

REALIZZAZIONE DI NUOVA ROTATORIA TRA VIALE EUROPA E VIA BANDETTINI

STUDIO DI TRAFFICO

Elaborazioni:



Aleph

Transport engineering

Via Carducci 17 – 50121 Firenze

P.IVA 05839370482

info@alephprogetti.com

www.alephprogetti.com

Oggetto	Relazione Trasportistica
Commessa	C345 – 3
Revisione	02.006
Gruppo di Lavoro	Ing. Camilla Baroncelli Ing. Chiara Bartolozzi Dott.ssa Mikaely Alves Lopes
Approvato	Ing. Luigi Costalli
Data di emissione	29/09/2025

SOMMARIO

1.	Premessa	4
2.	Inquadramento infrastrutturale	5
3.	Campagna di rilievo di traffico	6
3.1	Rilievi di traffico	6
3.1.1	Viale Europa – Nord	7
3.1.2	Viale Europa – Sud	9
3.1.3	Via Teresa Bandettini – Ovest	11
3.1.4	Via Teresa Bandettini – Est	13
3.1.5	Viale Europa cavalcavia – Nord	15
3.1.6	Viale Europa cavalcavia – Sud	17
3.1.7	Viale Carducci – Est	19
3.1.8	Viale Carducci – Ovest	21
3.1.9	Viale Carducci – Nord	23
4.	Modello di microsimulazione	25
4.1	Descrizione degli scenari	26
4.1.1	Scenario di riferimento	26
4.1.2	Scenario di progetto	27
4.2	Rete di offerta	28
4.3	Domanda di traffico	28
4.4	Calibrazione del modello	28
4.5	Criteri di valutazione funzionali	28
4.6	Applicazione del modello	30
4.6.1	Scenario di riferimento	30
4.6.2	Scenario di progetto	31
5.	Conclusioni	32

1. PREMESSA

Questo studio ha come obiettivo principale quello di analizzare l'impatto del traffico derivante dalla realizzazione di una rotatoria tra Viale Europa e Via Teresa Bandettini, nel comune di Lucca.

Nel documento viene presentato lo studio degli effetti sulle condizioni di deflusso nelle strade circostanti del progetto rispetto allo stato attuale.

La realizzazione della rotatoria è fondamentale per la diminuzione della congestione stradale e la messa in sicurezza degli attraversamenti pedonali.

La conformazione di Viale Europa spinge gli utenti ad aumentare la velocità e nelle ore di punta si creano situazioni di congestione e mancata continuità nel percorrere il viale.

Per valutare gli effetti è stato scelto di utilizzare un modello di microsimulazione, dal momento che le dinamiche di deflusso sono principalmente legate all'interazione dei veicoli tra di loro, che percorrono traiettorie in conflitto, e con la strada e le intersezioni, in particolare con la loro diversa capacità di ricezione (regolate da precedenza/stop e semafori).

La tipologia di modello scelta permette di ricostruire con affidabilità le dinamiche di interazione tra le correnti veicolari e di formazione degli eventuali accodamenti e, infine, di analizzare le prestazioni delle intersezioni.

Il modello ha lo scopo di:

- verificare il livello di servizio degli archi stradali e delle intersezioni, noti i parametri descrittivi dei fenomeni di accodamento;
- controllare le conseguenze di scelte progettuali puntuali, in particolare in corrispondenza dei nodi, sulle performance generali della rete e su quelle specifiche nei pressi dei nodi stessi.

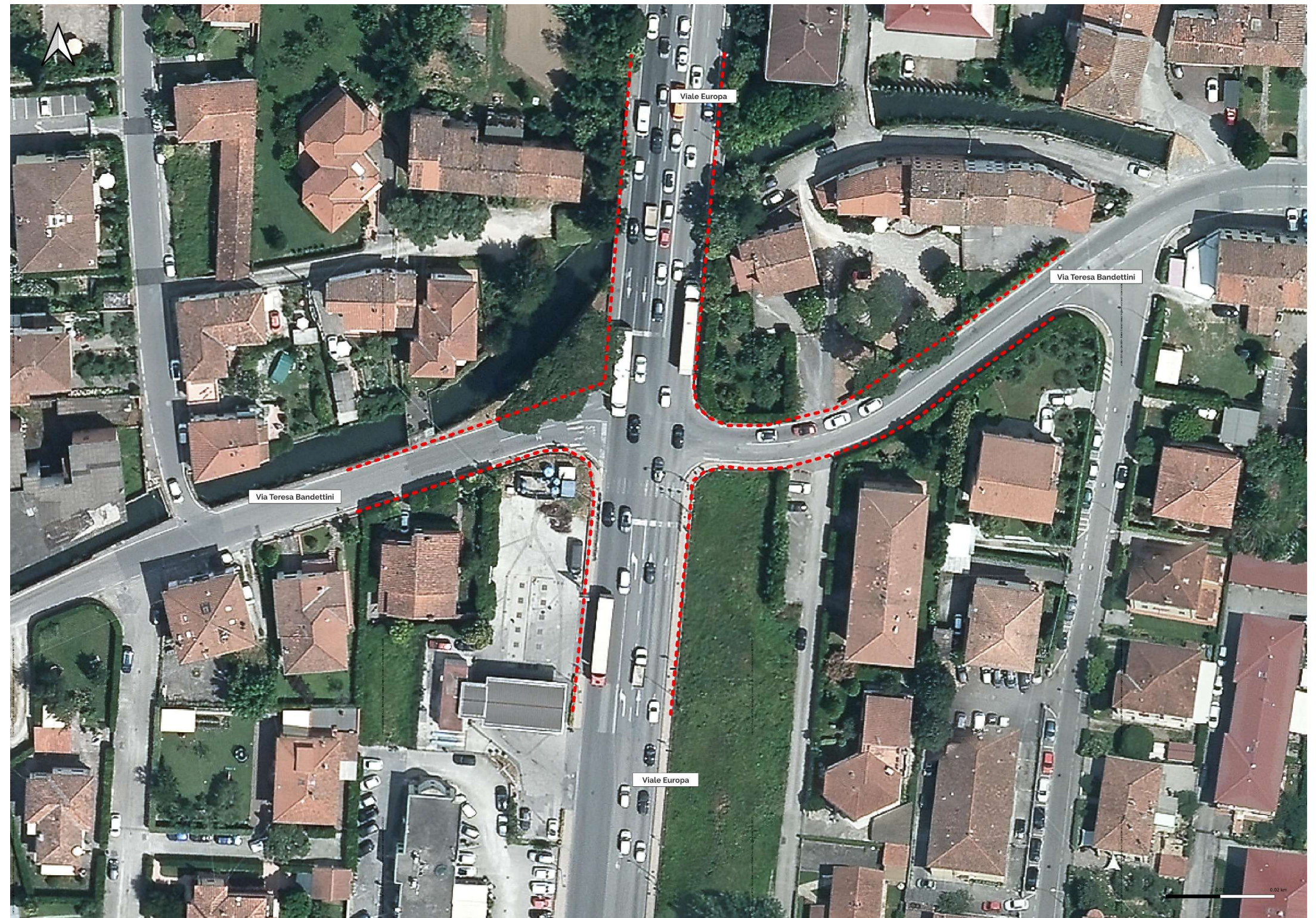


Figura 11 - Inquadramento stato attuale dell'area di progetto

2. INQUADRAMENTO INFRASTRUTTURALE

L'offerta di trasporto di una determinata zona urbana è definita dall'insieme di servizi ed infrastrutture relativi alla mobilità. L'elemento di base per la rappresentazione dell'offerta di trasporto è il grafo. Il grafo è costituito da due insiemi ordinati, quello dei nodi e quello degli archi. I nodi sono collocati in corrispondenza delle intersezioni o di strozzature della rete; gli archi ne rappresentano il collegamento, vale a dire archi stradali con particolari caratteristiche funzionali e geometriche.

Il grafo utilizzato nel micromodello è costituito da una selezione di archi della rete stradale del comune di Lucca.

Ad ogni arco è associata la classe funzionale e, di conseguenza, le caratteristiche geometriche e prestazionali, come larghezza della sede stradale, capacità teorica e velocità massima di percorrenza. La scelta della classe funzionale è stata fatta per le varie strade in base alla sezione stradale, intesa come organizzazione della piattaforma, alla funzione assunta nel territorio e alle componenti di traffico presenti, coerentemente con la classificazione fornita dal D.M. 6792/2001. In seguito a questa caratterizzazione per classe, ogni arco è stato controllato in modo da attribuirgli eventuali caratteristiche specifiche, come il numero di corsie.

L'area di interesse è caratterizzata da una strada primaria, locali e interquartiere / di quartiere.

La viabilità oggetto di valutazione riguarda l'importante asse stradale di Viale Europa (SS12 radd), attualmente composto da due corsie per senso di marcia e classificato come rete primaria di categoria D urbana di scorrimento, con una larghezza totale di circa 10,5 metri.

Si tratta di una delle principali strade di Lucca, situata nella parte sud-ovest della città. È una via importante per la viabilità, poiché collega diverse zone residenziali e commerciali di Lucca, facilitando l'accesso verso le aree periferiche e verso altre città della Toscana. Si estende in direzione est-ovest e fa parte di una rete di arterie stradali che contribuiscono alla circolazione interna, con un traffico che include sia mezzi pubblici che veicoli privati. È anche ben servita da servizi e strutture commerciali, rendendola un punto di riferimento per i residenti di quella zona.

Inoltre, l'infrastruttura attraversa la ferrovia tramite un cavalcavia, che si collega a Viale Giosuè Carducci e Viale Ildelfonso Nieri nella parte nord.

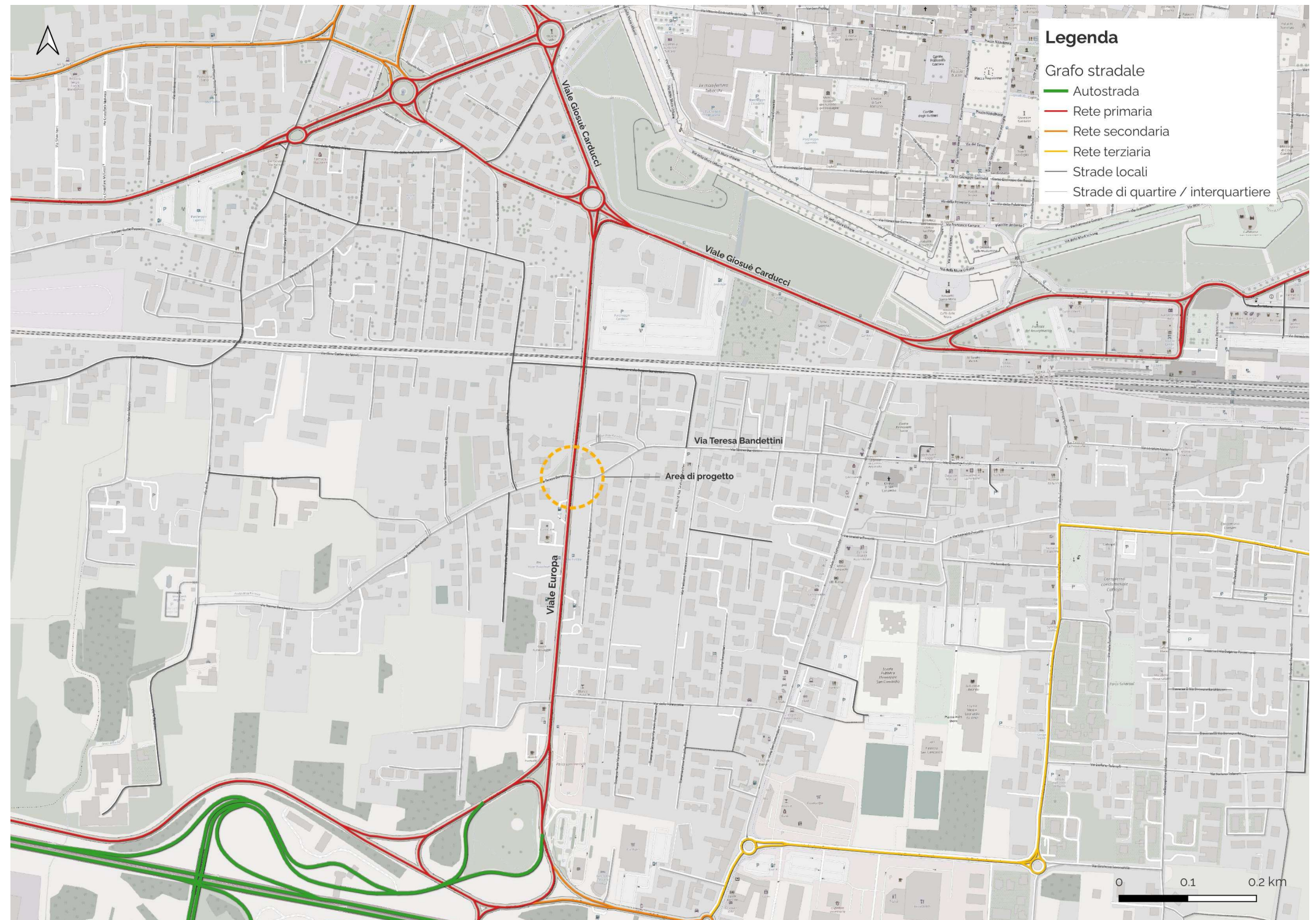


Figura 1.1 – Grafo stradale

3. CAMPAGNA DI RILIEVO DI TRAFFICO

3.1 Rilievi di traffico

Nel mese di gennaio 2025, in accordo con l'amministrazione comunale di Lucca, è stata effettuata una campagna di indagine del traffico veicolare campionaria tramite postazioni di rilievo del traffico automatiche, avvalendosi dell'utilizzo di strumentazione radar, sulla viabilità comunale e sovracomunale.

La campagna di rilievi ha interessato un periodo di circa 1 settimana (dal 21 gennaio al 1 febbraio) per un totale di otto postazioni rilevate.

Il dato registrato dal radar è stato elaborato suddividendo i veicoli rilevati nelle seguenti classi in funzione della

lunghezza:

- Moto, lunghezza fino a 2,5 metri;
- Auto, lunghezza tra 2,6 e 5 metri;



Figura 3.1 – Esempio di installazione di radar

- Leggeri, lunghezza tra 5,1 e 7,5 metri;
- Pesanti, lunghezza oltre 7,5 metri.

La strumentazione permette anche di rilevare la velocità di passaggio dei veicoli.

Le viabilità monitorate, riportate in Figura 3.2 sono state:

- viale Europa;
- via Giosuè Carducci;
- via T. Bandettini.

Vista la configurazione delle strade di interesse, come Viale Europa con più corsie per senso di marcia, si è scelto di installare un radar per ciascuna direzione. La scelta è stata motivata dalla volontà di ottenere una maggiore precisione dei dati, superiore rispetto all'installazione di un unico radar.

Nei paragrafi seguenti si riporta il prospetto riassuntivo dei valori medi di punta e del TGM (traffico giornaliero medio) di tutte le postazioni. Il valore delle ore equivalenti è indicativo della distribuzione del traffico nella giornata: in sostanza, un valore alto (superiore a 12) indica che il traffico è distribuito lungo tutto il corso della giornata, mentre valori bassi (intorno a 8-10) indicano che il traffico si concentra molto nelle ore di punta.

In generale, la punta è stata registrata nei giorni feriali con livelli di traffico molto superiori a quelli festivi.



Figura 3.2 - Postazioni radar per i rilievi e il grafo stradale dell'area

3.1.1 Viale Europa – Nord



Figura 3.4 - Viale Europa direzione nord



Figura 3.5 - Foto del radar contatraffico

Il radar della postazione 1 è montato su un lampione situato in Viale Europa, in direzione nord. I rilievi sono stati effettuati nel periodo tra il 21 gennaio e il 1° febbraio 2025. I dati raccolti sono stati analizzati considerando la tipologia di veicolo, la velocità, il volume di traffico e l'andamento nelle ore di punta.

Tabella 3.1 - Veicoli per giorno in direzione nord

Direzione Nord						
giorno		moto	auto	leggeri	pesanti	TOT
21.01.25	martedì	846	12902	7801	1592	23141
22.01.25	mercoledì	1170	16787	3394	1279	22630
23.01.25	giovedì	1576	17012	5103	1422	25113
24.01.25	venerdì	1246	16287	6849	1588	25970
25.01.25	sabato	425	24059	3713	670	28867
26.01.25	domenica	525	19595	2366	370	22856
27.01.25	lunedì	1377	16355	5471	1616	24819
28.01.25	martedì	1443	16362	5539	1606	24950
29.01.25	mercoledì	1281	14788	6269	1418	23756
30.01.25	giovedì	1069	14504	8342	1816	25731
31.01.25	venerdì	935	18980	2319	960	23194
01.02.25	sabato	275	22226	2461	419	25381

La tabella mostra il traffico veicolare in direzione nord, suddiviso per tipologia di veicolo: moto, auto, veicoli leggeri e pesanti. I dati evidenziano variazioni significative tra i giorni della settimana, con un calo evidente della circolazione nei fine settimana, soprattutto la domenica, quando il totale dei veicoli è significativamente inferiore rispetto agli altri giorni. Il traffico più intenso si registra nei giorni feriali, con picchi tra martedì e venerdì. I veicoli leggeri e le auto costituiscono la maggior parte del flusso, mentre i pesanti e le moto rappresentano una quota minore.

Il grafico in Figura 3.3 permette di analizzare le variazioni dei flussi di traffico su base giornaliera e per tipologia di veicolo. Le auto costituiscono la maggior parte del traffico (68%) e si evidenzia un calo durante il fine settimana principalmente la domenica. È importante evidenziare come i mezzi pesanti rappresentino il 6% del flusso totale in direzione nord per un totale di oltre 650 veicoli pesanti al giorno che percorrono la strada.

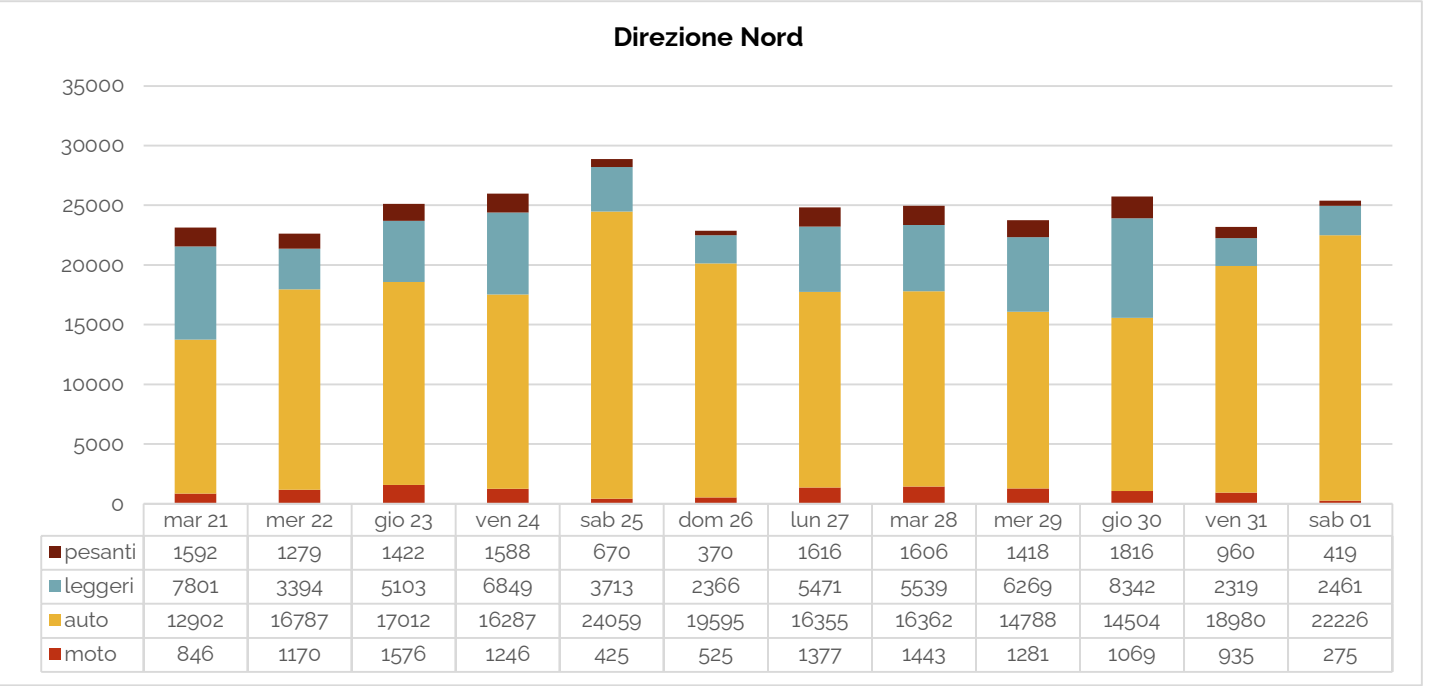


Figura 3.3 - Veicoli per giorno in direzione nord

L'andamento del numero di veicoli complessivi nell'arco della giornata è raffigurato nelle immagini di seguito. Si nota un picco di punta delle 17:00 prevalentemente auto. Il giorno maggiormente trafficato è il **sabato** con la presenza di circa 26.000 veicoli totali.

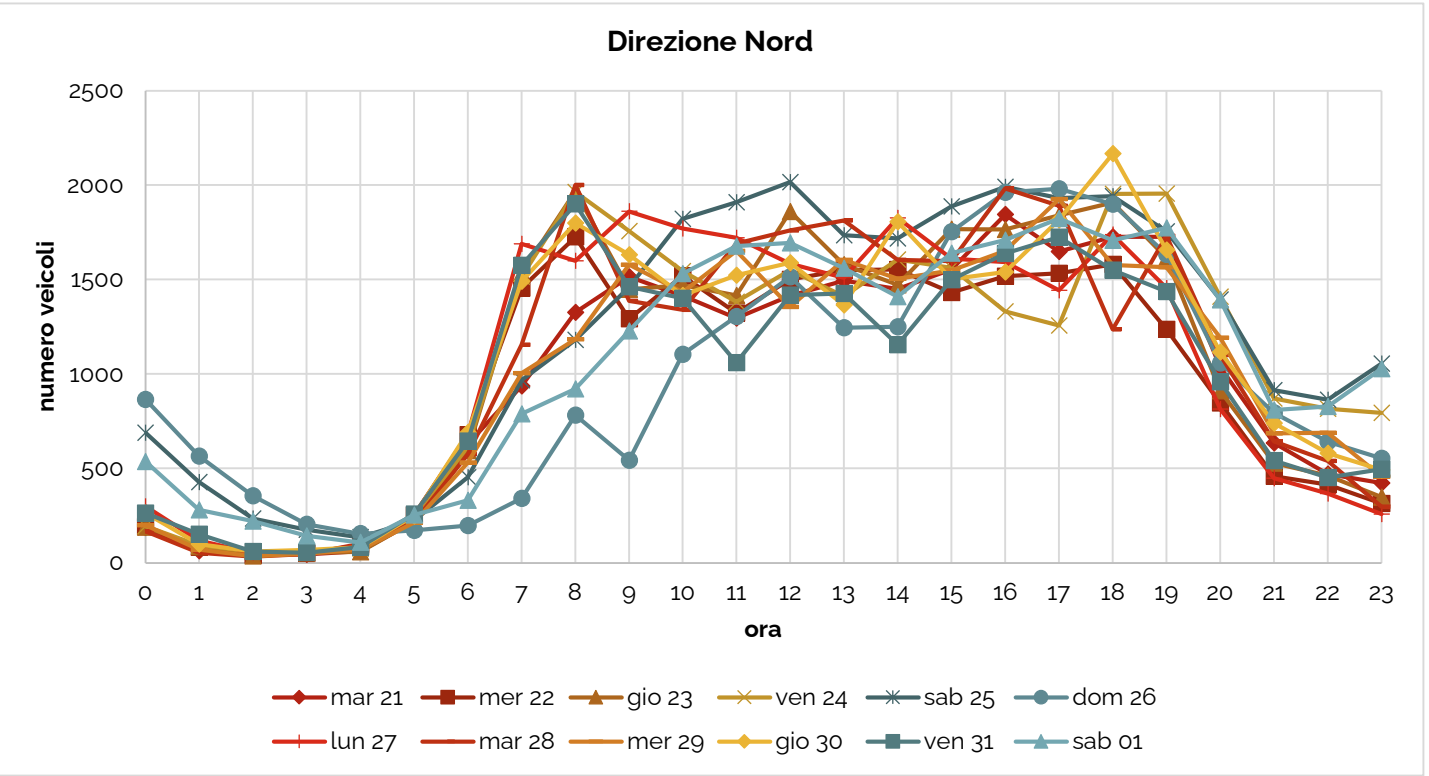


Figura 3.6 - Flussi di traffico giornalieri totali



Tabella 3.2 – Numero veicoli per l'ora di punta nei giorni feriali

Ora di punta feriale 17:00 h – Nord					
	TOT	moto	auto	leggeri	pesanti
HDP	906	38	567	258	43
media 6:00-22:00	698	32	463	164	39
media 22:00-6:00	125	2	108	11	5
totale giornaliero	12168	529	8262	2716	661
Punta auto mattina:		6.35%	Punta tot mattina:		6.55%
Punta auto sera:		7.55%	Punta totale sera:		7.44%

Il traffico è più intenso nella fascia diurna con picchi alla sera (7.44%) e alla mattina (6.55%). L'ora di punta registrata delle 17:00 transitano in media 906 veicoli, prevalentemente auto. Per quanto riguarda i mezzi pesanti nell'ora di punta giornaliera sono presenti in media 43 veicoli e nell'ora di punta dei mezzi pesanti delle 9:00 sono presenti in media 55 veicoli.

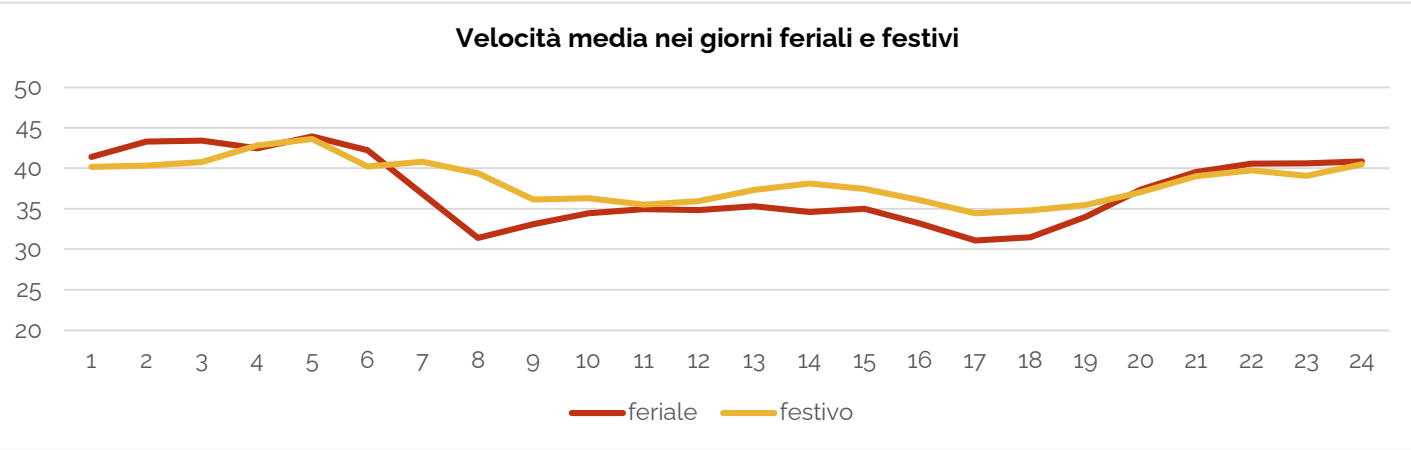


Figura 3.9 - Velocità media nei giorni feriali e festivi in direzione nord

L'andamento del numero di veicoli complessivi nell'arco dei giorni feriali e festivi è raffigurato nelle immagini di seguito. Si osserva un picco più pronunciato attorno alle 9:00 e tra le 18:00 e le 19:00 nei giorni feriali, mentre nei giorni festivi l'andamento è simile ma con un flusso mattutino ridotto e una crescita più graduale fino al pomeriggio, seguita da un calo serale più marcato.

