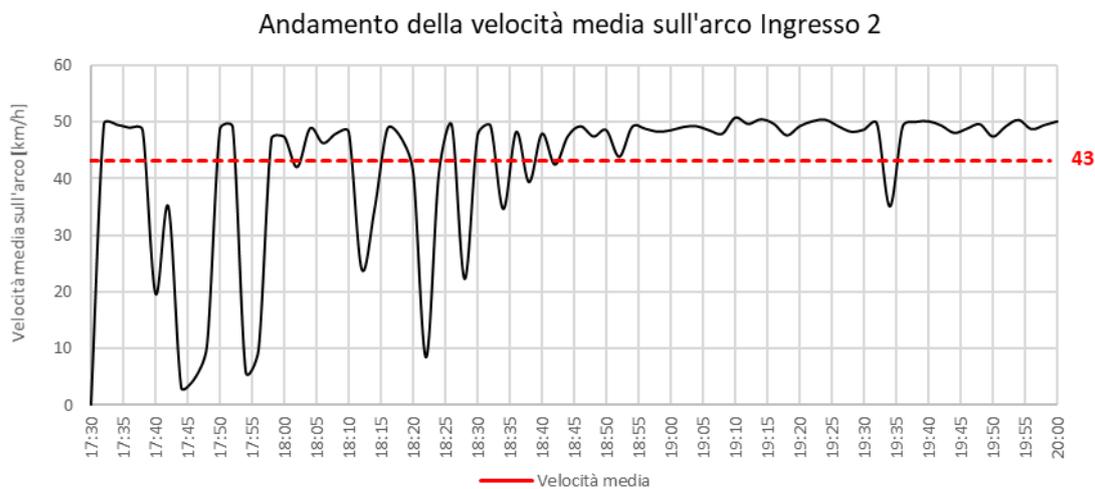
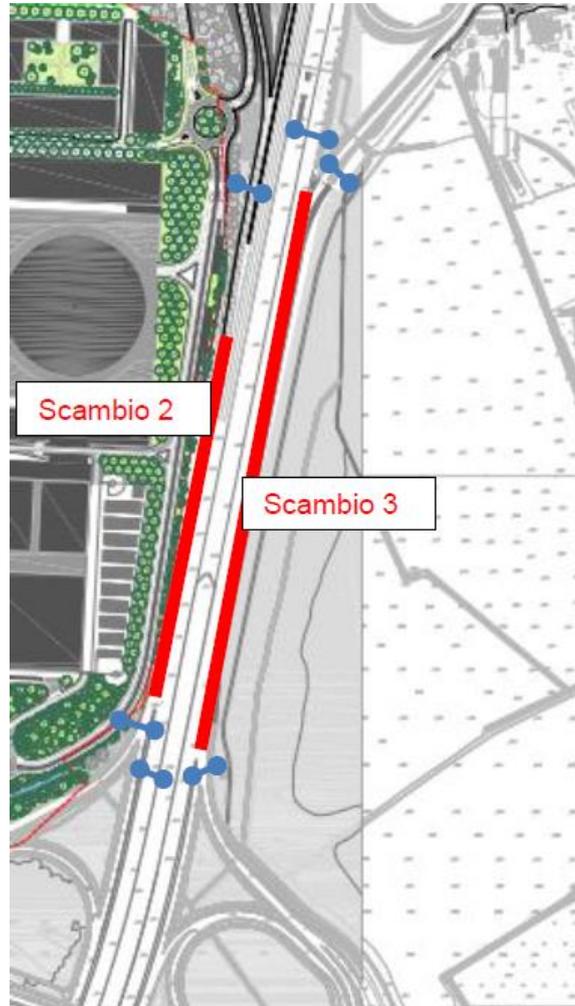


Figura 58. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse. Scenario di sensibilità 1.



6.4 Corsie di scambio tra Mecenate e Paullese



6.4.1 Scambio2

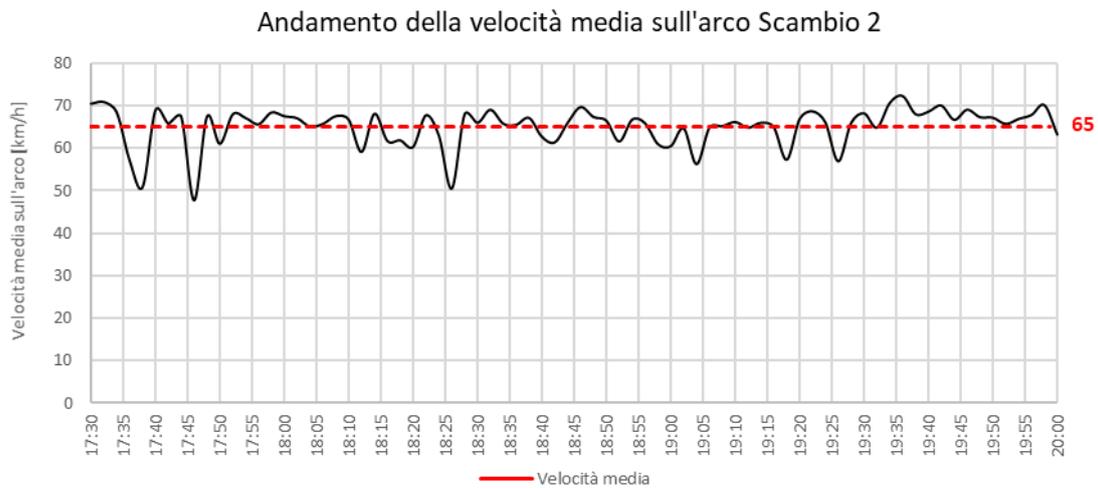


Figura 59. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse. Scenario di sensibilità 1.



6.4.2 Scambio 3

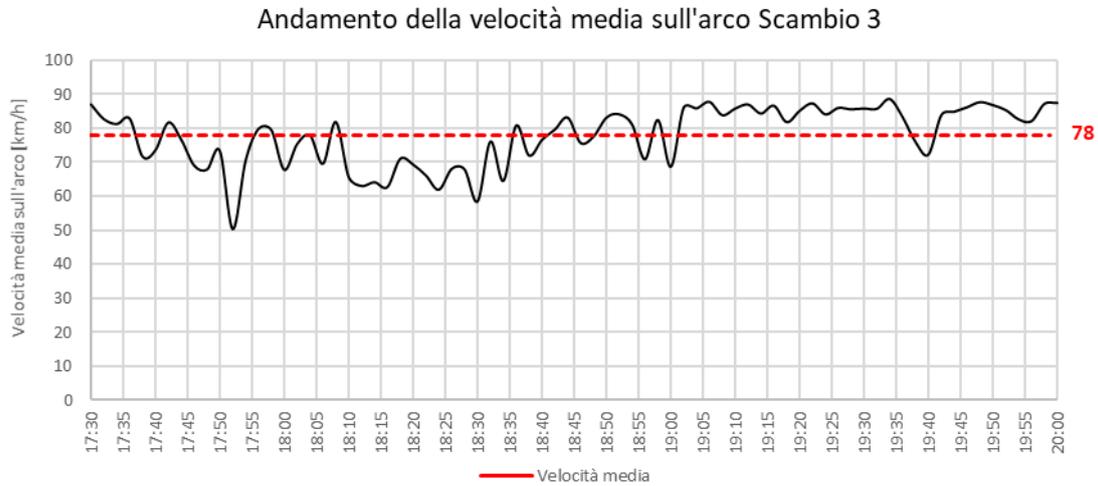


Figura 60. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse. Scenario di sensitività 1.

6.5 Matrici OD

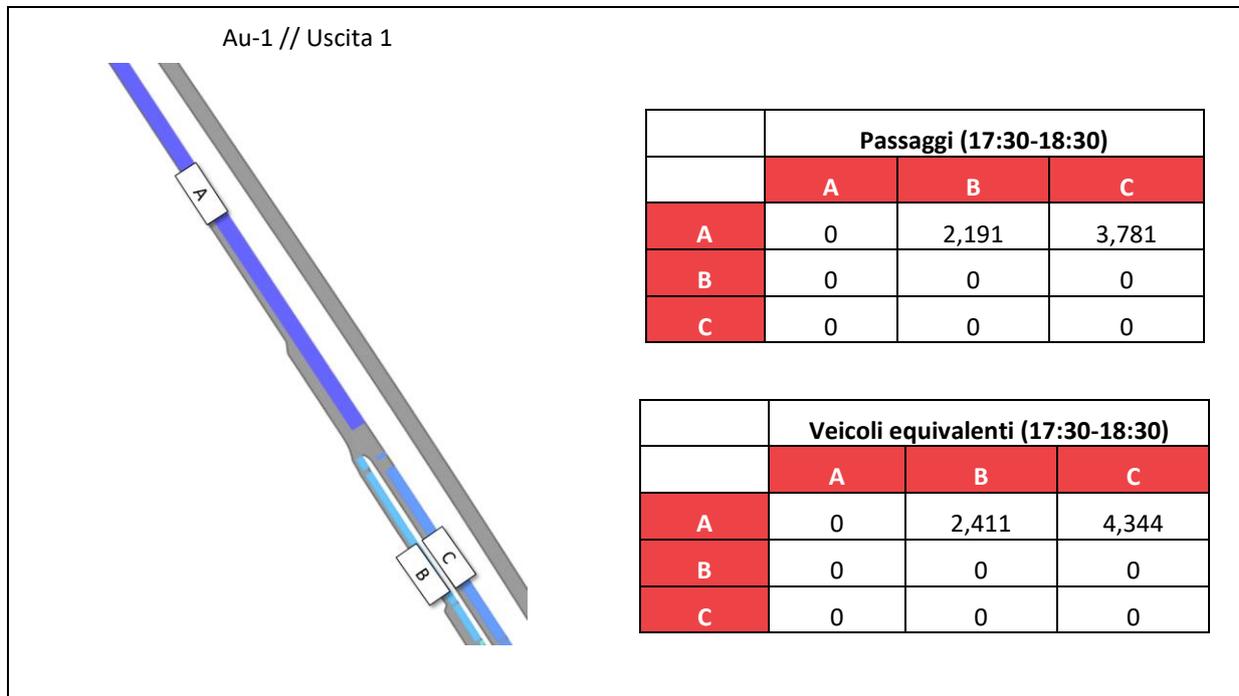


Figura 61. Matrici OD del nodo di interesse (Au-1 // Uscita 1). Scenario di sensitività 1.

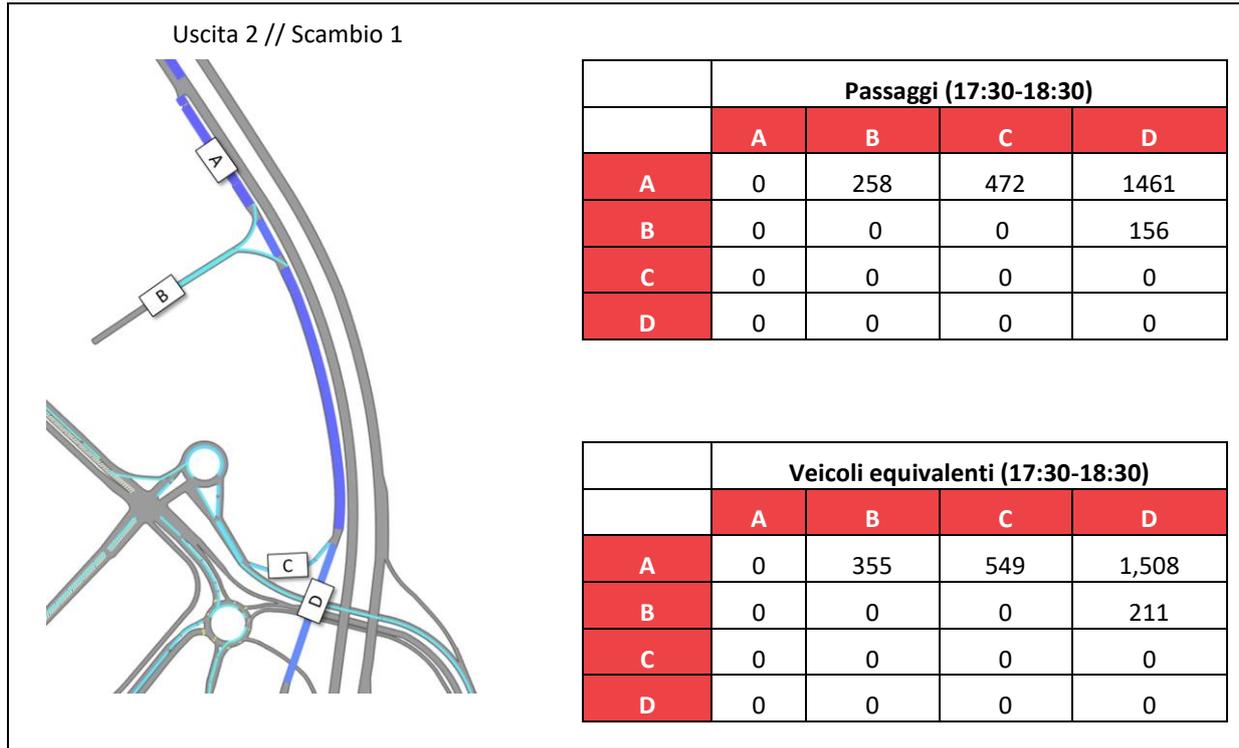


Figura 62. Matrici OD del nodo di interesse (Uscita 2 // Scambio 1). Scenario di sensitività 1.

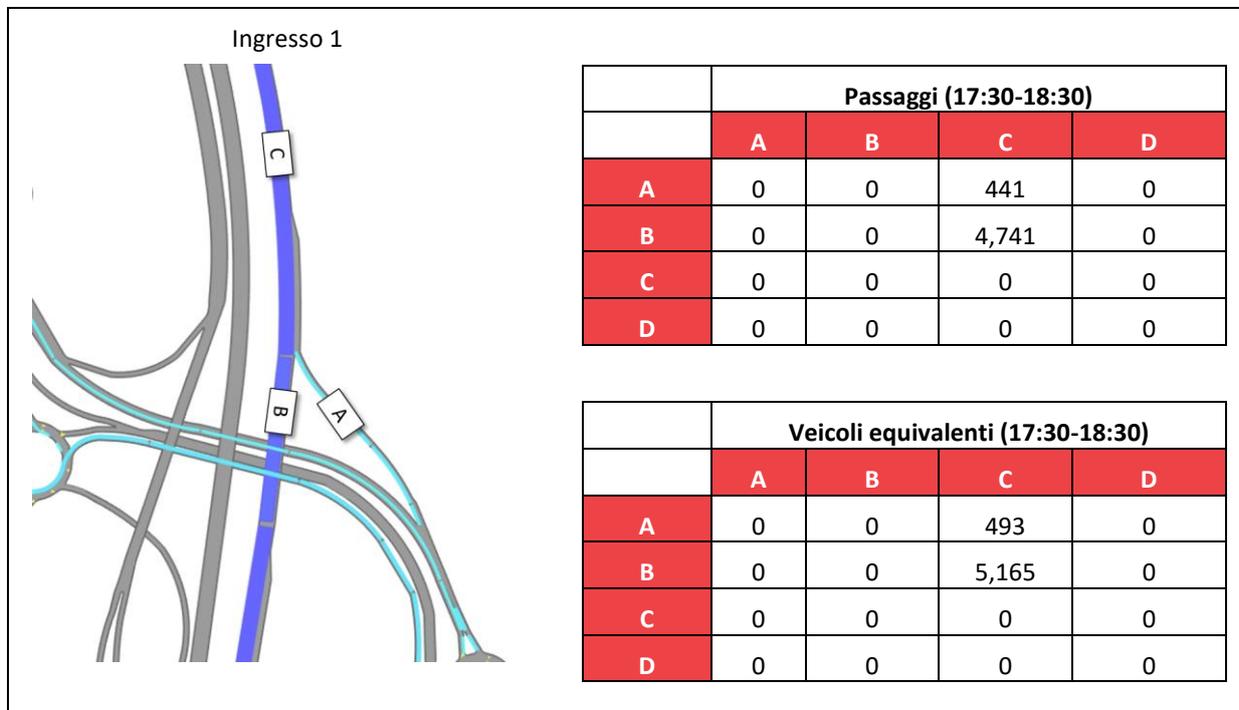


Figura 63. Matrici OD del nodo di interesse (Ingresso 1). Scenario di sensitività 1.

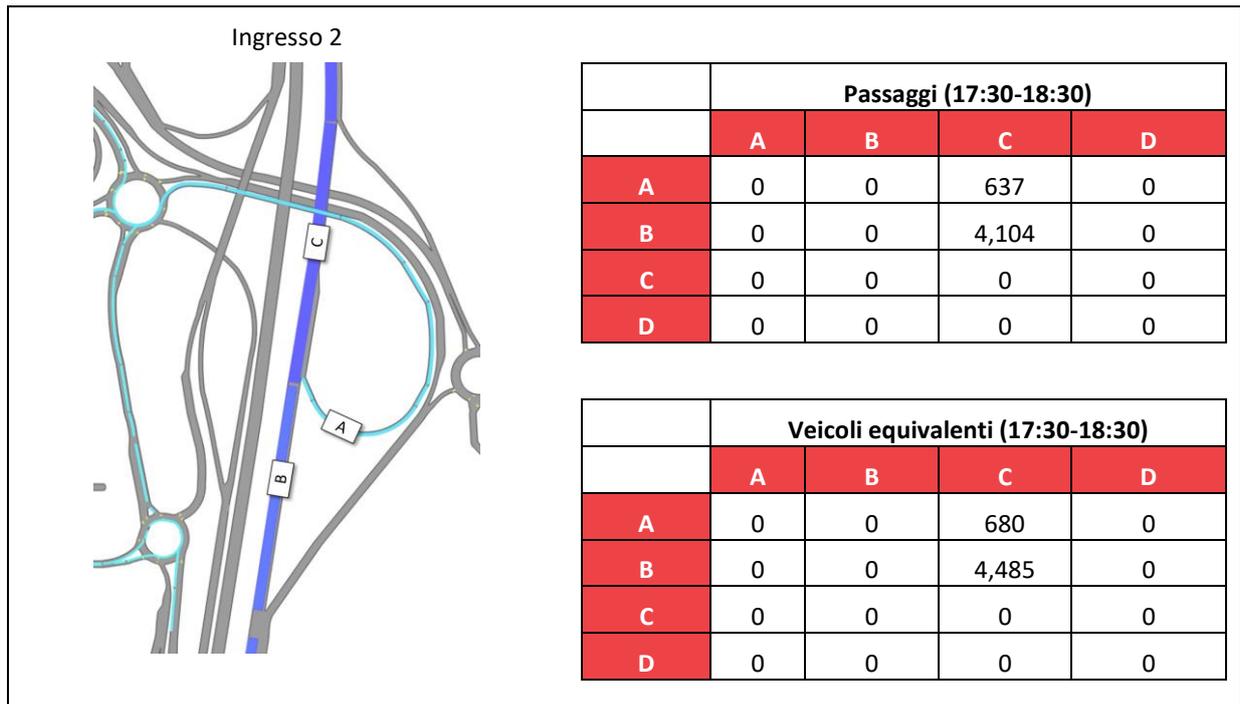


Figura 64. Matrici OD del nodo di interesse (Ingresso 2). Scenario di sensitività 1.