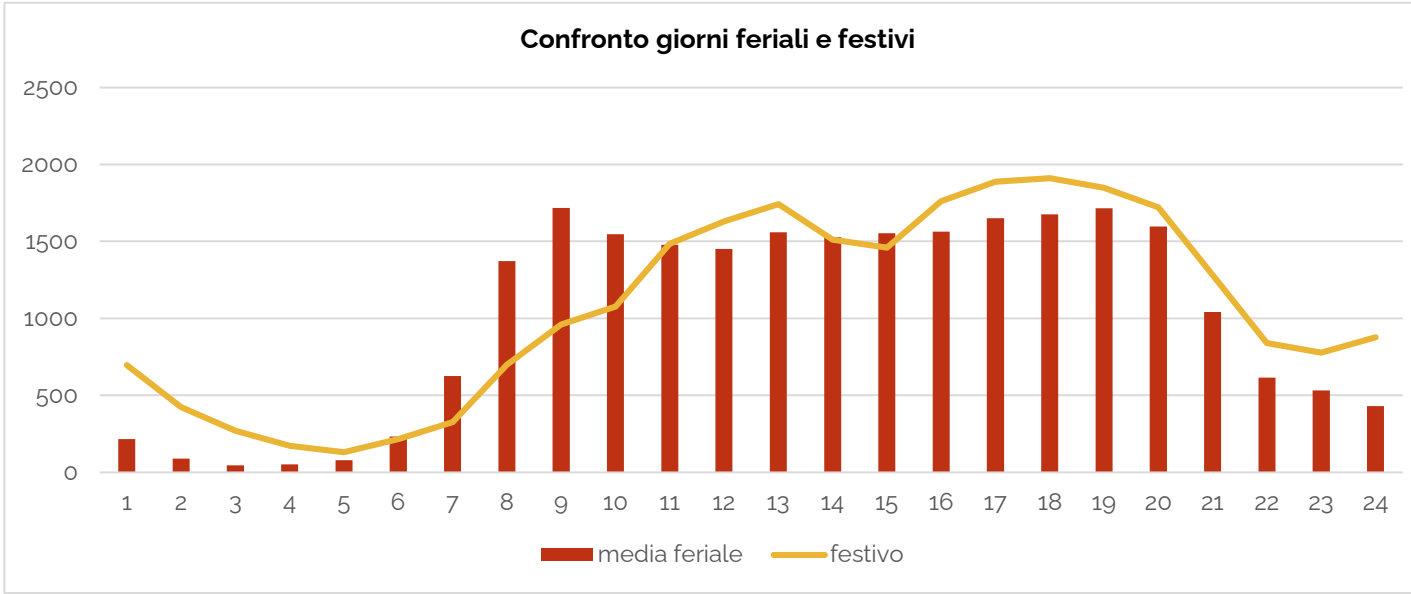


Figura 3.10 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali

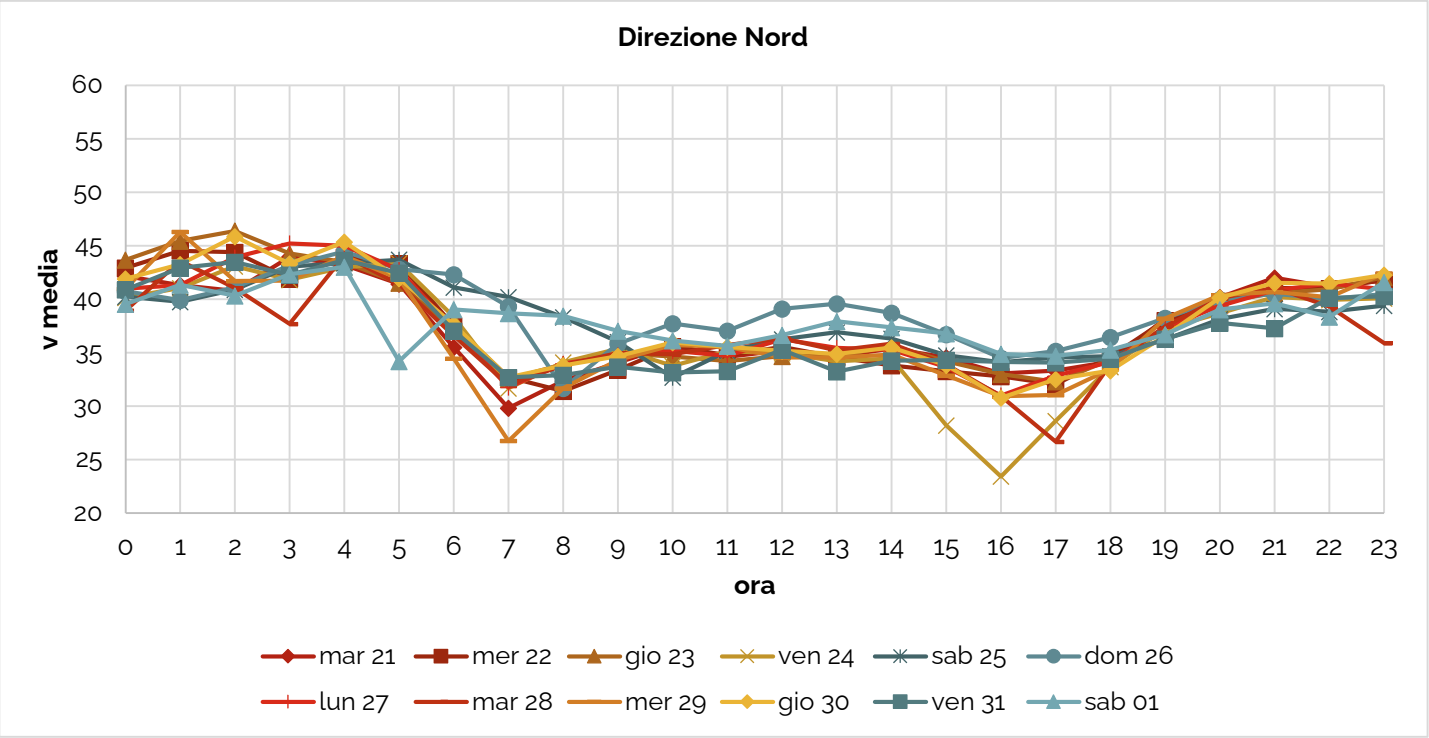


Figura 3.8 - Velocità media giornaliera totale

La velocità media si attesta intorno ai 38 km/h per la maggior parte delle giornate feriali, ad eccezione dell'ora di punta tra le 17:00 e le 18:00 con rallentamenti anche la mattina alle 8:00. Nel finesettimana rimane sempre 38 km/h. La Figura 3.11 mostra il numero medio di veicoli per ora nei giorni feriali, suddivisi per categorie (moto, auto, leggeri, pesanti). Le auto dominano il traffico con un picco marcato intorno alle ore 18:00 e le 19:00, seguito da una graduale diminuzione. Gli altri veicoli mostrano volumi più contenuti e costanti durante la giornata.

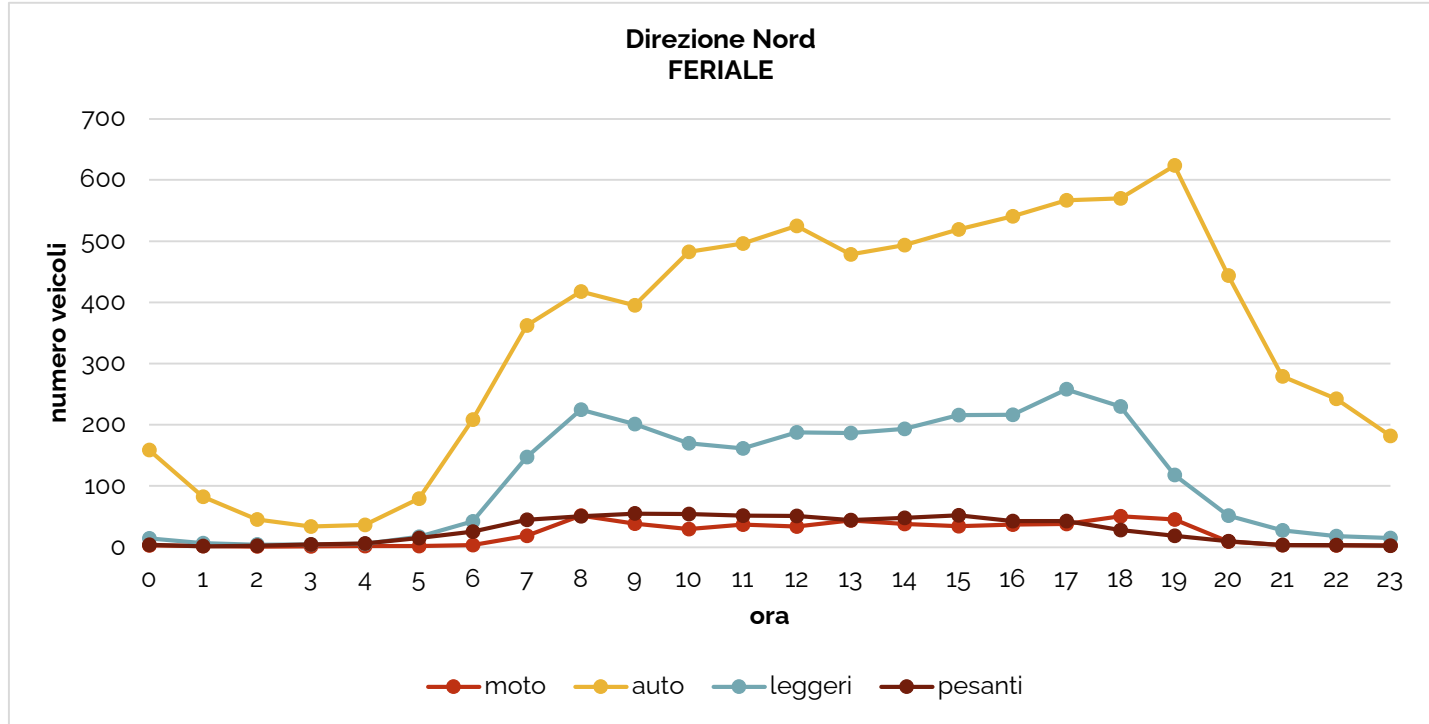


Figura 3.11 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali



3.1.2 Viale Europa – Sud



Figura 3.12 - Viale Europa direzione sud



Figura 3.13 - Foto del radar contatraffico

Il radar della postazione 2 è montato su un lampione situato in Viale Europa, in direzione sud. I rilievi sono stati effettuati nel periodo tra il 21 gennaio e il 1° febbraio 2025. I dati raccolti sono stati analizzati considerando la tipologia di veicolo, la velocità, il volume di traffico e l'andamento nelle ore di punta.

Tabella 3.3 - Veicoli per giorno in direzione nord

Direzione Sud						
giorno		moto	auto	leggeri	pesanti	TOT
21.01.25	martedì	1386	15032	6319	1719	24456
22.01.25	mercoledì	1380	14807	3599	1371	21157
23.01.25	giovedì	1306	14675	6607	1663	24251
24.01.25	venerdì	1412	15988	7404	1895	26699
25.01.25	sabato	491	21959	5386	841	28677
26.01.25	domenica	443	17768	3616	460	22287
27.01.25	lunedì	1291	15126	6330	1768	24515
28.01.25	martedì	1692	15893	6774	1829	26188
29.01.25	mercoledì	1774	16875	5420	1566	25635
30.01.25	giovedì	1880	16722	7195	1958	27755
31.01.25	venerdì	1509	14925	3206	1047	20687
01.02.25	sabato	265	20312	2697	458	23732

La tabella mostra il traffico veicolare registrato giorno per giorno, suddiviso per categoria: moto, auto, veicoli leggeri e pesanti. Si osservano **variazioni significative** nei volumi di traffico tra i giorni della settimana, con una **circolazione più intensa nei giorni feriali**, in particolare tra martedì e venerdì, quando il numero totale di veicoli raggiunge valori elevati, superando in alcuni casi le **26.000 unità**. Nei **fine settimana**, si nota un calo nel traffico, soprattutto la **domenica**, quando il totale scende a **22.287 veicoli**. Tuttavia, il **sabato** mostra un andamento più variabile, con alcuni picchi elevati. Le **auto e i veicoli leggeri rappresentano la maggior parte del traffico**, mentre i **mezzi pesanti e le moto** hanno una quota inferiore, ma comunque presente in ogni giornata.

Il grafico mostra l'andamento del traffico in direzione Ovest, suddiviso per tipologia di veicolo. Le auto costituiscono la maggior parte del flusso, seguite dai veicoli leggeri, mentre i mezzi pesanti e le moto rappresentano una quota minore. Si osservano variazioni giornaliere significative, con un traffico più intenso nei giorni feriali. Al contrario, il traffico subisce un calo evidente nei fine settimana, soprattutto la domenica.

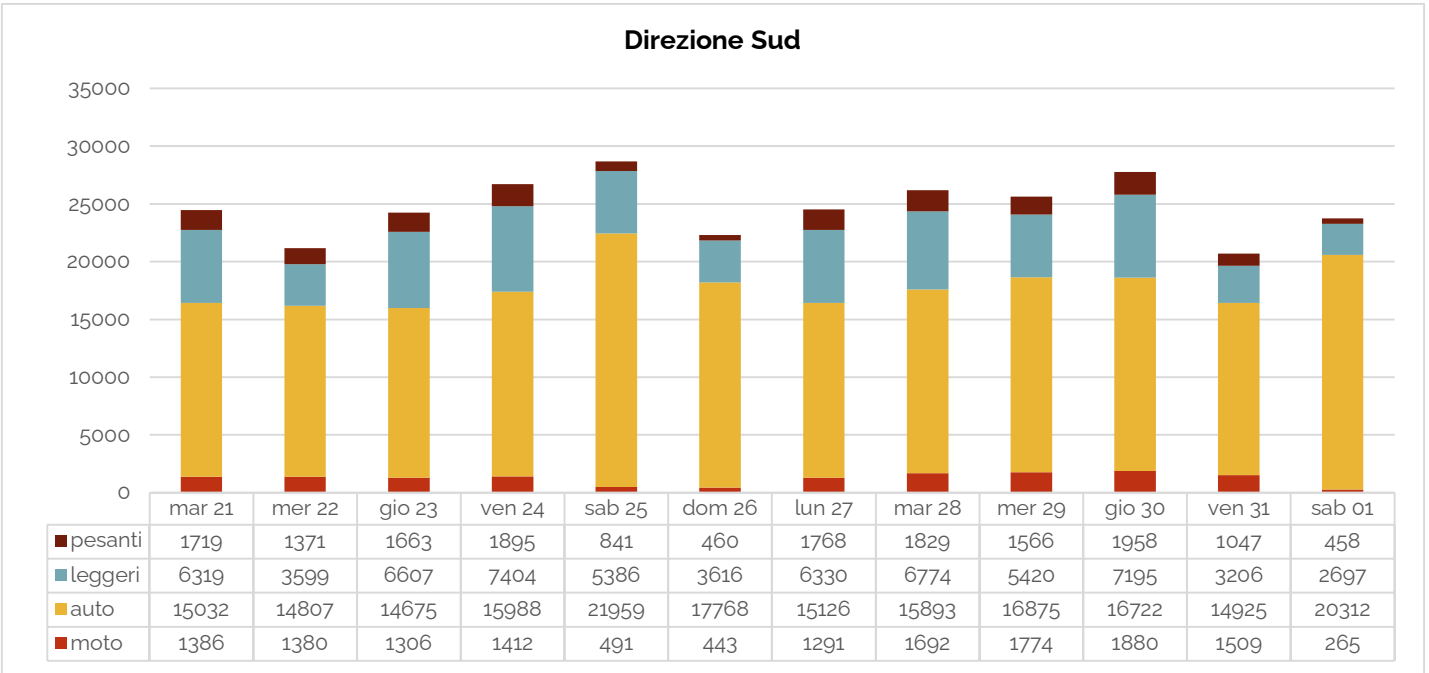


Figura 3.14 - Veicoli per giorno in direzione nord

Il grafico mostra l'andamento del numero complessivo di veicoli durante l'arco della giornata. Si osserva una fase di minimo nelle ore notturne, tra 00:00 e 05:00. A partire dalle 6:00, il traffico aumenta rapidamente, raggiungendo un primo picco tra le 7:00 e le 9:00. Nel pomeriggio, si verifica un picco tra le 17:00 e le 19:00.

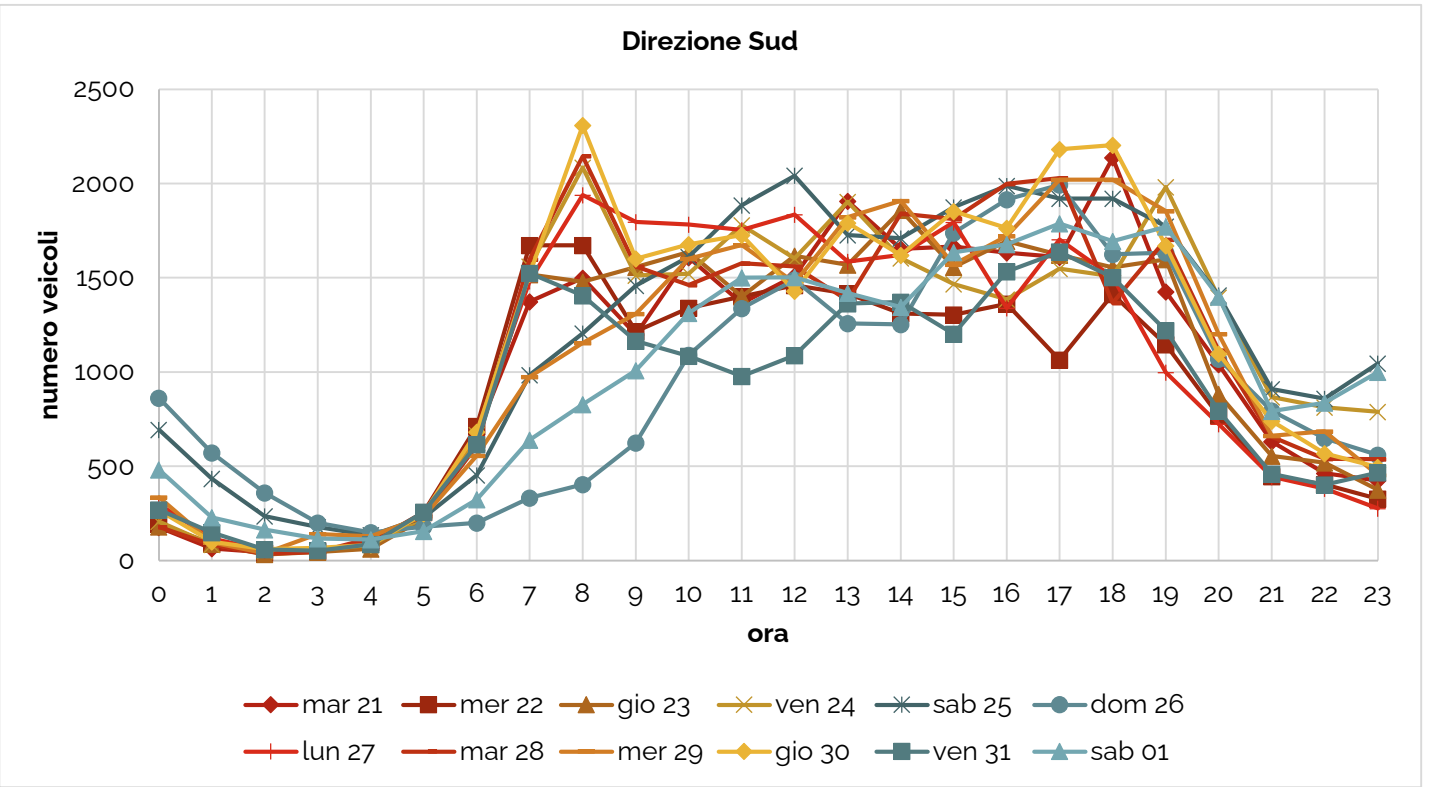


Figura 3.15 - Flussi di traffico giornalieri totali



Tabella 3.4 – Numero veicoli per l'ora di punta nei giorni feriali

Ora di punta feriale 17:00 h – Sud					
	TOT	moto	auto	leggeri	pesanti
HDP	885	83	424	238	53
media 6:00-22:00	704	43	445	170	46
media 22:00-6:00	121	4	96	16	5
totale giornaliero	12226	716	7884	2850	777
Punta auto mattina:		6.41%	Punta tot mattina:		6.52%
Punta auto sera:		7.03%	Punta totale sera:		7.24%

Il traffico è più intenso nella fascia diurna, con un numero significativamente maggiore di veicoli tra le 6:00 e le 22:00. I picchi si registrano alla sera (7,24%) e alla mattina (6,52%). Le auto rappresentano la quota principale del traffico, con un totale giornaliero di 12.226 veicoli, seguite dai veicoli leggeri (7.884), i pesanti (2.850) e le moto (716).

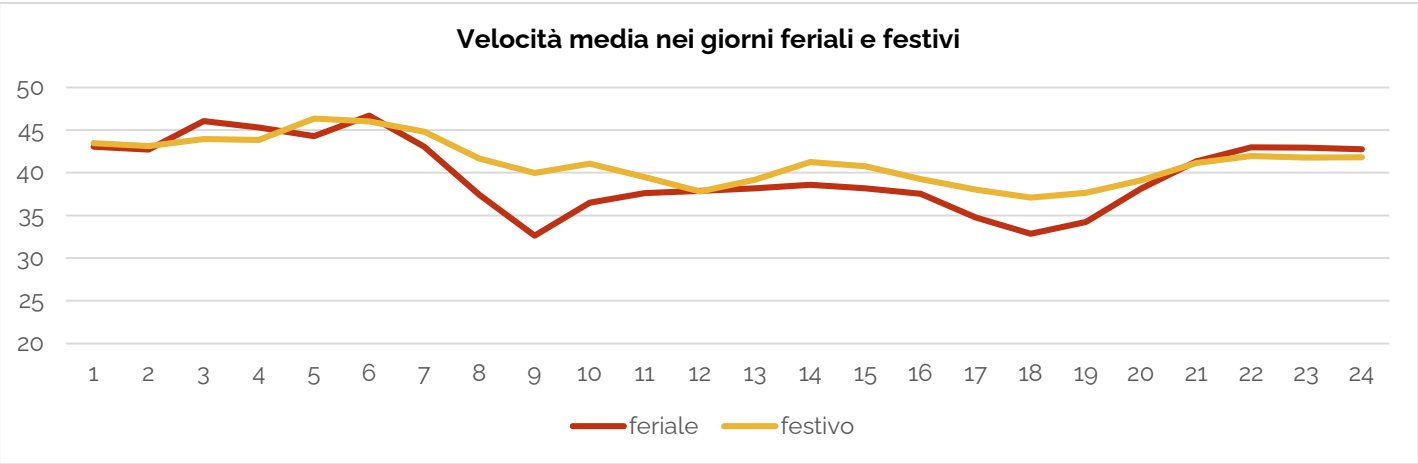


Figura 3.16 - Velocità media nei giorni feriali e festivi in direzione sud

Il grafico seguente mostra il confronto del traffico veicolare tra giorni feriali e festivi nell'arco delle 24 ore. Nei giorni feriali, si osservano due picchi principali: uno attorno alle 9:00 e un altro tra le 18:00 e le 19:00. Durante la notte e le prime ore del mattino, il traffico è ridotto, per poi crescere rapidamente nelle ore di punta. Nei giorni festivi, l'andamento è simile ma il flusso mattutino è inferiore rispetto ai feriali, con una crescita più graduale fino al pomeriggio.

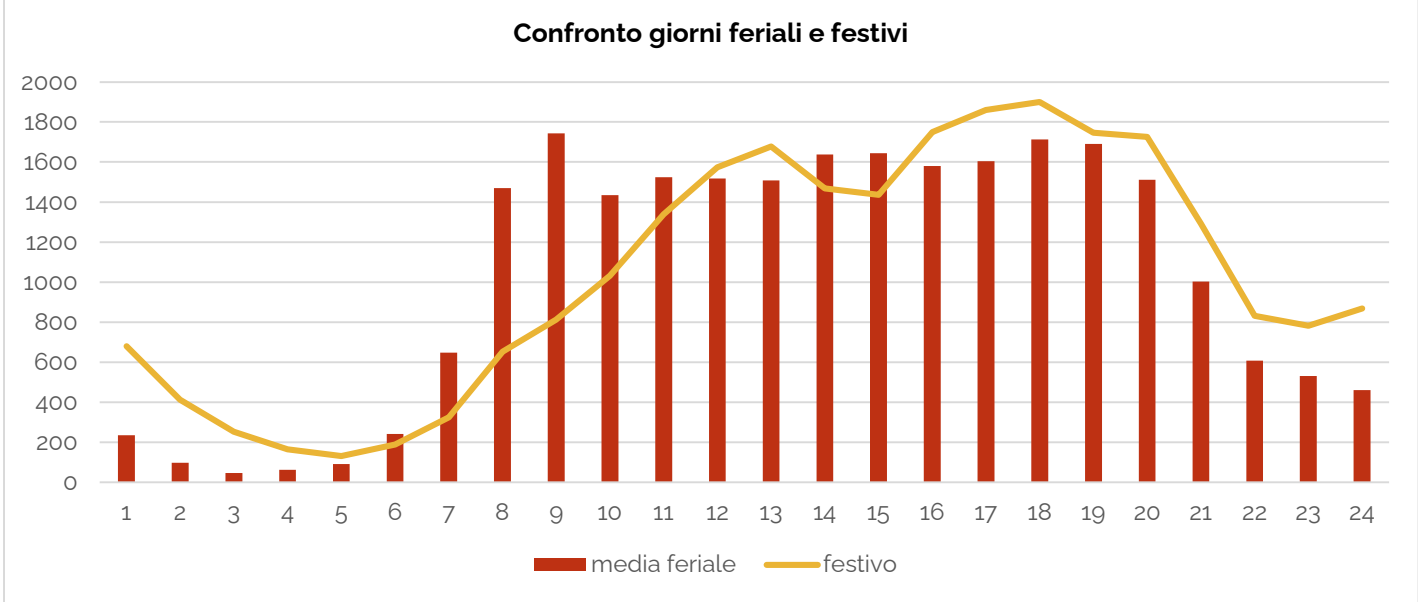


Figura 3.17 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali

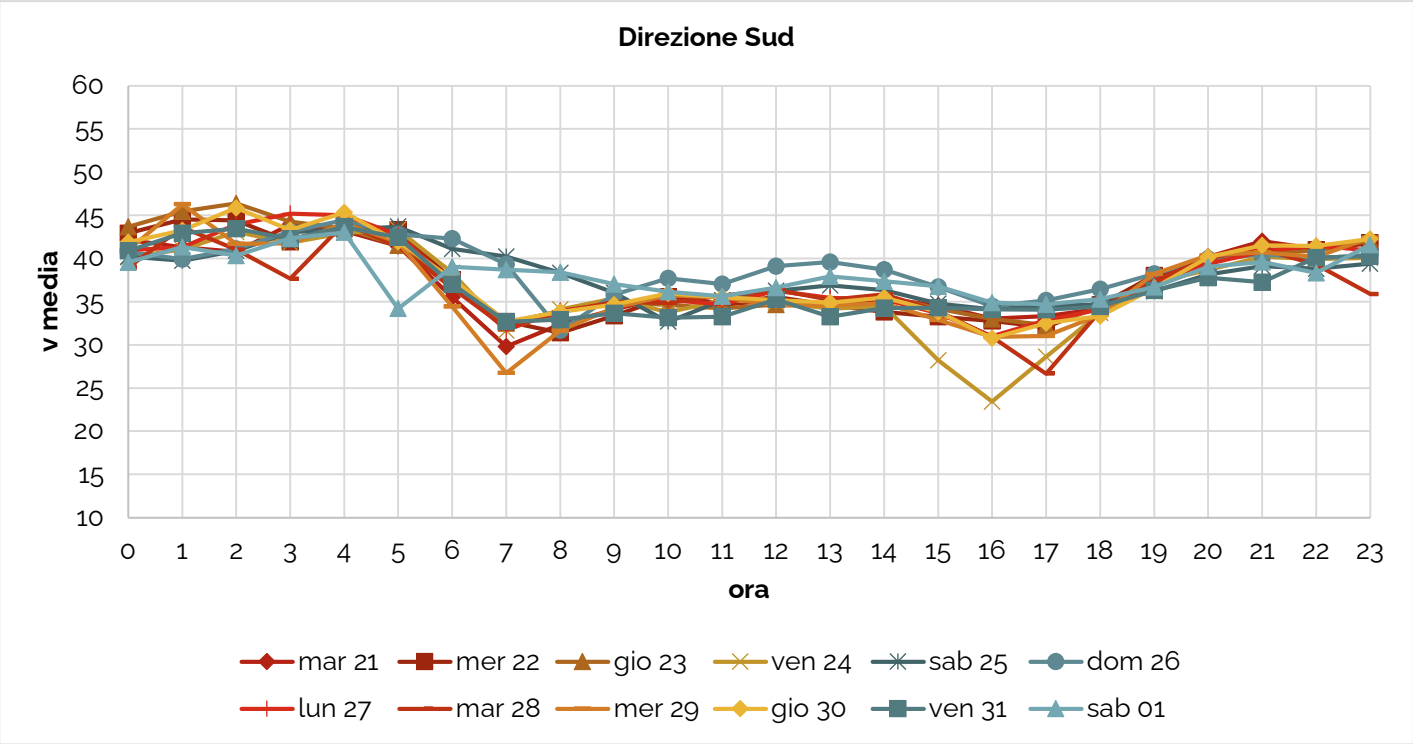


Figura 3.18 - Velocità media giornaliera totale

La velocità media si attesta intorno ai 38 km/h per la maggior parte delle giornate feriali, ad eccezione dell'ora di punta tra le 17:00 e le 18:00 con rallentamenti anche la mattina alle 8:00. Nel fine settimana rimane sempre 38 km/h. La Figura mostra l'andamento della velocità media oraria nei giorni analizzati. Si osserva un calo significativo nelle fasce orarie di punta, in particolare alle 8:00 e tra le 17:00 e le 18:00, dove la velocità scende fino a circa 30 km/h. Durante la notte e nelle ore serali la velocità si mantiene più alta, intorno ai 45-50 km/h, grazie a un traffico più scorrevole.

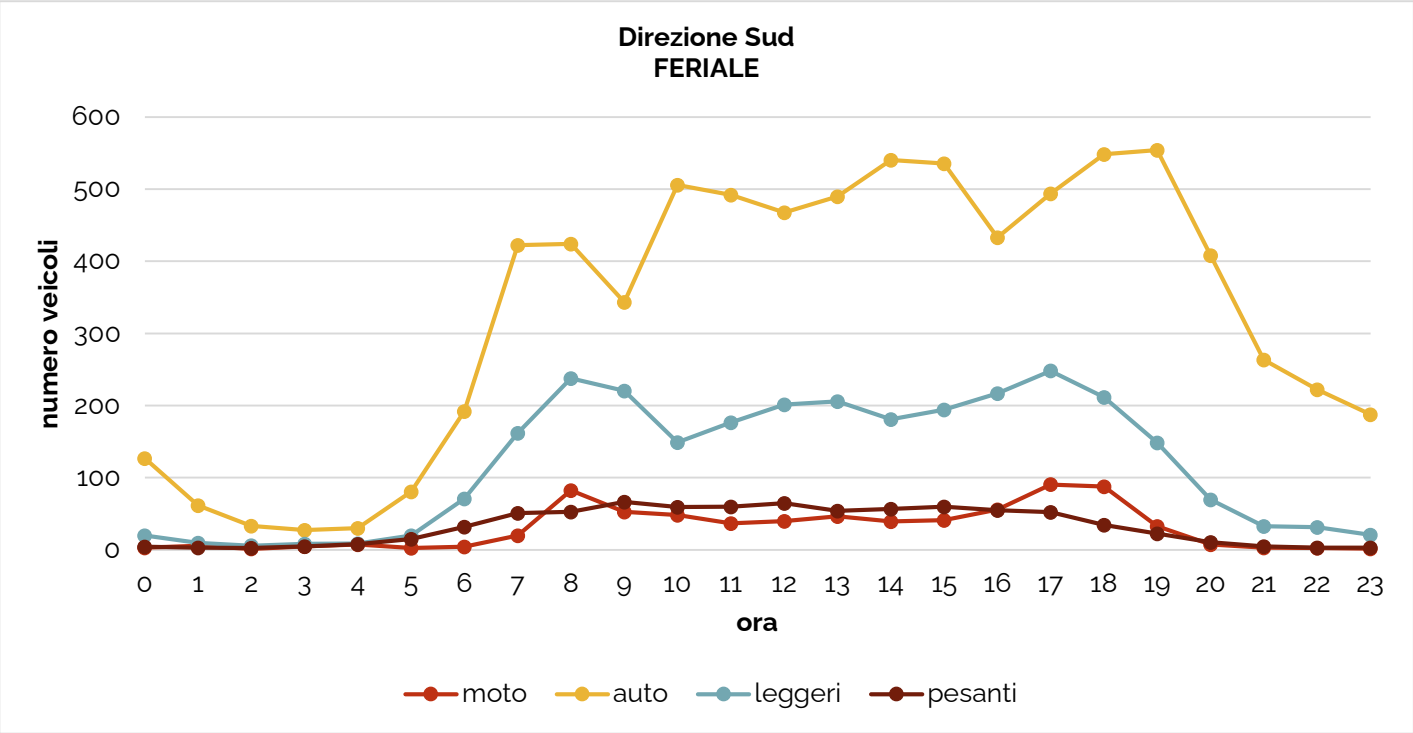


Figura 3.19 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali



3.1.3 Via Teresa Bandettini – Ovest

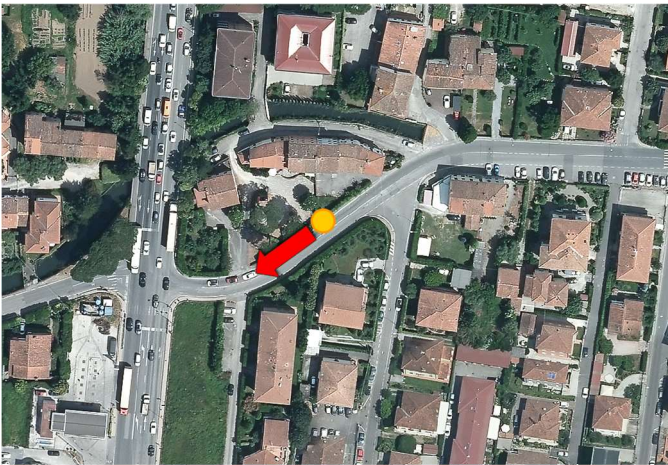


Figura 3.20 - Viale Europa direzione sud



Figura 3.21 - Foto del radar contatraffico

Il radar della postazione 3 è montato su un lampione situato in Via Teresa Bandettini, in direzione ovest. I rilievi sono stati effettuati nel periodo tra il 21 gennaio e il 1° febbraio 2025.. I dati raccolti sono stati analizzati considerando la tipologia di veicolo, la velocità, il volume di traffico e l'andamento nelle ore di punta.