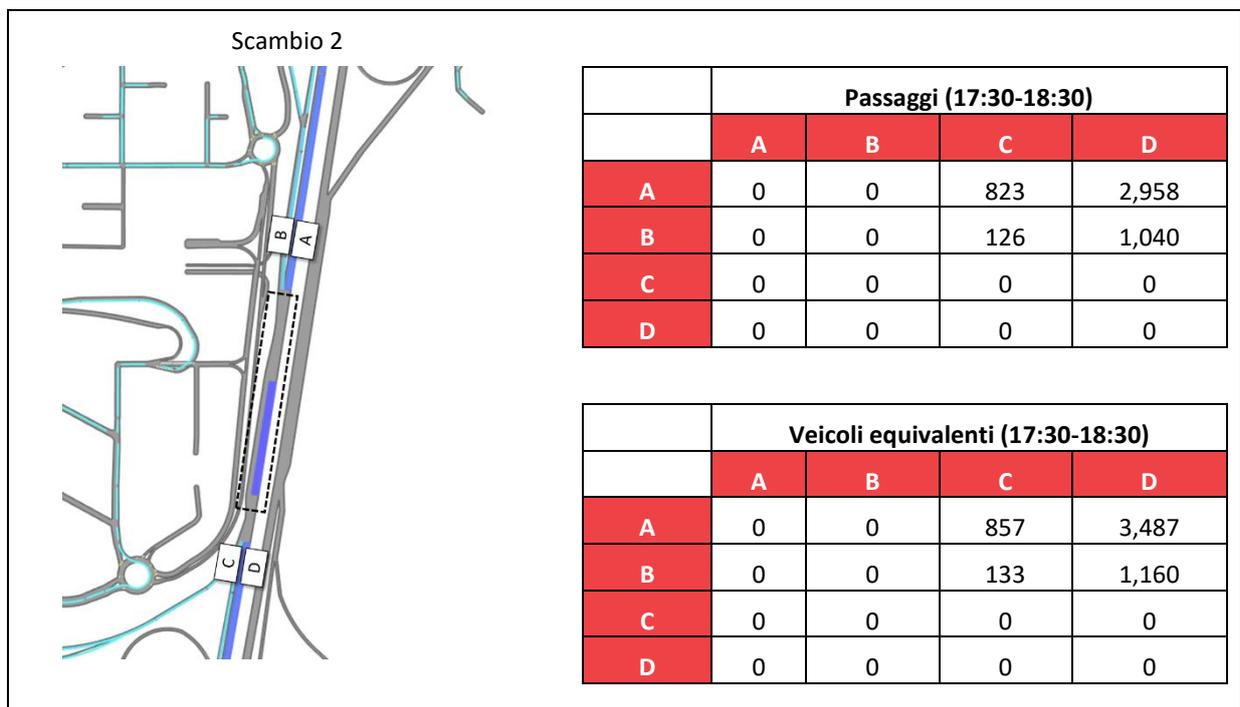


Figura 65. Matrici OD del nodo di interesse (scambio 2). Scenario di sensitività 1.

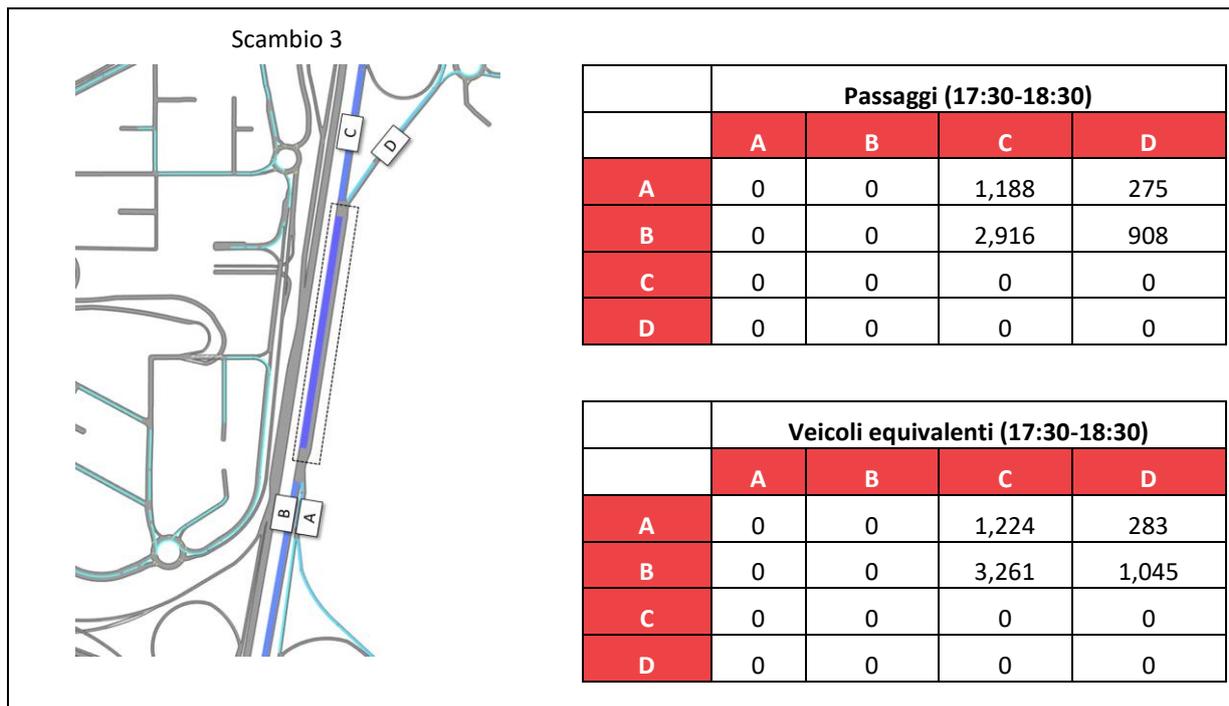


Figura 66. Matrici OD del nodo di interesse (scambio 3). Scenario di sensitività 1.



6.5.1 Sezioni Stradali

Il livello di servizio delle sezioni stradali Au1, Uscita 1, Uscita 2, Ingresso 1 e Ingresso 2 viene calcolato applicando gli intervalli individuati dalla normativa DGR 27 settembre 2016 No. 8/3219 al variare del rapporto Flusso/Capacità. Il valore di capacità adottato varia in funzione della sezione come illustrato nel calcolo a seguire.

LdS	HCM 1985	
	Flusso / Capacità	Flusso (veicoli/ora)
A	0,35	~700
B	0,54	~1100
C	0,77	~1550
D	0,93	~1850
E	> 0,93	-

Tabella 8. Livello di servizio delle sezioni stradali – Scenario di sensitività 1

Sezione	Capacità per corsia [V.eq/h]	Numero di corsie	Capacità totale [V.eq/h]	Flusso [V.eq/h]	V/C	LOS
Au-1	2,300	3	6,900	6,755	0.98	E
Uscita 1	1,750	2	3,500	2,411	0.69	C
Uscita 2	1,800	1	1,800	355	0.20	A
Ingresso 1	1,900	1	1,900	493	0.26	A
Ingresso 2	1,900	1	1,900	680	0.36	B

6.5.2 Zone di scambio

Il livello di servizio delle zone di scambio viene calcolato applicando gli intervalli individuati dalla normativa DGR 27 settembre 2016 No. 8/3219 al variare della densità del flusso. Il valore di velocità viene ricavato dalle risultanze del modello di microsimulazione relativamente all'ora di punta (17:30-18:30).

Densità	Livello di servizio
6.25	A
12.50	B
17.50	C
22.00	D
≤ 27.00	E
> 27.00	F

Figura 67. Corrispondenza tra densità e livello di servizio delle zone di scambio.

Tabella 9. Livello di servizio delle zone di scambio – Scenario di sensitività 1.

Sezione	Flusso [V.eq/h]	Numero di corsie	Velocità media ora di punta [km/h]	Densità [V.eq/km]	LOS
---------	-----------------	------------------	------------------------------------	-------------------	-----



Scambio 1	2,268	3	84	9.0	B
Scambio 2	5,637	5	66	17.1	C
Scambio 3	5,813	5	71	16.3	C

7 Scenario di SENSITIVITA' 2

Questo scenario implementa la medesima domanda di PII per tutte le funzioni eccetto Arena, che viene calcolata come a seguire.

Per questo scenario si ipotizza sempre un evento che attiri una domanda pari alla capienza massima di 16.000 spettatori e che l'evento abbia inizio entro le 21:00.

Nella tabella a seguire si riporta la sintesi del processo di stima della domanda di traffico relazionata con Arena.

Tabella 10. Stima del traffico veicolare attratto dall'Arena – Scenario di sensitività 2

MODO	RIPARTIZIONE MODALE	N. DI UTENTI	COEF. REIMPIMENTO VEICOLARE	TOTALE VEICOLI	COEF. CONVERSIONE VEICOLI EQUIVALENTI	TOTALE VEICOLI
Auto	78.0%	12,480	2,7	4,622	1,0	4,622
Moto	7.0%	1,120	1,5	747	0,5	373
Altro e TP	15%	2,400				4,995
Totale	100.0%	16,000				

Adottando i parametri e le assunzioni precedentemente descritte si ricava che la domanda di traffico complessivamente richiamata nell'area in occasione di un evento di massima affluenza nello scenario di sensitività è pari a 5,152 veicoli equivalenti. Per quanto riguarda lo scenario di domanda, relativo al periodo antecedente l'evento, si stima dunque che in arrivo all'Arena siano attesi:

- 551 veicoli, pari a circa il 10,7% degli arrivi nell'intervallo orario tra le 17:30 e le 18:30, periodo in cui si registra l'ora di punta del traffico esistente; si considera questa finestra temporale quale ora di punta in quanto emerge dai rilievi di traffico che, in questa specifica area, corrisponde al momento di massimo carico veicolare;
- 3,156 veicoli, pari a circa il 61% degli ingressi, tra le 17:30 e le 20:00 (periodo oggetto di microsimulazione di traffico); il modello di microsimulazione indaga un periodo più ampio proprio per consentire la verifica dell'impatto dell'Arena nel momento di massima affluenza alla struttura. Si rimanda al paragrafo 8.5 per una descrizione più dettagliata dei profili di flusso utilizzati nel modello di traffico.

Di seguito si riportano le risultanze richieste estratte dal modello di microsimulazione dinamica di traffico per lo scenario denominato Arena IN riportato all'interno della relazione "Studio Viabilistico" allegato alla documentazione di PAUR.

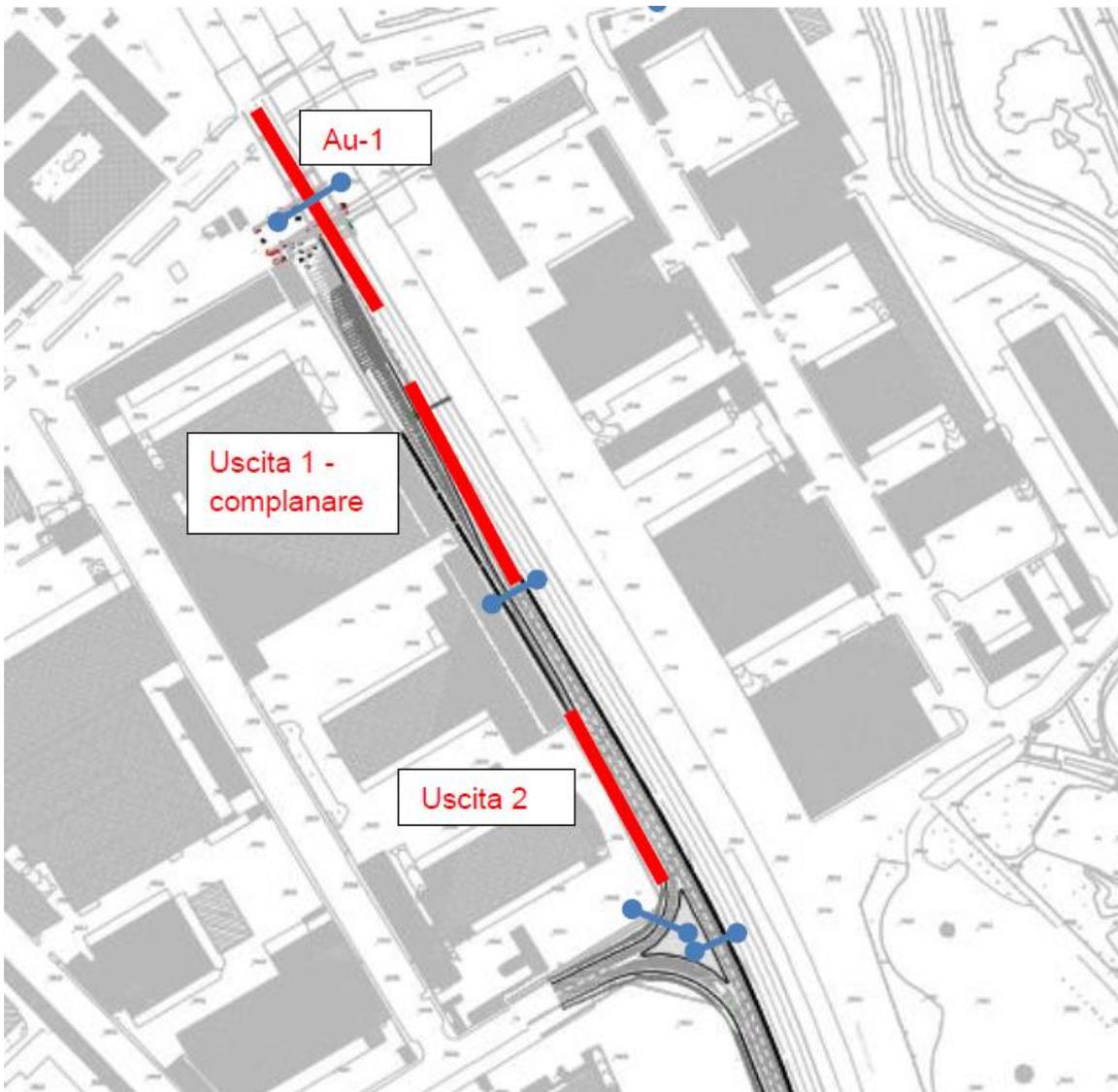
Le ipotesi utilizzate per la stima della domanda di Arena sono di seguito riportate.

Comune di Milano - Prot. 12/05/2021.0256267.E. - Si attesta che la presente copia digitale è conforme all'originale digitale ai sensi dell'art. 23-bis del D.Lgs. n. 82/2005. Il corrispondente documento informatico originale è conservato negli archivi di Comune di Milano



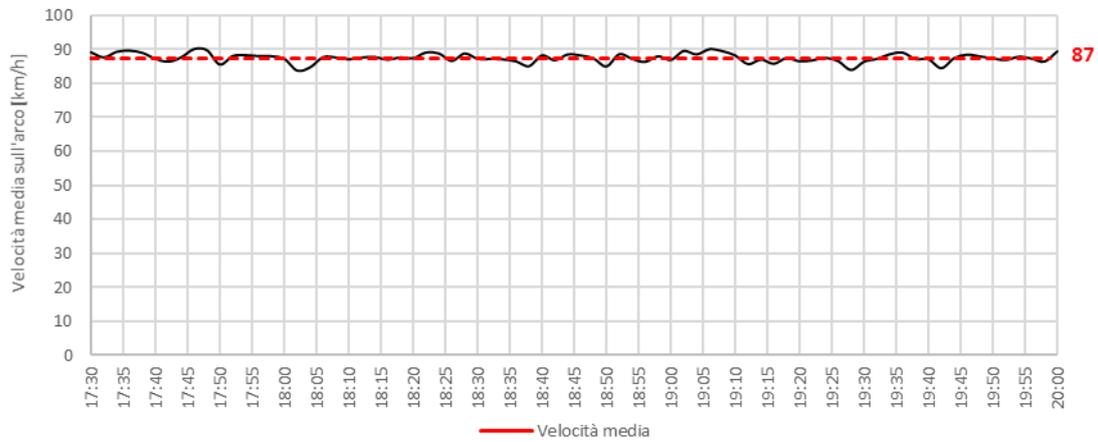


7.1 Rampa di uscita Nord

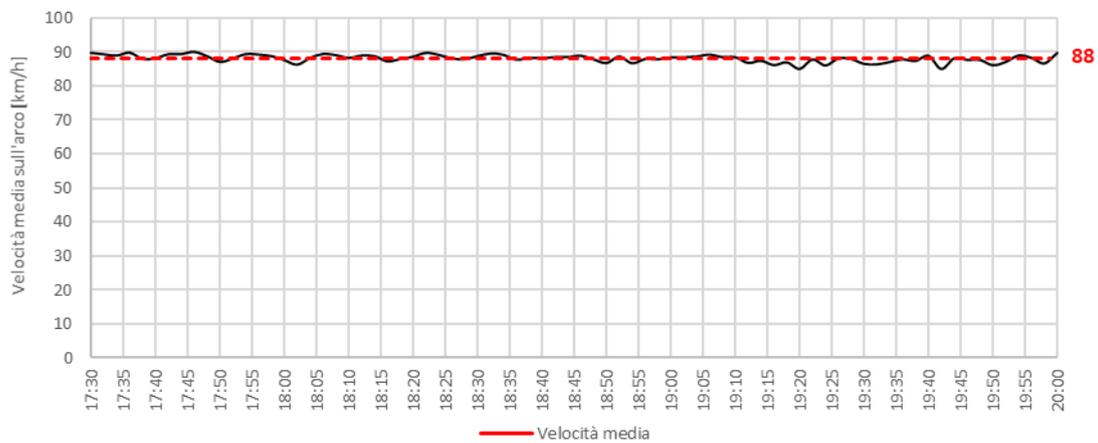




Andamento della velocità media sull'arco Au-1



Andamento della velocità media sull'arco Uscita 1



Andamento della velocità media sull'arco Uscita 2

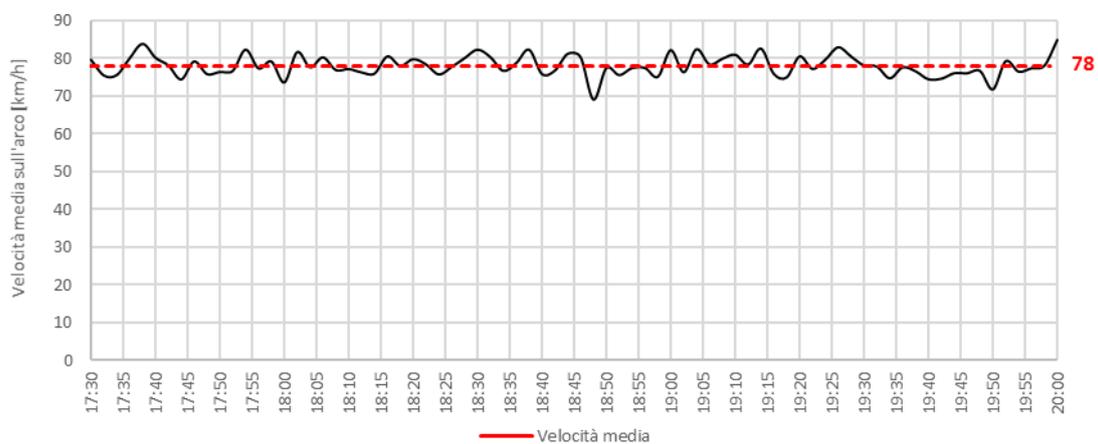
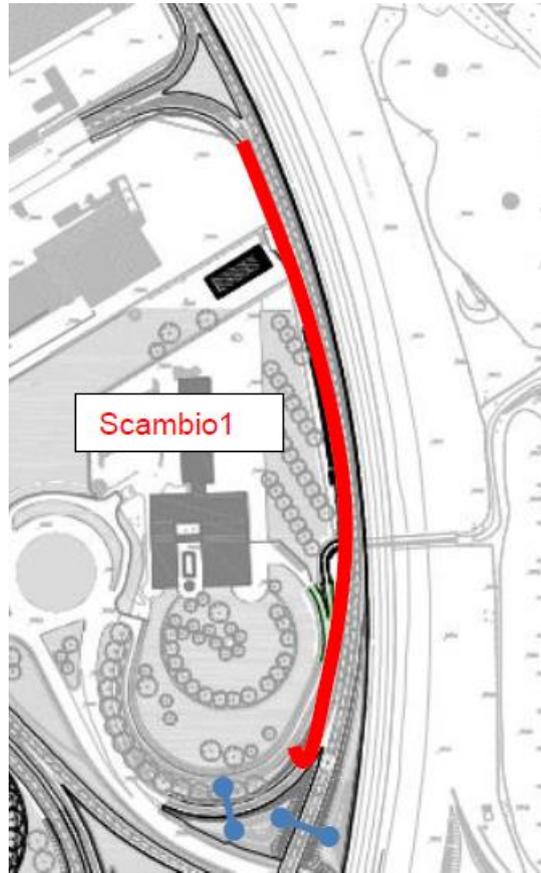


Figura 68. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse. Scenario di sensibilità 2.



7.2 Corsia di scambio a sud di CAMM



Andamento della velocità media sull'arco Scambio 1

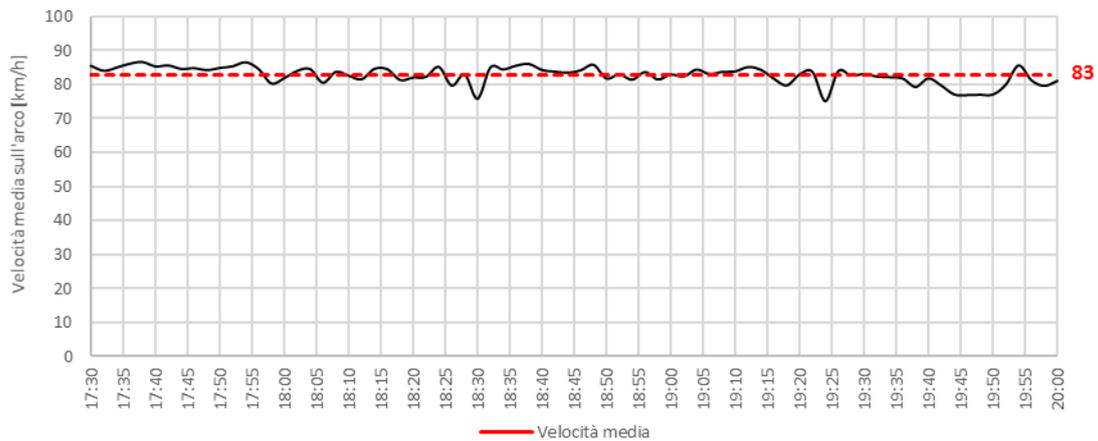
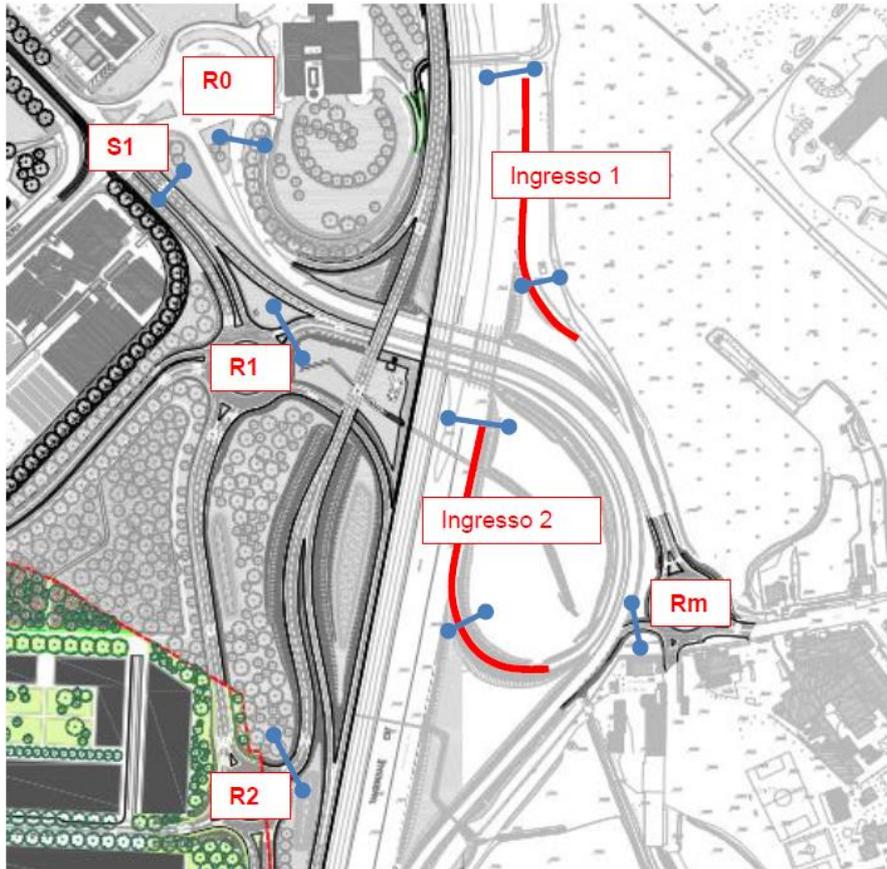


Figura 69. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse. Scenario di sensitività 2.



7.3 Svincolo mecenate



7.3.1 Rotatoria r2



Figura 70. Andamento delle code

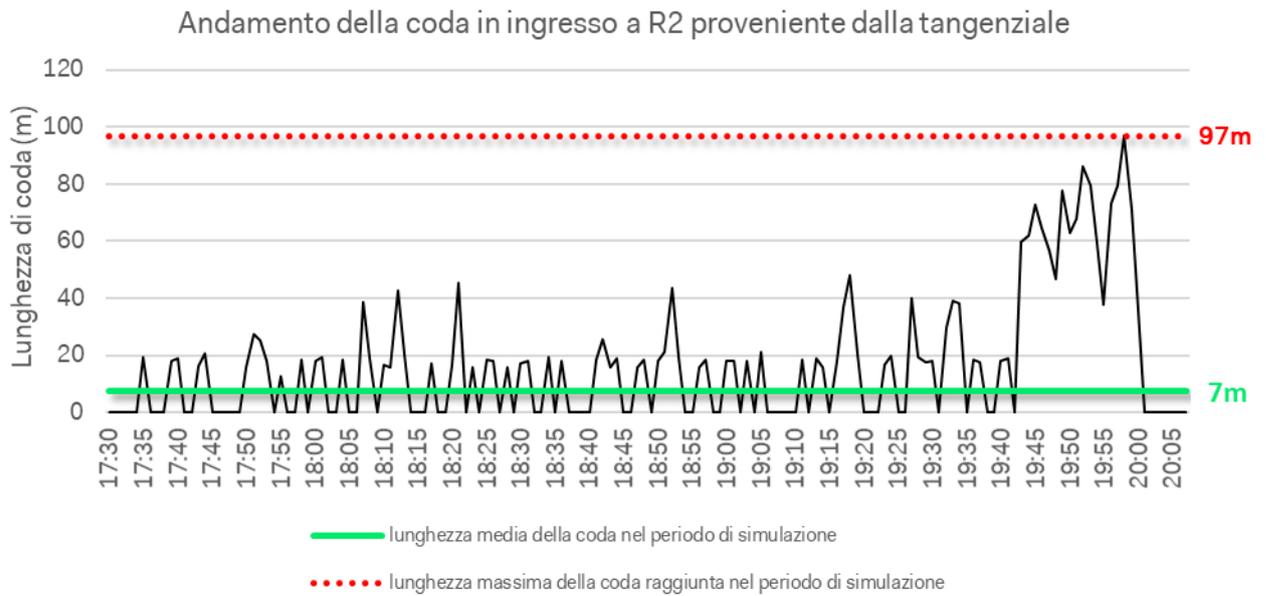


Figura 71. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria R2: Approccio Autostrada-R2 – Scenario di sensitività 2.

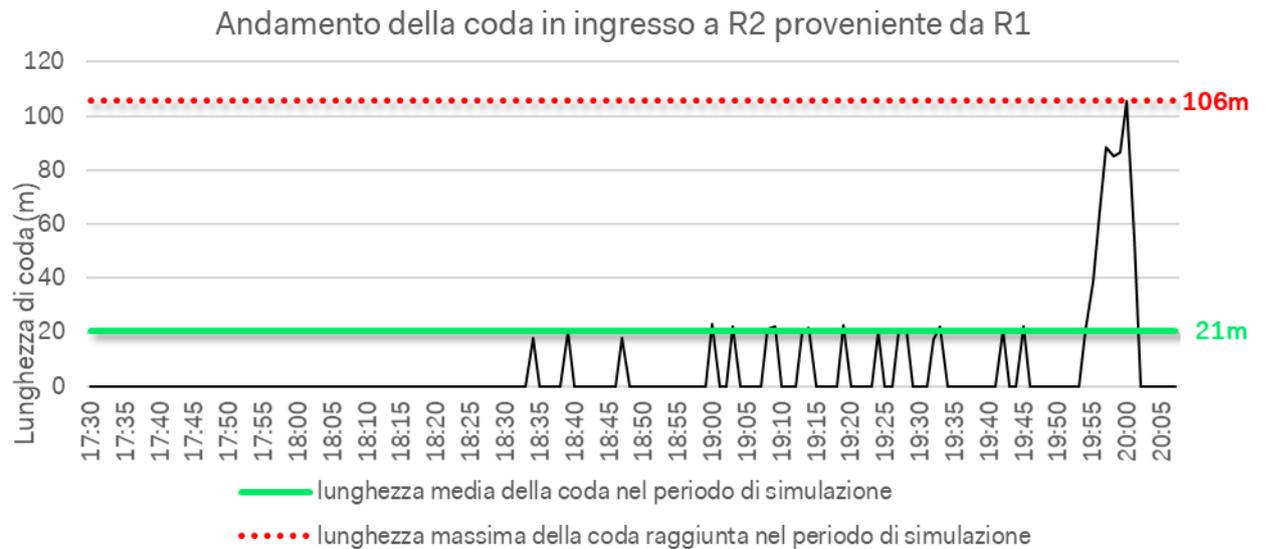


Figura 72. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria R2: Approccio R1-R2 – Scenario di sensitività 2.



7.3.2 Rotatoria RM

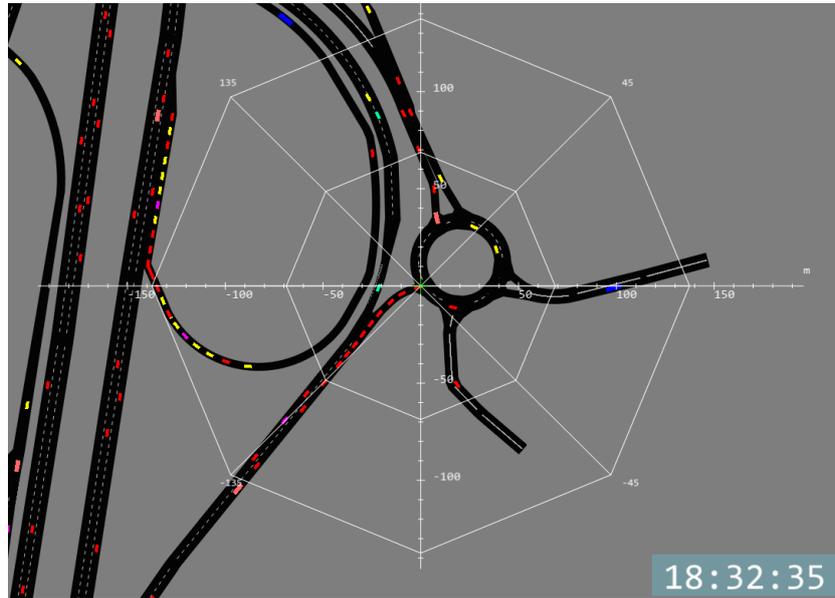


Figura 73. Andamento delle code

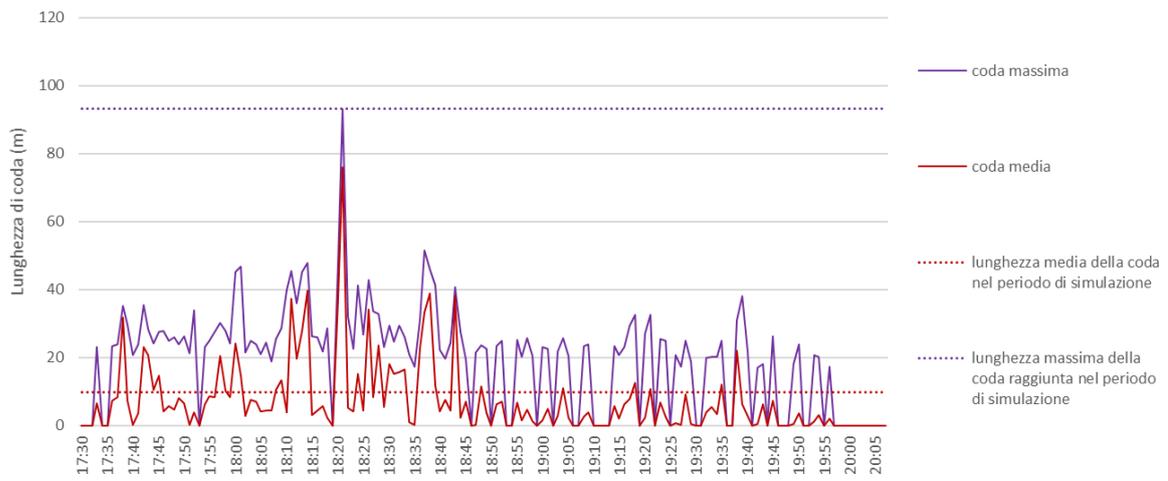


Figura 74. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria RM: Approccio Autostrada-RM – Scenario di sensibilità 2.



7.3.3 Ingresso 1

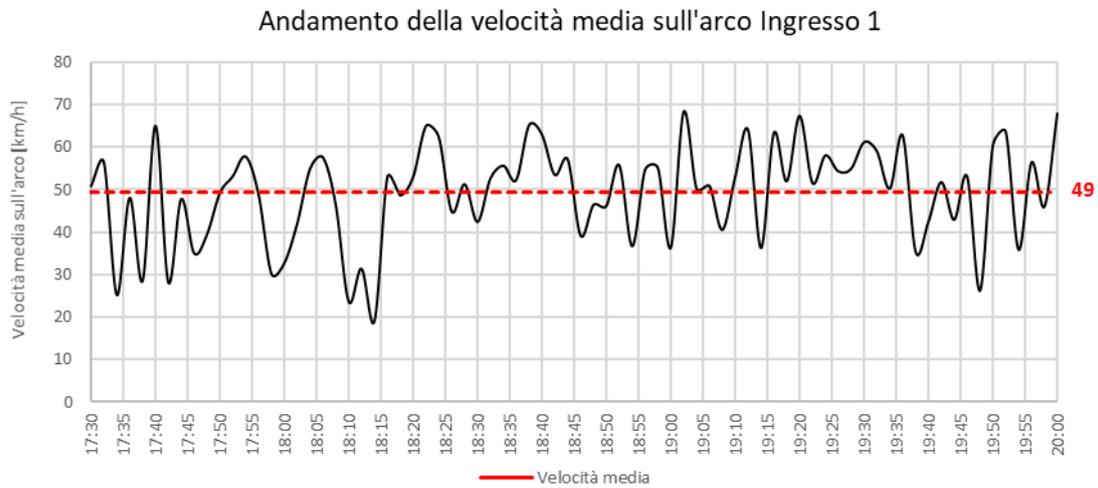


Figura 75. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse. Scenario di sensitività 2.

7.3.4 Ingresso 2

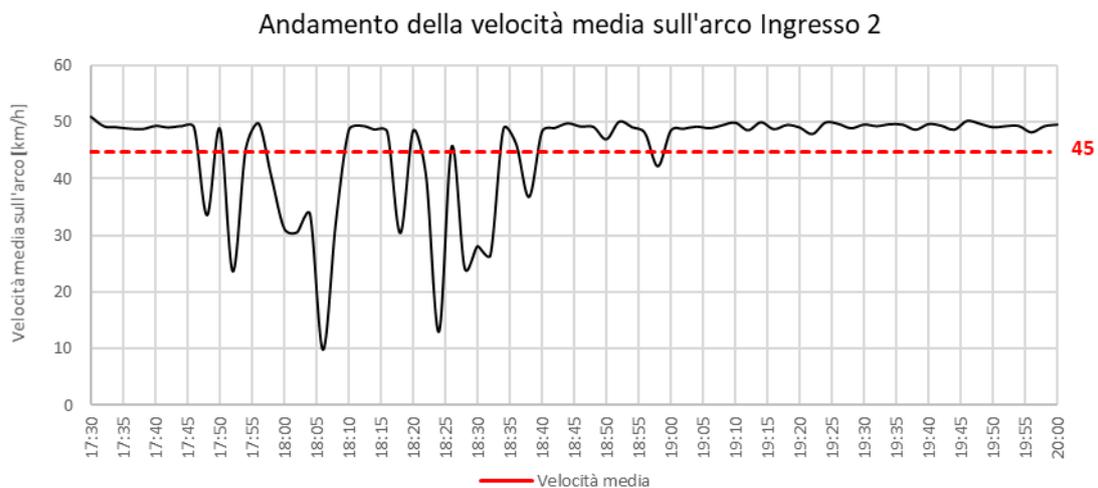
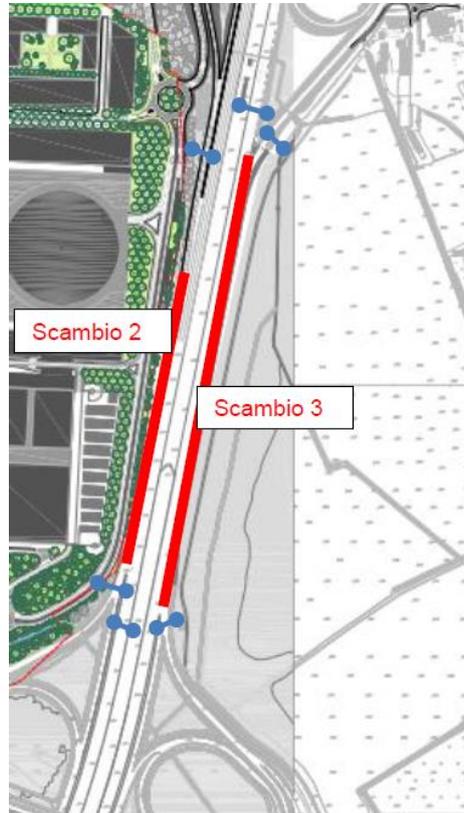


Figura 76. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse. Scenario di sensitività 2.



7.4 Corsie di scambio tra Mecenate e Paullese



7.4.1 Scambio 2

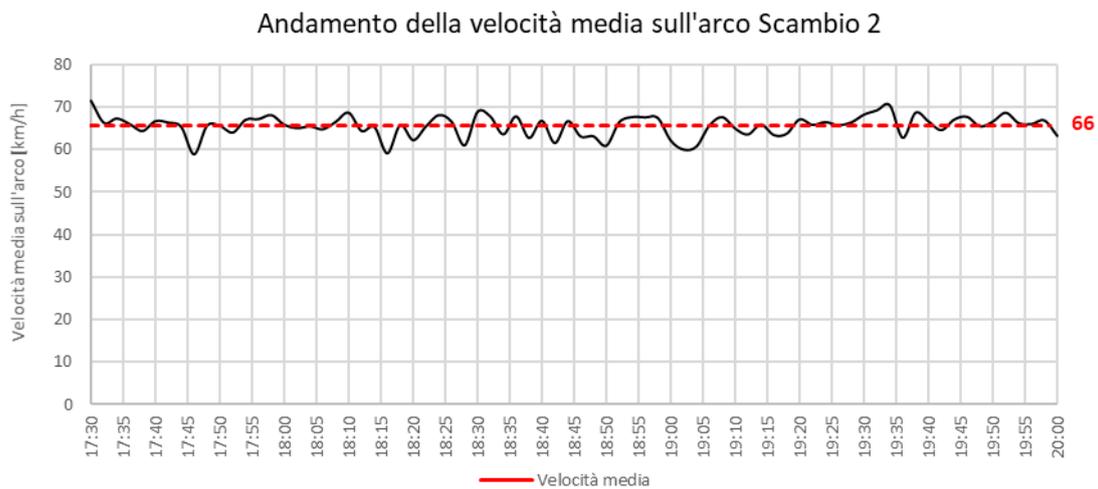


Figura 77. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse. Scenario di sensitività 2.