Tabella 3.5 - Veicoli per giorno in direzione nord

Direzione Ovest						
giorno		moto	auto	leggeri	pesanti	TOT
21.01.25	martedì	36	2704	542	29	3311
22.01.25	mercoledì	24	2450	608	30	3112
23.01.25	giovedì	23	2623	573	29	3248
24.01.25	venerdì	28	2724	563	30	3345
25.01.25	sabato	23	2310	392	33	2758
26.01.25	domenica	14	1534	210	5	1763
27.01.25	lunedì	30	2528	568	28	3154
28.01.25	martedì	28	2508	597	33	3166
29.01.25	mercoledì	37	2617	593	34	3281
30.01.25	giovedì	27	2769	554	30	3380
31.01.25	venerdì	33	2447	783	33	3296
01.02.25	sabato	4	2257	385	27	2673

La tabella mostra il traffico veicolare in direzione nord, suddiviso per tipologia di veicolo: moto, auto, veicoli leggeri e pesanti. I dati evidenziano variazioni significative tra i giorni della settimana, con una riduzione del traffico nei fine settimana, in particolare la domenica, quando il totale dei veicoli è nettamente inferiore rispetto agli altri giorni. Il traffico più intenso si registra nei giorni feriali, con picchi tra il martedì e il venerdì. Le auto e i veicoli leggeri rappresentano la maggior parte del flusso, mentre le moto e i mezzi pesanti costituiscono una quota minore.

Il grafico in Figura 3.3 permette di analizzare le variazioni dei flussi di traffico su base giornaliera e per tipologia di veicolo, evidenziando come la maggior parte dei veicoli siano auto, che rappresentano circa l'80% del totale. Durante i giorni feriali, il traffico è più intenso, con un numero di veicoli che supera spesso le 3.000 unità. Nei fine settimana, invece, il numero cala visibilmente, con il minimo registrato la domenica.

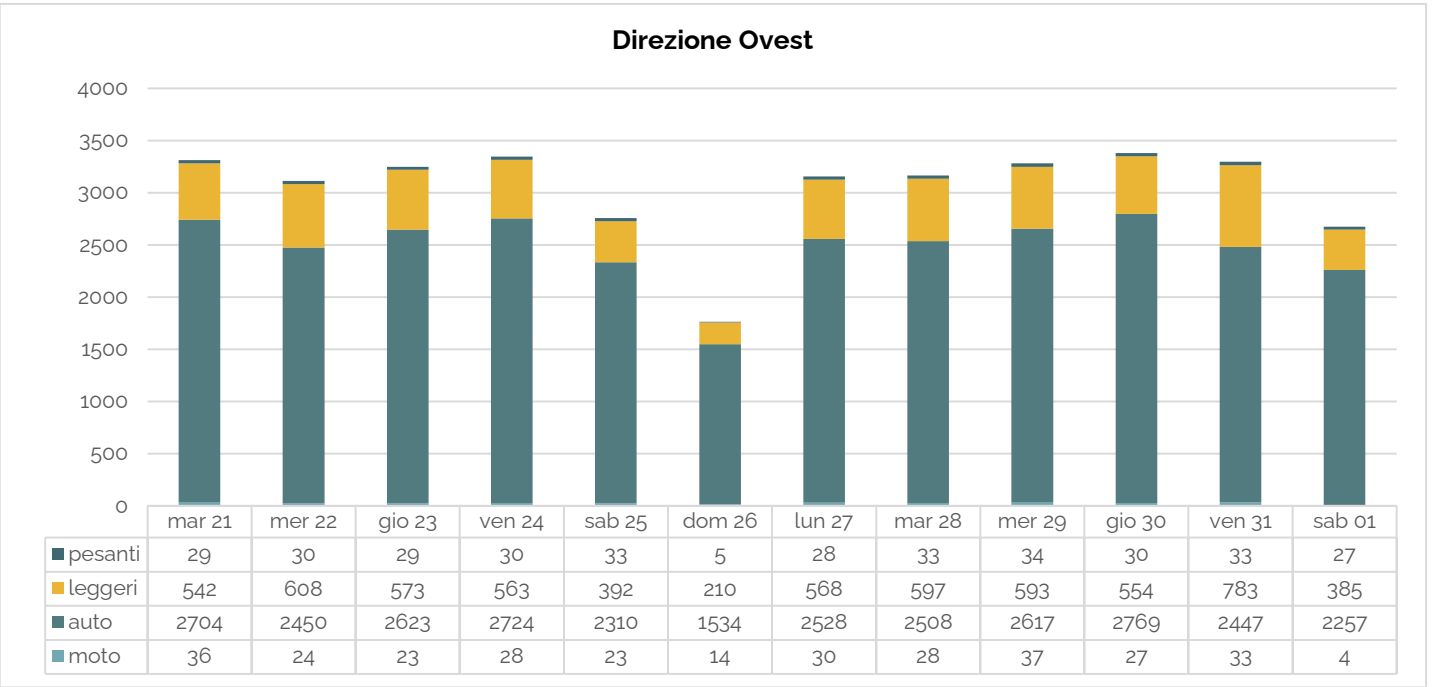


Figura 3.22 - Veicoli per giorno in direzione nord

Il grafico in figura 3.23 mostra l'andamento del traffico in direzione ovest nel corso della giornata, suddiviso per diversi giorni. Si nota un picco evidente tra le **7 e le 9 del mattino**, seguito da un altro aumento più graduale nel pomeriggio tra le **16 e le 18**. Il sabato e la domenica il **traffico aumenta gradualmente**, senza particolari picchi.

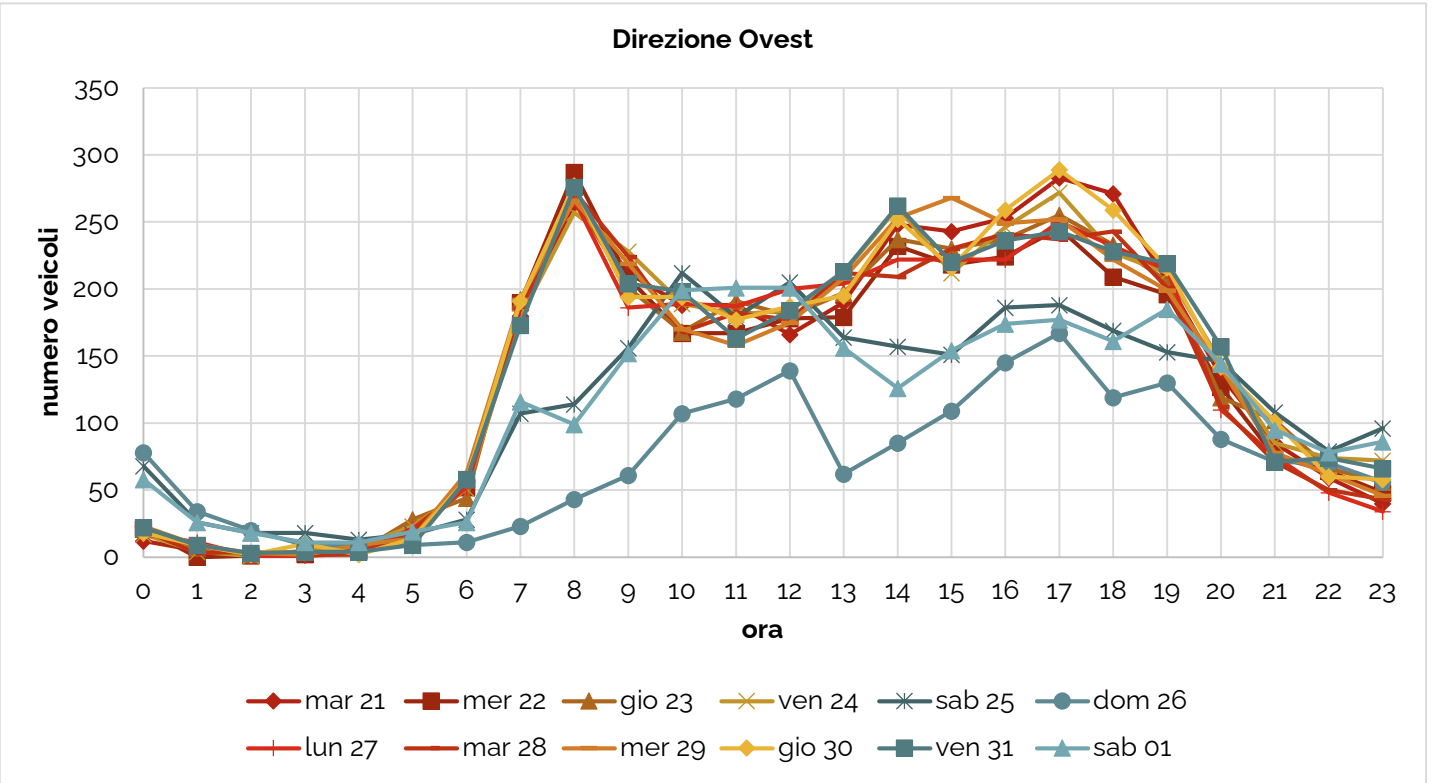


Figura 3.23 - Flussi di traffico giornalieri totali



Tabella 3.6 – Numero veicoli per l'ora di punta nei giorni feriali

Ora di punta feriale 17:00 h – Ovest					
	TOT	moto	auto	leggeri	pesanti
HDP	246	3	200	41	1
media 6:00-22:00	179	2	143	32	2
media 22:00-6:00	25	1	21	3	1
totale giornaliero	3068	36	2457	541	34
Punta auto mattina:		7.83%	Punta tot mattina:		7.93%
Punta auto sera:		8.15%	Punta totale sera:		8.01%

Il traffico si distribuisce similmente sia la mattina che la sera con percentuali simili, tuttavia, le auto registrano un leggero picco nella fascia serale. Nell'ora di punta delle **17:00** transitano in media **246 veicoli**, prevalentemente auto. Durante il giorno, il traffico è più intenso tra le **6:00 e le 22:00**, con una media di **179 veicoli all'ora**, mentre nelle ore notturne (22:00-6:00) il traffico si riduce drasticamente a **25 veicoli all'ora**

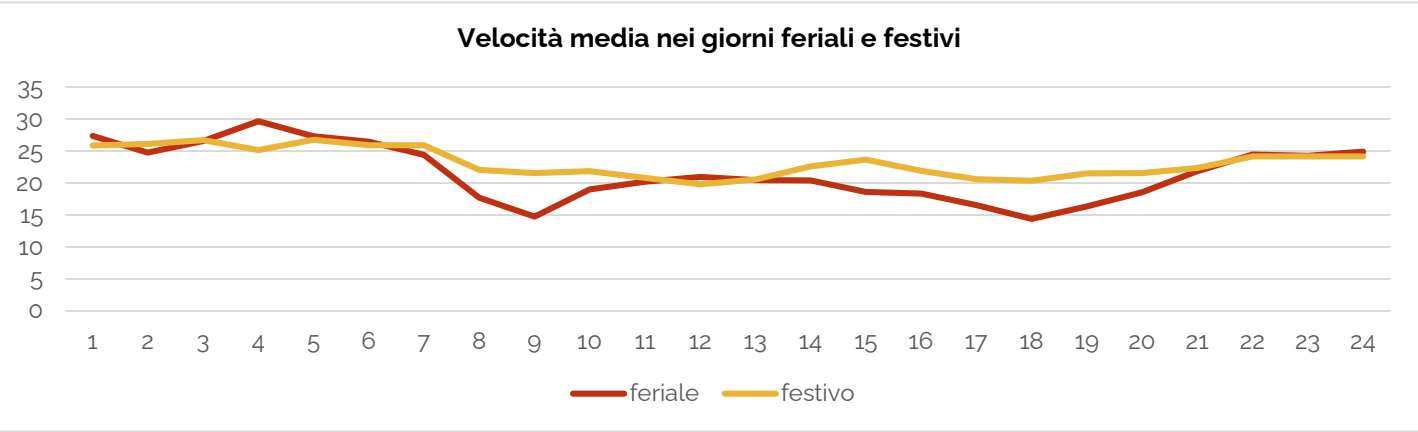


Figura 3.24 - Velocità media nei giorni feriali e festivi in direzione ovest

L'andamento del numero di veicoli complessivi nei giorni feriali e festivi è rappresentato nel grafico 3.25. Si osserva che nei giorni feriali il traffico è più intenso con picchi ben definiti attorno alle 9:00 e tra le 18:00 e le 19:00. Nei giorni festivi, il traffico risulta complessivamente inferiore, soprattutto nelle ore del mattino, quando la mobilità è più ridotta rispetto ai feriali. La crescita del traffico è più graduale e raggiunge il suo massimo nel pomeriggio, tra le 11:00 e le 18:00.

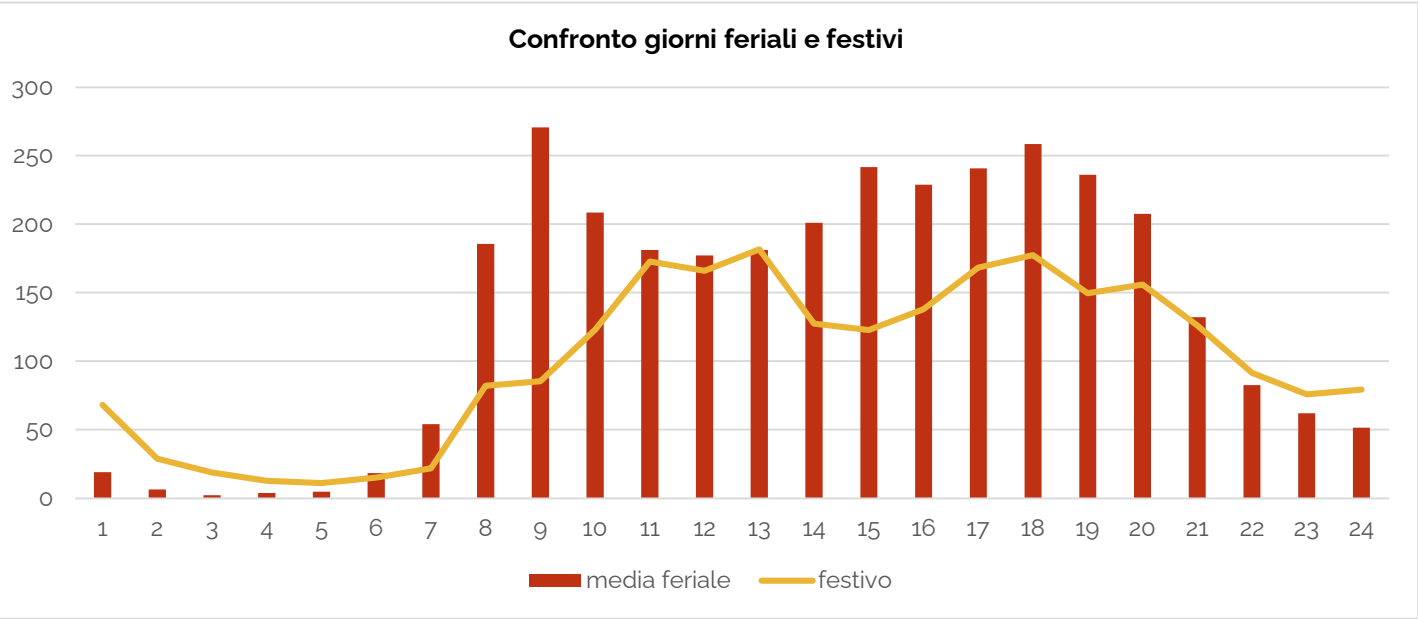


Figura 3.25 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali

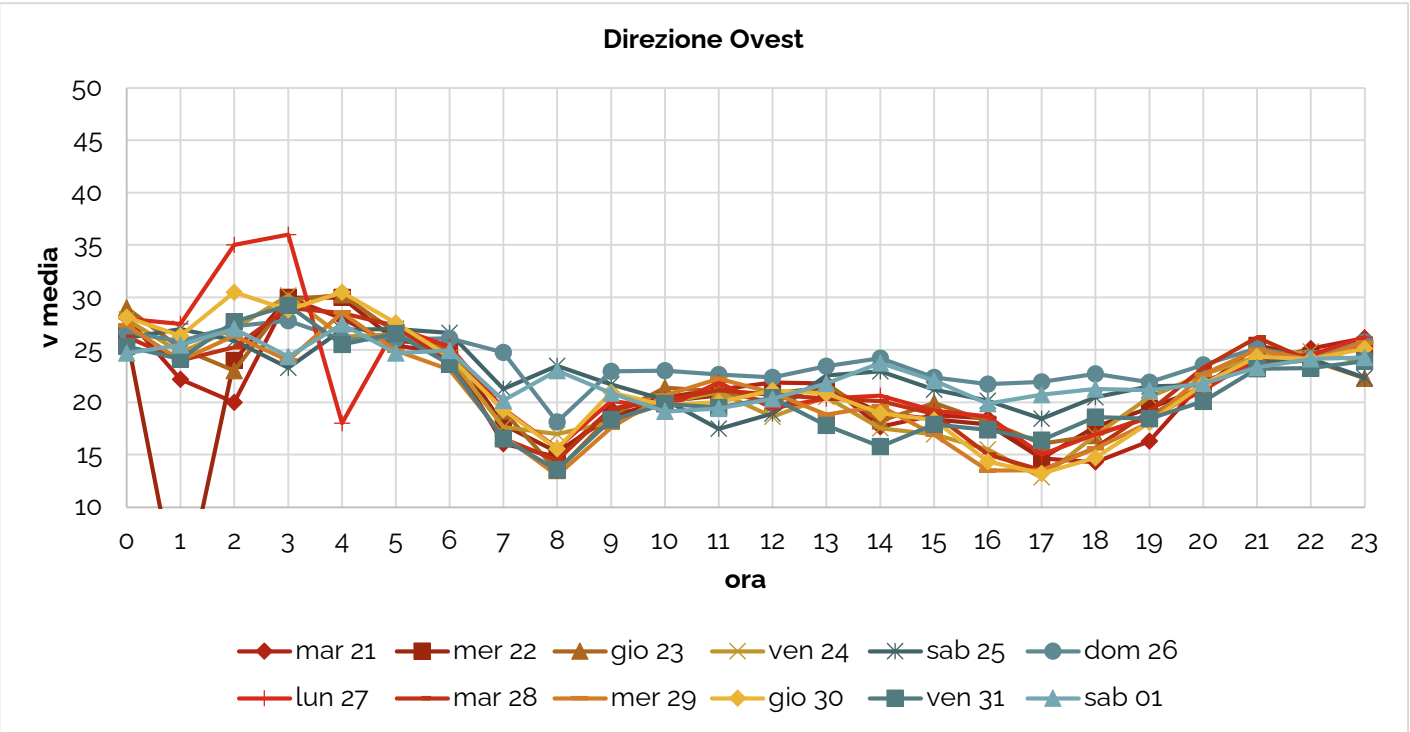


Figura 3.26 - Velocità media giornaliera totale

La velocità media si mantiene relativamente costante durante la giornata, oscillando attorno ai **30 km/h**, con una leggera riduzione nelle ore di punta. In particolare, tra le **8:00 e le 9:00** e tra le **17:00 e le 18:00**, si osserva un calo più marcato della velocità, segno di un aumento della congestione stradale in queste fasce orarie. Nei giorni **festivi**, la velocità risulta più stabile e leggermente superiore rispetto ai giorni feriali, con meno variazioni durante la giornata. Questo suggerisce una minore densità di traffico e una circolazione più fluida.

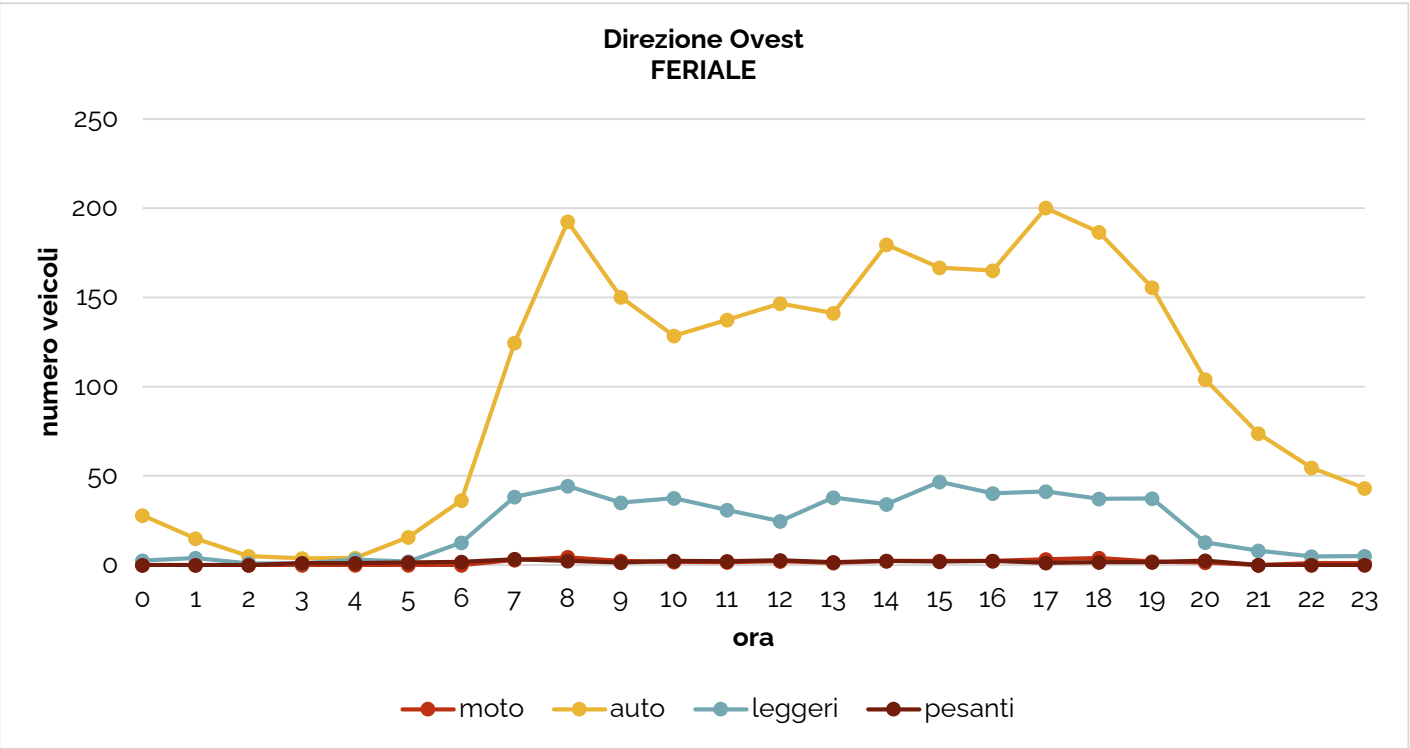


Figura 3.27 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali



3.1.4 Via Teresa Bandettini – Est



Figura 3.28 - Viale Europa direzione sud



Figura 3.29 - Foto del radar contatraffico

Il radar della postazione 3 è montato su un lampione situato in Via Teresa Bandettini, in direzione est. I rilievi sono stati effettuati nel periodo tra il 21 gennaio e il 1° febbraio 2025. I dati raccolti sono stati analizzati considerando la tipologia di veicolo, la velocità, il volume di traffico e l'andamento nelle ore di punta.

Tabella 3.7 - Veicoli per giorno in direzione nord

Direzione Est						
giorno		moto	auto	leggeri	pesanti	TOT
21.01.25	martedì	20	4325	455	52	4852
22.01.25	mercoledì	8	4317	390	41	4756
23.01.25	giovedì	13	4349	412	51	4825
24.01.25	venerdì	16	4458	409	45	4928
25.01.25	sabato	17	3828	351	48	4244
26.01.25	domenica	41	2497	186	38	2762
27.01.25	lunedì	14	4376	426	49	4865
28.01.25	martedì	27	4547	517	68	5159
29.01.25	mercoledì	31	4364	573	114	5082
30.01.25	giovedì	15	4422	503	58	4998
31.01.25	venerdì	16	4572	481	57	5126
01.02.25	sabato	9	3794	282	37	4122

La tabella mostra il traffico veicolare in direzione **Est**, suddiviso per tipologia di veicolo: **moto, auto, veicoli leggeri e pesanti**. Si osservano variazioni significative tra i giorni della settimana, con un calo evidente della circolazione nei fine settimana, in particolare la domenica, quando il totale dei veicoli scende sensibilmente a **2762 unità**, ben al di sotto della media settimanale. Nei giorni feriali, il traffico è più intenso, con i valori più elevati registrati **martedì 28 e mercoledì 29 gennaio**, quando il totale dei veicoli supera **5000 unità**. Le **auto** rappresentano la componente predominante del traffico, seguite dai veicoli leggeri. I **mezzi pesanti** mantengono una presenza costante, mentre il numero di **moto** varia di giorno in giorno, con un picco la domenica (**41 moto**) e valori più bassi nei giorni lavorativi.

Il grafico in Figura mostra le variazioni dei flussi di traffico in **direzione Est**, suddivisi per tipologia di veicolo. **Le auto costituiscono la componente principale del traffico**, con valori che oscillano tra **3800 e 4500 veicoli giornalieri nei giorni feriali**, mentre si osserva un calo più marcato durante il fine settimana, in particolare la domenica (**2497 auto**). I **mezzi pesanti** hanno una presenza più stabile, con variazioni contenute tra i **37 e i 68 veicoli giornalieri**.

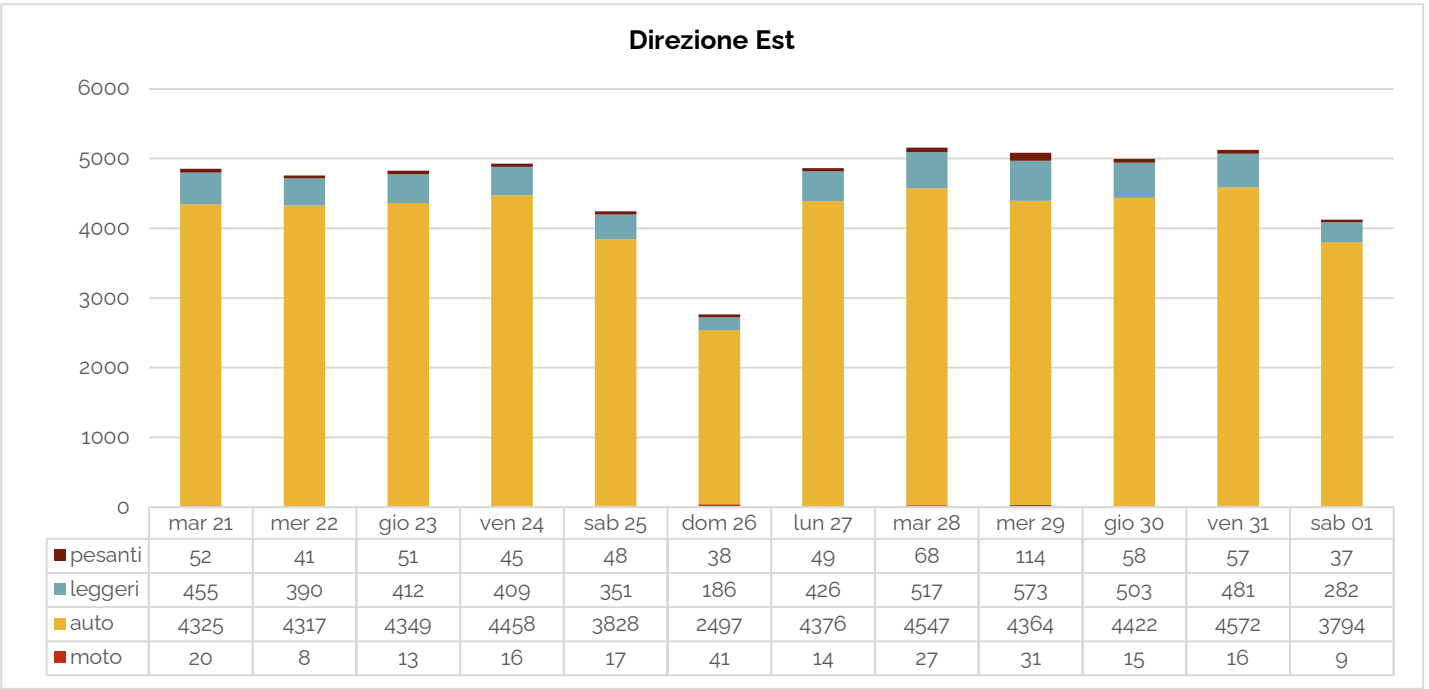


Figura 3.30 - Veicoli per giorno in direzione nord

Il grafico rappresenta l'**andamento del numero di veicoli** nell'arco della giornata per la **direzione Est**. Si osservano due **picchi di traffico ben definiti**: il primo nelle prime ore della mattina, intorno alle **8:00**, e il secondo più marcato nel tardo pomeriggio, attorno alle **17:00-18:00**. Rispetto ai giorni feriali, il traffico dei giorni festivi è significativamente minore.