7.4.2 Scambio 3

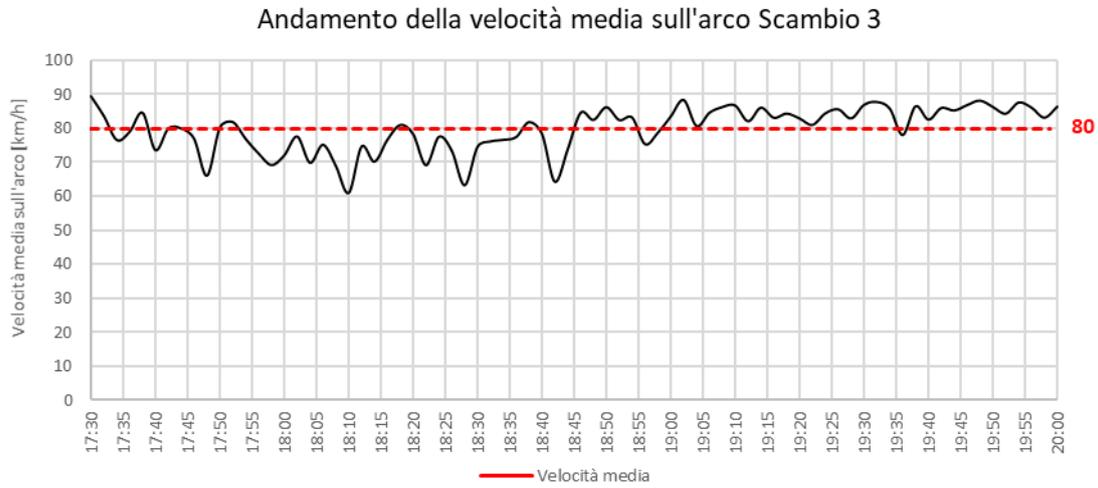


Figura 78. Andamento delle velocità di simulazione nella sezione di interesse. Scenario di sensitività 2.



7.5 Matrici OD

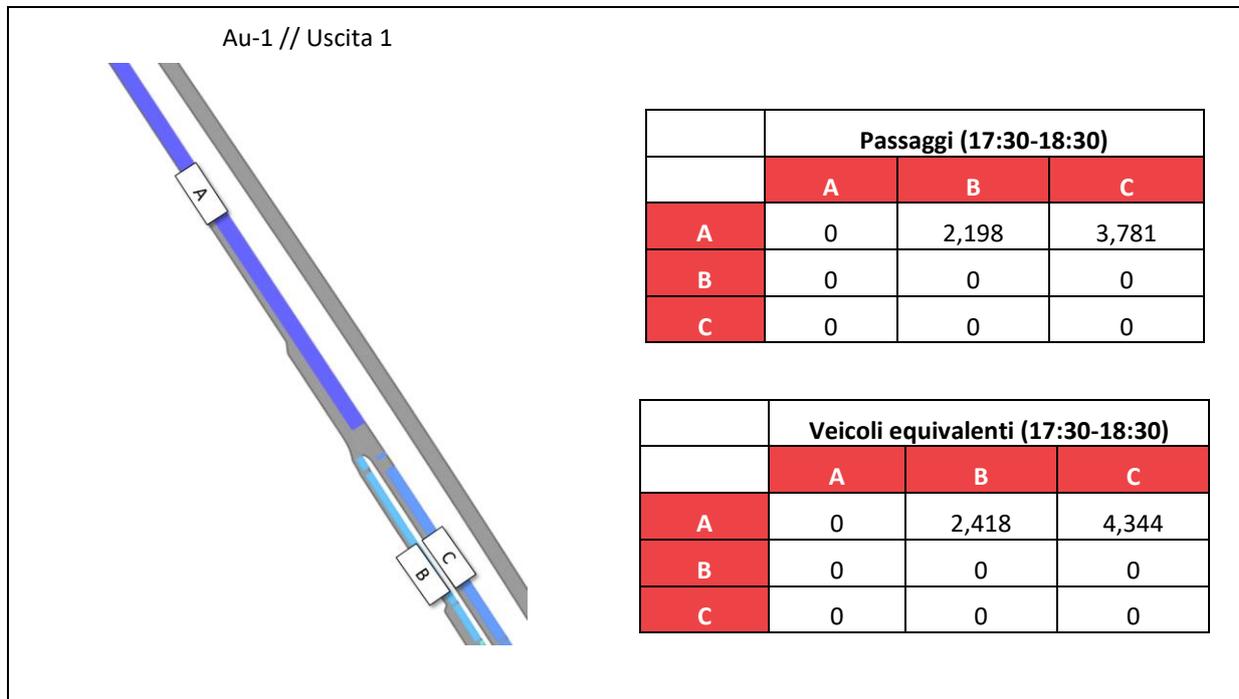


Figura 79. Matrici OD del nodo di interesse (Au-1 // Uscita 1). Scenario di sensibilità 2.

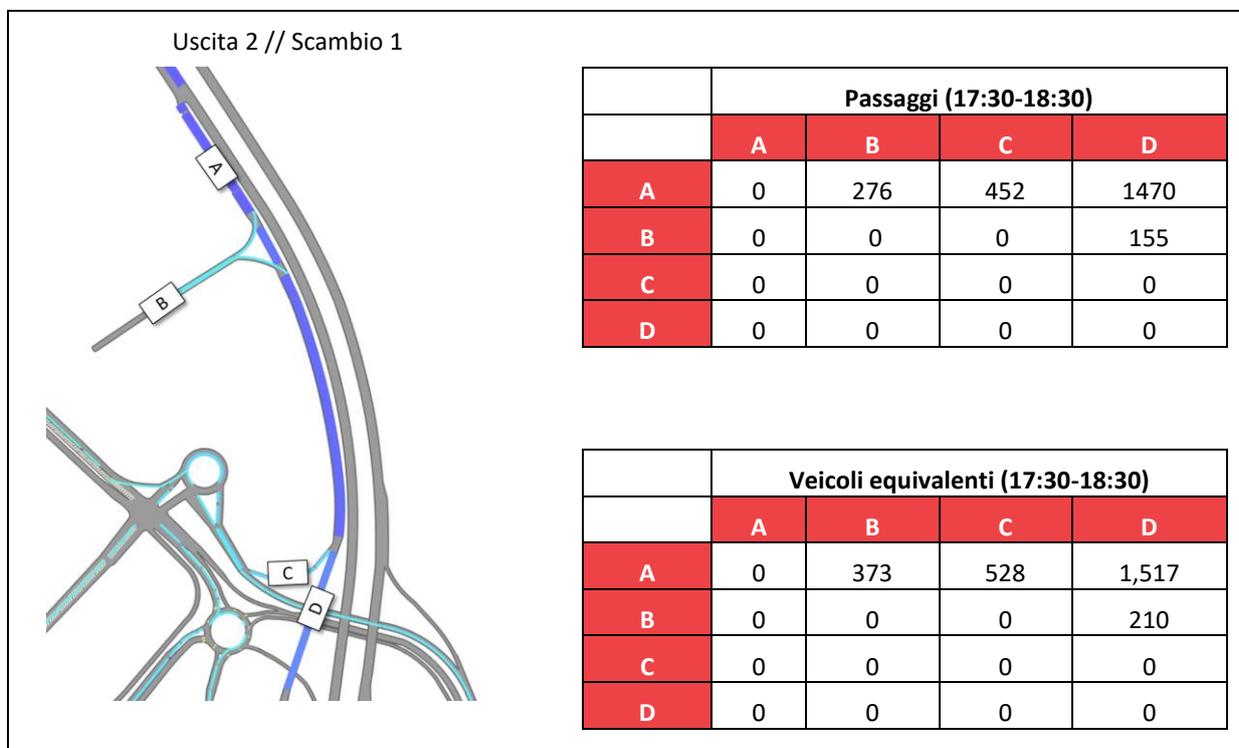


Figura 80. Matrici OD del nodo di interesse (Uscita 2 // Scambio 1). Scenario di sensibilità 2.

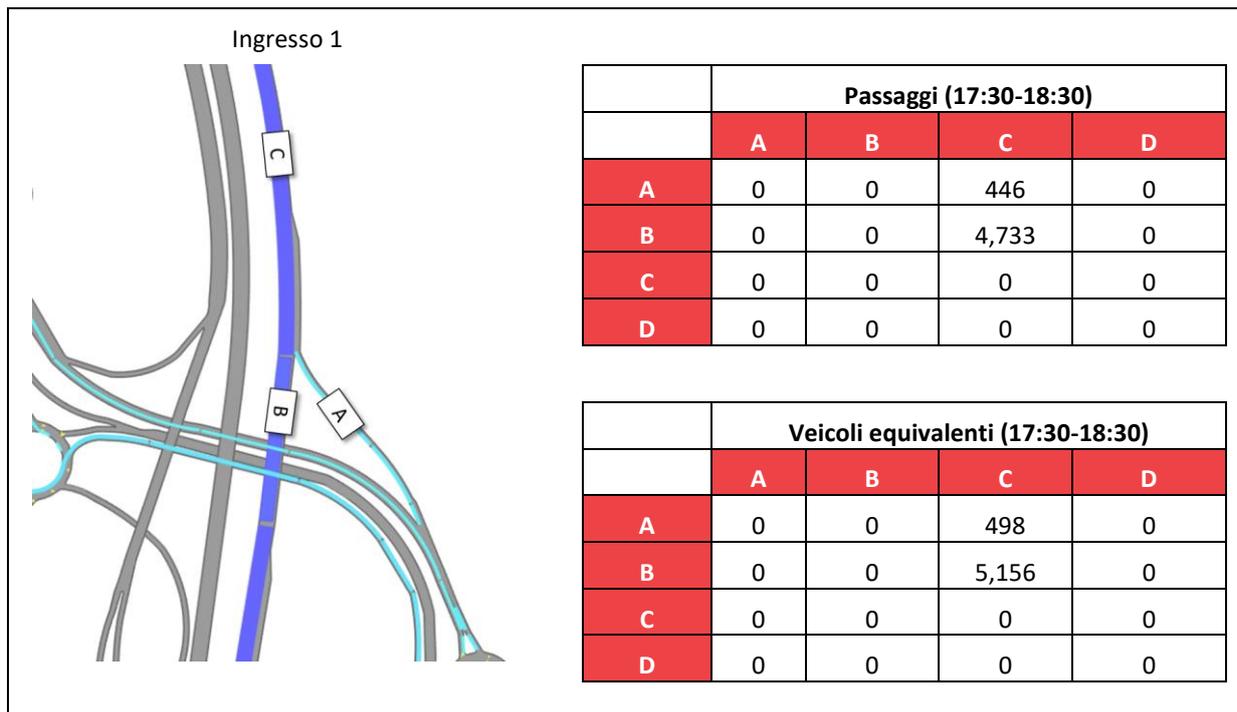


Figura 81. Matrici OD del nodo di interesse (Ingresso 1). Scenario di sensitività 2.

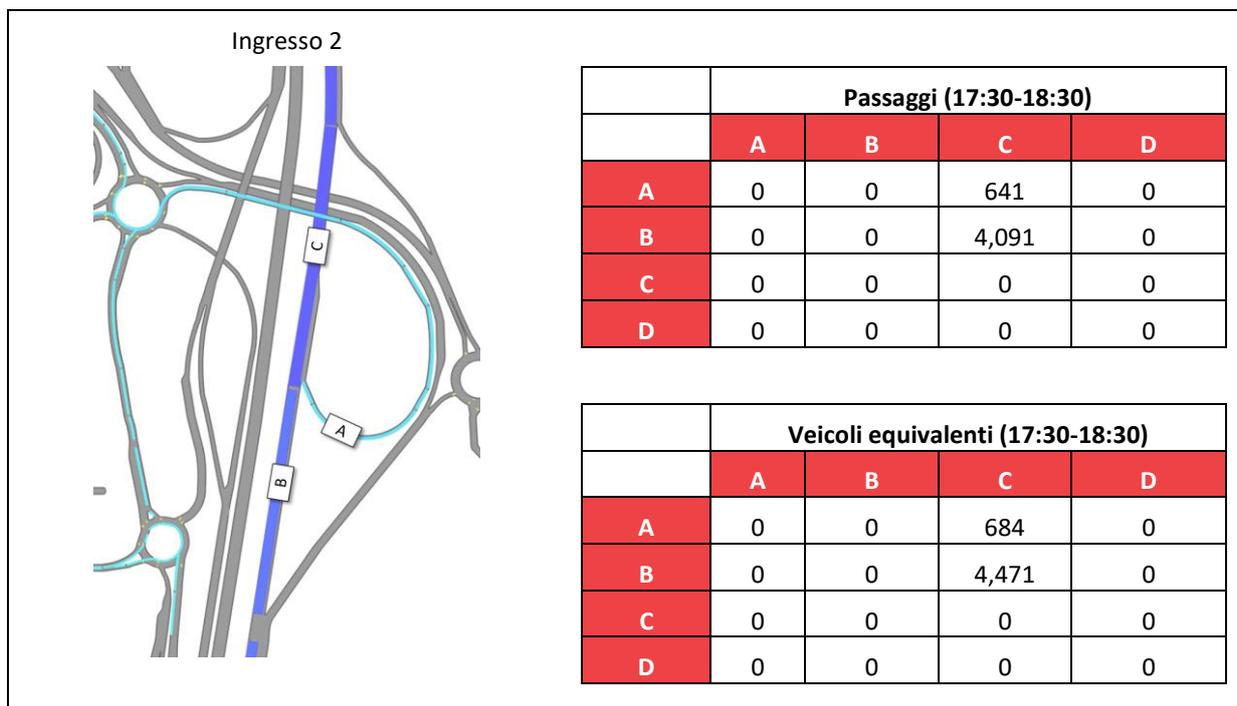


Figura 82. Matrici OD del nodo di interesse (Ingresso 2). Scenario di sensitività 2.

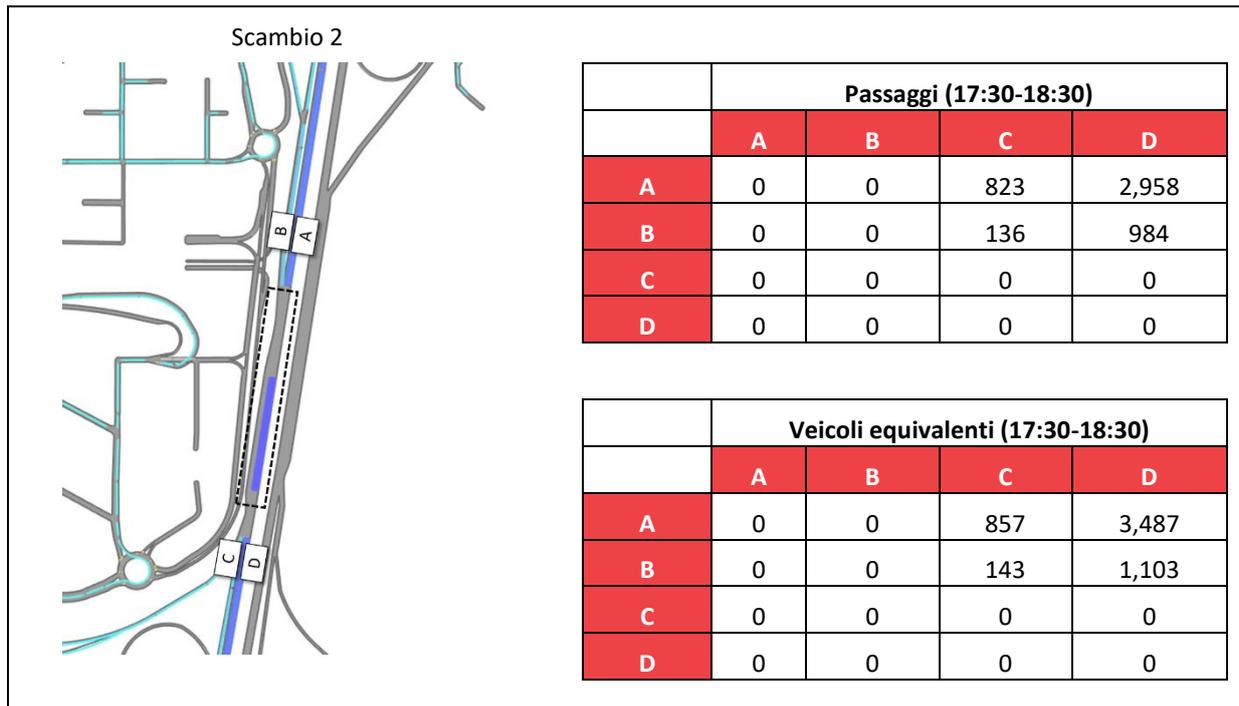


Figura 83. Matrici OD del nodo di interesse (Scambio 2). Scenario di sensitività 2.

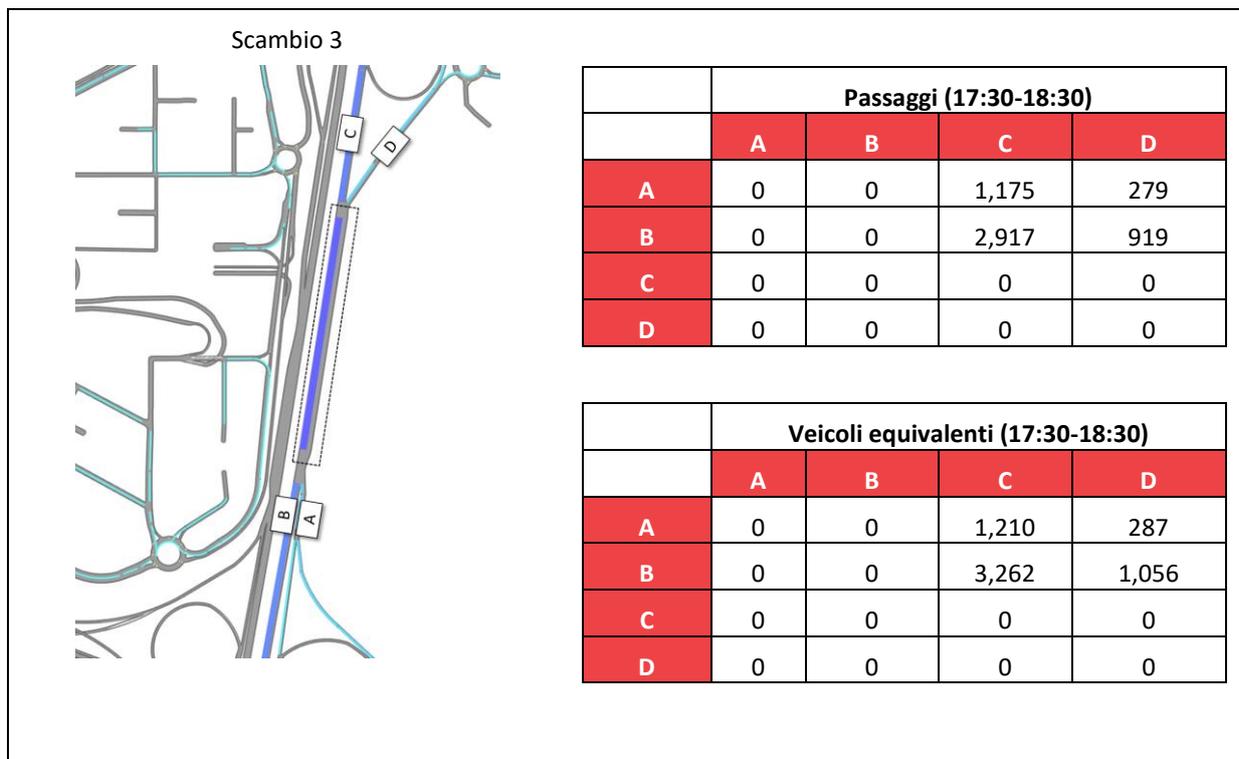


Figura 84. Matrici OD del nodo di interesse (Scambio 3). Scenario di sensitività 2.



7.5.1 Sezioni Stradali

Il livello di servizio delle sezioni stradali Au1, Uscita 1, Uscita 2, Ingresso 1 e Ingresso 2 viene calcolato applicando gli intervalli individuati dalla normativa DGR 27 settembre 2016 No. 8/3219 al variare del rapporto Flusso/Capacità. Il valore di capacità adottato varia in funzione della sezione come illustrato nel calcolo a seguire.

LdS	HCM 1985	
	Flusso / Capacità	Flusso (veicoli/ora)
A	0,35	~700
B	0,54	~1100
C	0,77	~1550
D	0,93	~1850
E	> 0,93	-

Tabella 11. Livello di servizio delle sezioni stradali – Scenario di sensitività 2

Sezione	Capacità per corsia [V.eq/h]	Numero di corsie	Capacità totale [V.eq/h]	Flusso [V.eq/h]	V/C	LOS
Au-1	2,300	3	6,900	6,762	0.98	E
Uscita 1	1,750	2	3,500	2,418	0.69	C
Uscita 2	1,800	1	1,800	373	0.21	A
Ingresso 1	1,900	1	1,900	498	0.26	A
Ingresso 2	1,900	1	1,900	684	0.36	B



7.5.2 Zone di scambio

Il livello di servizio delle zone di scambio viene calcolato applicando gli intervalli individuati dalla normativa DGR 27 settembre 2016 No. 8/3219 al variare della densità del flusso. Il valore di velocità viene ricavato dalle risultanze del modello di microsimulazione relativamente all'ora di punta (17:30-18:30).

Densità	Livello di servizio
6.25	A
12.50	B
17.50	C
22.00	D
≤ 27.00	E
> 27.00	F

Figura 85. Corrispondenza tra densità e livello di servizio delle zone di scambio.

Tabella 12. Livello di servizio delle zone di scambio – Scenario di sensitività 2

Sezione	Flusso [V.eq/h]	Numero di corsie	Velocità media ora di punta [km/h]	Densità [V.eq/km]	LOS
Scambio 1	2,255	3	84	9.0	B
Scambio 2	5,589	5	66	17.0	C
Scambio 3	5,816	5	75	15.5	C



8 Scenario di progetto ARENA OUT

8.1 Svincolo mecenate

8.1.1 Rotatoria R1

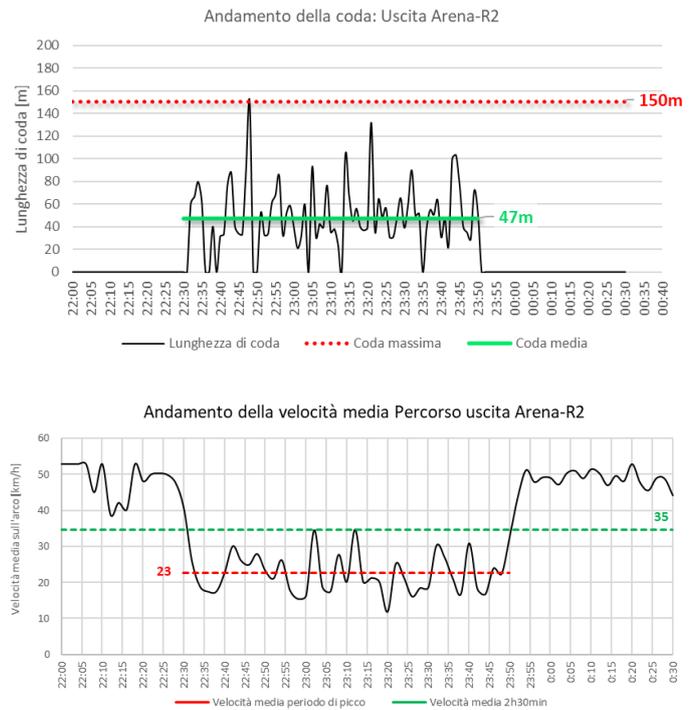
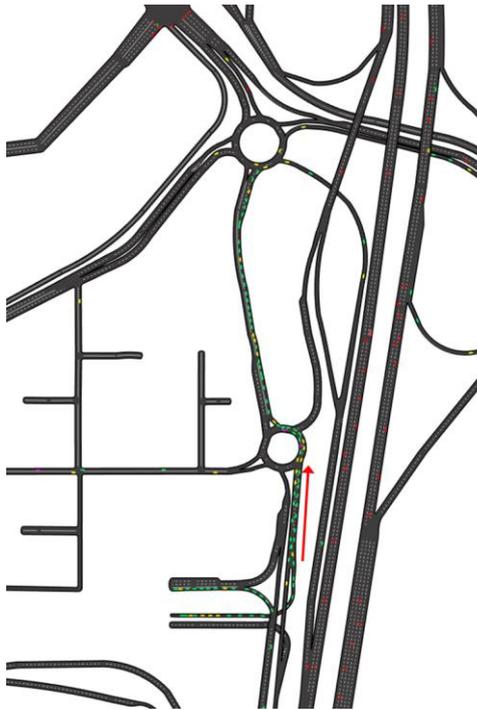


Figura 86. Andamento della coda e la velocità tra l'uscita dell'Arena e la rotatoria R2. Scenario ARENA OUT.



8.1.2 Rotatoria R2

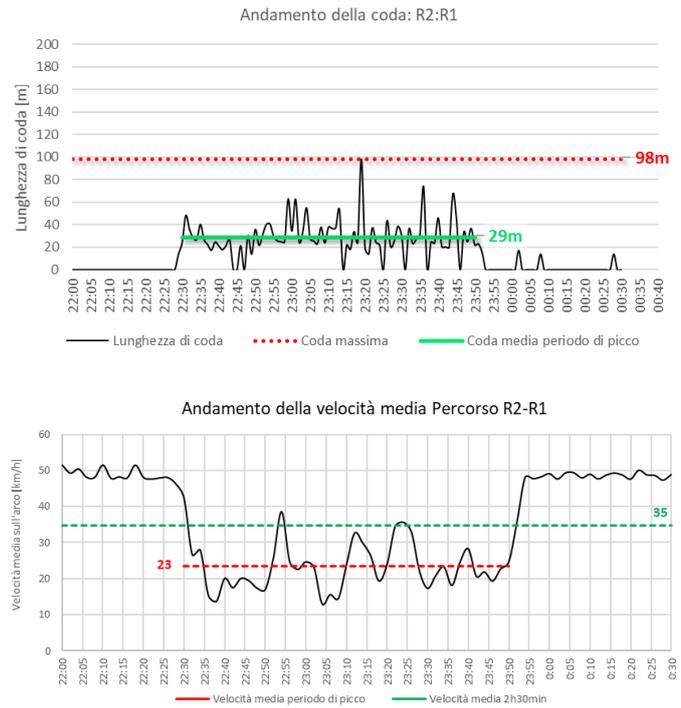
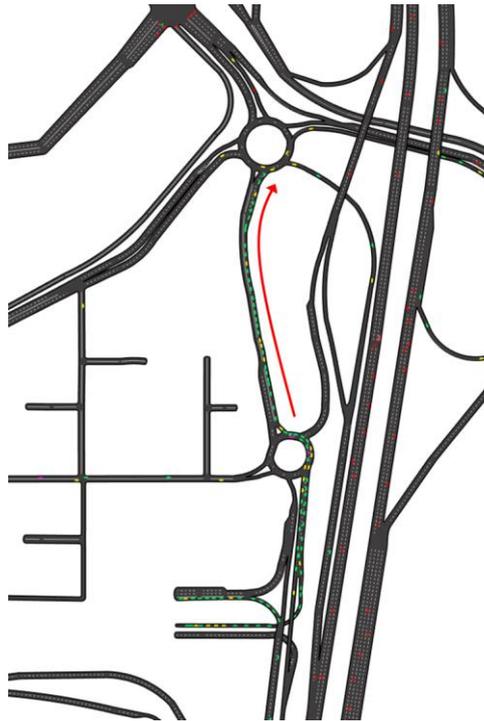


Figura 87. Andamento della coda e la velocità tra le rotatorie R2 e R1. Scenario ARENA OUT.

8.1.3 Ingresso 1

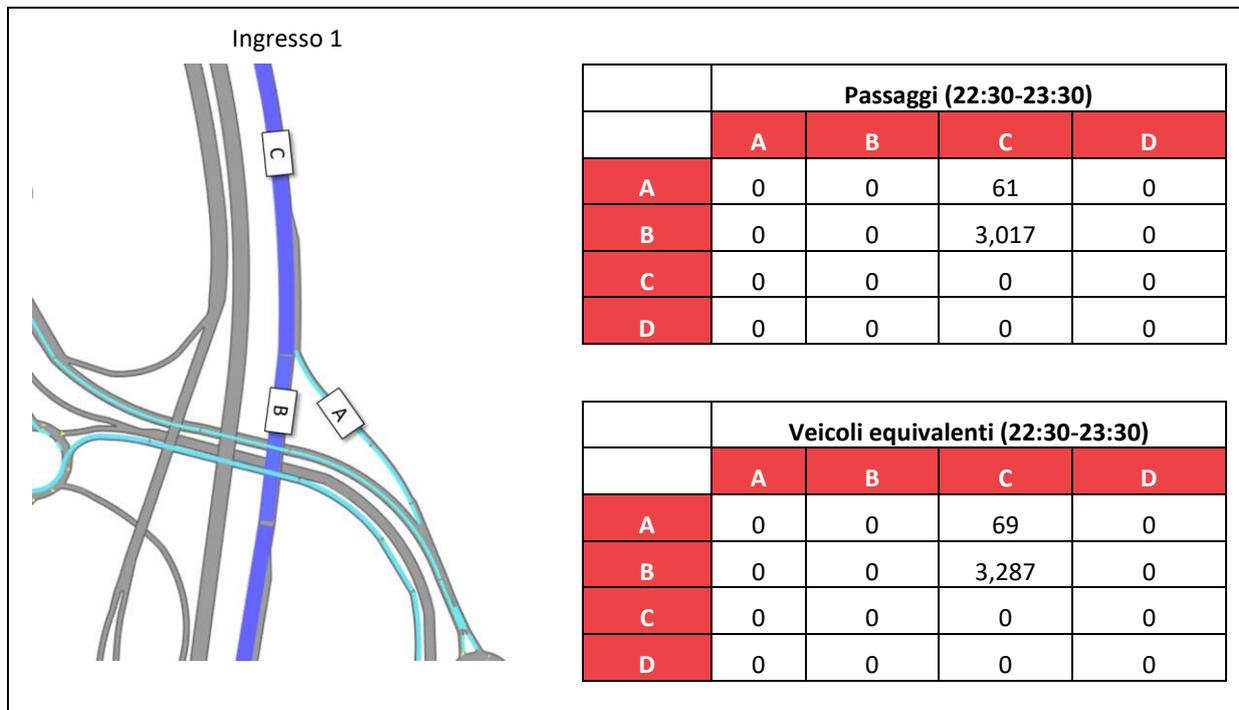


Figura 88. Matrici OD del nodo di interesse (Ingresso 1). Scenario ARENA OUT.

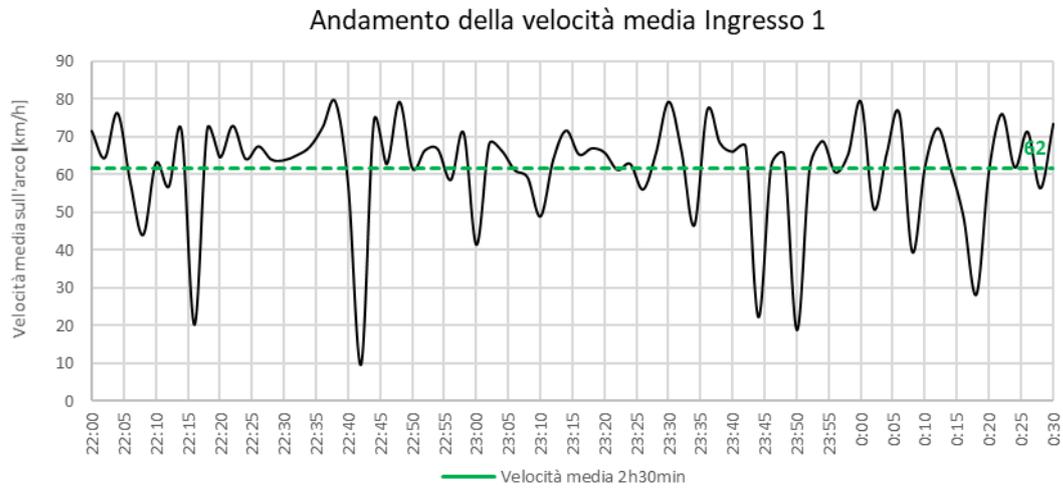


Figura 89. Andamento della velocità. Ingresso 1. Scenario ARENA OUT.

8.1.4 Ingresso 2

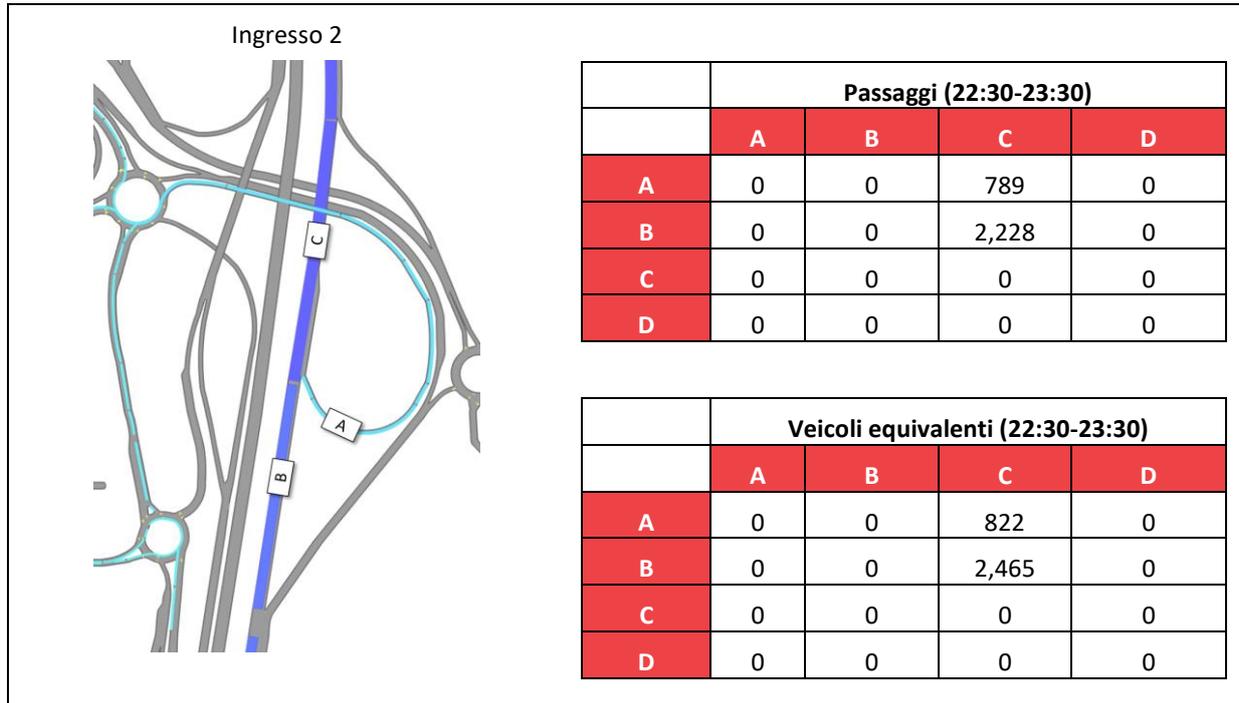


Figura 90. Matrici OD del nodo di interesse (Ingresso 2). Scenario ARENA OUT.



Andamento della velocità media sull'arco Ingresso 2 Rampa (Sezione A)

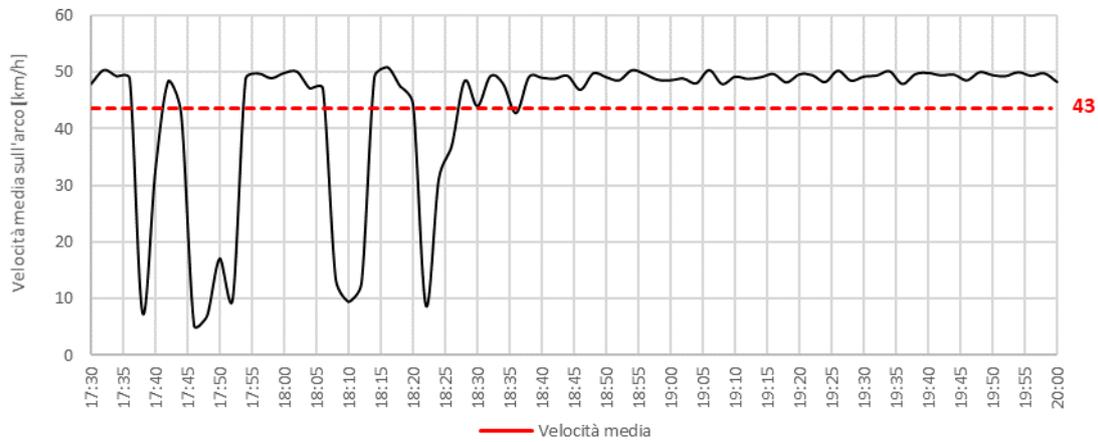


Figura 91. Andamento della velocità. Ingresso 1. Scenario ARENA OUT.

Tabella 13. Livello di servizio delle sezioni stradali – Scenario ARENA OUT.

Sezione	Capacità per corsia [V.eq/h]	Numero di corsie	Capacità totale [V.eq/h]	Flusso [V.eq/h]	V/C	LOS
Ingresso 1	1,900	1	1,900	69	0.04	A
Ingresso 2	1,900	1	1,900	822	0.43	B

8.2 Corsie di scambio tra Mecenate e Paullese

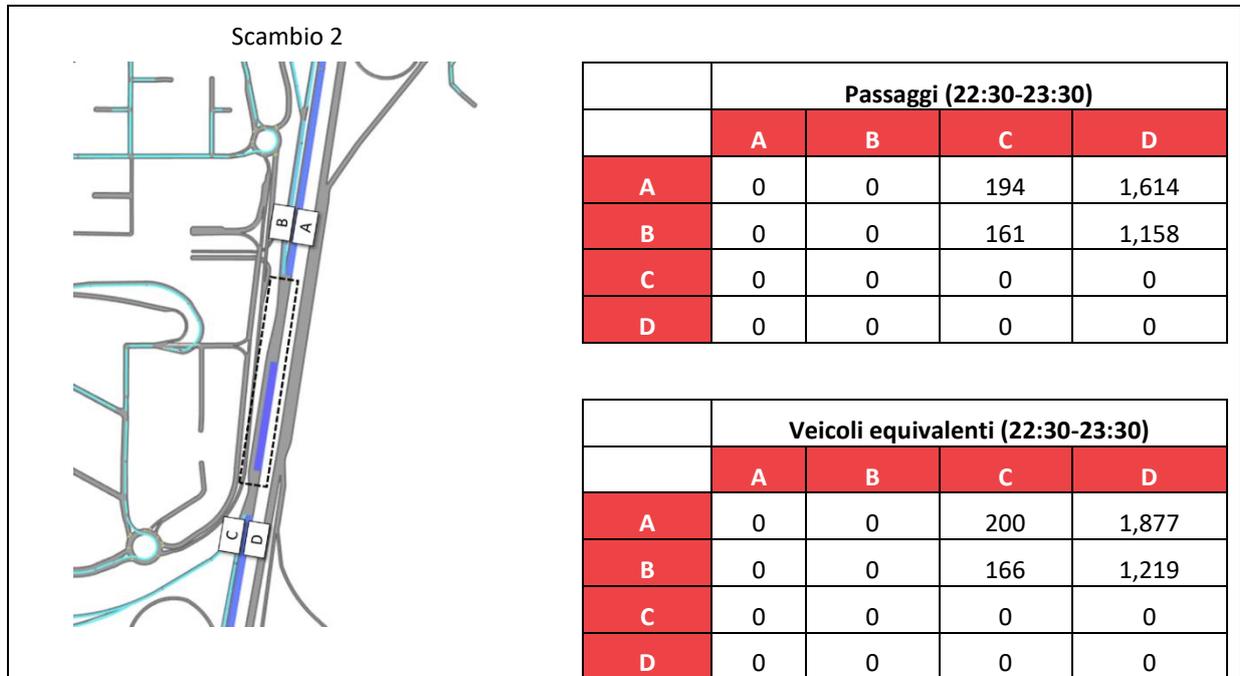


Figura 92. Matrici OD del nodo di interesse (Scambio 2). Scenario ARENA OUT.