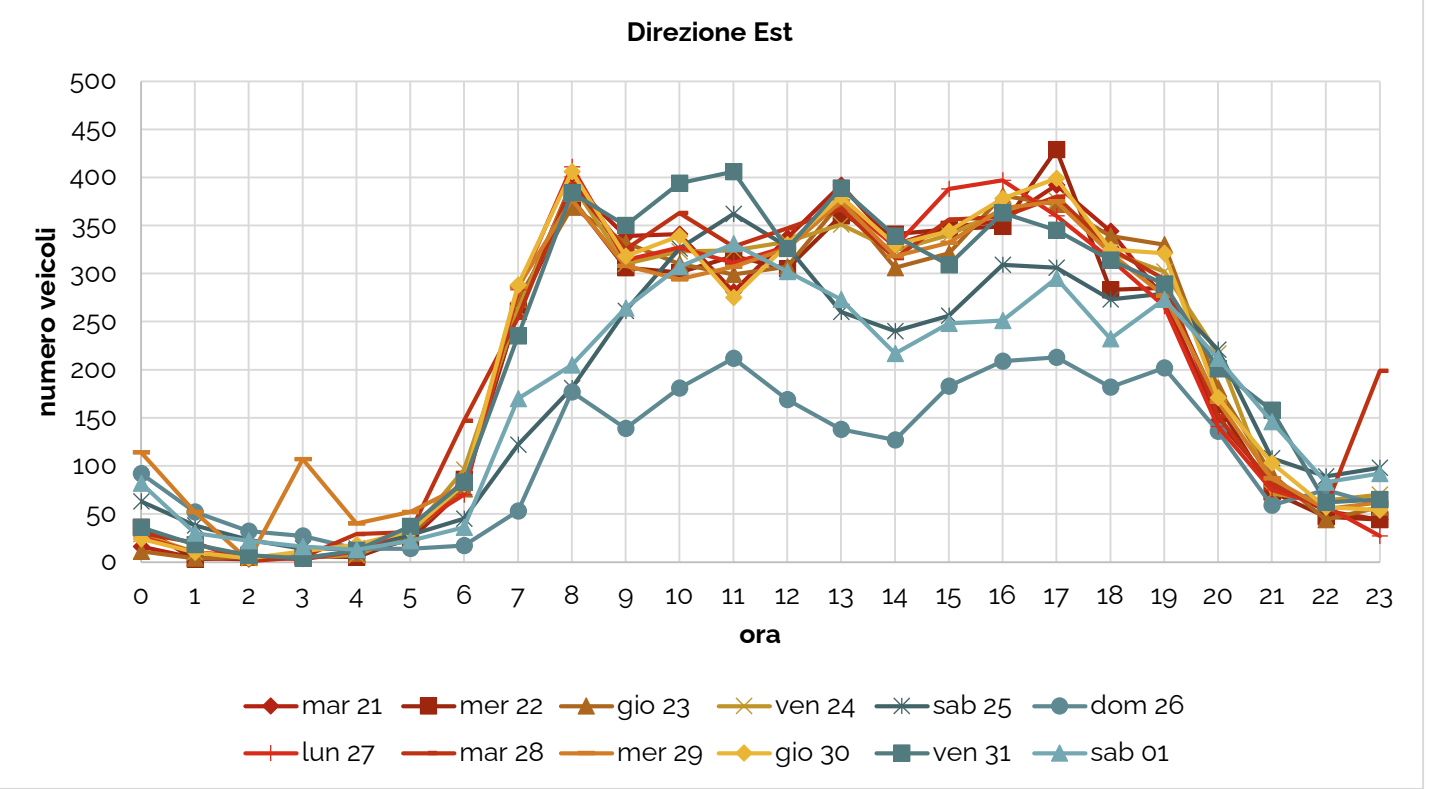


Figura 3.31 - Flussi di traffico giornalieri totali



Tabella 3.8 – Numero veicoli per l'ora di punta nei giorni feriali

Ora di punta feriale 17:00 h – Est					
	TOT	moto	auto	leggeri	pesanti
HDP	365	2	327	33	1
media 6:00-22:00	274	3	243	25	4
media 22:00-6:00	40	3	29	6	5
totale giornaliero	4709	55	4121	451	82
Punta auto mattina:		7.68%	Punta tot mattina:		7.73%
Punta auto sera:		7.94%	Punta totale sera:		7.74%

Il traffico si distribuisce in modo equilibrato tra la mattina e la sera, con percentuali simili, anche se si osserva un **leggero aumento del flusso serale delle auto**. L'ora di punta generale è registrata alle **17:00**, con un transito medio di **365 veicoli**, costituiti prevalentemente da auto (**327 veicoli**). Le percentuali di traffico nelle ore di punta mostrano una distribuzione simile tra mattina e sera.

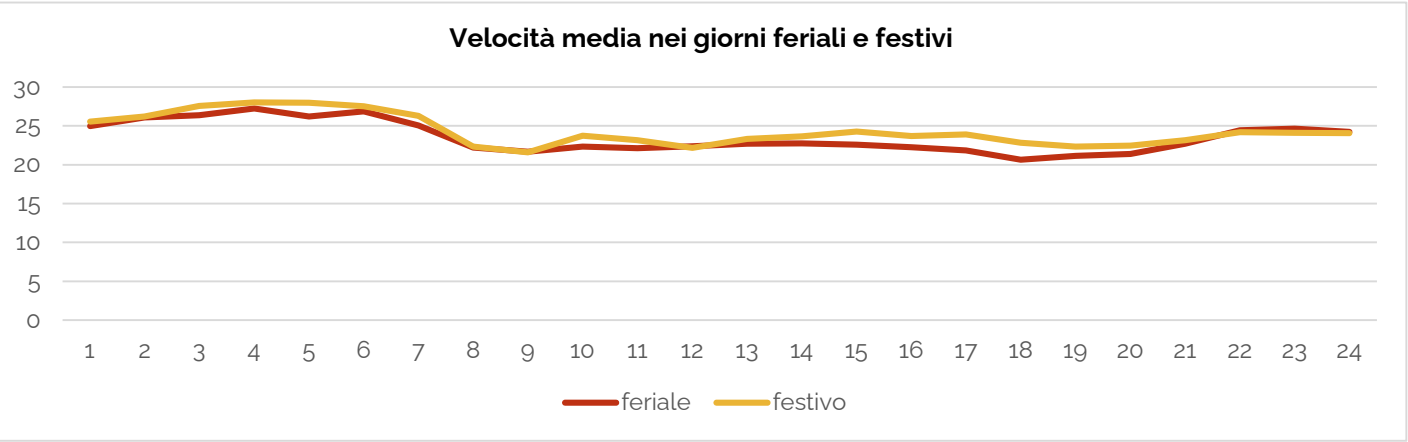


Figura 3.35 - Velocità media nei giorni feriali e festivi in direzione nord

Il grafico seguente mostra il confronto tra traffico nei giorni feriali e festivi. Nei giorni feriali (barra rossa), si osservano due picchi principali: uno attorno alle **9:00** e un altro tra **18:00 e 19:00**, dovuti probabilmente agli spostamenti per lavoro. Nei giorni festivi (linea gialla), il traffico mattutino è molto più ridotto, cresce gradualmente nel corso della giornata e raggiunge il massimo nel pomeriggio, per poi calare più rapidamente in serata.

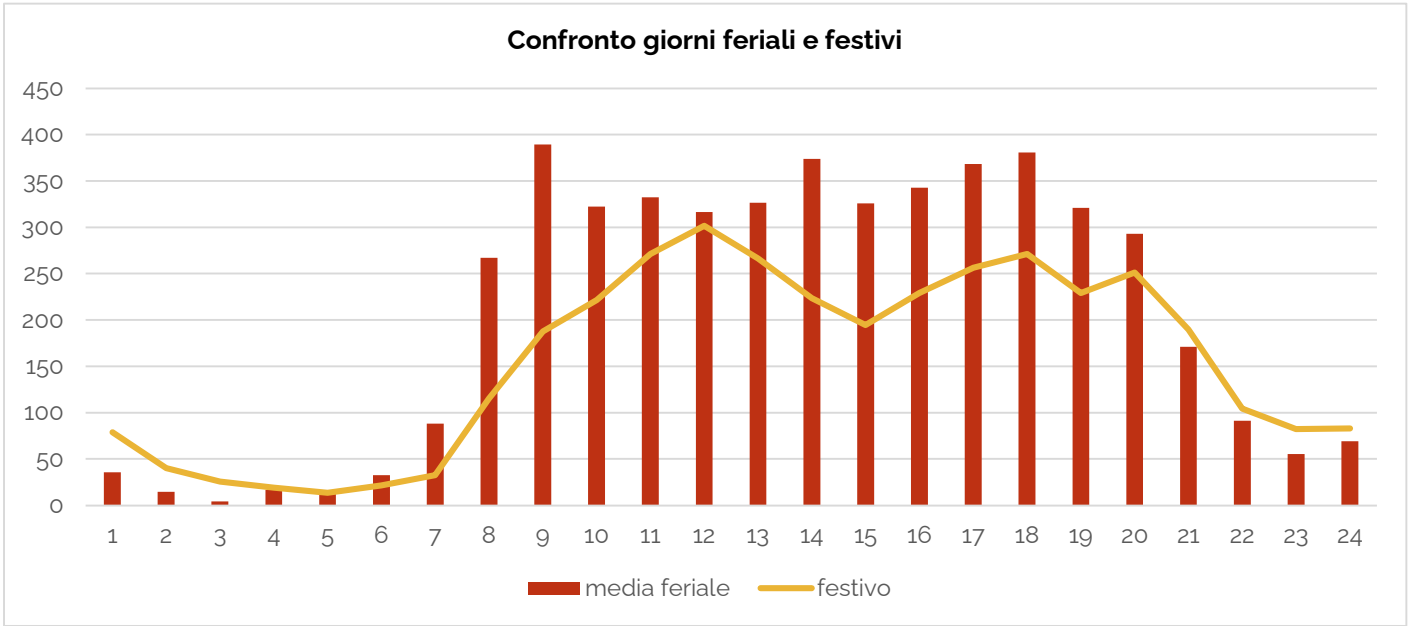


Figura 3.34 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali

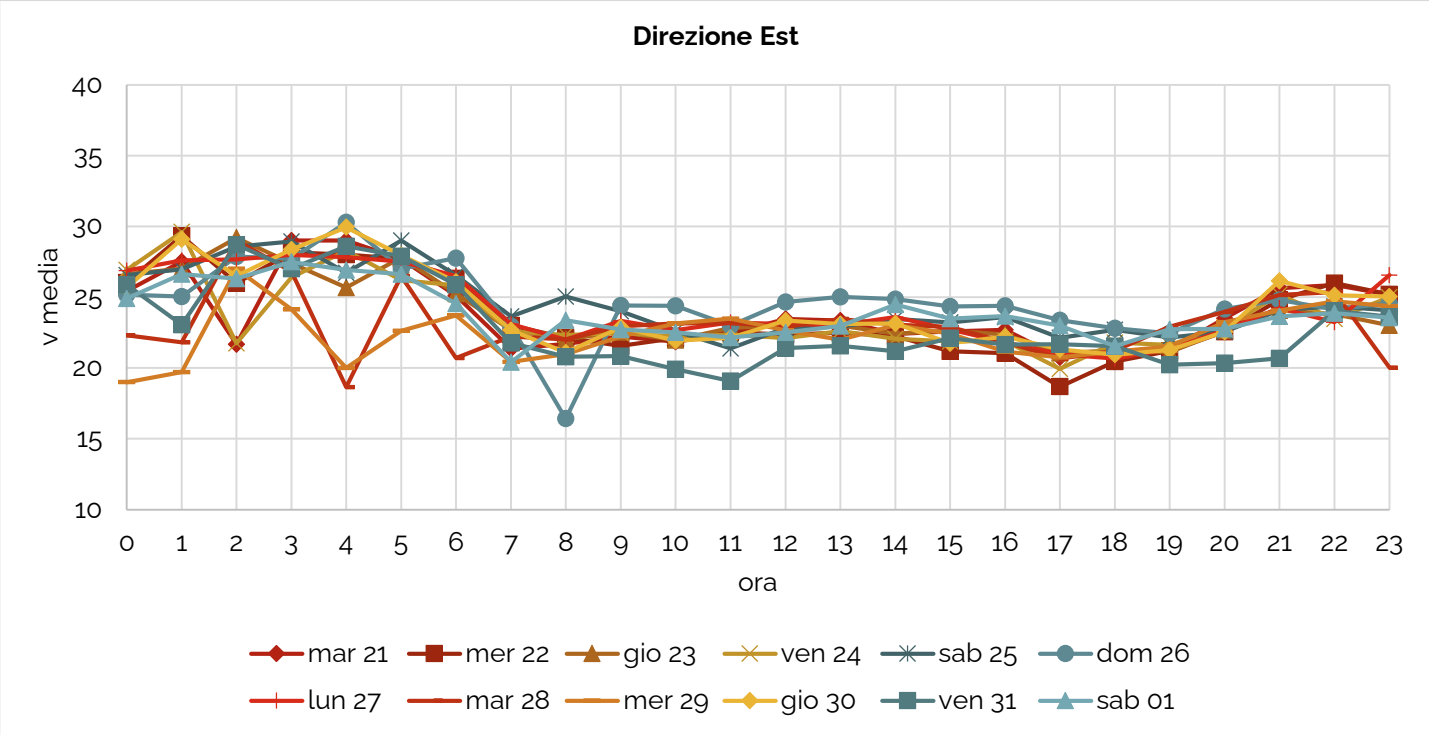


Figura 3.32 - Velocità media giornaliera totale

La velocità media nella direzione Est si mantiene relativamente costante intorno ai **30 km/h** per la maggior parte della giornata nei giorni feriali, con un calo significativo nelle ore di punta, in particolare tra le **8:00 del mattino** e tra le **17:00 e le 18:00**. Questi rallentamenti sono dovuti all'aumento del traffico, con le auto che costituiscono la categoria predominante di veicoli. Nei **giorni festivi e nel fine settimana**, la velocità media appare più stabile e meno influenzata dalle variazioni di traffico, rimanendo intorno ai **30 km/h**, senza le brusche riduzioni osservate nei giorni lavorativi.

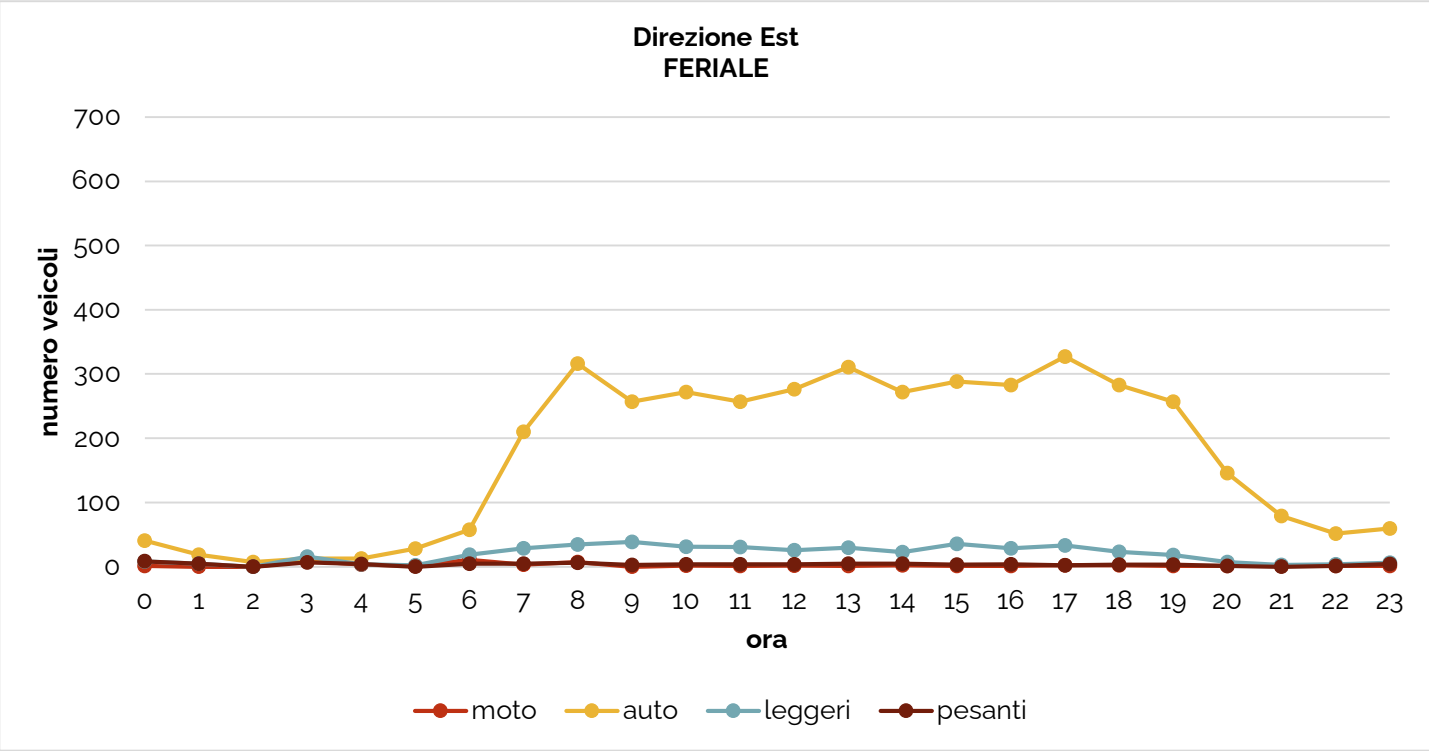


Figura 3.33 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali



3.1.5 Viale Europa cavalcavia – Nord



Figura 3.37 - Viale Europa direzione sud



Figura 3.38 - Foto del radar contatraffico

Il radar della postazione 4 è montato su un lampione situato in Viale Europa sul cavalcavia, in direzione nord. I rilievi sono stati effettuati nel periodo tra il 21 gennaio e il 1° febbraio 2025. I dati raccolti sono stati analizzati considerando la tipologia di veicolo, la velocità, il volume di traffico e l'andamento nelle ore di punta.

Tabella 3.9 - Veicoli per giorno in direzione nord

Direzione Nord						
giorno		moto	auto	leggeri	pesanti	TOT
21.01.25	martedì	761	7056	1102	304	9223
22.01.25	mercoledì	282	2310	444	163	3199
23.01.25	giovedì	307	1850	369	173	2699
24.01.25	venerdì	446	2522	429	216	3613
25.01.25	sabato	588	8068	1241	85	9982
26.01.25	domenica	130	1230	165	4	1529
27.01.25	lunedì	175	1645	441	239	2500
28.01.25	martedì	574	5926	2263	390	9153
29.01.25	mercoledì	157	1254	324	118	1853
30.01.25	giovedì	191	2268	706	202	3367
31.01.25	venerdì	118	1066	226	85	1495
01.02.25	sabato	388	3868	804	46	5106

La tabella mostra il traffico veicolare in direzione nord, suddiviso per tipologia di veicolo: moto, auto, veicoli leggeri e pesanti. I dati evidenziano variazioni significative tra i giorni della settimana, con un calo evidente della circolazione nei fine settimana, soprattutto la domenica, quando il totale dei veicoli è significativamente inferiore rispetto agli altri giorni. Il traffico più intenso si registra nei giorni feriali, con picchi particolarmente elevati il martedì e il sabato. Le auto costituiscono la maggior parte del flusso, seguite dai veicoli leggeri, mentre i pesanti e le moto rappresentano una quota minore del traffico totale.

Il grafico permette di analizzare le variazioni dei flussi di traffico su base giornaliera e per tipologia di veicolo. Le auto costituiscono la maggior parte del traffico, con un'evidente predominanza nei giorni feriali, mentre si registra un calo durante il fine settimana, in particolare la domenica. Si osservano picchi di traffico il martedì e il sabato, con volumi complessivi superiori a 9000 veicoli.

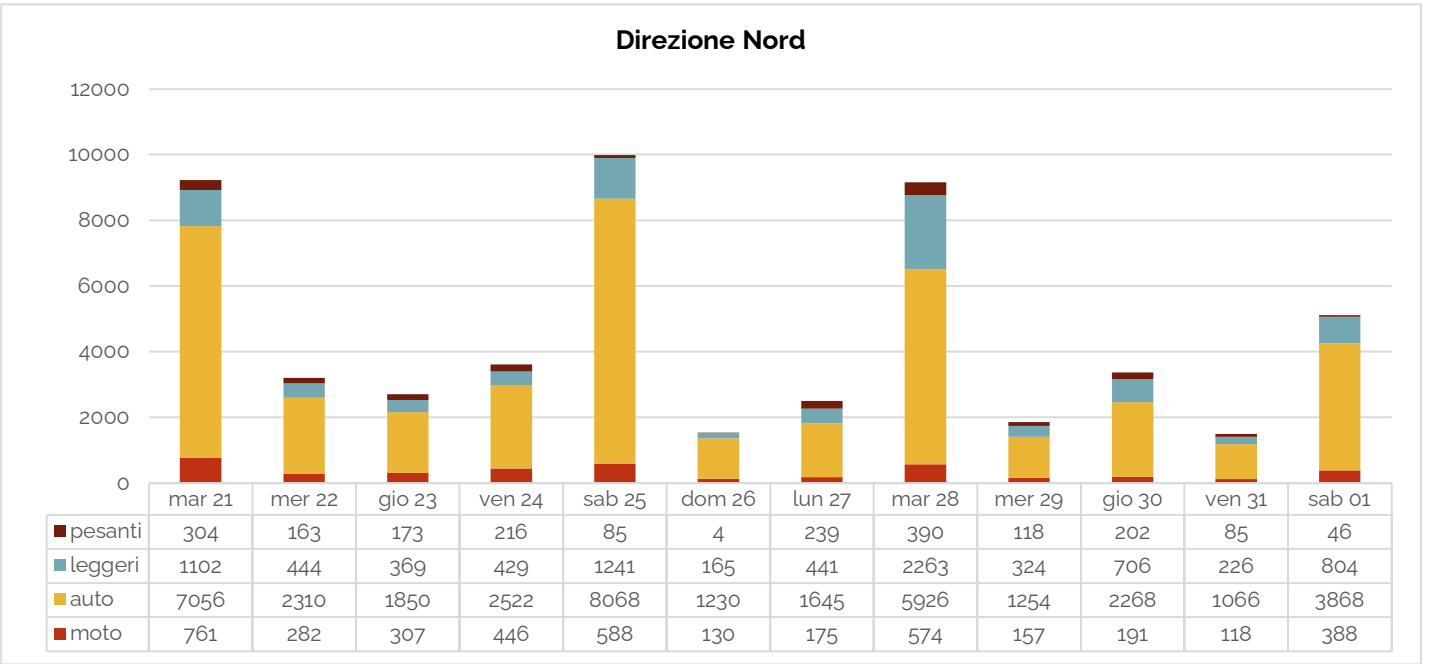


Figura 3.36 - Veicoli per giorno in direzione nord

L'andamento del numero di veicoli complessivi nell'arco della giornata è raffigurato nel grafico. Si osservano due picchi principali: uno in mattinata tra le 7:00 e le 9:00 e un altro più marcato intorno alle 17:00. Il traffico è più intenso nei giorni feriali, con il martedì e il venerdì che mostrano volumi particolarmente elevati.

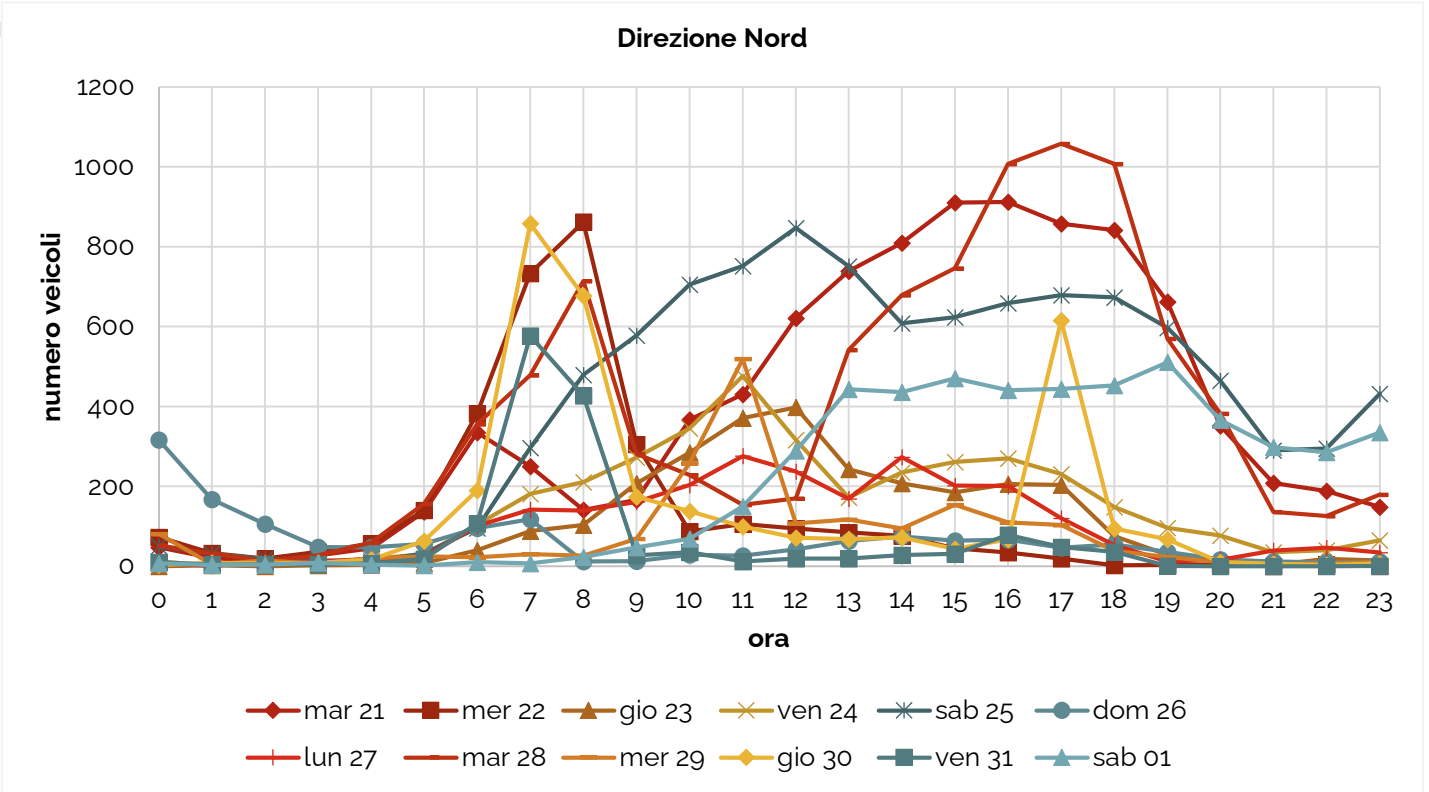


Figura 3.39 - Flussi di traffico giornalieri totali



Tabella 3.10 – Numero veicoli per l'ora di punta nei giorni feriali

Ora di punta feriale 17:00 h – Nord					
	TOT	moto	auto	leggeri	pesanti
HDP	457	30	305	104	19
media 6:00-22:00	270	19	185	54	12
media 22:00-6:00	59	4	40	12	3
totale giornaliero	4800	341	3285	956	219
Punta auto mattina:		6%	Punta tot mattina:		6%
Punta auto sera:		9%	Punta totale sera:		10%

Il traffico è più intenso nella fascia diurna, con picchi al mattino (6%) e alla sera (10%). Nell'ora di punta registrata delle 17:00 transitano in media 457 veicoli, prevalentemente auto (305). Per quanto riguarda i mezzi pesanti, nell'ora di punta giornaliera sono presenti in media 19 veicoli.

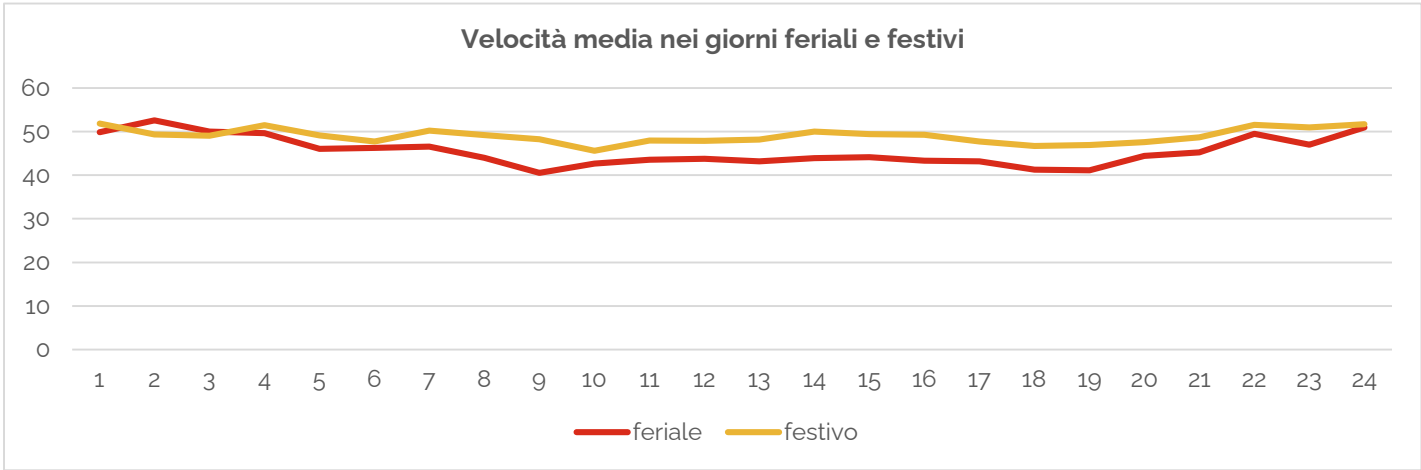


Figura 3.41 - Velocità media nei giorni feriali e festivi in direzione nord

L'andamento del numero di veicoli complessivi nell'arco dei giorni feriali e festivi è raffigurato nelle immagini di seguito. Si osserva un picco più pronunciato attorno alle 9:00 e tra le 18:00 e le 19:00 nei giorni feriali, mentre nei giorni festivi il flusso veicolare risulta meno marcato nelle prime ore della giornata, con un incremento più graduale che raggiunge il suo massimo nel pomeriggio.

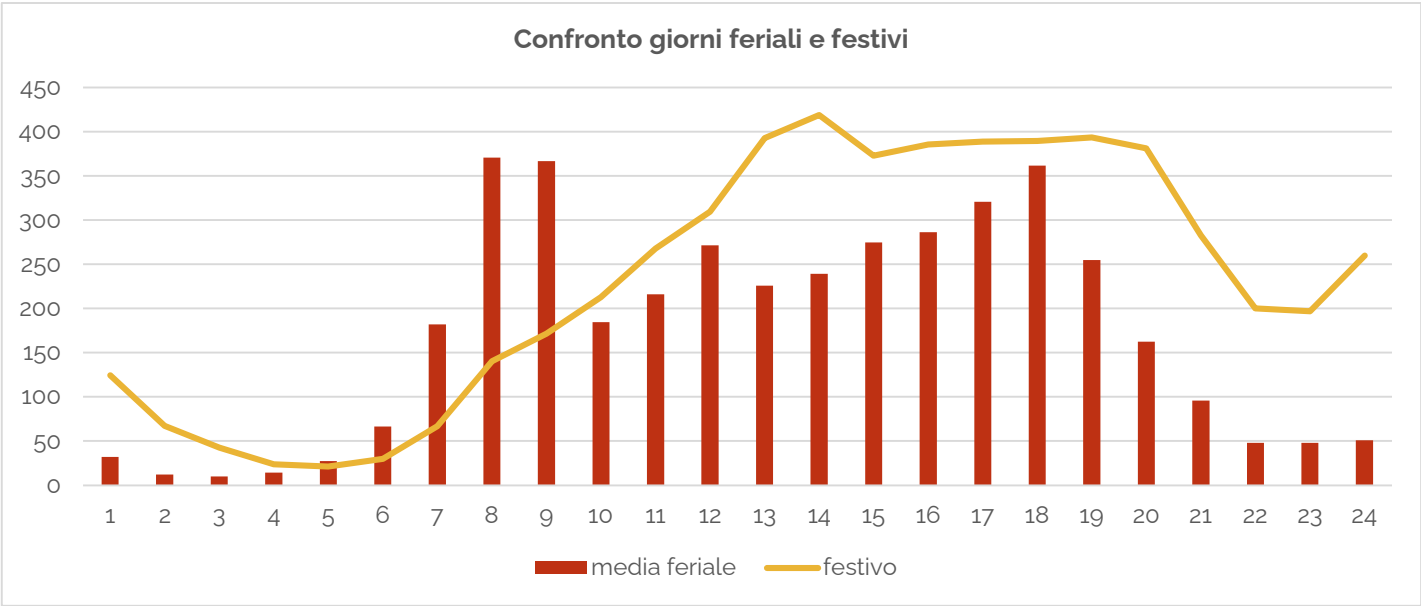


Figura 3.42 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali

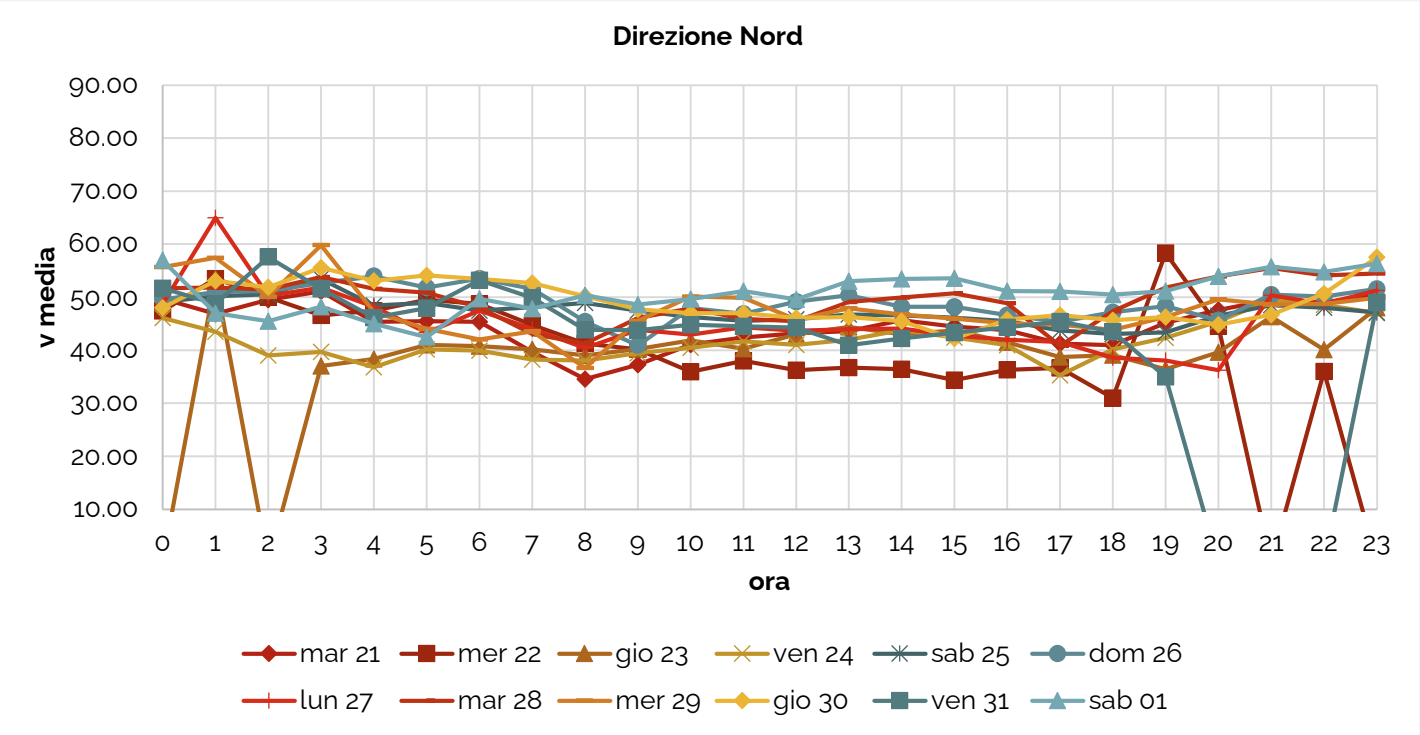


Figura 3.44 - Velocità media giornaliera totale

La velocità media si mantiene attorno ai 50 km/h per la maggior parte della giornata, con alcune variazioni tra le diverse fasce orarie. Si osservano lievi rallentamenti nelle ore di punta, in particolare tra le 8:00 e le 17:00-18:00, dove si registrano le velocità più basse. Nei fine settimana la velocità media risulta più stabile, con valori generalmente più elevati rispetto ai giorni feriali. Il grafico evidenzia inoltre alcune fluttuazioni nelle ore notturne, dove la velocità può subire incrementi significativi a causa della minore densità di traffico.

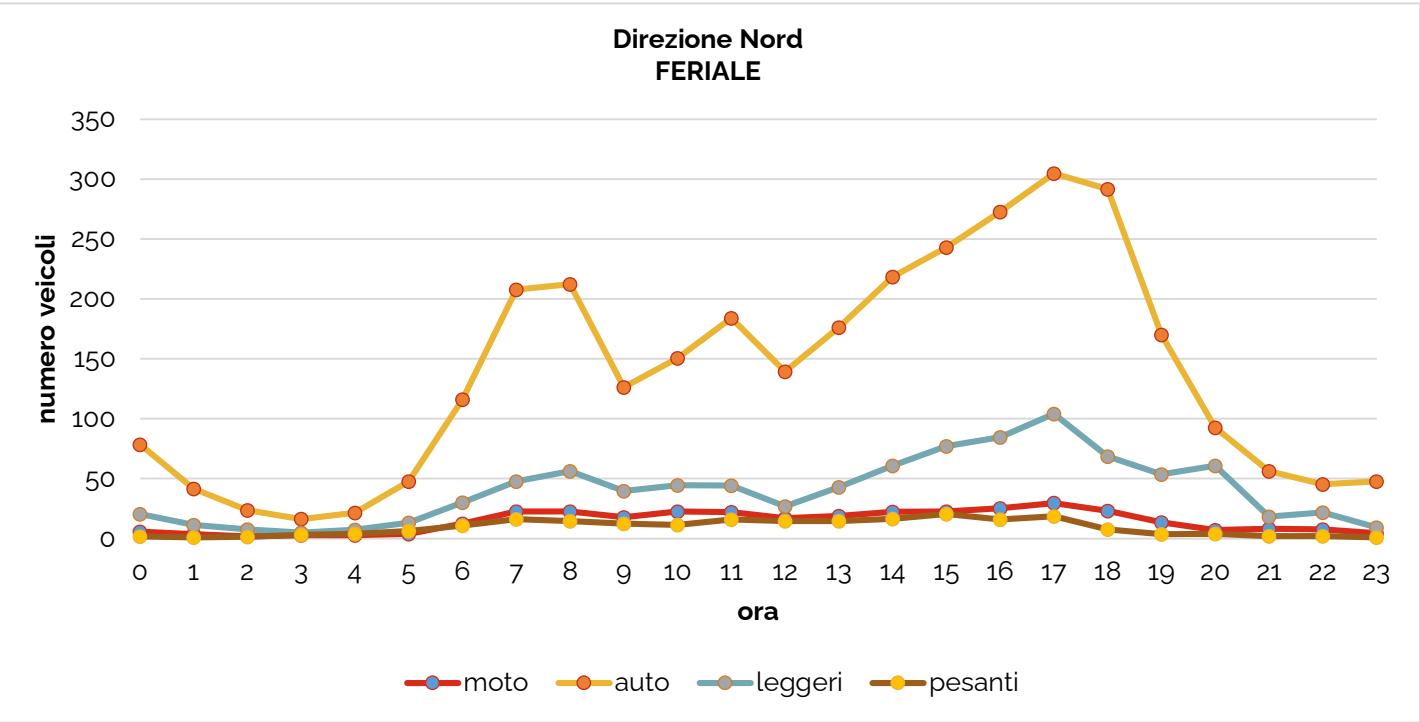


Figura 3.43 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali



3.1.6 Viale Europa cavalcavia – Sud



Figura 3.45 - Viale Europa direzione sud



Figura 3.46 - Foto del radar contatraffico

Il radar della postazione 4 è montato su un lampione situato in Viale Europa sul cavalcavia, in direzione sud. I rilievi sono stati effettuati nel periodo tra il 21 gennaio e il 1° febbraio 2025. I dati raccolti sono stati analizzati considerando la tipologia di veicolo, la velocità, il volume di traffico e l'andamento nelle ore di punta.

Tabella 3.11 - Veicoli per giorno in direzione nord

Direzione Sud						
giorno		moto	auto	leggeri	pesanti	TOT
21.01.25	martedì	2025	9569	6319	3407	21320
22.01.25	mercoledì	2856	10218	3763	2654	19491
23.01.25	giovedì	2697	10989	5254	3100	22040
24.01.25	venerdì	2447	10621	7326	3842	24236
25.01.25	sabato	1393	9162	13377	5739	29671
26.01.25	domenica	716	9141	11021	3858	24736
27.01.25	lunedì	1044	7076	8538	4012	20670
28.01.25	martedì	966	7742	9844	4465	23017
29.01.25	mercoledì	771	7148	9349	3886	21154
30.01.25	giovedì	1606	7768	5650	3045	18069
31.01.25	venerdì	3590	5575	1638	1488	12291
01.02.25	sabato	3379	11344	3280	1128	19131

La tabella evidenzia come il traffico in direzione Sud oscilli in modo significativo nei diversi giorni della settimana, mostrando andamenti diversi rispetto ad altri flussi analizzati. Si osserva un aumento del traffico nei giorni feriali, con un picco massimo il venerdì (24.236 veicoli) e una diminuzione marcata nel fine settimana, specialmente la domenica, che registra un calo rispetto al sabato. Tuttavia, a differenza di altre tendenze dove la domenica presenta il valore minimo, in questo caso il traffico domenicale (24.736 veicoli) supera quello del lunedì e di alcuni giorni feriali.

Il grafico permette di analizzare le variazioni dei flussi di traffico su base giornaliera e per tipologia di veicolo nella direzione Ovest. Le auto costituiscono la maggior parte del traffico, con valori elevati nei giorni feriali e una riduzione più marcata nel fine settimana, soprattutto il venerdì e la domenica. Si osserva un picco significativo il sabato 25, dovuto principalmente all'aumento dei veicoli leggeri, che rappresentano una quota rilevante degli spostamenti nei giorni festivi.

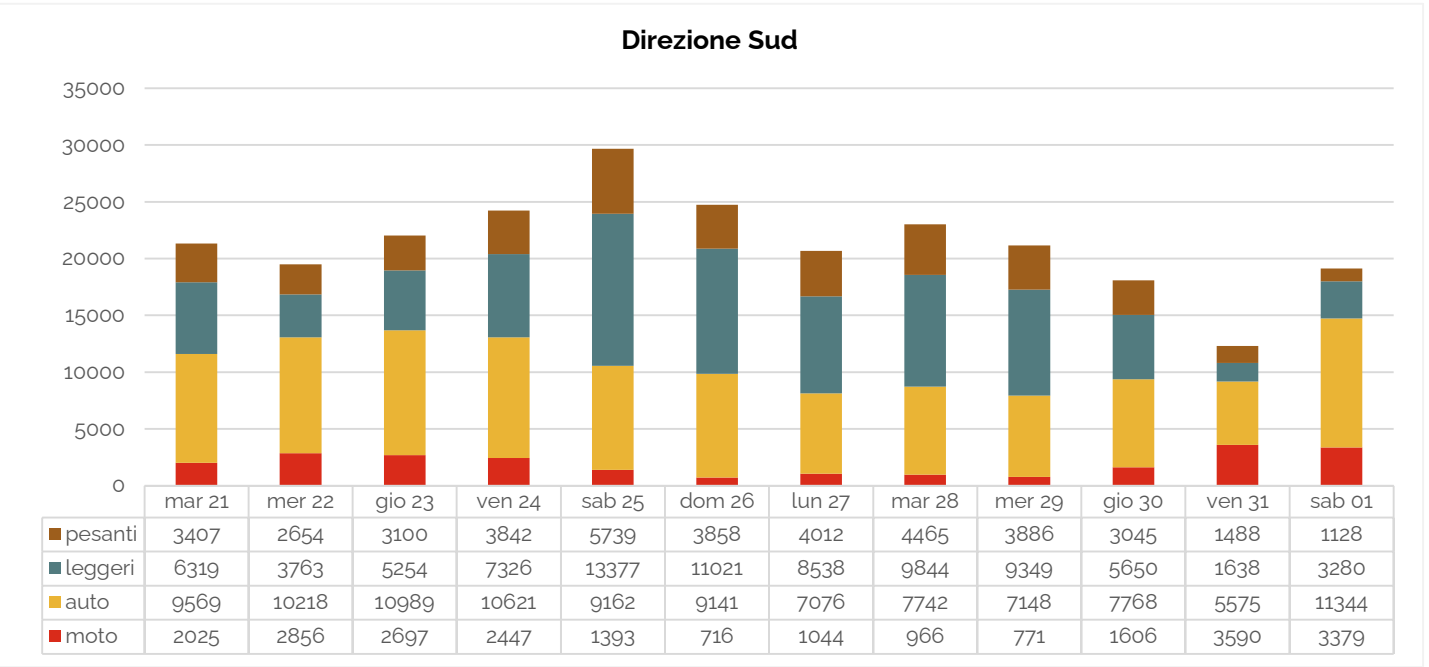


Figura 3.47 - Veicoli per giorno in direzione nord

Il grafico mostra l'andamento del numero di veicoli complessivi nel corso della giornata per la direzione Ovest, suddiviso per diversi giorni della settimana. Si evidenziano due picchi: uno al mattino tra le 7:00 e le 9:00 e uno nel tardo pomeriggio tra le 17:00 e le 19:00. Il traffico nei giorni festivi presenta un andamento più irregolare e variato nel corso della giornata.

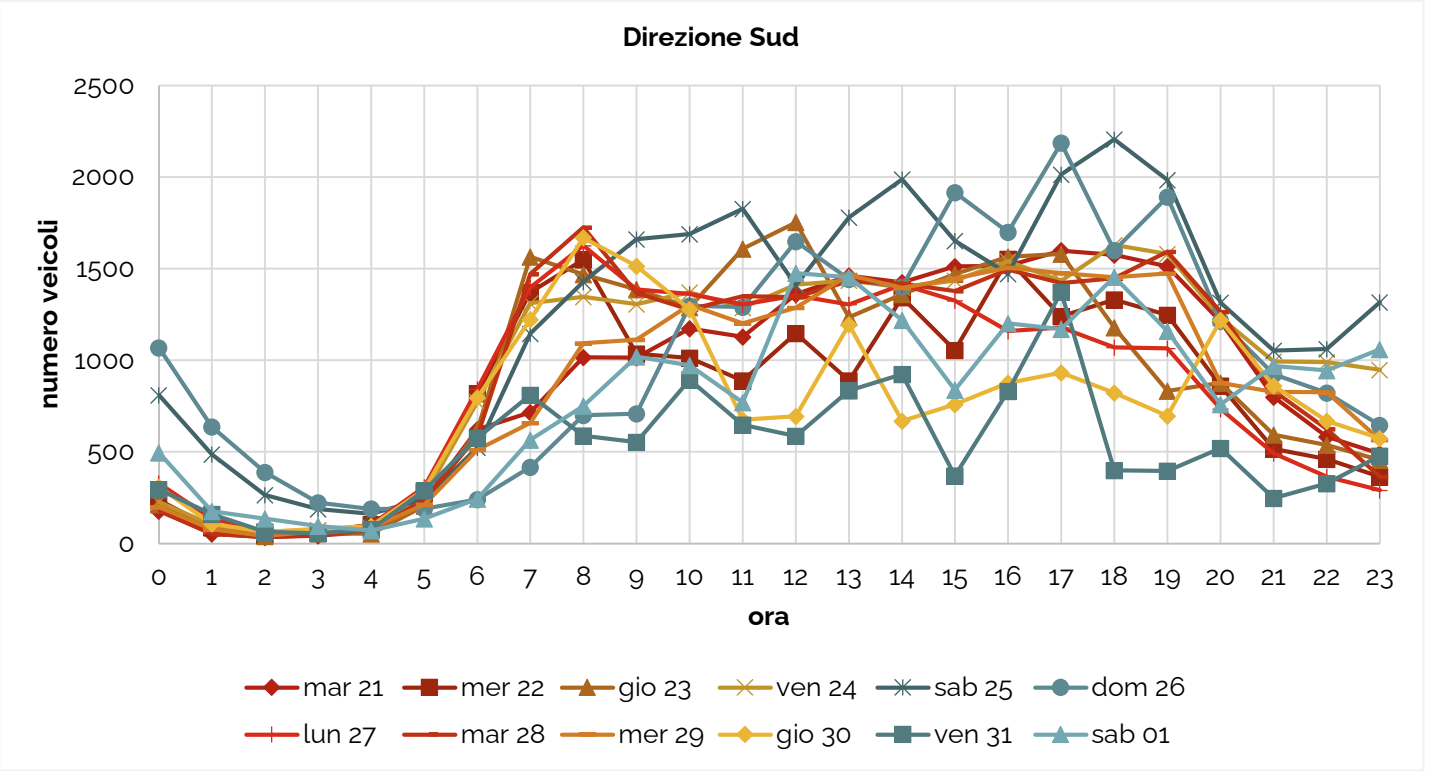


Figura 3.48 - Flussi di traffico giornalieri totali



Tabella 3.12 – Numero veicoli per l'ora di punta nei giorni feriali

Ora di punta feriale 18:00 h – Sud					
	TOT	moto	auto	leggeri	pesanti
HDP	966	99	405	359	103
media 6:00-22:00	753	70	314	269	100
media 22:00-6:00	157	7	79	61	9
totale giornaliero	13295	1183	5662	4784	1666
Punta auto mattina:		6.0%	Punta tot mattina:		6.6%
Punta auto sera:		7.3%	Punta totale sera:		7.3%

Il traffico è più intenso nella fascia diurna, con picchi al mattino (6,6%) e alla sera (7,3%). Nell'ora di punta registrata delle 18:00 transitano in media 966 veicoli, prevalentemente auto. Per quanto riguarda i mezzi pesanti, nell'ora di punta giornaliera sono presenti in media 103 veicoli

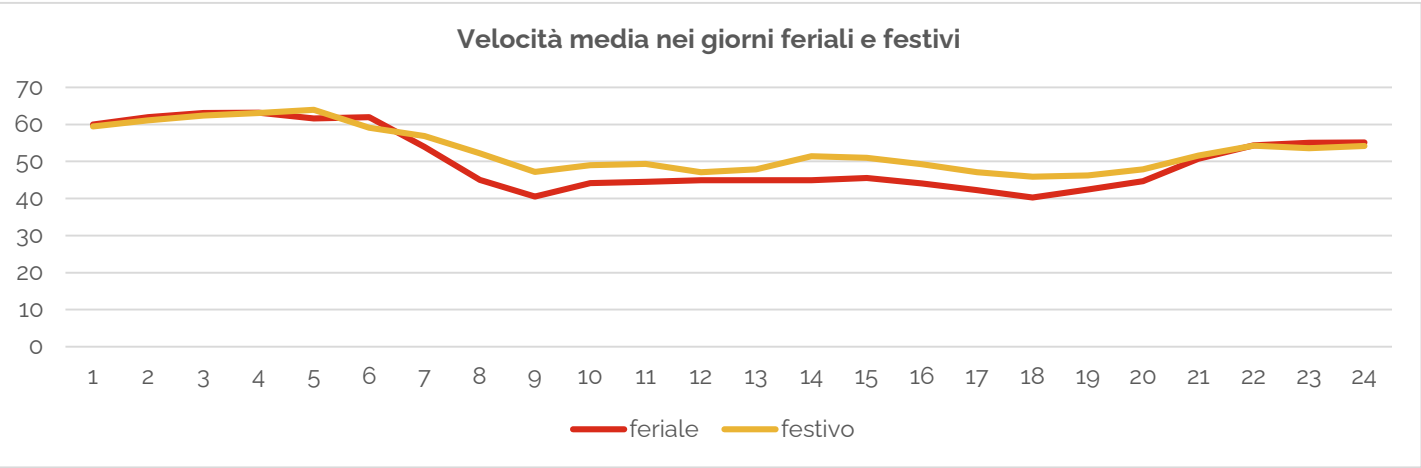


Figura 3.50 - Velocità media nei giorni feriali e festivi in direzione nord

L'andamento del numero di veicoli complessivi nei giorni feriali e festivi è rappresentato nel grafico. Nei giorni feriali, il traffico presenta un picco pronunciato attorno alle 8:00-9:00 e un secondo aumento significativo tra le 17:00 e le 18:00. Nei giorni festivi, invece, l'andamento è differente: il traffico nelle prime ore del giorno è notevolmente ridotto e cresce più gradualmente fino a raggiungere un massimo nel pomeriggio.

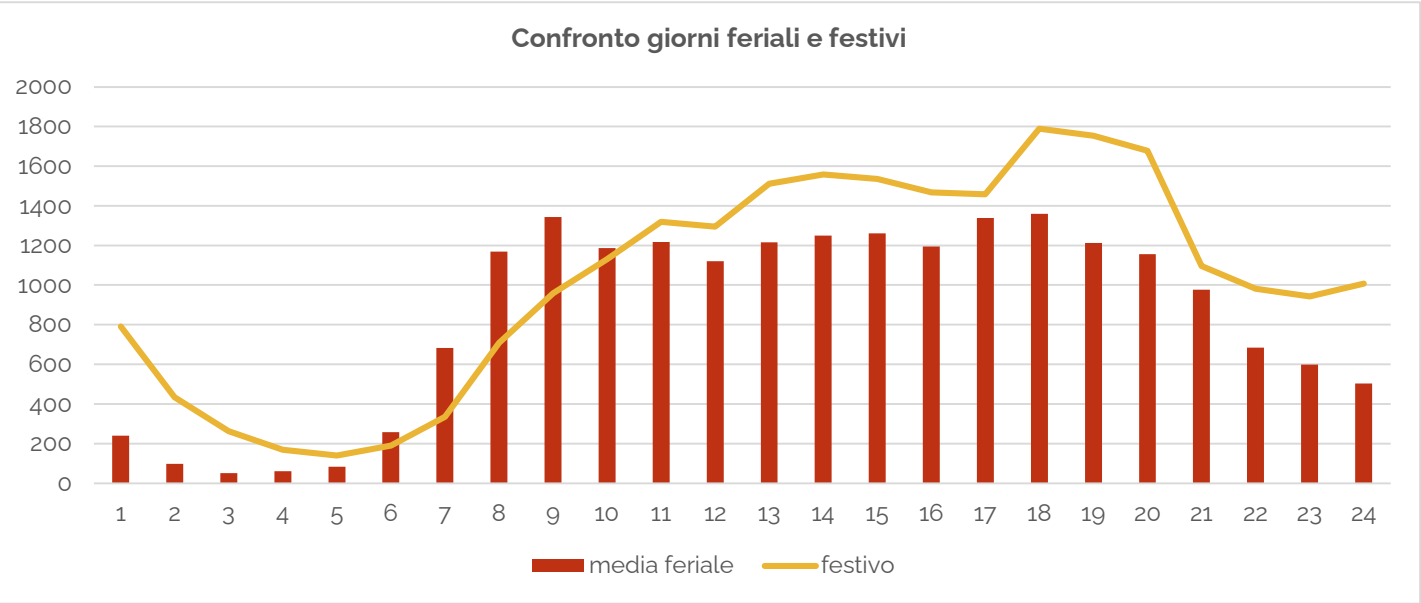


Figura 3.51 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali

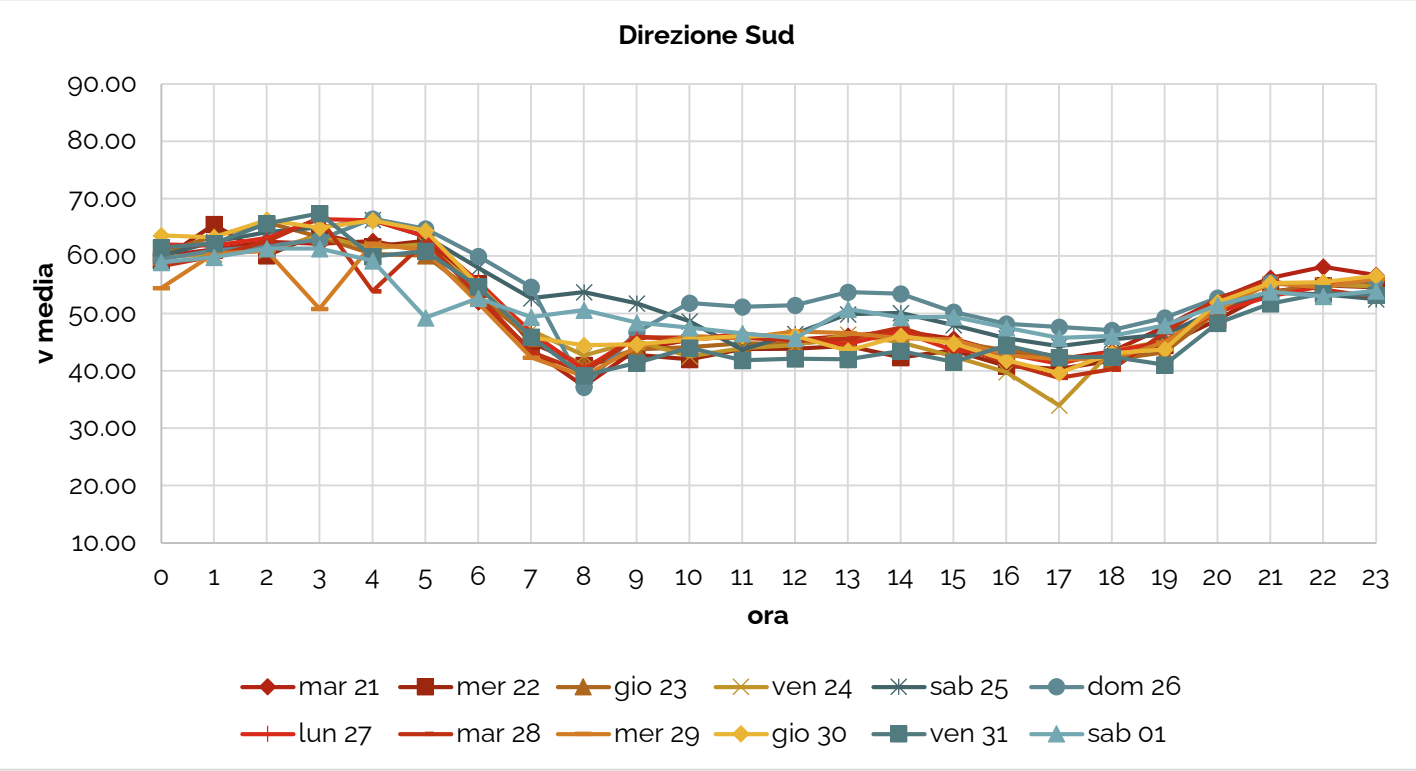


Figura 3.53 - Velocità media giornaliera totale

La velocità media si attesta intorno ai 50-60 km/h durante le ore notturne e nelle fasce meno trafficate della giornata. Tuttavia, si osserva un calo significativo nelle ore di punta, in particolare tra le 7:00 e le 9:00 del mattino e tra le 16:00 e le 18:00, quando la velocità scende fino a circa 40 km/h. Durante il fine settimana, la velocità media tende a mantenersi più stabile, con un andamento meno irregolare rispetto ai giorni feriali.