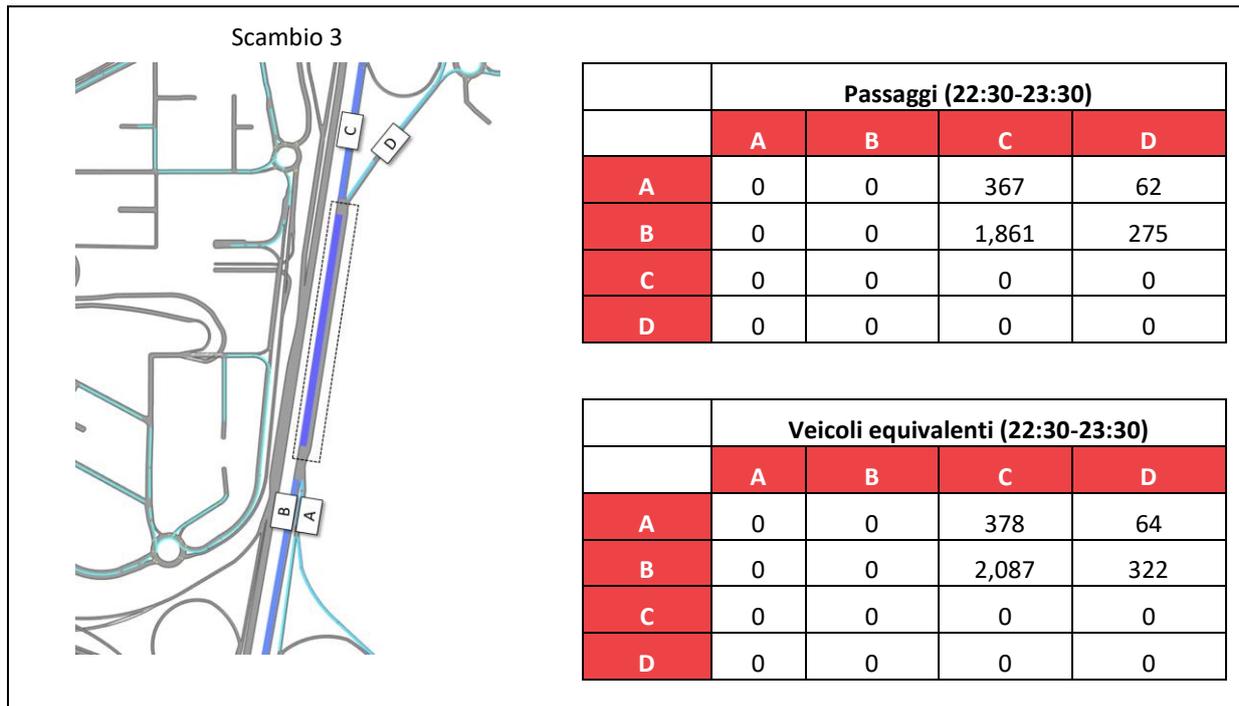


Figura 93. Matrici OD del nodo di interesse (Scambio 3). Scenario ARENA OUT.

Tabella 14. Livello di servizio delle zone di scambio – Scenario ARENA OUT.

Sezione	Flusso [V.eq/h]	Numero di corsie	Velocità media ora di punta [km/h]	Densità [V.eq/km]	LOS
Scambio 2	3,462	5	58	11.9	B
Scambio 3	2,851	5	89	6.4	B



9 Scenari alternativi di riconfigurazione dello svincolo di Mecenate

In riscontro alla nota 7172 del 16/03/2021 del Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile, sono stati analizzati tramite il modello di microsimulazione i seguenti 4 scenari alternativi di riconfigurazione dello svincolo di Mecenate:

- **Alternativa 1:** Aumento della lunghezza del tratto di scambio tra gli svincoli di Mecenate e Puallese, modificando il tracciato delle rampe di immissione da CAMM e da R1.
- **Alternativa 2:** Eliminazione della rampa di immissione da CAMM.
- **Alternativa 3:** Eliminazione della rampa di immissione da R1.
- **Alternativa 4:** Eliminazione svincolo di ingresso e uscita da CAMM e realizzazione di una nuova connessione stradale che collega l'area di CAMM con la rotonda esistente di Mecenate/Ungheria.

Di seguito vengono rappresentate schematicamente le diverse proposte di intervento e riportati i principali risultati delle micro-simulazioni riferite allo scenario denominato Arena IN. In particolare si riportano le risultanze ritenute più significative nel confronto con lo scenario di progetto Base (scenario di PII) con particolare riferimento alla funzionalità degli elementi autostradali. Le soluzioni alternative sono infatti state proposte nella nota su menzionata quali possibili interventi di ottimizzazione della sezione denominata Scambio 2 corrispondente alla corsia di scambio tra lo svincolo di Mecenate e lo svincolo Puallese in direzione Sud.

Una volta analizzate le singole alternative si propone un confronto tra le diverse risultanze da cui, come evidenziato nelle pagine a seguire, emerge che la soluzione Alternativa 1 risulta la più funzionale e per tale motivo viene valutata anche in relazione allo scenario di domanda Arena Out.



9.1 Scenario ARENA IN

9.1.1 Alternativa 1

L'alternativa 1 prevede l'aumento della lunghezza del tratto di scambio tra gli svincoli di Mecenate e Pauslese (Scambio 2), insieme ad una modifica del tracciato delle rampe di immissione da CAMM e R1. Nelle immagini a seguire si evidenzia schematicamente la proposta paragonandola allo scenario Base (di PII).



Scenario Base (PII)

Alternativa 1

Figura 94. Configurazione dello svincolo di Mecenate modificato – Alternativa 1.

Questo scenario si differenzia dallo scenario Base in quanto la rampa di immissione da R1 e la rampa di immissione da CAMM confluiscono prima di immettersi nell'asse principale consentendo di aumentare la lunghezza del tratto di scambio 2.

Le prestazioni della zona di scambio 2, a parità di flussi circolanti, migliorano significativamente grazie alle modifiche geometriche proposte. La velocità media del tratto di scambio aumenta rispetto allo scenario base (PII), con una conseguente riduzione della densità media, raggiungendo un Livello di Servizio medio pari a B.

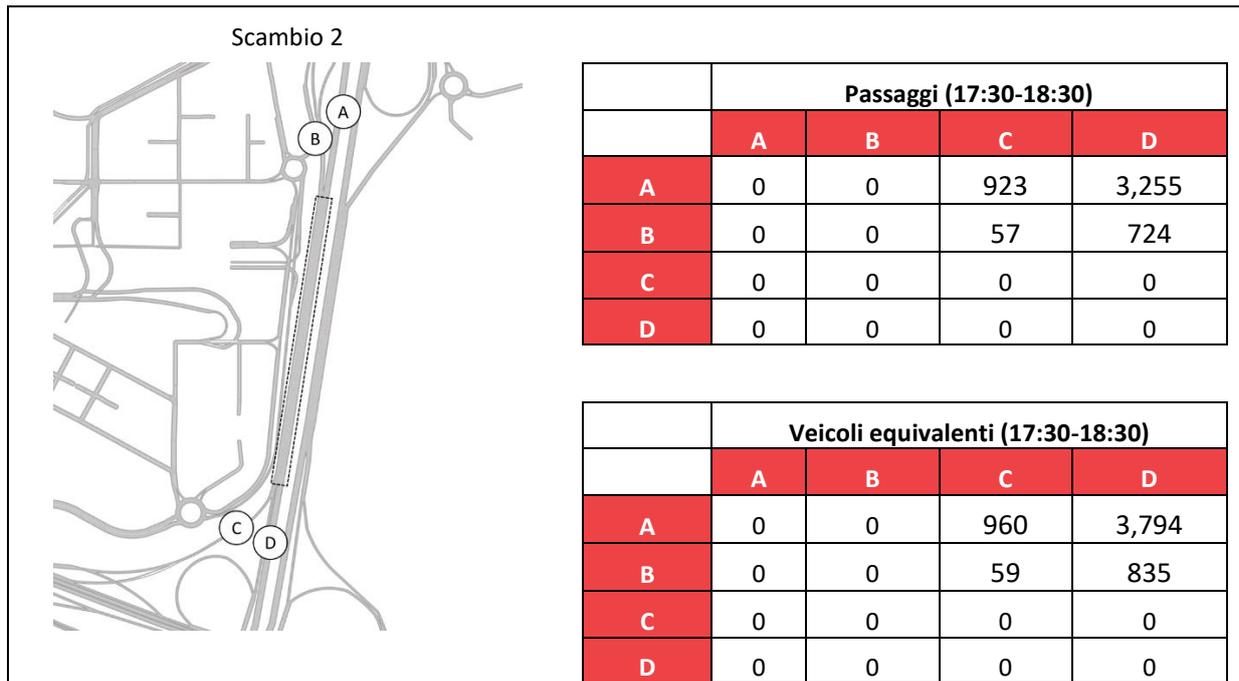


Figura 95. Matrici OD dello Scambio 2 – Alternativa 1 – Scenario Arena IN.

Tabella 15. Livello di servizio della zona di scambio 2 – Scenario Arena IN – Alternativa 1 (17:30-18:30).

Scenario	Flusso totale [v.eq/h]	Flusso per corsia [v.eq/h]	Velocità media ora di punta [km/h]	Densità [V.eq/km]	LOS
Arena IN - PII	5.592	1.118	66	16,9	C
Arena IN - Alternativa 1	5.647	1.129	91	12.4	B



9.1.2 Alternativa 2

L'alternativa 2 prevede l'eliminazione della rampa di immissione da CAMM.



Scenario Base (PII)

Alternativa 2

Figura 96. Configurazione dello svincolo di Mecenate modificato – Alternativa 2.

Rispetto allo scenario di progetto base (PII), questa configurazione comporta un aumento dei flussi in ingresso alle rotonde R2 e R1 pari a circa l'8% e il 4%, rispettivamente. L'aumento dei flussi si concentra nell'approccio di R2 proveniente dalla tangenziale (+12%) e nell'approccio sud di R1 (+31%).



Figura 97. Variazioni percentuali dei flussi ai nodi – Scenario Arena IN: Alternativa 2 vs. Scenario Base (PII).



Per i due approcci maggiormente interessati dalla redistribuzione dei flussi di traffico si riportano sotto gli andamenti degli accodamenti durante tutto il periodo analizzato nel modello di microsimulazione (17:30-20:00).

Seppur gli accodamenti non presentino particolari criticità si osserva che sono comunque peggiorativi rispetto alla condizione rilevata nello scenario Base riportate ne capitolo 3 del presente documento.

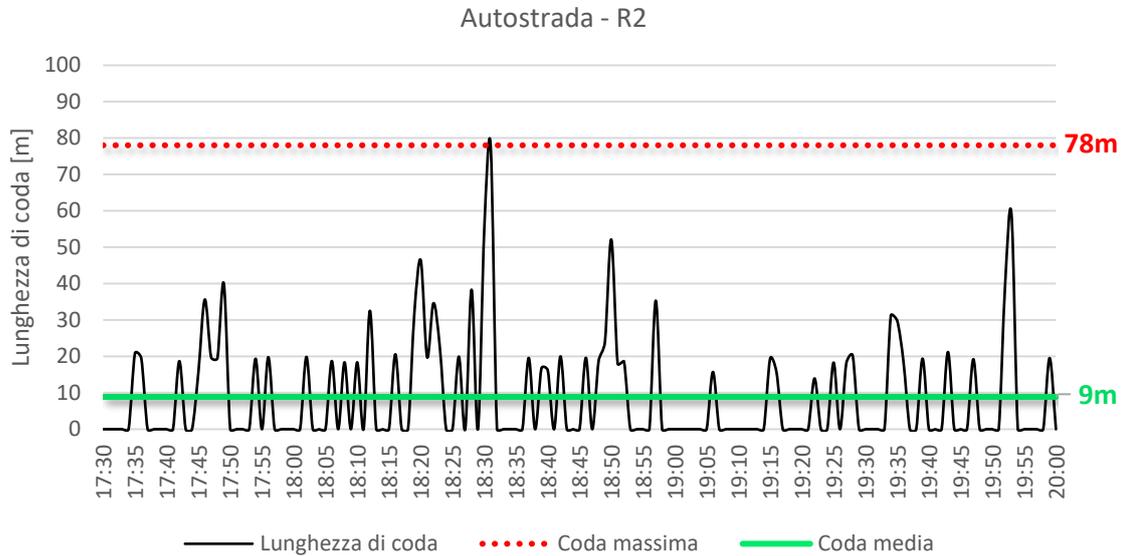


Figura 98. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria R2: Approccio Autostrada-R2 – Scenario Arena IN Alternativa 2.

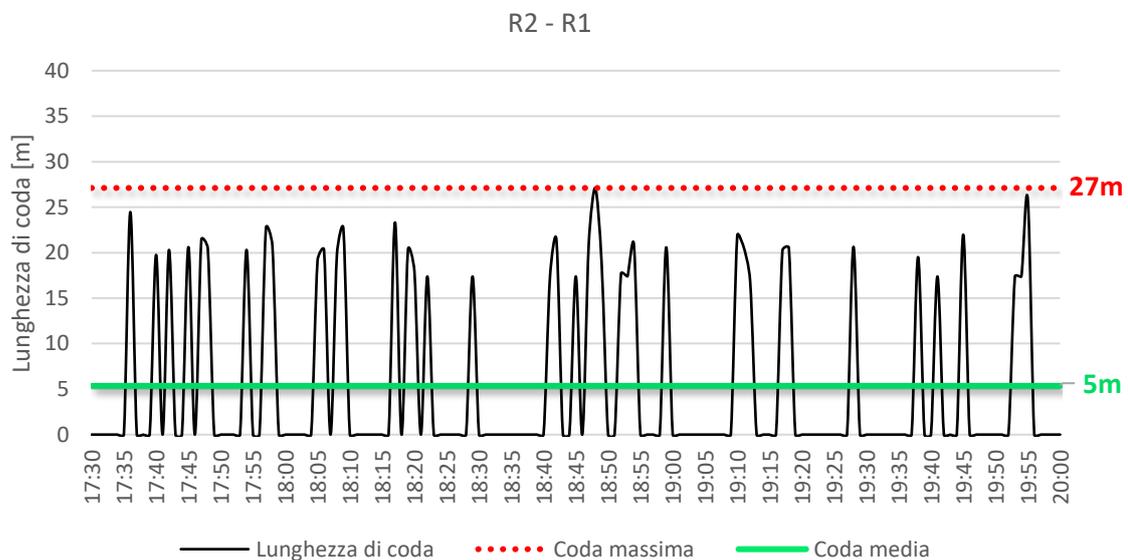


Figura 99. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria R1: Approccio R2-R1 – Scenario Arena IN Alternativa 2.

In questo scenario, sia la domanda totale che le prestazioni dello scambio 2 rimangono invariate rispetto allo scenario base (PII).

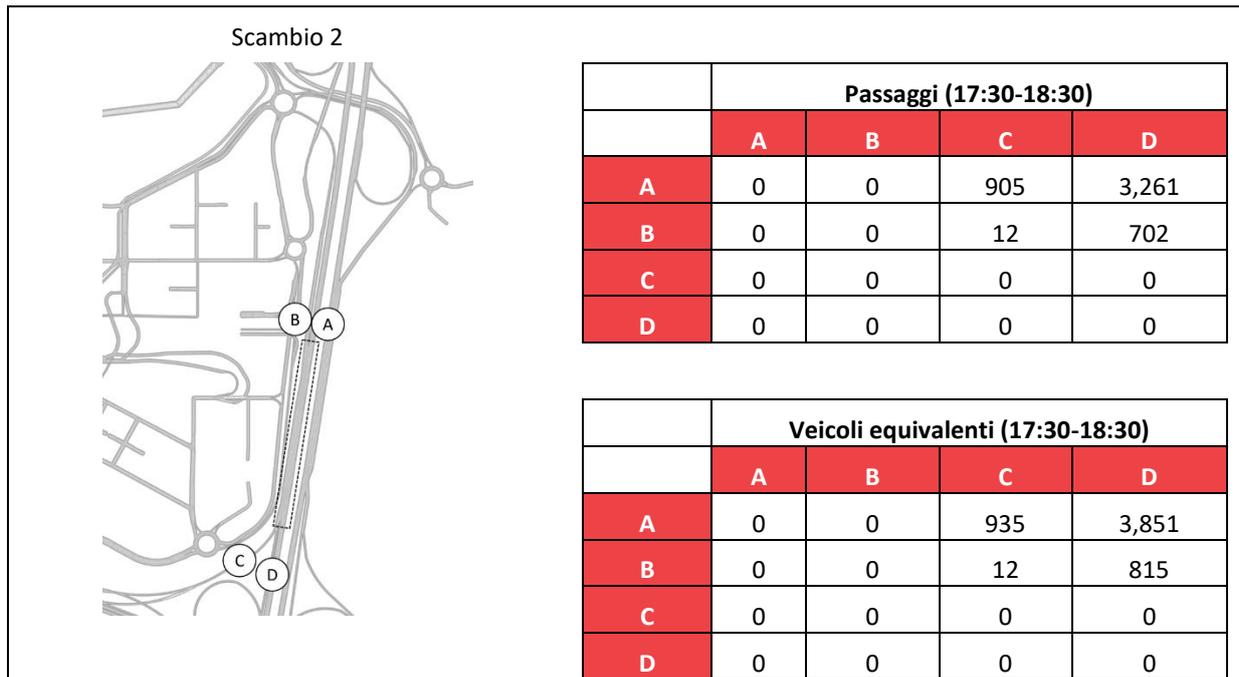


Figura 100. Matrici OD dello Scambio 2 – Alternativa 2 – Scenario Arena IN.

Tabella 16. Livello di servizio della zona di scambio 2 – Scenario Arena IN – Alternativa 2 (17:30-18:30).

Scenario	Flusso totale [v.eq/h]	Flusso per corsia [v.eq/h]	Velocità media ora di punta [km/h]	Densità [V.eq/km]	LOS
Arena IN - PII	5.592	1.118	66	16,9	C
Arena IN - Alternativa 2	5.613	1.123	66	17.0	C



9.1.3 Alternativa 3

Questa alternativa prevede l'eliminazione della rampa di immissione da R1.