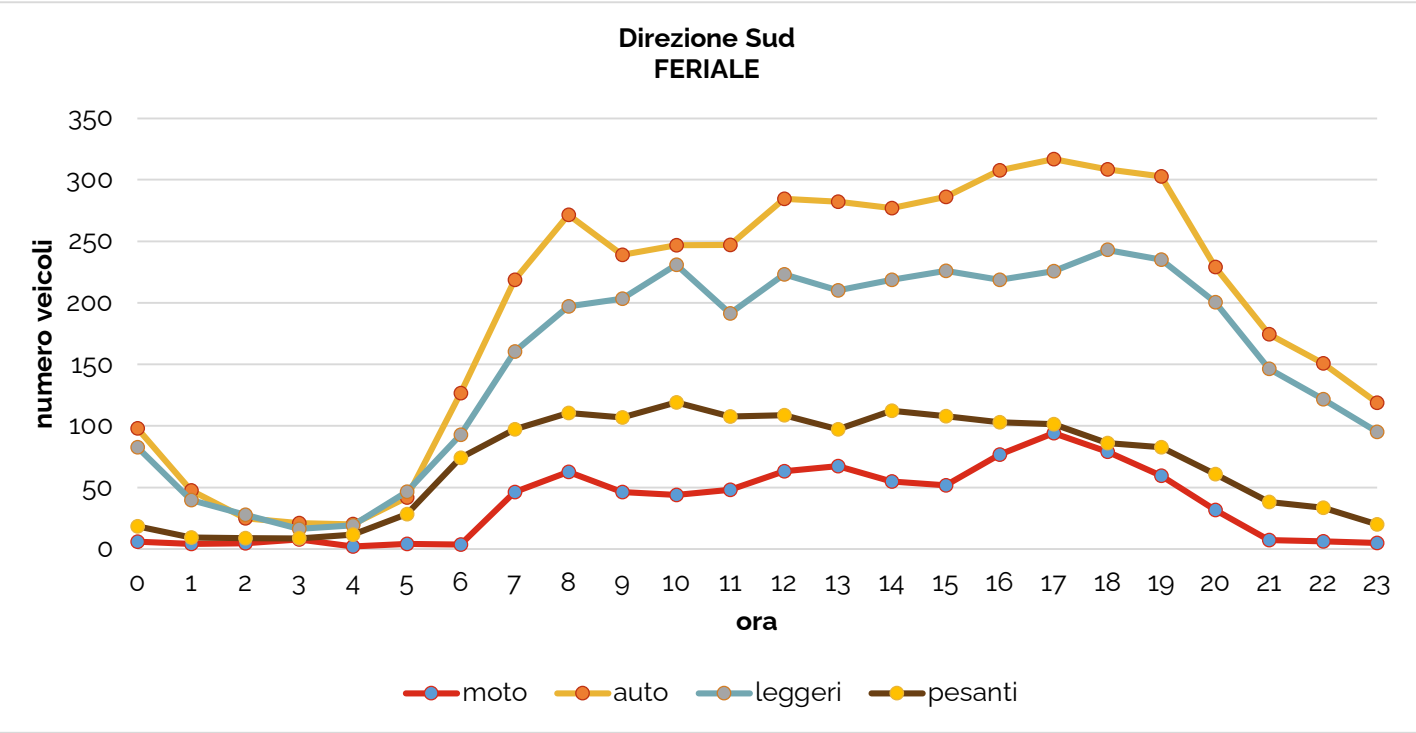


Figura 3.52 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali



3.1.7 Viale Carducci – Est

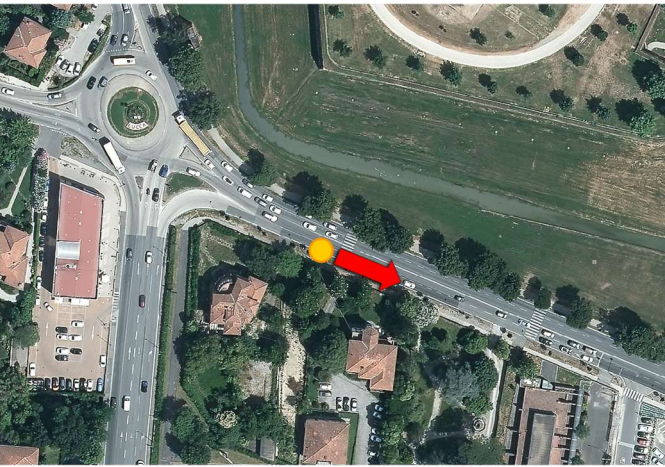


Figura 3.54 - Viale Europa direzione sud

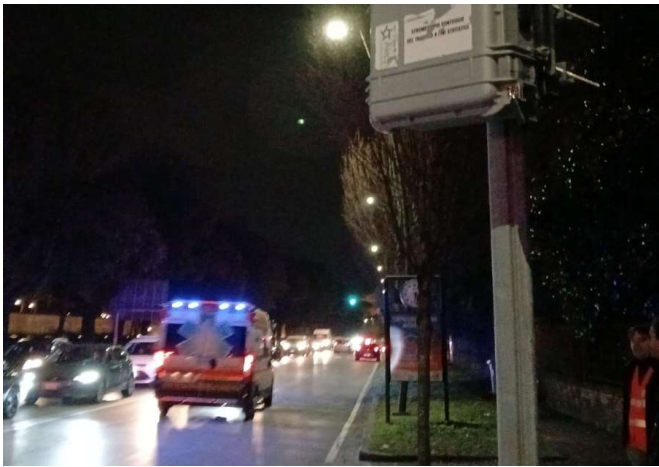


Figura 3.55 - Foto del radar contatraffico

Il radar della postazione 4 è montato su un lampione situato in Viale Giosuè Carducci, in direzione est. I rilievi sono stati effettuati nel periodo tra il 21 gennaio e il 1° febbraio 2025. I dati raccolti sono stati analizzati considerando la tipologia di veicolo, la velocità, il volume di traffico e l'andamento nelle ore di punta.

Tabella 3.13 - Veicoli per giorno in direzione nord

Direzione Est						
giorno		moto	auto	leggeri	pesanti	TOT
21.01.25	martedì	1427	11527	5853	1486	20293
22.01.25	mercoledì	1392	11575	3701	995	17663
23.01.25	giovedì	1830	11257	5177	1386	19650
24.01.25	venerdì	1988	11644	6575	1618	21825
25.01.25	sabato	1600	10599	7543	1539	21281
26.01.25	domenica	416	10321	4894	615	16246
27.01.25	lunedì	1399	10938	5914	1509	19760
28.01.25	martedì	1757	10634	6428	1588	20407
29.01.25	mercoledì	2181	11257	5262	1421	20121
30.01.25	giovedì	2072	9763	7408	1815	21058
31.01.25	venerdì	2022	11485	2676	809	16992
01.02.25	sabato	997	13485	4427	987	19896

La tabella mostra il traffico veicolare in direzione est, suddiviso per tipologia di veicolo: moto, auto, veicoli leggeri e pesanti. I dati evidenziano variazioni significative tra i giorni della settimana, con una riduzione del traffico nei fine settimana, in particolare la domenica, quando il totale dei veicoli è notevolmente inferiore rispetto agli altri giorni. Il traffico più intenso si registra nei giorni feriali, con picchi tra martedì e venerdì. Le auto e i veicoli leggeri costituiscono la parte predominante del flusso veicolare, mentre i veicoli pesanti e le moto rappresentano una quota minore del totale.

Il grafico mostra l'andamento del traffico veicolare in direzione Est, suddiviso per tipologia di veicolo. L'analisi dei dati evidenzia una variazione significativa nei flussi tra giorni feriali e fine settimana. Nei giorni lavorativi, il traffico è relativamente stabile, con valori compresi tra 17.000 e 21.000 veicoli giornalieri, raggiungendo i picchi tra martedì e venerdì. Nei weekend, invece, si osserva una flessione, con il minimo registrato la domenica, quando il totale dei veicoli scende sotto i 17.000.

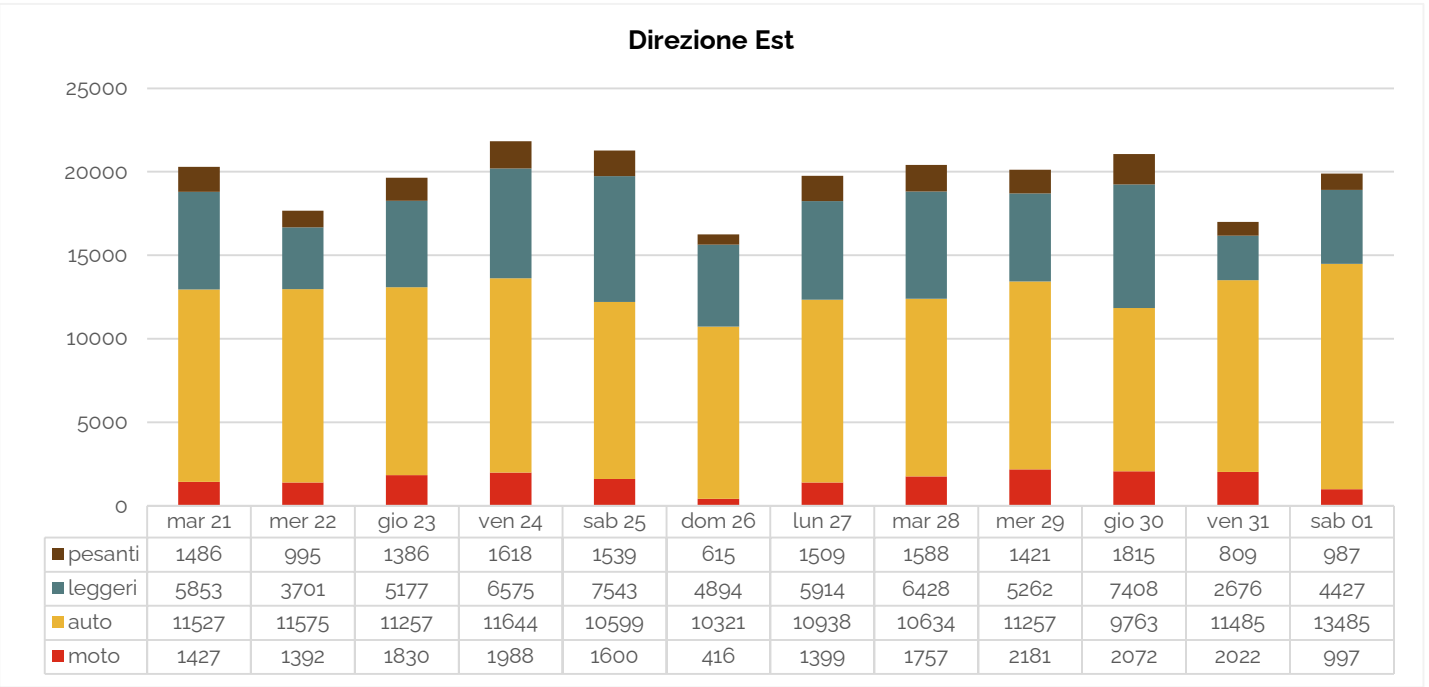


Figura 3.56 - Veicoli per giorno in direzione est

L'andamento del numero di veicoli complessivi nell'arco della giornata è raffigurato nel grafico. Si nota un picco di traffico tra le 7:00 e le 9:00 del mattino e un secondo picco tra le 16:00 e le 18:00. Il giorno maggiormente trafficato risulta essere il venerdì, seguito dal giovedì, con un volume di traffico significativamente più elevato rispetto alla domenica.

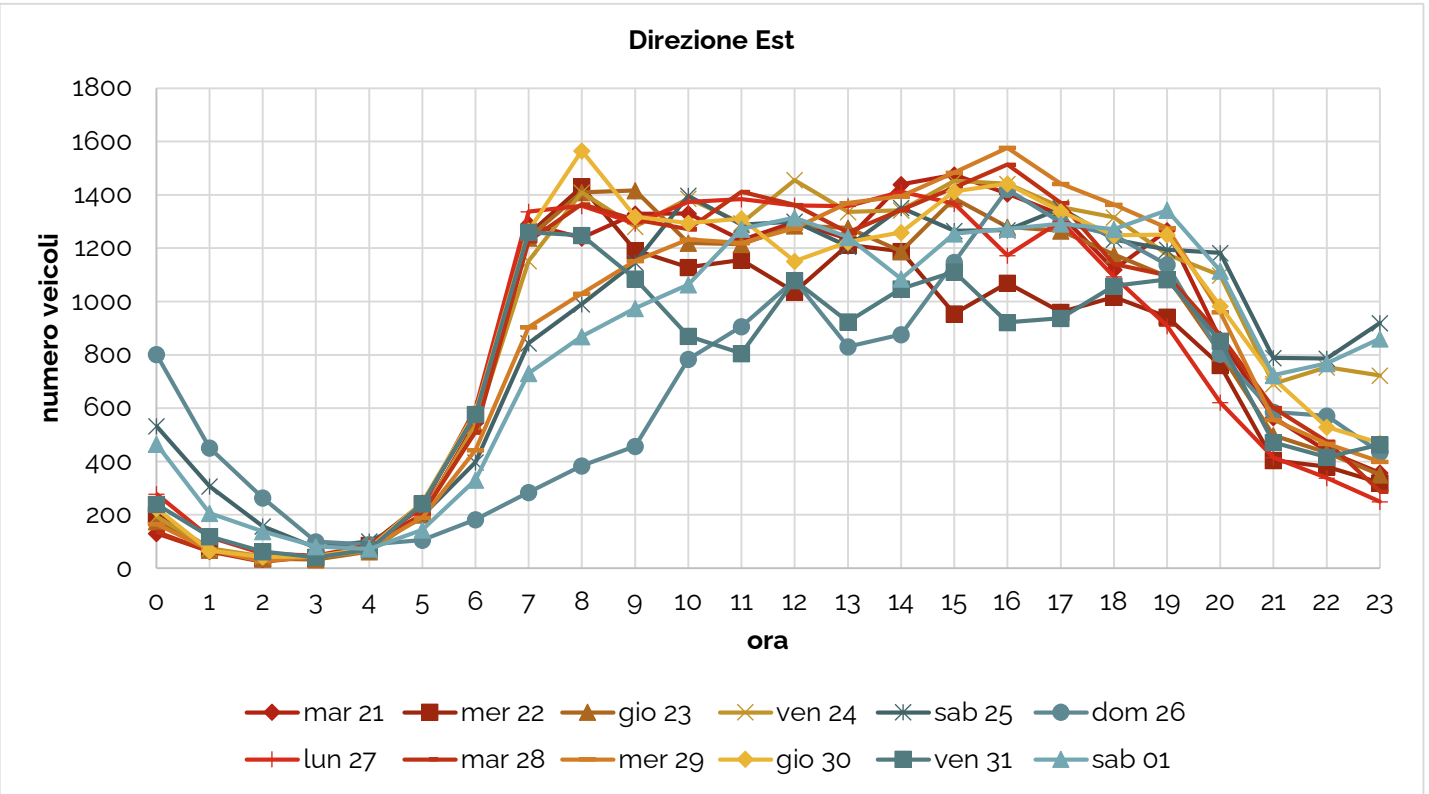


Figura 3.57 - Flussi di traffico giornalieri totali



Tabella 3.14 – Numero veicoli per l'ora di punta nei giorni feriali

Ora di punta feriale 17:00 h – Est					
	TOT	moto	auto	leggeri	pesanti
HDP	860	43	491	271	56
media 6:00-22:00	690	28	379	235	49
media 22:00-6:00	108	2	65	37	3
totale giornaliero	11901	464	6576	4057	805
Punta auto mattina:		6.95%	Punta tot mattina:		6.82%
Punta auto sera:		7.46%	Punta totale sera:		7.22%

Il traffico è più intenso nella fascia diurna, con picchi al mattino (6,82%) e alla sera (7,22%). Nell'ora di punta registrata delle 17:00 transitano in media 860 veicoli, prevalentemente auto. Per quanto riguarda i mezzi pesanti, nell'ora di punta giornaliera sono presenti in media 56 veicoli

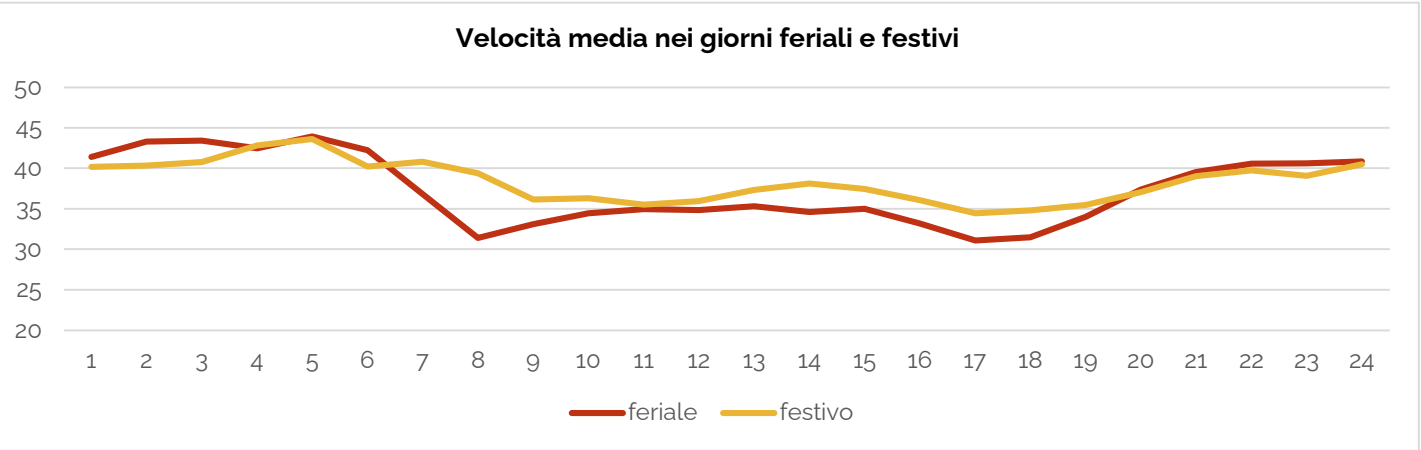


Figura 3.60 - Velocità media nei giorni feriali e festivi in direzione nord

L'andamento del numero di veicoli complessivi nell'arco dei giorni feriali e festivi è raffigurato nelle immagini di seguito. Si osserva un picco più pronunciato attorno alle 9:00 e tra le 18:00 e le 19:00 nei giorni feriali, mentre nei giorni festivi l'andamento è simile ma con un flusso mattutino ridotto e una crescita più graduale fino al pomeriggio, seguita da un calo serale più marcato.

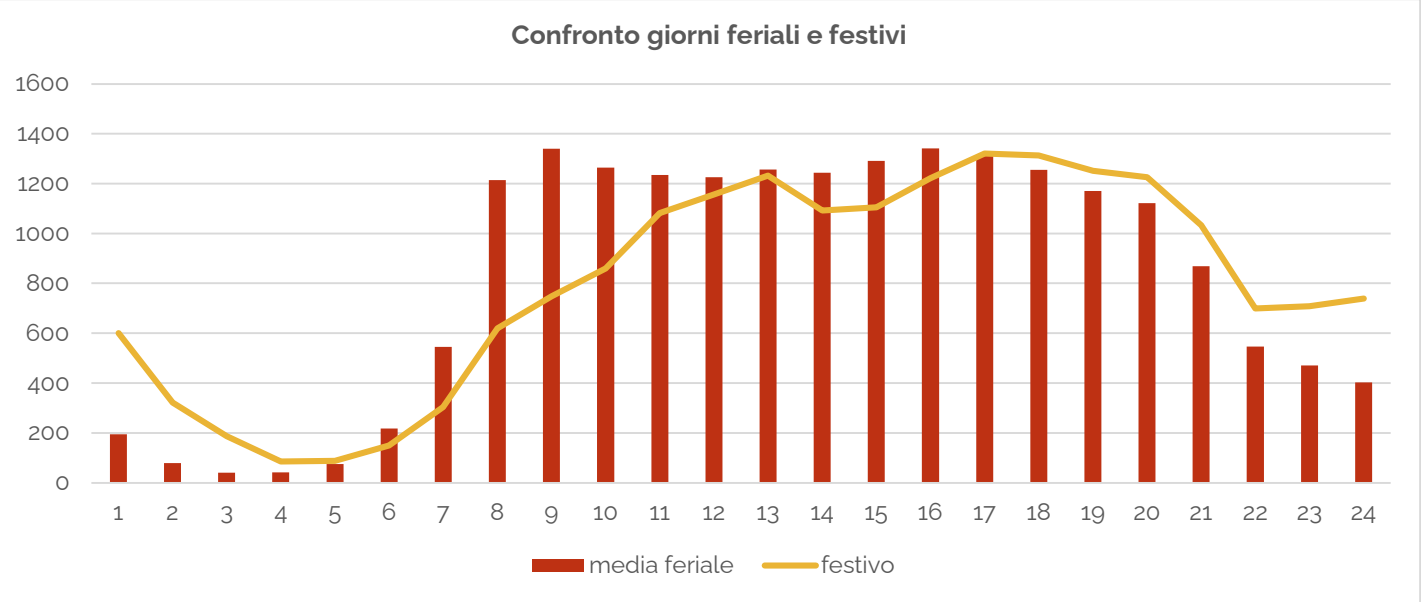


Figura 3.61 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali

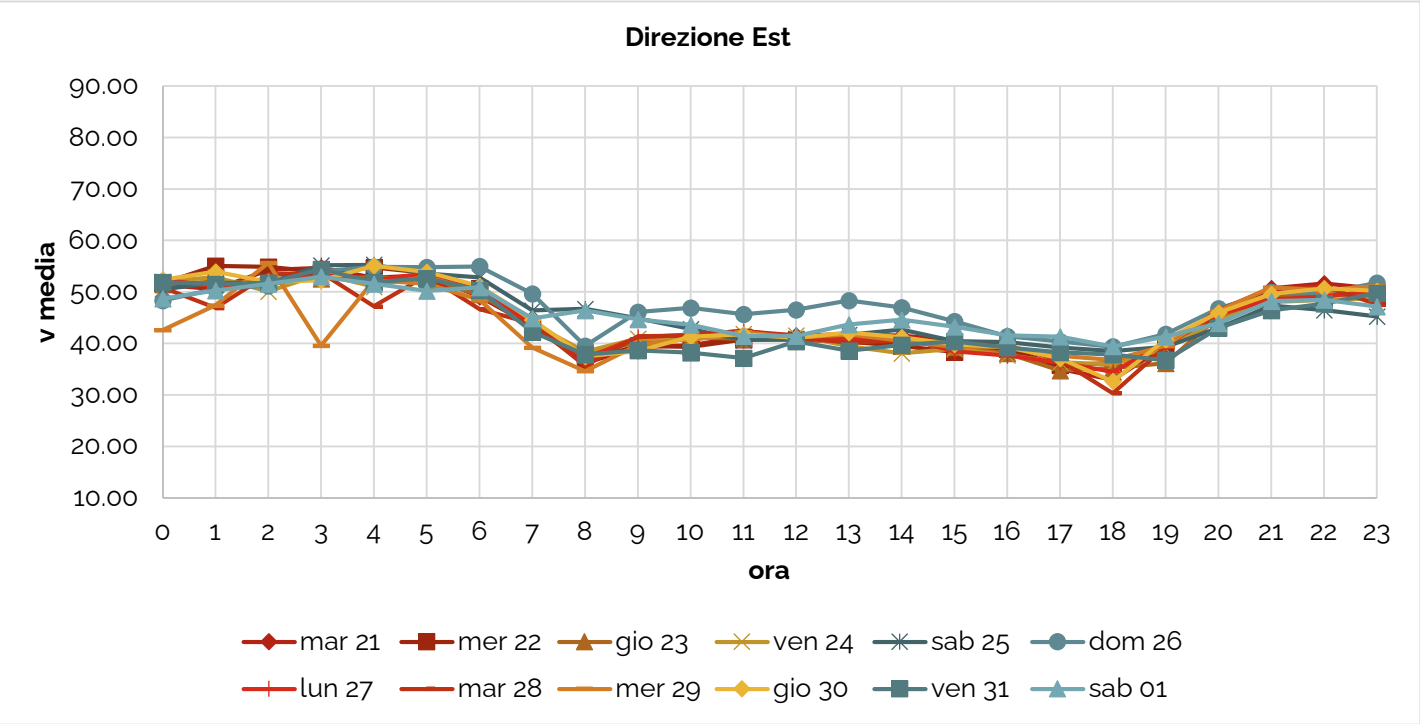


Figura 3.59 - Velocità media giornaliera totale

La velocità media si attesta intorno ai 50 km/h per la maggior parte delle giornate, con una riduzione significativa nelle ore di punta tra le 7:00 e le 9:00 e tra le 17:00 e le 19:00, quando scende sotto i 40 km/h a causa dell'aumento del traffico. Durante le ore notturne e nelle fasce orarie con minore affluenza di veicoli, la velocità rimane più elevata e stabile. Nel fine settimana, la velocità media appare più costante, con meno variazioni rispetto ai giorni feriali, grazie a una minore congestione nelle ore di punta.

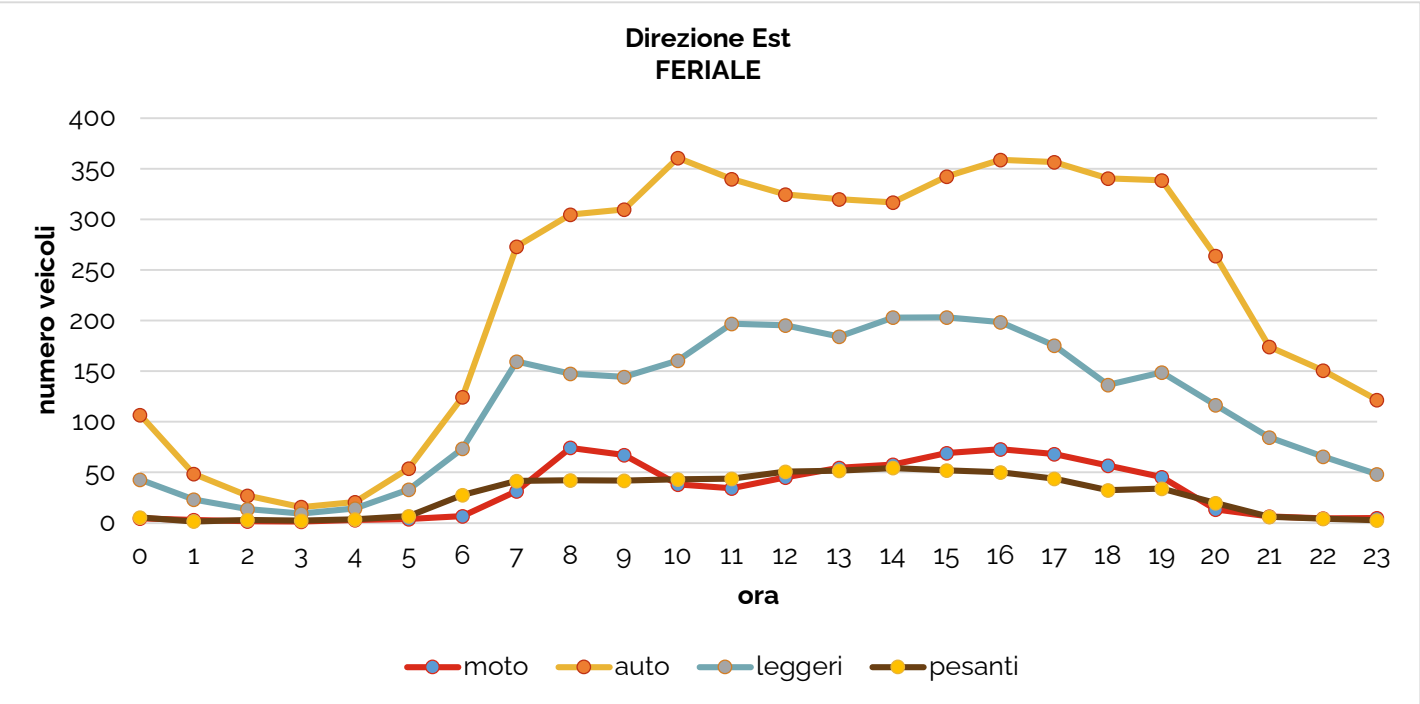


Figura 3.62 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali



3.1.8 Viale Carducci – Ovest

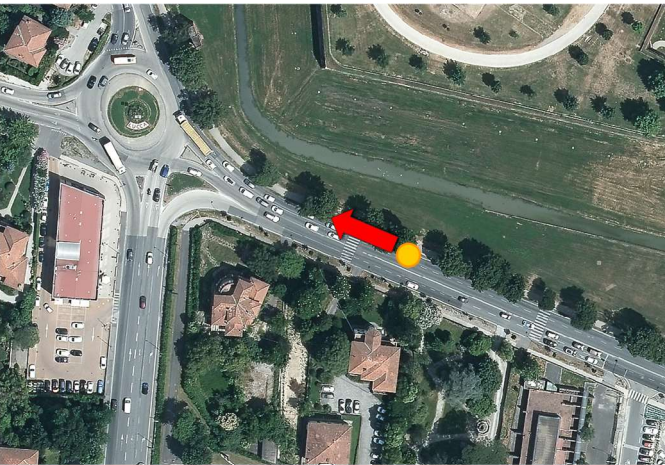


Figura 3.64 - Viale Europa direzione sud



Figura 3.65 - Foto del radar contatraffico

Il radar della postazione 4 è montato su un lampione situato in Viale Giosuè Carducci, in direzione ovest. I rilievi sono stati effettuati nel periodo tra il 21 gennaio e il 1° febbraio 2025. I dati raccolti sono stati analizzati considerando la tipologia di veicolo, la velocità, il volume di traffico e l'andamento nelle ore di punta.

Tabella 3.15 - Veicoli per giorno in direzione nord

Direzione Ovest						
giorno		moto	auto	leggeri	pesanti	TOT
21.01.25	martedì	2237	7709	4304	3116	17366
22.01.25	mercoledì	2097	8130	2821	2136	15184
23.01.25	giovedì	2525	8244	3519	2262	16550
24.01.25	venerdì	2655	8593	5001	3951	20200
25.01.25	sabato	1595	8261	5310	4290	19456
26.01.25	domenica	683	6925	5399	3308	16315
27.01.25	lunedì	2122	7709	4312	3343	17486
28.01.25	martedì	2069	7416	4943	3525	17953
29.01.25	mercoledì	2231	7048	4848	3270	17397
30.01.25	giovedì	1703	6987	5363	4125	18178
31.01.25	venerdì	1935	6841	2917	1687	13380
01.02.25	sabato	1266	7867	5151	2392	16676

La tabella mostra il traffico veicolare in direzione Ovest, suddiviso per tipologia di veicolo: moto, auto, veicoli leggeri e pesanti. I dati evidenziano variazioni significative tra i giorni della settimana, con una diminuzione della circolazione nel fine settimana, in particolare la domenica, quando il totale dei veicoli è inferiore rispetto agli altri giorni. Il traffico più intenso si registra nei giorni feriali, con picchi soprattutto il venerdì e il giovedì. Le auto e i veicoli leggeri rappresentano la maggior parte del flusso, mentre moto e mezzi pesanti costituiscono una quota minore.