Questo scenario comporta una redistribuzione dei flussi di traffico che utilizzano lo svincolo di Mecenate per immettersi in tangenziale in direzione SUD. Andando ad eliminare la rampa oggi esistente ne consegue che la domanda interessata a tale relazione si redistribuisce sulla rete urbana per recuperare la manovra in corrispondenza dello svincolo di Mecenate.



Scenario Base (PII)

Alternativa 3

Figura 101. Configurazione dello svincolo di Mecenate modificato – Alternativa 3.

Rispetto allo scenario di progetto base (PII), questa configurazione comporta una riduzione dei flussi nella rotonda R1 pari a circa l'11%, mentre i flussi in ingresso alla rotonda R2 aumentano mediamente di circa il 17%. L'approccio R1-R2 aumenta significativamente la domanda nell'ora di punta della rete (+76%), così come l'approccio nord della rotonda di via del Futurismo (+84%).

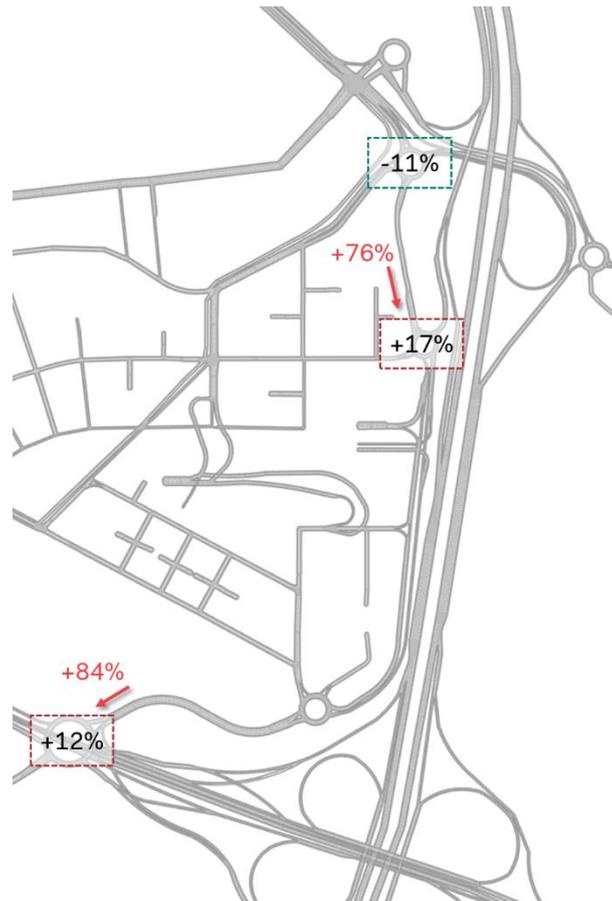


Figura 102. Variazioni percentuali dei flussi ai nodi – Scenario Arena IN: Alternativa 3 vs. Scenario Base (PII).

Per i due approcci maggiormente interessati dalla redistribuzione dei flussi di traffico si riportano sotto gli andamenti degli accodamenti durante tutto il periodo analizzato nel modello di microsimulazione (17:30-20:00).

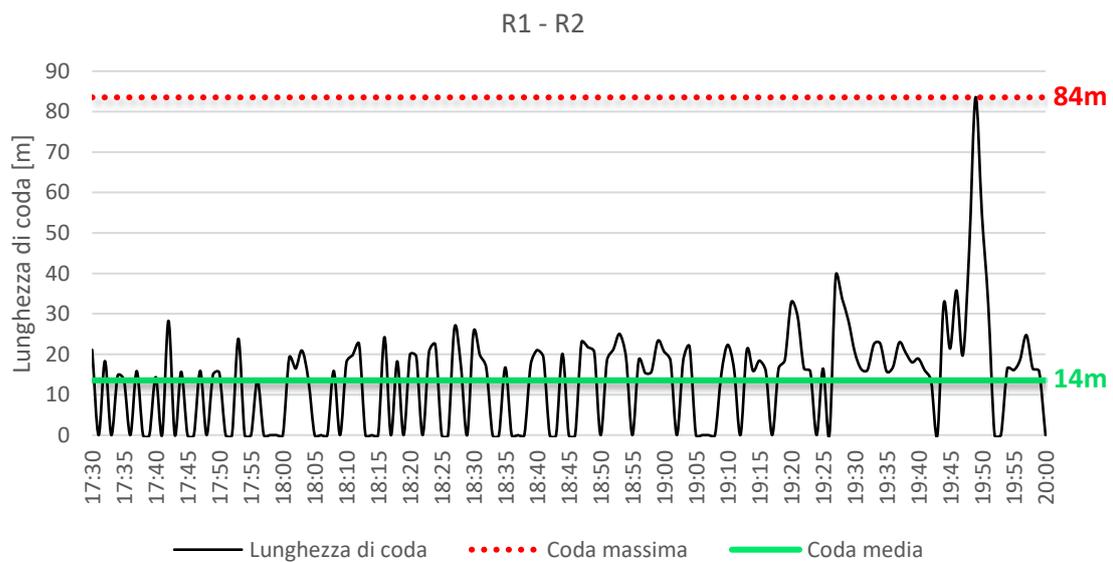


Figura 103. Andamento della lunghezza di coda – Rotoria R2: Approccio R1-R2 – Scenario Arena IN Alternativa 3.

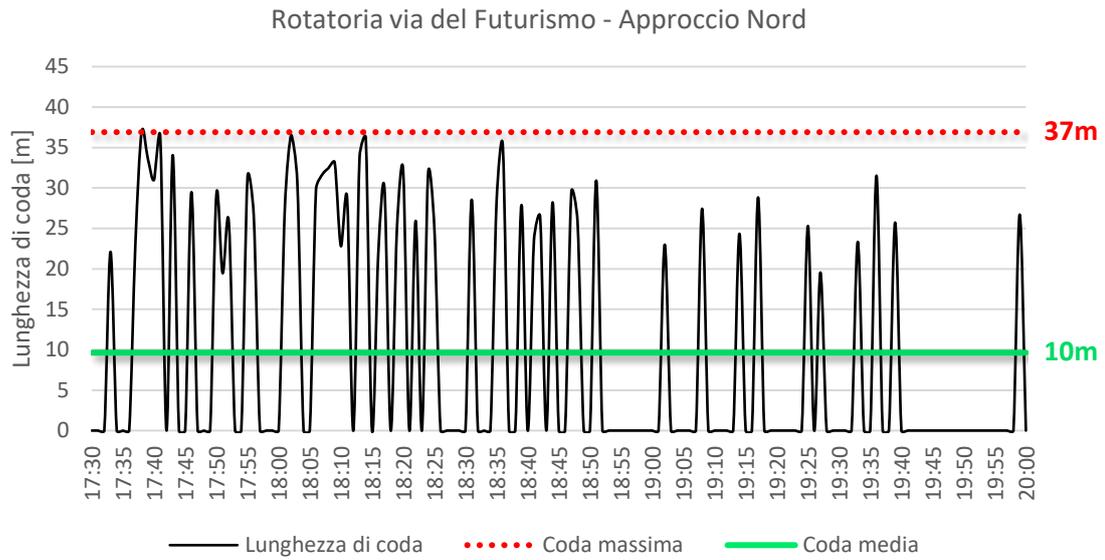


Figura 104. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria di via del Futurismo: Approccio Nord – Scenario Arena IN Alternativa 3.



La deviazione dei flussi verso lo svincolo di Mecenate, causata dalla rimozione della rampa di immissione da R1, comporta una riduzione dei veicoli che interessano lo scambio 2 e una conseguente riduzione della densità media lungo questo elemento autostradale che comunque corrisponde al medesimo livello di servizio C dello scenario Base.

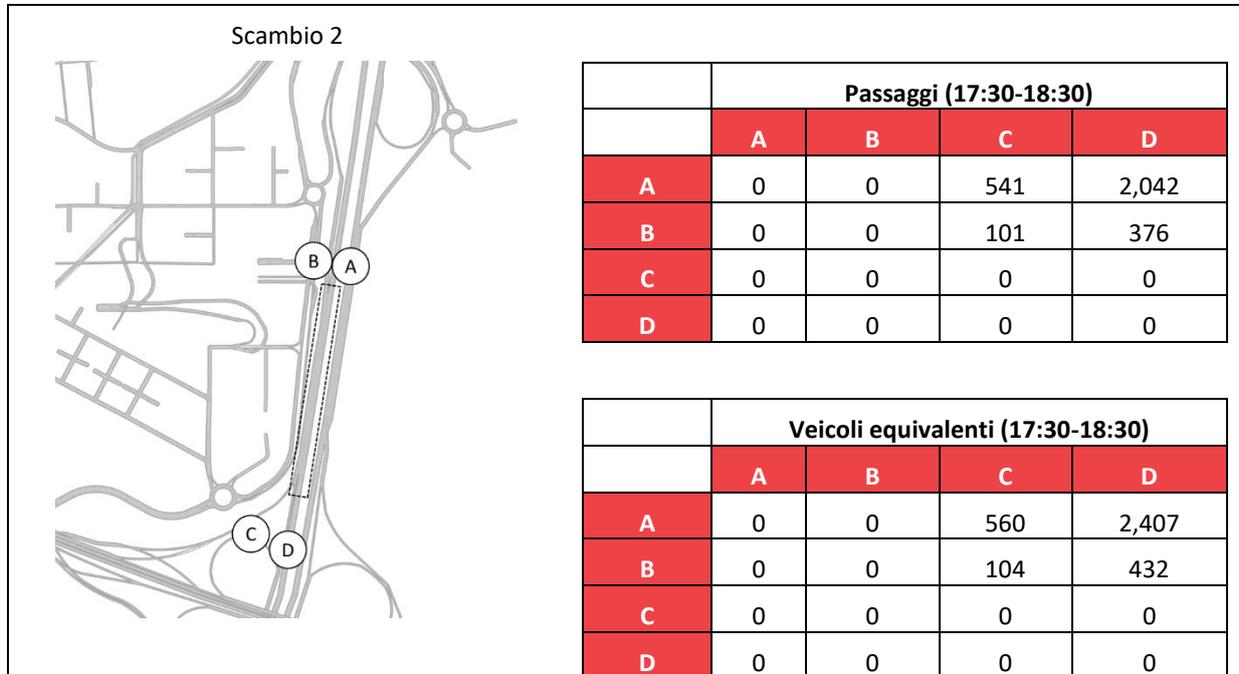


Figura 105. Matrici OD dello Scambio 2 – Alternativa 3 – Scenario Arena IN.

Tabella 17. Livello di servizio della zona di scambio 2 – Scenario Arena IN – Alternativa 3 (17:30-18:30).

Scenario	Flusso totale [v.eq/h]	Flusso per corsia [v.eq/h]	Velocità media ora di punta [km/h]	Densità [V.eq/km]	LOS
Arena IN - PII	5.592	1.118	66	16,9	C
Arena IN - Alternativa 3	4.959	992	69	14.4	C



9.1.4 Alternativa 4

L'alternativa 4 prevede lo spostamento dell'ingresso e uscita da CAMM a un nuovo itinerario che si collega alla rotatoria esistente di Mecenate/Ungheria.

In tale configurazione la domanda che oggi utilizza lo svincolo CAMM, caratterizzata da una elevata presenza di mezzi pesanti, viene indirizzata verso l'intersezione semaforizzata Ungheria -Mecenate. La viabilità di collegamento si innesterebbe in corrispondenza dell'anello circolatorio su cui si attestano le rampe di svincolo esistenti. Si osserva che tale intersezione, seppur di forma circolare, non lavora come una intersezione a rotatoria data la stretta vicinanza con l'intersezione semaforizzata Ungheria- Mecenate. Di fatto l'anello circolatorio viene utilizzato come corsia di accumulo dei veicoli in attesa al semaforo.



Scenario Base (PII)

Alternativa 4

Figura 106. Configurazione dello svincolo di Mecenate modificato – Alternativa 4.

Rispetto allo scenario di progetto base (PII), questa configurazione comporta un aumento dei flussi sul ramo Ungheria Nord pari al 20% e circa 10% per il ramo nord della rotatoria di progetto R1.

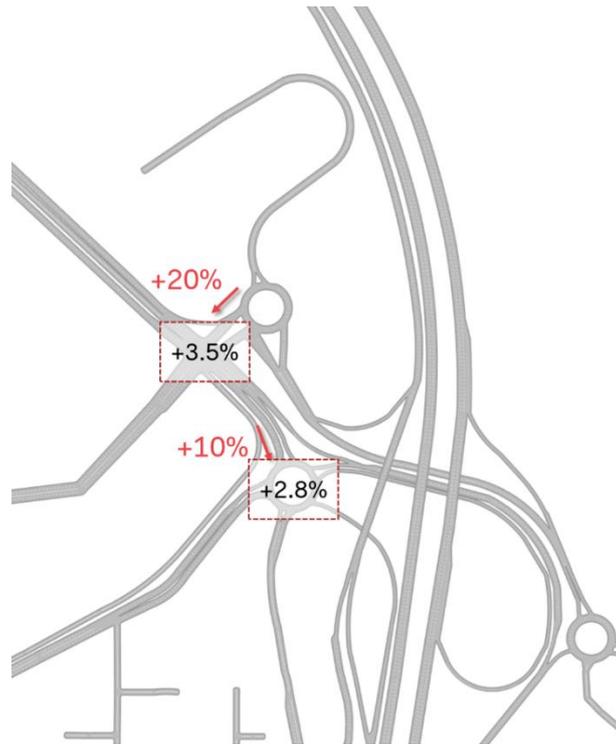


Figura 107. Variazioni percentuali dei flussi ai nodi – Scenario Arena IN: Alternativa 4 vs. Scenario Base (PII).

Per i due approcci maggiormente interessati dalla redistribuzione dei flussi di traffico si riportano sotto gli andamenti degli accodamenti durante tutto il periodo analizzato nel modello di microsimulazione (17:30-20:00).

Si osserva che rispetto allo scenario Base si ha un aumento di 8 metri della coda massima ma soprattutto si rileva un aumento di 10 m della coda media a dimostrazione che il livello di saturazione di questo ramo subisce un notevole peggioramento.

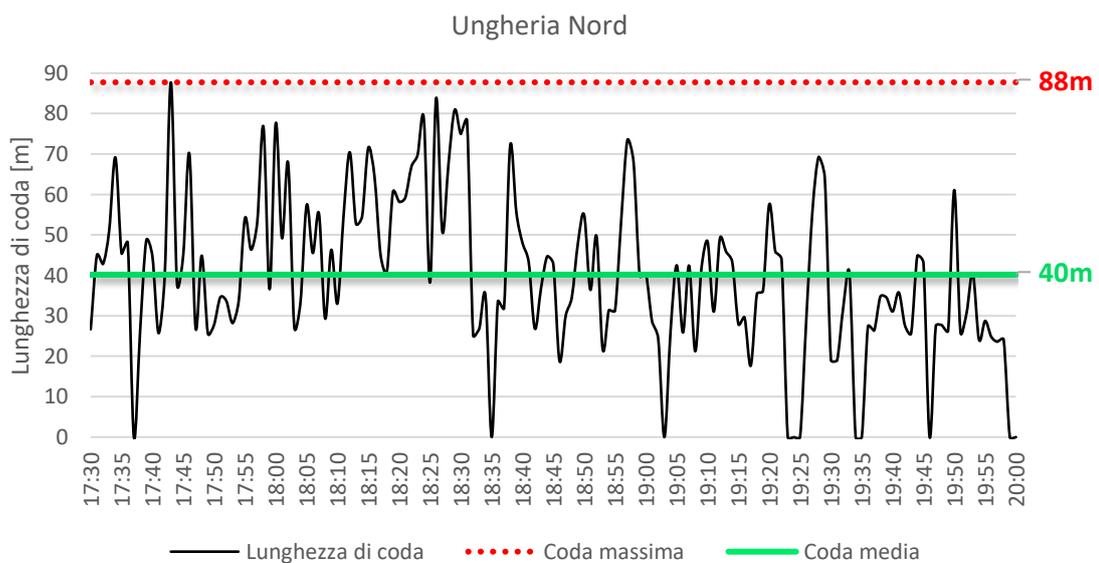


Figura 108. Andamento della lunghezza di coda – Semaforo Mecenate: Approccio Ungheria Nord – Scenario Arena IN Alternativa 4..



Mecenate - R1

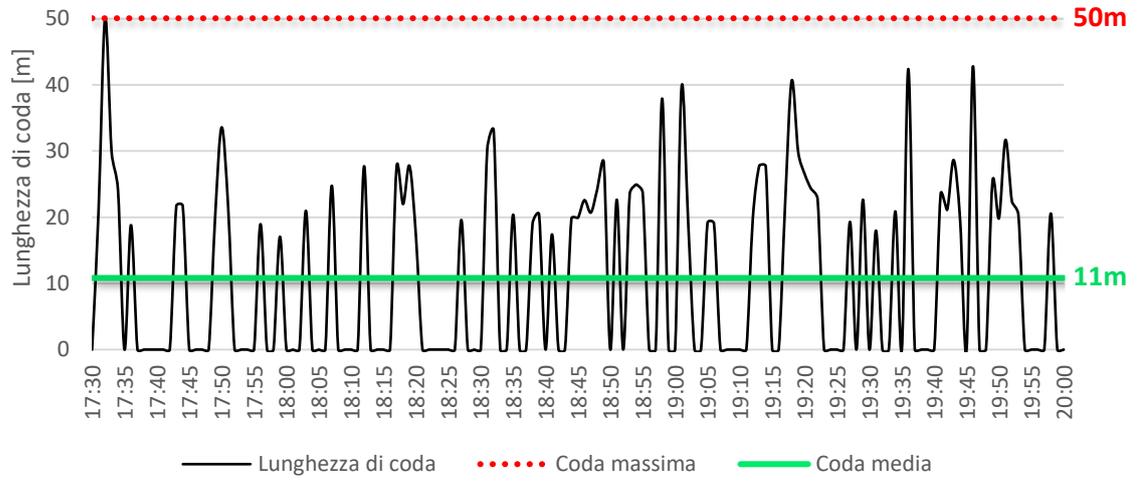


Figura 109. Andamento della lunghezza di coda – Rotatoria R1: Mecenate-R1– Scenario Arena IN Alternativa 4.



In questo scenario, sia la domanda totale che le prestazioni dello scambio 2 rimangono invariate rispetto allo scenario base (PII).

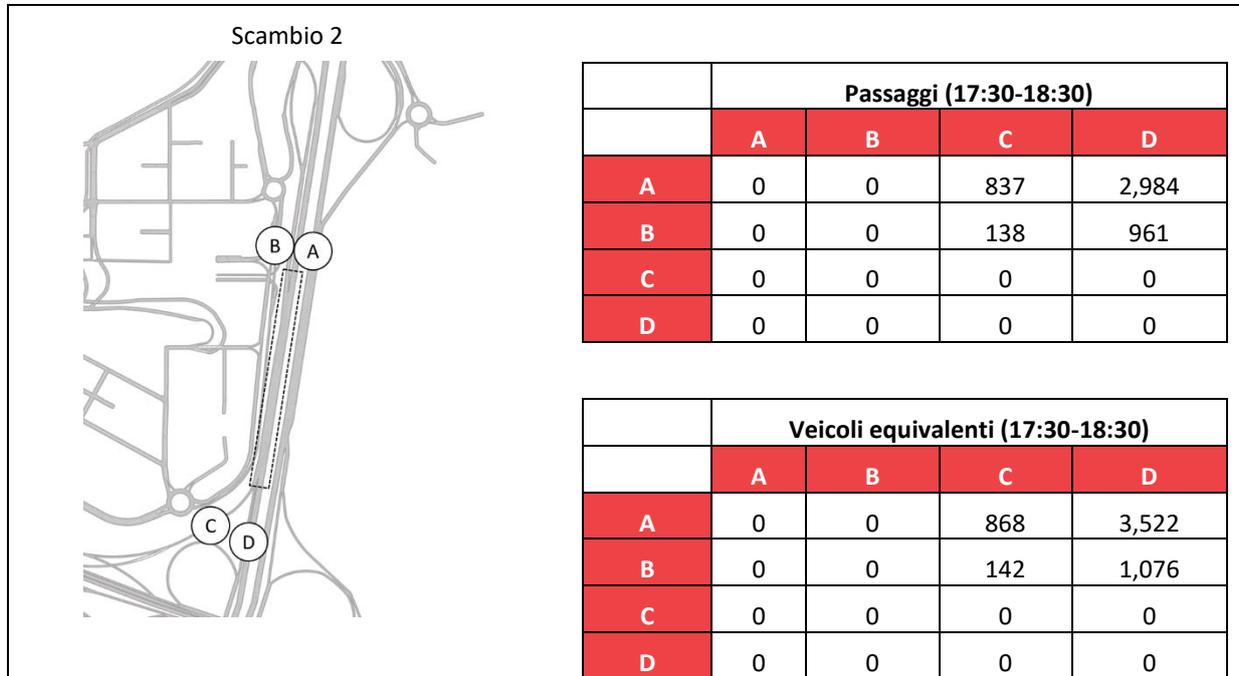


Figura 110. Matrici OD dello Scambio 2 – Alternativa 4 – Scenario Arena IN.

Tabella 18. Livello di servizio della zona di scambio 2 – Scenario Arena IN – Alternativa 4 (17:30-18:30).

Scenario	Flusso totale [v.eq/h]	Flusso per corsia [v.eq/h]	Velocità media ora di punta [km/h]	Densità [V.eq/km]	LOS
Arena IN - PII	5.592	1.118	66	16,9	C
Arena IN - Alternativa 4	5.608	1.122	64	17.0	C



9.1.5 Sintesi di risultati

Di seguito si riporta un riepilogo dei risultati delle simulazioni riguardanti le prestazioni dello Scambio 2 nelle diverse alternative progettuali testate.

Tabella 19. Livello di servizio della zona di scambio 2 – Scenario Arena IN (17:30-18:30).

Scenario	Flusso totale [v.eq/h]	Flusso per corsia [v.eq/h]	Velocità media ora di punta [km/h]	Densità [V.eq/km]	LOS Scambio 2
Arena IN - PII	5.592	1.118	66	16,9	C
Arena IN - Alternativa 1	5.647	1.129	91	12.4	B
Arena IN - Alternativa 2	5.613	1.123	66	17.0	C
Arena IN - Alternativa 3	4.959	992	69	14.4	C
Arena IN - Alternativa 4	5.608	1.122	64	17.0	C

- Il prolungamento del tratto di scambio implementato nell'Alternativa 1 comporta una significativa riduzione della densità media, ottenendo un livello di servizio migliorativo (B) rispetto allo scenario progettuale Base (C). Tra le alternative considerate è l'unica che comporta una ottimizzazione dell'area di scambio tale da tradursi in un salto del livello di servizio rispetto allo scenario base.
- L'Alternativa 3 evidenzia una densità media minore rispetto allo scenario Base a causa della riduzione di domanda gravante sullo scambio 2 per la deviazione di domanda verso lo svincolo di Mecenate.
- Le alternative 2 e 4 non hanno un effetto significativo sulle prestazioni dello scambio 2

La Tabella 20 riporta gli indicatori generali di performance di rete per l'intero periodo di analisi (17:20-20:00) per tutti i veicoli simulati nei diversi scenari, mentre la

Gli indicatori di rete relativi ai veicoli provenienti o destinati a CAMM evidenziano l'effetto dello spostamento dell'accesso implementato nell'alternativa 4. I veicoli di CAMM subiscono una riduzione di circa il 30% della velocità media, e un aumento di più del 40% della distanza percorsa, portando quasi ad un raddoppiamento del tempo speso in rete per questa quota di domanda.

Tabella 21 riporta gli indicatori relativi esclusivamente ai veicoli provenienti o destinati a CAMM.

Gli indicatori generali di performance di rete risultano molto simili tra gli scenari Base e le alternative 1, 2 e 4, mentre l'alternativa 3 presenta una velocità media di rete significativamente più bassa. L'eliminazione della rampa di immissione da R1 nell'alternativa 3 devia flusso verso lo svincolo di Mecenate, causando un aumento delle percorrenze nelle strade di categoria inferiore e aumentando la congestione nella rete interna, diminuendo complessivamente la velocità media di rete con conseguenti ricadute in termini ambientali, data l'elevata percentuale di mezzi pesanti interessati alla manovra. Si sottolinea inoltre che nello scenario relativo all'uscita da un evento dell'Arena (Arena OUT), l'alternativa 3 comporta una maggior concentrazione dei flussi veicolari verso la rotatoria di via del Futurismo, che rappresenterebbe l'unica alternativa di percorso per i veicoli destinati in tangenziale direzione sud, limitando la flessibilità del sistema di accessibilità proposta dallo scenario Base.



Tabella 20. Indicatori generali di performance di rete – Scenario Arena IN.

Scenario	Ora (HH:MM:SS)	Tempo medio di percorrenza per veicolo (sec)	Tempo totale di percorrenza della rete (veh X h)	Distanza media per veicolo (km)	Distanza totale percorsa nella rete (veh X km)	Velocità media cumulata di rete (kph)
Arena IN - PII	17:30 - 20:00	166,3	2.046	2,7	121.280	59,3
Arena IN - Alternativa 1	17:30 - 20:00	164,2	2.017	2,7	120.963	60,0
Arena IN - Alternativa 2	17:30 - 20:00	166,7	2.048	2,7	121.062	59,1
Arena IN - Alternativa 3	17:30 - 20:00	189,7	2.331	2,7	121.123	52,0
Arena IN - Alternativa 4	17:30 - 20:00	168,5	2.070	2,7	121.533	58,7

Gli indicatori di rete relativi ai veicoli provenienti o destinati a CAMM evidenziano l'effetto dello spostamento dell'accesso implementato nell'alternativa 4. I veicoli di CAMM subiscono una riduzione di circa il 30% della velocità media, e un aumento di più del 40% della distanza percorsa, portando quasi ad un raddoppiamento del tempo speso in rete per questa quota di domanda.

Tabella 21. Indicatori di performance di rete – Veicoli provenienti o destinati a CAMM – Scenario Arena IN.

Scenario	Ora (HH:MM:SS)	N. di veicoli simulati	Tempo medio di percorrenza per veicolo (sec)	Tempo totale di percorrenza della rete (veh X h)	Distanza media per veicolo (km)	Distanza totale percorsa nella rete (veh X km)	Velocità media cumulata di rete (kph)
Arena IN - PII	17:30 - 20:00	909	83.3	21	1.6	1,499	71.3
Arena IN - Alternativa 1	17:30 - 20:00	909	78.9	20	1.6	1,499	75.3
Arena IN - Alternativa 2	17:30 - 20:00	909	104.6	26	1.9	1714	64.9
Arena IN - Alternativa 3	17:30 - 20:00	909	82.6	21	1.6	1499	71.9
Arena IN - Alternativa 4	17:30 - 20:00	909	162.2	41	2.3	2078	50.7



9.2 Scenario ARENA OUT

In base ai risultati ottenuti per lo scenario Arena IN, si riportano in questo capitolo le risultanze relative allo scenario Arena OUT solo per l'alternativa 1, ovvero quella che presenta le migliori prestazioni di rete.

9.2.1 Alternativa 1

Nell'alternativa 1 per lo scenario Arena OUT, analogamente a quanto evidenziato nello scenario Arena IN, si prevede una riduzione della densità media dello scambio 2 a parità di domanda rispetto allo scenario Base. Il livello di servizio si mantiene pari a B.

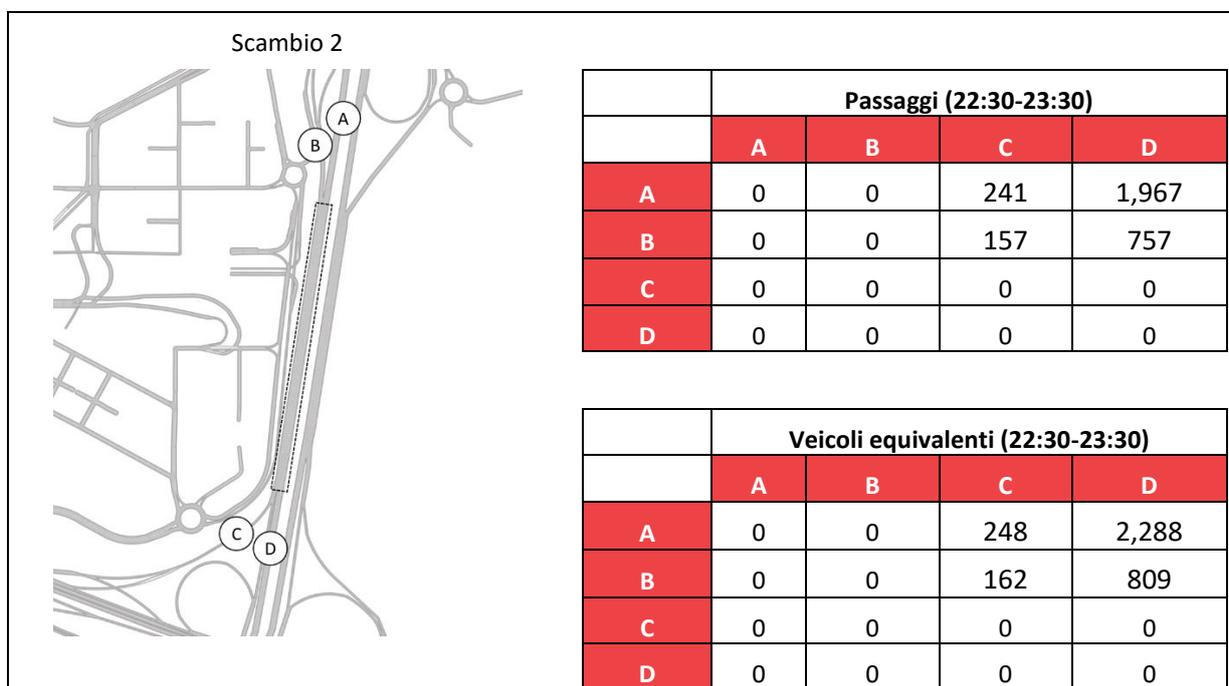


Figura 111. Matrici OD dello Scambio 2 – Alternativa 1 – Scenario Arena OUT.

Tabella 22. Livello di servizio della zona di scambio 2 – Scenario Arena OUT (22:30-23:30)

Scenario	Flusso totale [v.eq/h]	Flusso per corsia [v.eq/h]	Velocità media ora di punta [km/h]	Densità [V.eq/km]	LOS
Arena OUT - PII	3,462	692	58	11.9	B
Arena OUT - Alternativa 1	3,508	702	92	7.6	B



10 Livello di servizio - Divergenza Uscita 1

In relazione alla nota emessa da Milano Serravalle nel documento A51 – TANGENZIALE EST DI MILANO

AMPLIAMENTO E ADEGUAMENTO DELLO SVINCOLO DI VIA MECENATE - PROGETTO DEFINITIVO file 6034_20210215_CDS_osservazioni PD_20210325 si dà di seguito riscontro circa l'osservazione numero 4.1.4 punto 2: "in merito alla corsia di diversione/decelerazione dalla Tangenziale si richiede che la lunghezza dovrà essere coerente al minimo con un LOSC calcolato con le formule dell'HCM, quindi in base ai dati forniti, maggiore di quanto presente in progetto."

Di seguito si riporta la localizzazione dell'area di divergenza in oggetto e un dettaglio della planimetria con evidenziate le quote di riferimento utilizzate nel calcolo.

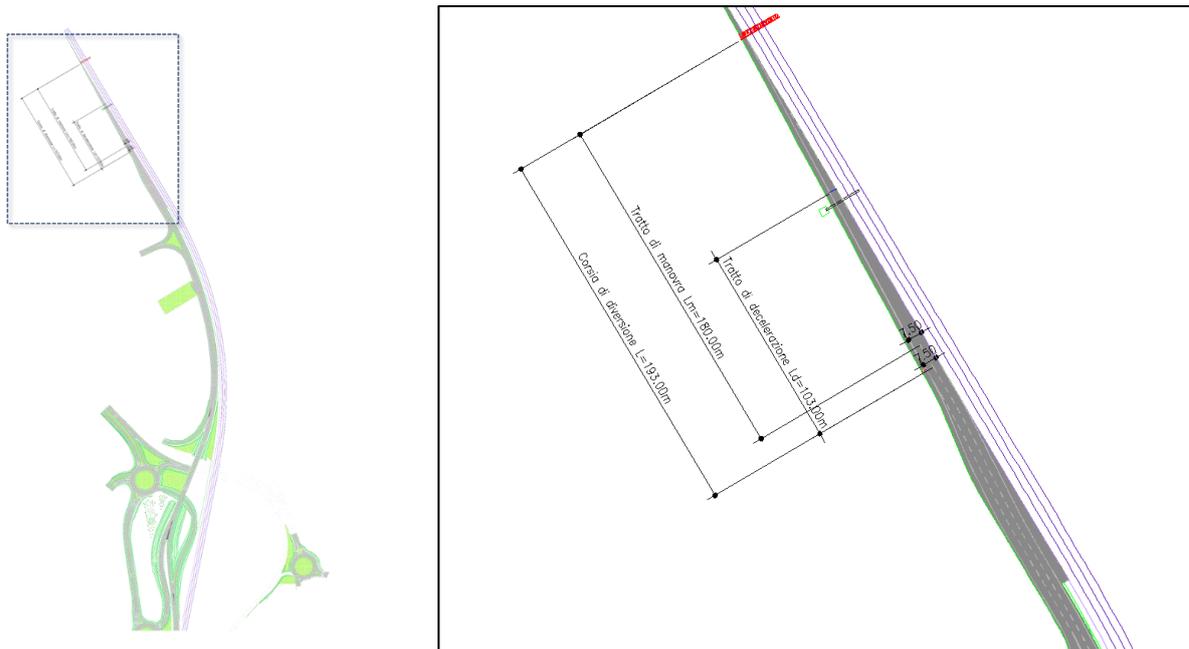


Figura 112. Dettaglio planimetrico area di divergenza Uscita 1.

Come richiesto sono state applicate le regole del manuale HCM (HCM 2006) in relazione al calcolo del Livello di Servizio dell'area di divergenza dall'asse autostradale a Nord. I dati di traffico utilizzati nel calcolo sono quelli relativi allo scenario BASE (di PII) e allo scenario ALTERNATIVA 1.

Il calcolo del livello di servizio della zona di divergenza secondo il metodo HCM viene descritto di seguito:

$$D_R [pc/mi/corsia] = 4.252 + 0.0086 * V_{12} - 0.009 * L_D$$

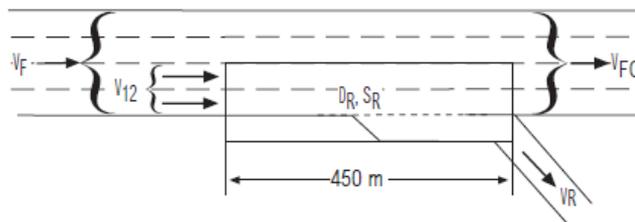


Figura 113. Variabili critiche dell'incrocio della rampa.



Dove:

- V_{12} , Flusso entrante l'area di influenza della rampa [pc/h]:

$$V_{12} = V_R + (V_F - V_R)P_{FD}$$

- V_R , Flusso sulla rampa in uscita [pc/h];
- P_{FD} , Percentuale del flusso rimanente sull'asse principale che utilizza le corsie 1 e 2 immediatamente a monte del tratto di decelerazione. Per le rampe di uscita a 2 corsie e asse principale con 3 corsie di marcia: $P_{FD} = 0.45$

- L_D , Lunghezza tratto di accelerazione [ft]

Per le rampe a 2 corsie, la lunghezza del tratto di decelerazione si calcola come segue:

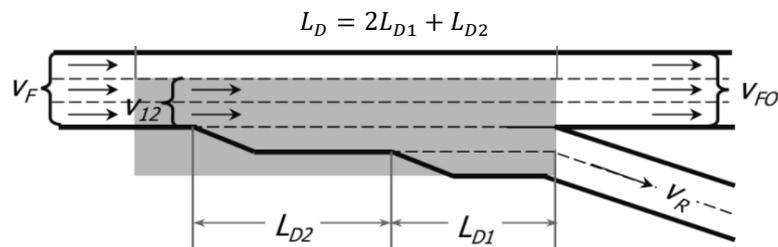


Figura 114. Lunghezza del tratto di decelerazione per rampe di uscita a 2 corsie.

Il livello di servizio dell'area di divergenza viene determinato in base ai seguenti criteri di densità:

Tabella 23. Ranghi di densità [pc/mi/corsia] in funzione del LOS per le aree di confluenza e divergenza

LOS	Ranghi di densità [pc/mi/corsia]
A	10
B	10 – 20
C	20 – 28
D	28 – 35
E	35
F	Volume > Capacità

I fattori di equivalenza applicati per convertire i mezzi pesanti (x1.5) e commerciali leggeri (x1.2) in veicoli equivalenti sono quelli definiti dalla procedura di calcolo dell'HCM.



Di seguito si riporta il calcolo del livello di servizio dell'area di divergenza dell'uscita 1 per lo scenario Arena IN Base (PII) e lo scenario Arena IN Alternativa 1.

Tabella 24. Livello di servizio dell'area di divergenza dell'uscita 1.

	Scenario Arena IN Base (PII)	Scenario Arena IN Alternativa 1
P_{FD}	0.45	0.45
V_R	2,216 veh/h	1,802 veh/h
V_F	6,116 veh/h	6,116 veh/h
V₁₂ = V_R + (V_F-V_R) P_{FD}	3,971 veh/h	3,743 veh/h
L_{D1}	103m	103m
L_{D2}	90m	90m
L_D	296m	296m
L_D	971.1 ft	971.1 ft
Densità - Diverge Area	29.7 pc/mi/ln	27.7 pc/mi/ln
LOS	D	C

Il calcolo mostra che il LOS dell'area risulta pari a D nello scenario Base e pari a C nello scenario Alternativa 1; il traffico complessivo **V_F** è il medesimo ma si riduce la quota di traffico in uscita verso l'area di progetto. Questa apparente incongruenza è giustificabile dal fatto che nello scenario Base il modello assegna sulla complanare di progetto una quota di traffico che poi si ri-immette sull'asse principale a Sud dello svincolo CMM ed utilizza la nuova infrastruttura come percorso alternativo all'asse principale. Questo fenomeno avviene in quanto il modello di microsimulazione utilizzato è ad assegnazione dinamica e dunque risulta che, per una determinata componente di traffico, il costo di viaggio lungo l'itinerario della complanare è uguale o addirittura inferiore a quello che risulterebbe transitando lungo l'asse principale. Se da un lato aver considerato tale quota aggiuntiva, in transito sulla complanare di progetto, può essere considerato un elemento a favore di sicurezza per la valutazione della funzionalità degli elementi di progetto (in particolare per il calcolo del LOS di scambio1- cfr capitolo 3), dai calcoli del LOS della manovra di divergenza emerge che proprio questa componente di domanda aggiuntiva in uscita sulla complanare determina un LOS della area di divergenza pari a D.

La quota di traffico interessata a transitare sul percorso alternativo è certamente sovradimensionata in quanto espressione di un fenomeno modellistico che nella realtà, soprattutto nei giorni di eventi all'arena, sarà certamente più contenuto. E' interessante notare come nello scenario Alternativa 1 tale fenomeno si riduce probabilmente a fronte del fatto che si ottimizza lo scambio a sud fluidificando ulteriormente le condizioni di traffico sull'asse principale. Utilizzando i dati emersi dalla simulazione di Alternativa 1, come evidenziato nella tabella 24, risulta infatti che il Livello di Servizio a Nord rientra nel limite C richiesto.