Il grafico permette di analizzare le variazioni dei flussi di traffico in direzione Ovest su base giornaliera e per tipologia di veicolo. Si osserva un calo della circolazione nel fine settimana, con una riduzione più evidente la domenica. Il traffico più intenso si registra nei giorni feriali, con un picco significativo il venerdì. I mezzi pesanti mantengono un volume costante nei giorni lavorativi, mentre le moto mostrano una riduzione marcata nei giorni festivi.

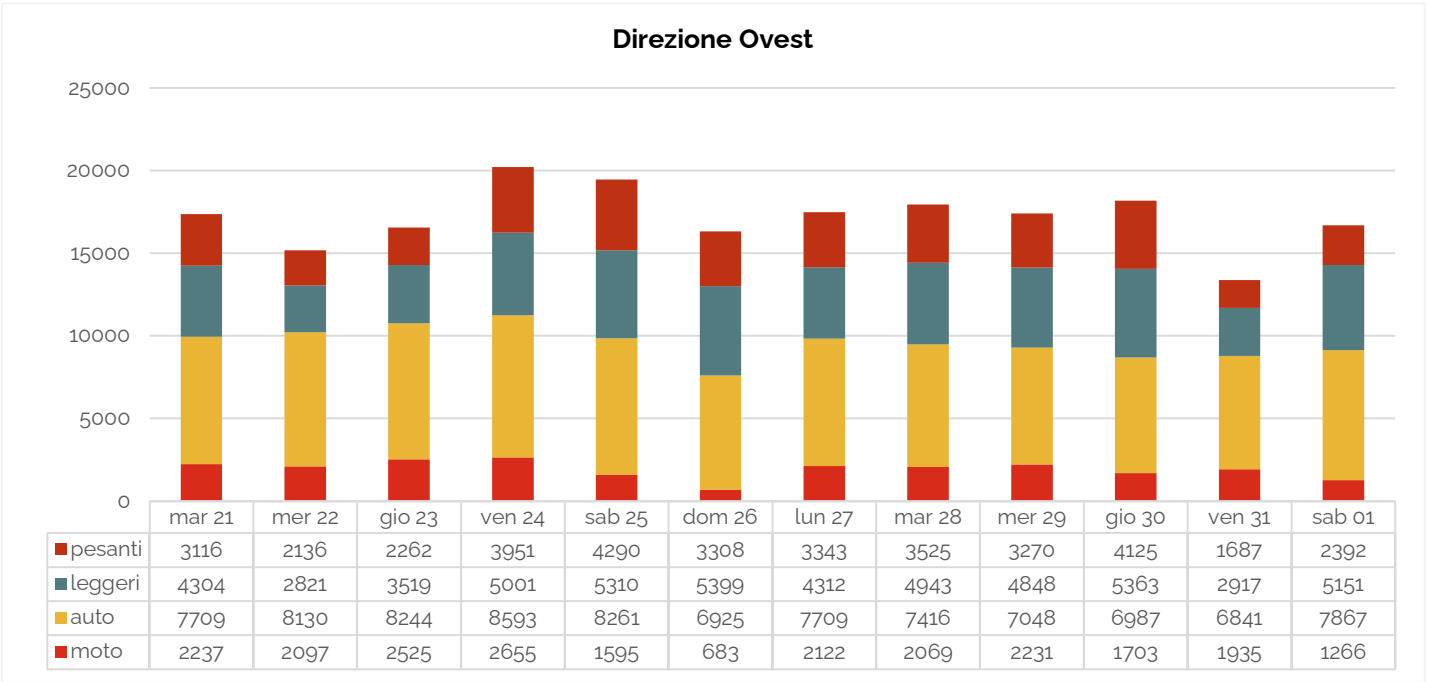


Figura 3.63 - Veicoli per giorno in direzione ovest

L'andamento del numero di veicoli complessivi nell'arco della giornata mostra un netto incremento nelle prime ore del mattino, con un picco tra le 7:00 e le 9:00, seguito da una leggera diminuzione e una ripresa nelle ore centrali della giornata. Il numero di veicoli rimane elevato fino al tardo pomeriggio, con un calo progressivo dopo le 19:00.

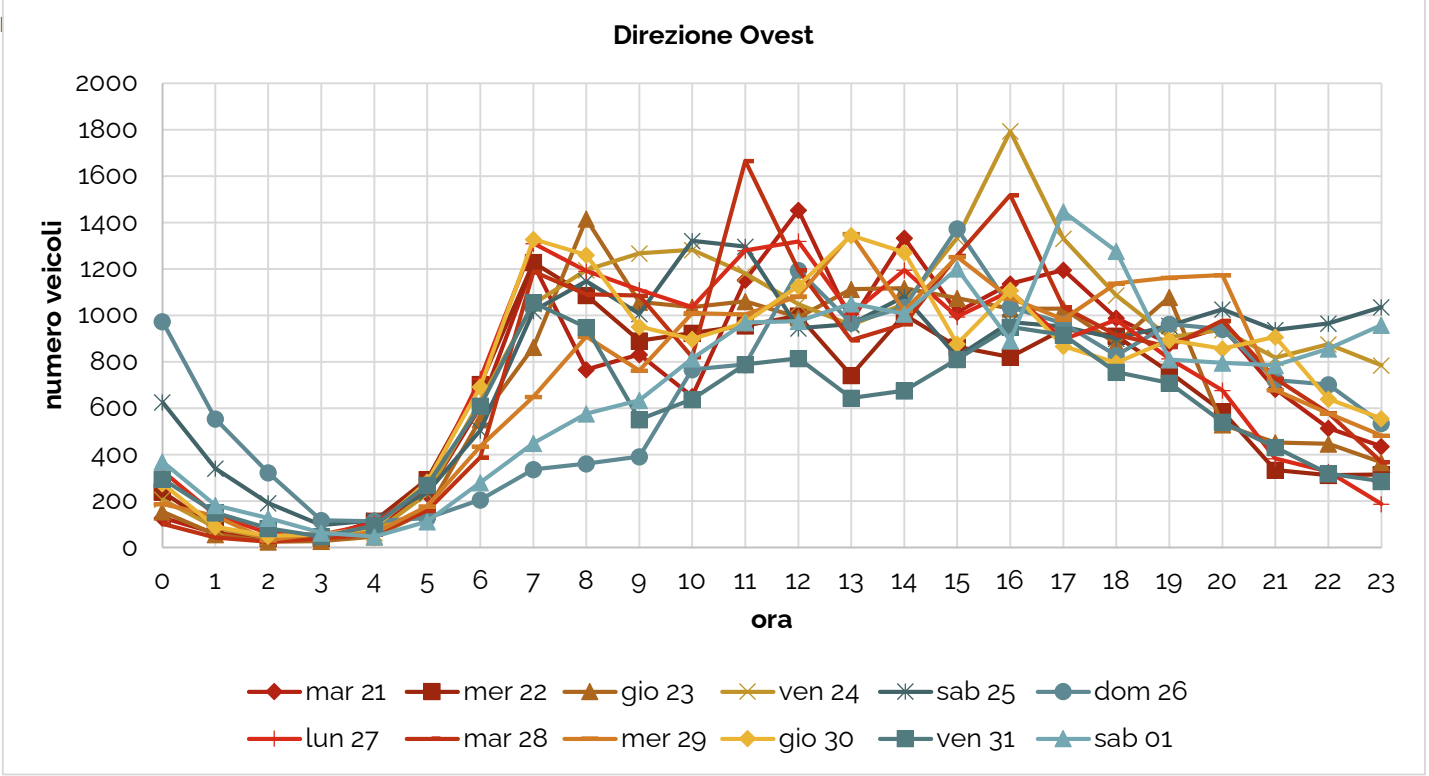


Figura 3.66 - Flussi di traffico giornalieri totali



Tabella 3.16 – Numero veicoli per l'ora di punta nei giorni feriali

Ora di punta feriale 16:00 h – Ovest					
	TOT	moto	auto	leggeri	pesanti
HDP	671	86	279	202	103
media 6:00-22:00	551	68	225	168	90
media 22:00-6:00	117	4	36	58	20
totale giornaliero	9750	1110	3897	3152	1591
Punta auto mattina:		6.73%	Punta tot mattina:		6.44%
Punta auto sera:		7.70%	Punta totale sera:		6.88%

Il traffico è più intenso nella fascia diurna, con picchi al mattino (6,44% per il totale e 6,73% per le auto) e alla sera (6,88% per il totale e 7,70% per le auto). Nell'ora di punta feriale registrata delle 16:00 sulla sponda ovest transitano in media 671 veicoli, prevalentemente auto (279). Per quanto riguarda i mezzi pesanti, nell'ora di punta sono presenti in media 103 veicoli.

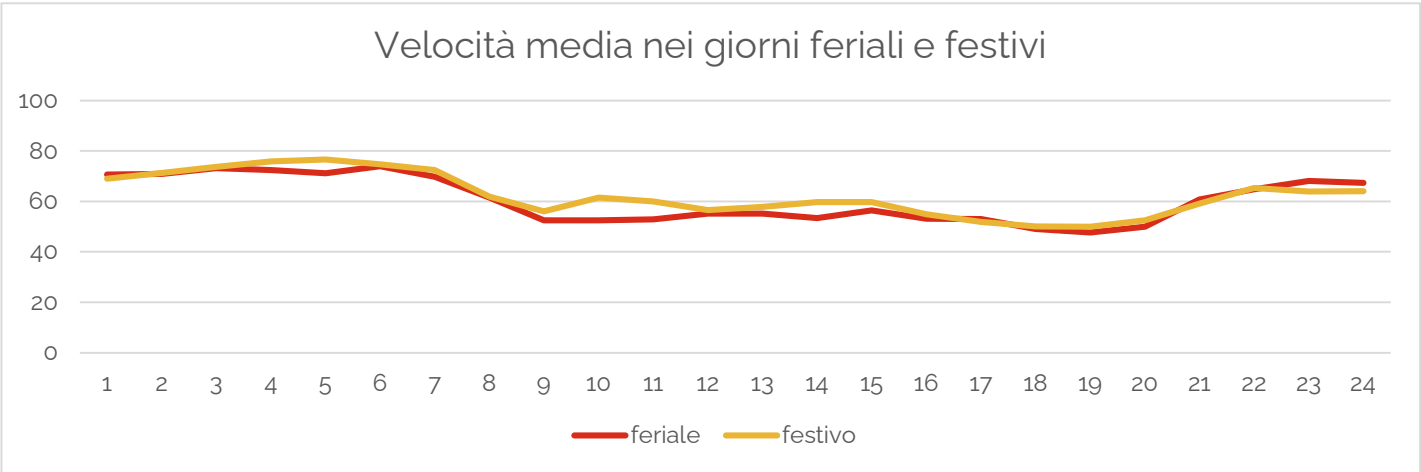


Figura 3.68 - Velocità media nei giorni feriali e festivi in direzione ovest

L'andamento del numero di veicoli complessivi nell'arco dei giorni feriali e festivi è raffigurato nelle immagini di seguito. Si osserva un picco più pronunciato attorno alle 9:00 e tra le 17:00 e le 18:00 nei giorni feriali, mentre nei giorni festivi il traffico mattutino risulta inferiore rispetto ai giorni feriali, con una crescita più lenta e progressiva fino al pomeriggio. Il flusso di veicoli raggiunge valori massimi tra le 16:00 e le 18:00, per poi calare più rapidamente rispetto ai giorni feriali nelle ore serali.

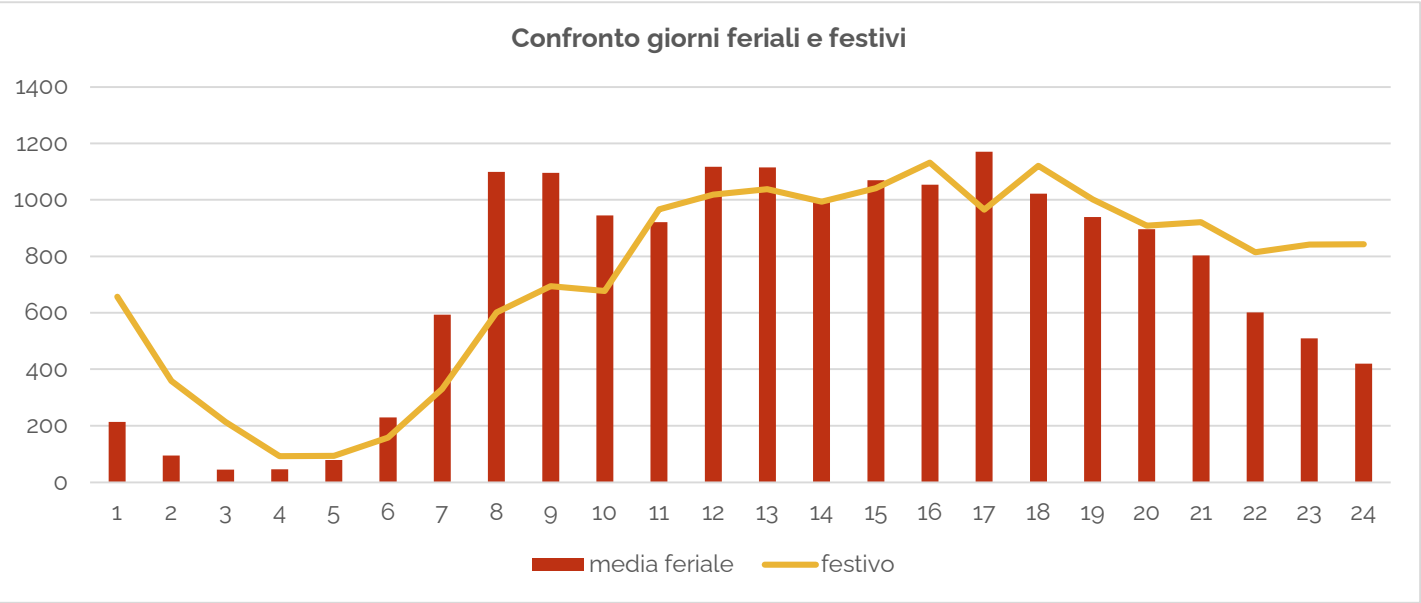


Figura 3.69 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali

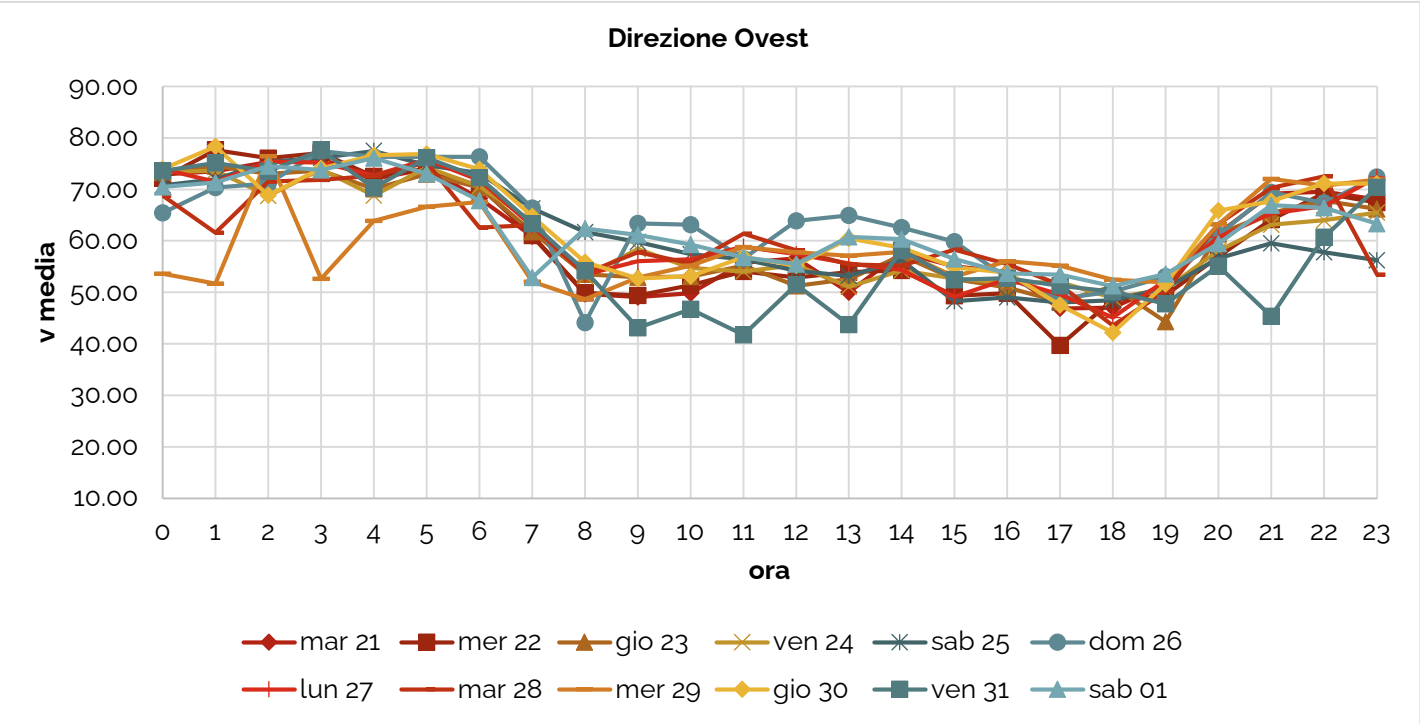


Figura 3.71 - Velocità media giornaliera totale

La velocità media si attesta intorno ai 50-70 km/h per la maggior parte delle giornate feriali, con un evidente calo nelle ore di punta tra le 7:00 e le 9:00 del mattino e tra le 17:00 e le 18:00, quando il traffico è più intenso. Nei fine settimana, la velocità media risulta più stabile, mantenendosi su valori generalmente più elevati rispetto ai giorni feriali, a causa di una minore congestione stradale. La Figura mostra inoltre un aumento della velocità nelle ore serali, dopo le 20:00, quando il flusso veicolare si riduce e la circolazione risulta più scorrevole.

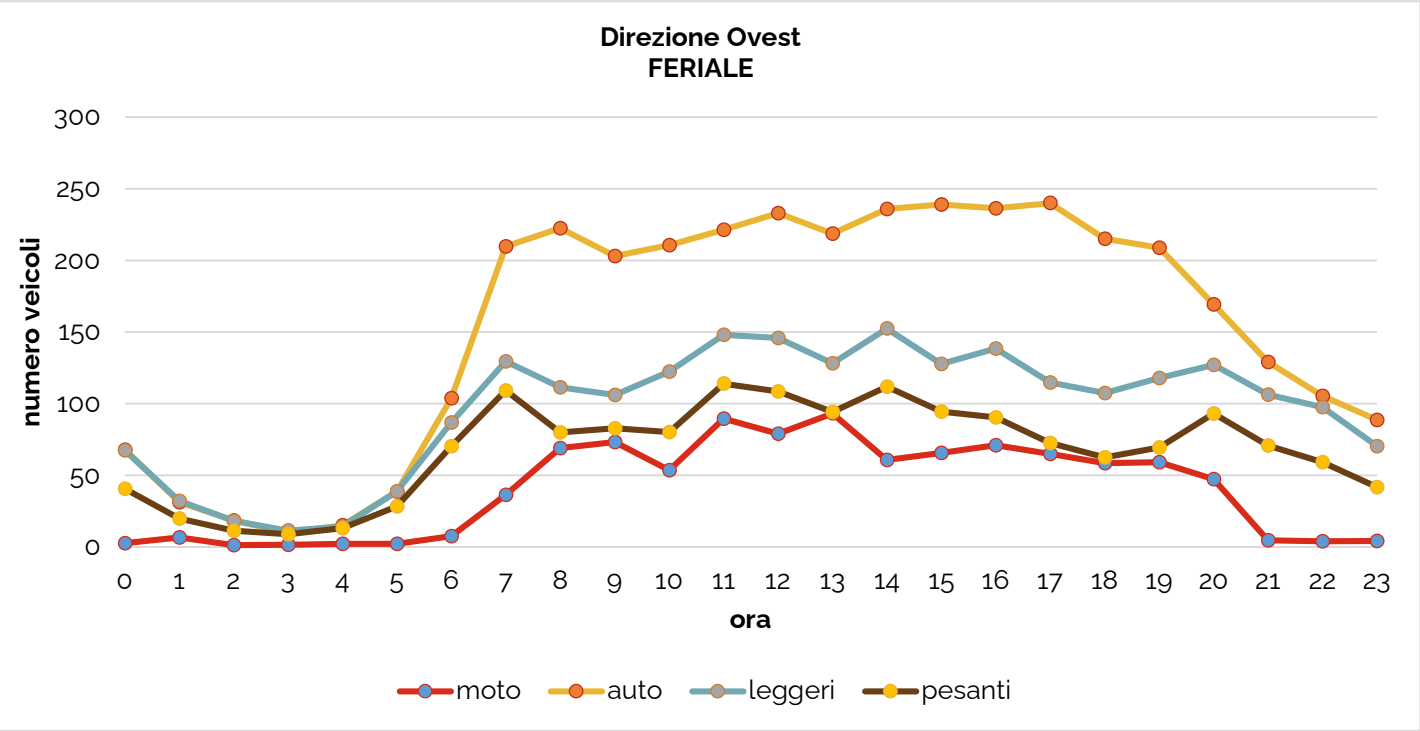


Figura 3.70 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali



3.1.9 Viale Carducci – Nord



Figura 3.72 - Viale Europa direzione sud



Figura 3.73 - Foto del radar contatraffico

Il radar della postazione 4 è montato su un lampione situato in Viale Giosuè Carducci, in direzione nord. I rilievi sono stati effettuati nel periodo tra il 21 gennaio e il 1° febbraio 2025. I dati raccolti sono stati analizzati considerando la tipologia di veicolo, la velocità, il volume di traffico e l'andamento nelle ore di punta.

Tabella 3.17 - Veicoli per giorno in direzione nord

Direzione Nord						
giorno		moto	auto	leggeri	pesanti	TOT
21.01.25	martedì	3749	10163	3520	1843	19275
22.01.25	mercoledì	4745	8361	2452	1555	17113
23.01.25	giovedì	3970	10506	2968	1681	19125
24.01.25	venerdì	3840	11365	4019	1823	21047
25.01.25	sabato	3245	10481	5469	1440	20635
26.01.25	domenica	2387	8288	4367	704	15746
27.01.25	lunedì	3798	9993	3529	1912	19232
28.01.25	martedì	3731	10388	3560	1831	19510
29.01.25	mercoledì	4142	10182	3527	1663	19514
30.01.25	giovedì	3679	10968	4350	2081	21078
31.01.25	venerdì	5445	8048	2072	1279	16844
01.02.25	sabato	4118	9364	3563	845	17890

La tabella mostra il traffico veicolare in direzione Nord, suddiviso per tipologia di veicolo: moto, auto, veicoli leggeri e pesanti. I dati evidenziano variazioni significative tra i giorni della settimana, con un calo evidente della circolazione nei fine settimana, in particolare la domenica, quando il totale dei veicoli risulta significativamente inferiore rispetto agli altri giorni. Il traffico più intenso si registra nei giorni feriali, con picchi tra martedì e venerdì. Auto e veicoli leggeri costituiscono una parte significativa del flusso, mentre i mezzi pesanti hanno volumi inferiori.

Il grafico permette di analizzare le variazioni dei flussi di traffico su base giornaliera e per tipologia di veicolo nella direzione nord. Le auto costituiscono la maggior parte del traffico, seguite dai veicoli leggeri e dalle moto. Si evidenzia un calo significativo della circolazione durante il fine settimana, in particolare la domenica, quando il totale dei veicoli è nettamente inferiore rispetto agli altri giorni. I giorni feriali registrano invece un traffico più intenso, con picchi variabili.

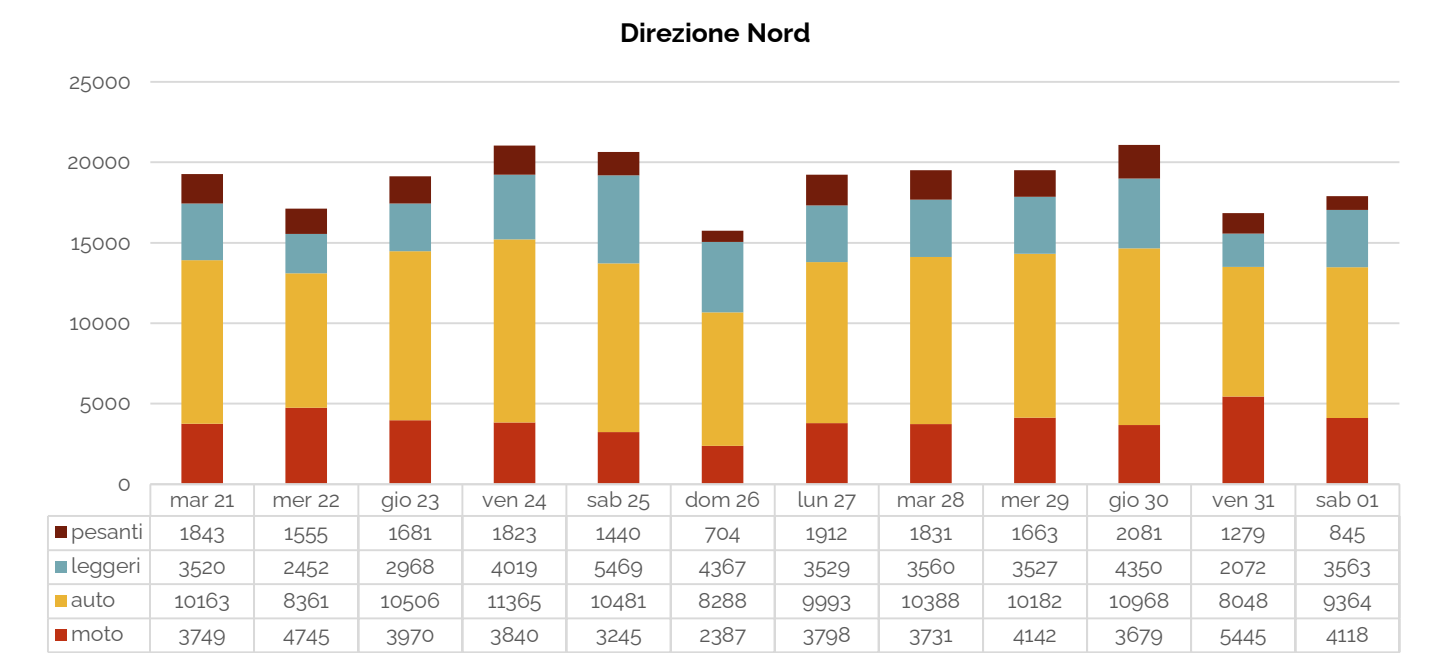


Figura 3.74 - Veicoli per giorno in direzione nord

L'andamento del numero di veicoli complessivi nell'arco della giornata è raffigurato nel grafico. Si osserva un incremento graduale del traffico a partire dalle prime ore del mattino, con un picco significativo tra le 7:00 e le 9:00 e un altro tra le 17:00 e le 18:00. Durante il fine settimana si notano variazioni, con la domenica che registra un calo più marcato.

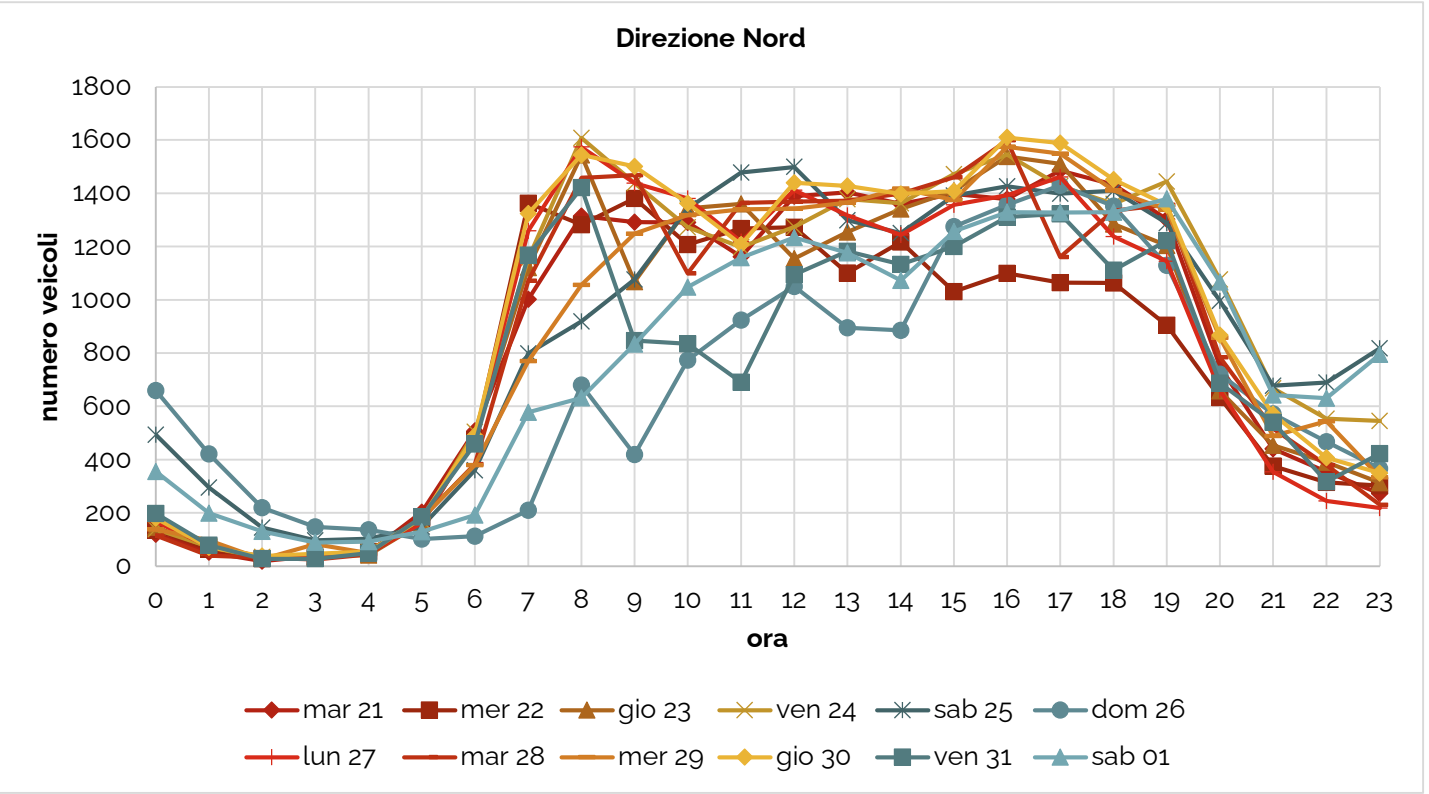


Figura 3.75 - Flussi di traffico giornalieri totali



Tabella 3.18 – Numero veicoli per l'ora di punta nei giorni feriali

Ora di punta feriale 17:00 h – Nord					
	TOT	moto	auto	leggeri	pesanti
HDP	730	158	370	125	47
media 6:00-22:00	565	108	285	104	47
media 22:00-6:00	92	13	44	26	7
totale giornaliero	9775	1833	4904	1871	808
Punta auto mattina:		6.95%	Punta tot mattina:		6.52%
Punta auto sera:		7.82%	Punta totale sera:		7.46%

Il traffico è più intenso nella fascia diurna, con picchi al mattino (6.52%) e alla sera (7.46%). Nell'ora di punta registrata delle 17:00 transitano in media 730 veicoli, prevalentemente auto (370). Per quanto riguarda i mezzi pesanti, nell'ora di punta giornaliera sono presenti in media 47 veicoli.

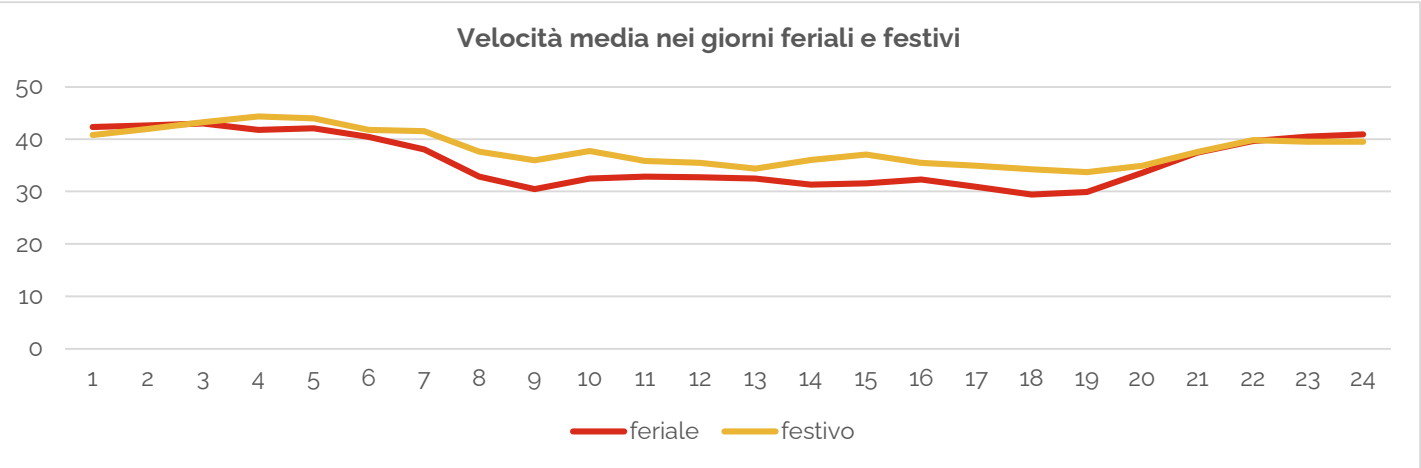


Figura 3.79 - Velocità media nei giorni feriali e festivi in direzione nord

L'andamento del numero di veicoli complessivi nell'arco dei giorni feriali e festivi è raffigurato nelle immagini di seguito. Si osserva un picco più pronunciato attorno alle 9:00 e tra le 17:00 e le 18:00 nei giorni feriali, mentre nei giorni festivi l'andamento è simile ma con un flusso mattutino ridotto e una crescita più graduale fino al pomeriggio, seguita da un calo serale più marcato.

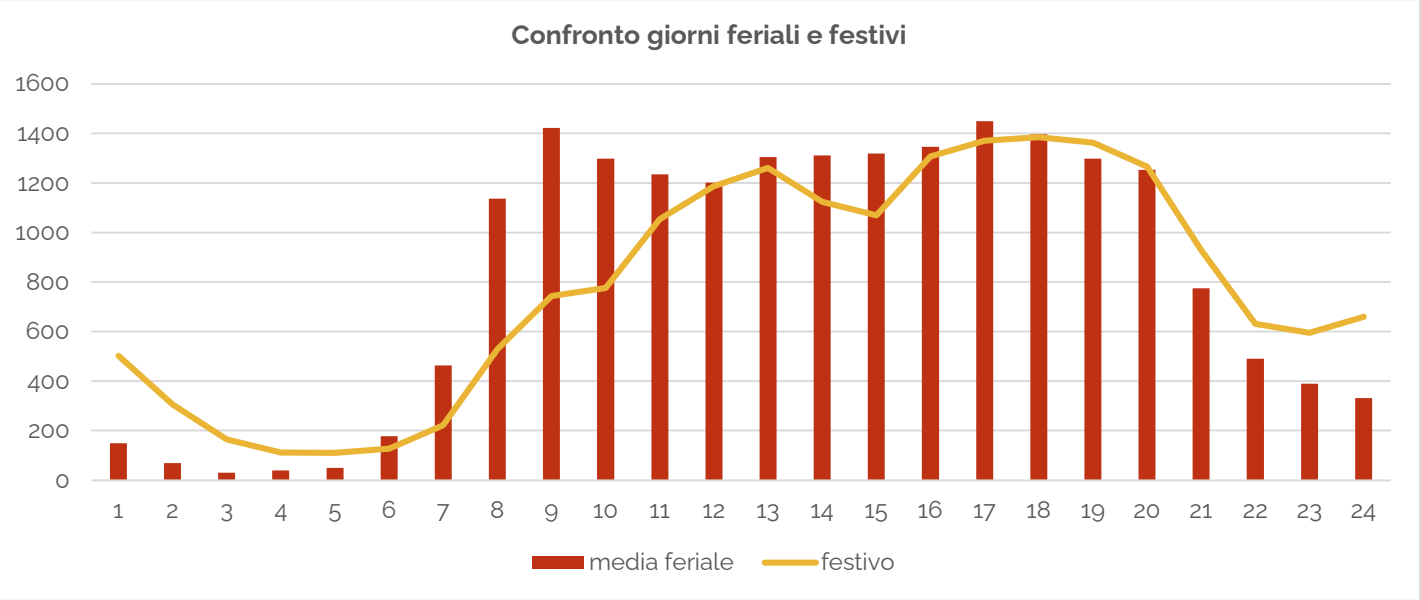


Figura 3.80 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali

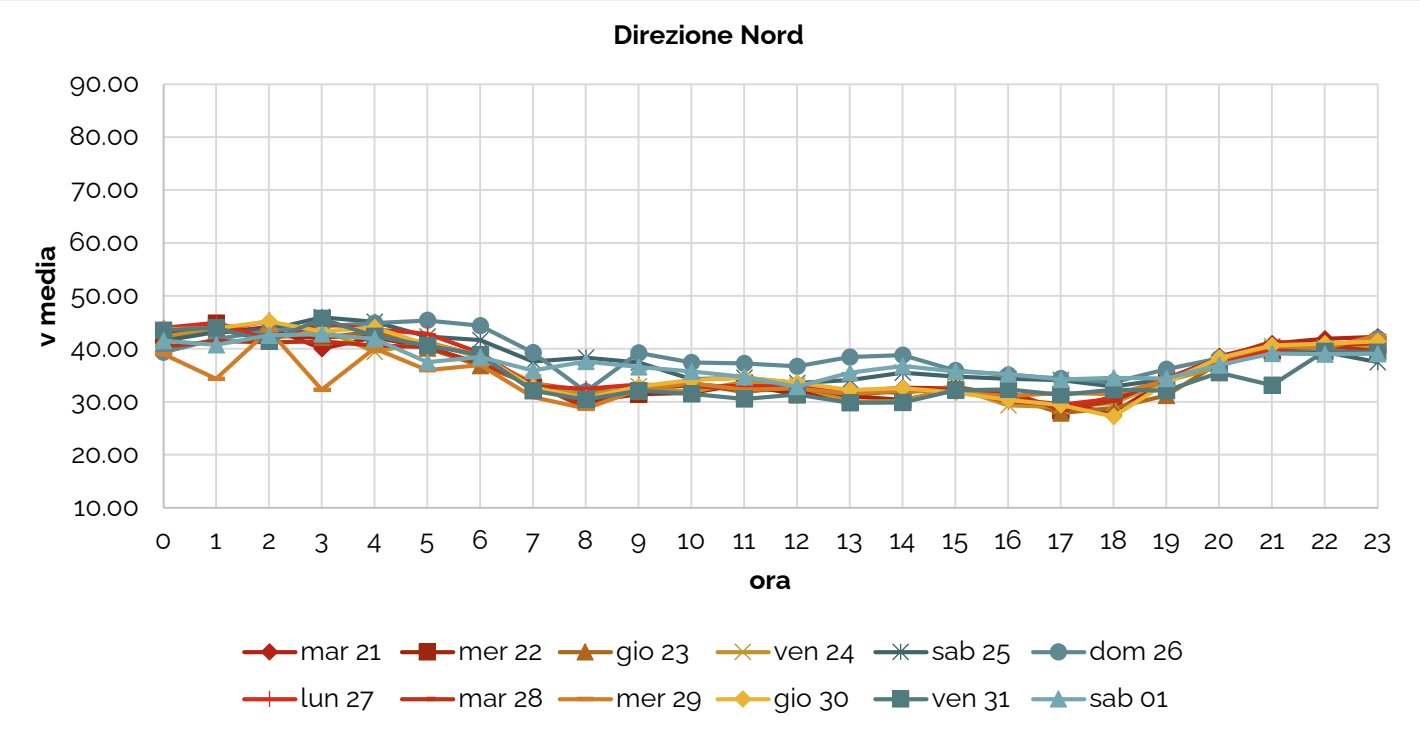


Figura 3.77 - Velocità media giornaliera totale

La velocità media si attesta intorno ai 40 km/h per la maggior parte delle giornate feriali, con un calo evidente nelle ore di punta tra le 8:00 e le 9:00 del mattino e tra le 17:00 e le 18:00, quando il traffico intenso causa una riduzione significativa della velocità. Nei fine settimana, invece, la velocità media rimane più costante e leggermente superiore rispetto ai giorni lavorativi, mostrando meno variazioni durante la giornata. Il grafico evidenzia come, nelle ore centrali della giornata, la velocità si mantenga su livelli più bassi, intorno ai 30 km/h, per poi risalire progressivamente in serata.

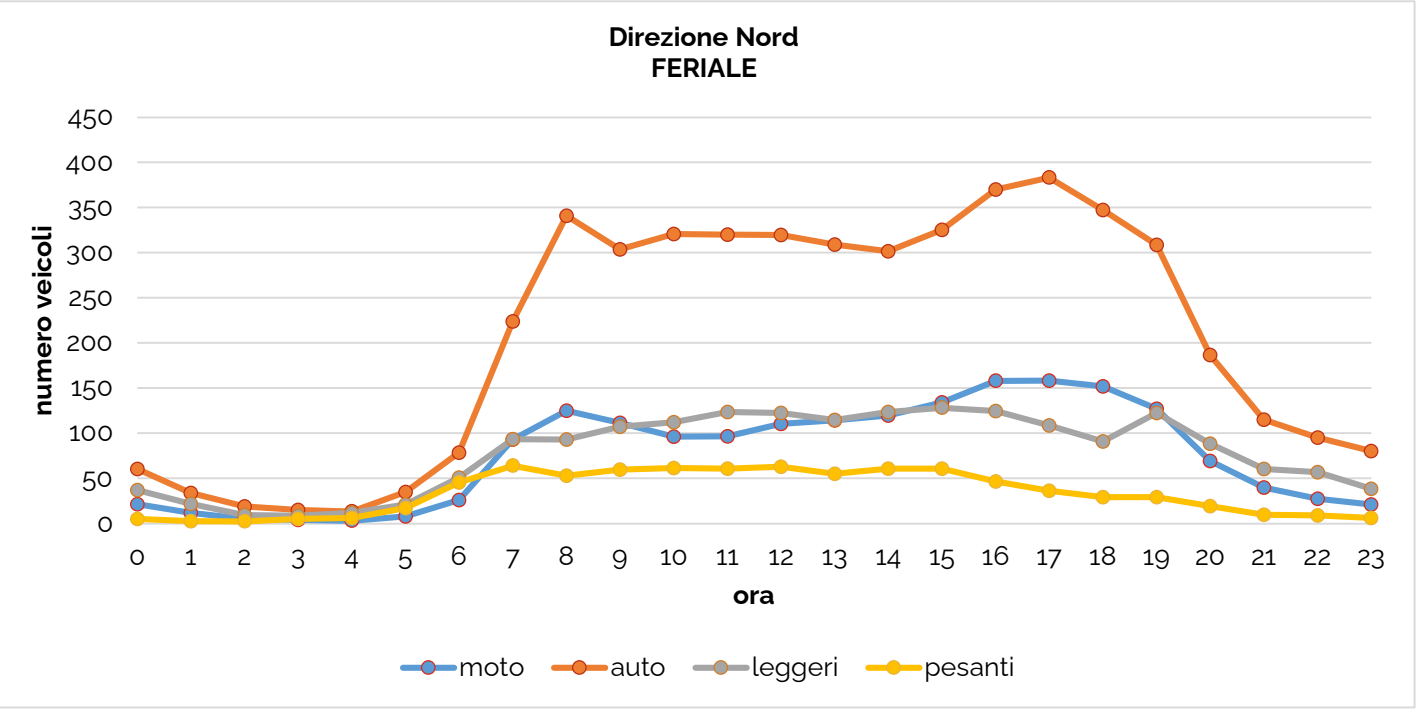


Figura 3.78 - Numero medio veicoli per ora della giornata nei giorni feriali



4. MODELLO DI MICROSIMULAZIONE

Alla base del presente studio si è scelto di porre un modello di microsimulazione dinamica utile a valutare nel dettaglio le dinamiche di deflusso osservate nell'area, legate soprattutto all'interazione dei veicoli che percorrono traiettorie in conflitto e alla capacità di ricezione delle intersezioni, soprattutto in presenza di veicoli di categorie diverse. I modelli di tipo macro, infatti, permettono di valutare l'utilizzo della capacità delle arterie stradali e le direttrici utilizzate nelle scelte di percorso per le diverse relazioni Origine-Destinazione, ma non permettono di indagare gli effetti di interazioni di tipo micro tra singoli veicoli. Invece, attraverso la calibrazione di parametri comportamentali delle diverse categorie di utenza e dei coefficienti alla base del funzionamento dei modelli di scelta, è possibile ricostruire con affidabilità le dinamiche di interazione tra le correnti veicolari e di formazione degli accodamenti e di analizzare le prestazioni delle intersezioni.

Il modello ha quindi lo scopo di:

- verificare il livello di servizio degli archi stradali e delle intersezioni
- controllare le conseguenze di scelte progettuali puntuali, in particolare in corrispondenza dei nodi, sulle *performance* generali della rete e su quelle specifiche nei pressi dei nodi stessi.

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

- accodamento al veicolo precedente (Car Following);
- cambio di corsia (Lane Changing);

- accettazione del tempo di attesa (Gap acceptance).

Il modello Car Following regola il comportamento di un veicolo in funzione del comportamento del veicolo che lo precede, oltre che ai parametri caratteristici della propria categoria veicolare (quali velocità massima raggiungibile, accelerazione, tempo di reazione, ecc.) e delle caratteristiche delle sezioni stesse (velocità massima).

Il modello Lane Changing descrive il comportamento del veicolo nell'atto del cambio di corsia. Ogni sezione del grafo è suddivisa in tre zone, tra le quali varia il comportamento del veicolo rispetto al desiderio di cambiare corsia.

Il modello Gap acceptance regola il comportamento del veicolo all'atto di compiere una qualsiasi manovra (immissioni, ingresso in un'intersezione, ecc..) in cui sia presente almeno un punto di conflitto con altri veicoli. Ad ogni categoria di veicolo è associato un tempo di attesa accettato, il quale viene confrontato con i gap temporali tra il passaggio di due veicoli della corrente "avversa". Nel caso in cui il gap temporale superi tale valore, il veicolo in attesa può immettersi anche in condizioni di non sicurezza.

La fase di calibrazione del modello di microsimulazione comporta la regolazione di questi parametri, al fine di riprodurre le reali condizioni di deflusso della rete. La calibrazione di tali parametri comporta la scelta del loro valore medio e della loro varianza per le diverse categorie di utenti e i vari archi del grafo stradale: le diverse simulazioni del medesimo scenario non restituiscono gli stessi risultati puntuali in termini di tempi di percorrenza e flusso, perché la scelta del percorso del singolo veicolo dipende dall'evoluzione temporale dello scenario, che a sua volta –come già anticipato– cambia al variare di tali parametri.

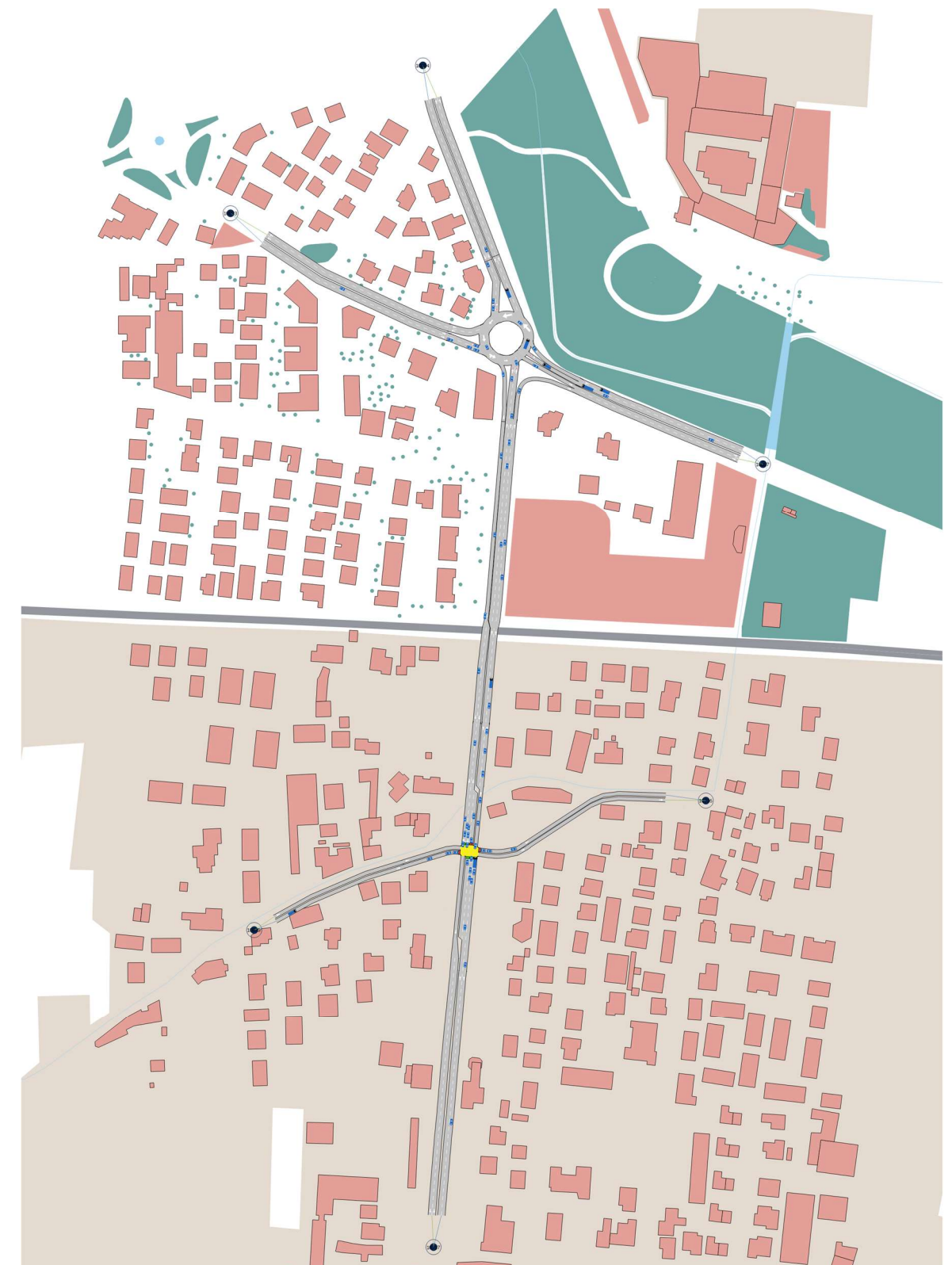


Figura 3.1 Estensione del modello di microsimulazione

4.1Descrizione degli scenari

Per valutare l'impatto del traffico indotto dalla modifica dell'intersezione su viale Europa occorre costruire lo scenario di riferimento e quello di progetto.

4.1.1 Scenario di riferimento

La configurazione attuale dell'intersezione prevede un impianto semaforico tra viale Europa e via T. Bandettini. L'impianto semaforico è costituito da quattro fasi semaforiche formando un ciclo da 110 secondi. Occorre specificare che, già dalla ricostruzione dello scenario, emergono elevati flussi di traffico sulle viabilità oggetto di interesse.

Attualmente, infatti, l'intersezione è di tipo semaforico che regola il traffico in una zona abbastanza trafficata della città. Questo semaforo è situato in un incrocio importante, dove i veicoli che provengono da diverse direzioni si incrociano; quindi, il semaforo è necessario per gestire il flusso del traffico e garantire la sicurezza.

Si è effettuato un sopralluogo con lo scopo di studiare le fasi semaforiche attuali ed osservare i flussi di traffico che interessano l'intersezione. È emerso, come poi si evincerà dai rilievi di traffico effettuati tramite una campagna di indagine svolta a fine gennaio, che il traffico è eterogeneo con il passaggio di molti veicoli pesanti.

Le fasi semaforiche sono quattro e sono riportate in relazione. Si osserva che la prima fase, piuttosto breve, è associata a una funzione di "accensione" o di transizione rapida tra due flussi (semaforo verde per una sola direzione di traffico). La seconda fase è la più lunga ed è quella principale di traffico verde. Anche la terza fase risulta di transizione, infatti viene utilizzata per gestire una fase di svolta (verso destra da nord); ha una durata intermedia. Infine, l'ultima fase serve gli utenti provenienti da via T. Bandettini.

Tabella 4.1 – Fasi semaforiche dell'impianto

Fase semaforica	durata [s]
1	10
2	50
3	30
4	20



Figura 4.2 - Viale Europa nord



Figura 4.3 - Viale Europa sud



Figura 4.4 - Via Teresa Bandettini ovest



Figura 4.5 - Via Teresa Bandettini est



Figura 4.6 – Intersezione allo stato attuale



Figura 4.7 – Configurazione scenario di riferimento



Figura 4.8 – Fase semaforica 1

In generale, l'obiettivo di un impianto semaforico è quello di trovare un bilanciamento tra tutte le fasi, per ridurre al minimo i ritardi e garantire un flusso di traffico efficiente, evitando che un eccessivo accumulo di veicoli in una direzione comprometta la funzionalità dell'intersezione.

L'intersezione semaforica tra viale Europa e via T. Bandettini presenta condizioni critiche; infatti, si creano accodamenti non trascurabili. Gli accodamenti maggiori, da un rilievo effettuato a campione si riscontrano lungo viale Europa e anche su via T. Bandettini est.

4.1.2 Scenario di progetto

L'idea progettuale consiste nella realizzazione di una rotonda nell'incrocio tra viale Europa e via Teresa Bandettini, la cui realizzazione comporta necessariamente la modifica alla viabilità consistente nell'eliminazione del sistema semaforico. La rotonda di progetto prevede quattro bracci.

La sostituzione di un semaforo con una rotonda rappresenta una soluzione progettuale che mira a migliorare la capacità di flusso del traffico, ridurre la congestione e aumentare la sicurezza stradale. Sebbene un semaforo sia utile per la regolazione del traffico, specialmente in condizioni di traffico a volume variabile, le rotonde offrono vantaggi significativi in termini di efficienza e sicurezza. Tuttavia, la scelta di adottare una rotonda al posto di un semaforo deve essere attentamente valutata in base alle caratteristiche specifiche dell'incrocio e ai flussi di traffico.

In particolare, le rotonde sono in grado di gestire flussi di traffico ad alta intensità senza causare ingorghi, poiché i veicoli possono inserirsi e uscire in modo più fluido, con riduzione dei tempi di attesa rispetto ai cicli semaforici fissi. Questo è particolarmente vantaggioso

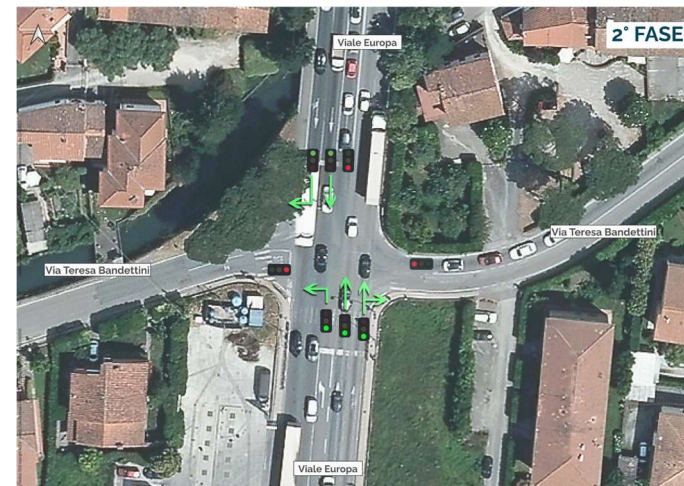


Figura 4.9 - Fase semaforica 2

nelle ore di punta, quando la congestione ai semafori può compromettere l'efficienza dell'incrocio.

Le rotonde riducono significativamente la probabilità di incidenti di tipo frontal e laterale, più comuni nelle intersezioni semaforiche. Questo avviene per via della bassa velocità operativa all'interno delle rotonde, poiché i veicoli devono rallentare per immettersi nel flusso rotatorio. Inoltre, eliminando i semafori, si riduce il rischio di incidenti causati dal non rispetto del semaforo rosso, fenomeno che può comportare collisioni a bassa velocità ma gravi conseguenze.

Le rotonde, rispetto ai semafori, generalmente offrono una maggiore capacità di assorbimento del traffico. I veicoli non sono costretti a fermarsi ad ogni ciclo semaforico, ma possono continuare a muoversi, permettendo un flusso più stabile e continuo.

L'eliminazione dei semafori porta ad una riduzione dei consumi energetici, in quanto non è più necessario alimentare i semafori per il controllo del traffico. Inoltre, riducendo i periodi di attesa e l'accumulo di veicoli in coda, si contribuisce alla diminuzione delle emissioni di gas inquinanti e al consumo di carburante, favorendo un impatto ambientale minore rispetto a un incrocio semaforico.

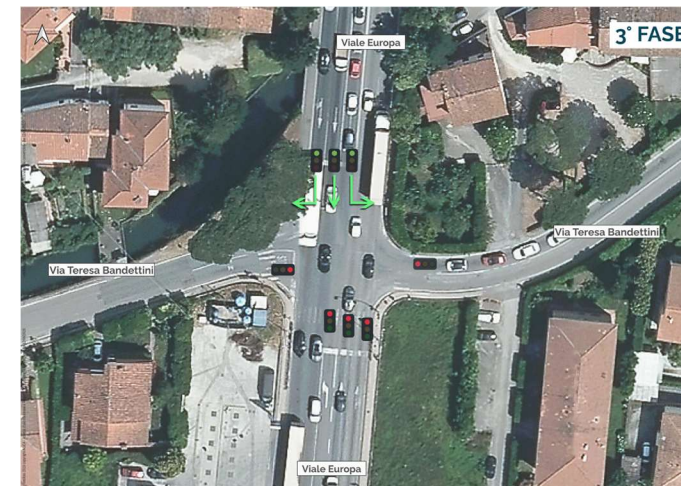


Figura 4.10 - Fase semaforica 3

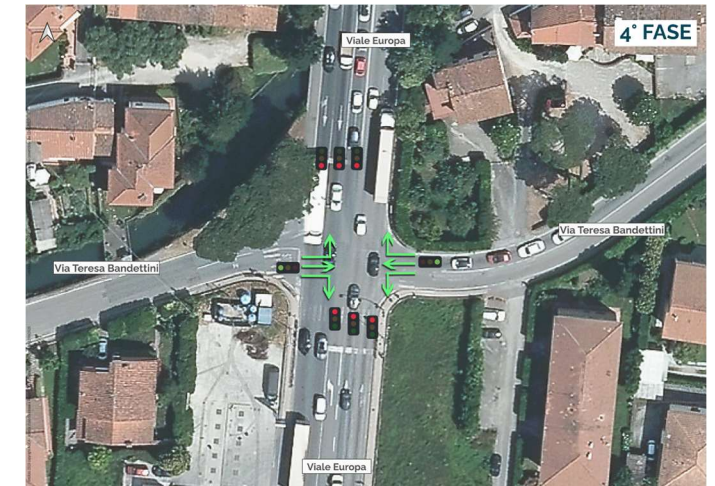


Figura 4.11 - Fase semaforica 4



Figura 4.12 – Configurazione scenario di progetto

4.2 Rete di offerta

Il grafo estratto per la rappresentazione del sistema attuale della viabilità è costituito da diverse strade tra cui:

- viale Europa;
- via T. Bandettini;
- viale Giosuè Carducci;
- via I. Nieri.

Ciascun arco è stato caratterizzato dalle caratteristiche funzionali e geometriche quali larghezza, numero corsie, capacità nominale, velocità massima e dalle regole di circolazione.

Si anticipa che i risultati in prossimità delle intersezioni semaforiche sono difficilmente classificabili ai fini del calcolo dei LOS per definizione, a causa dei tempi semaforici che incidono sul tempo di attesa in corrispondenza dell'intersezione, alterandone la proiezione. Per questo, è stato effettuato un sopralluogo a campione, con lo scopo di registrare per circa 10 minuti



Figura 4.13 - Configurazione del modello nello scenario attuale

l'intersezione, in modo da capirne le prestazioni allo stato attuali.

4.3 Domanda di traffico

La domanda di traffico è stata ricostruita a partire dalla campagna di rilievi effettuata a gennaio 2025. I veicoli presenti nella simulazione sono suddivisi in tre categorie, ognuna delle quali definita da elementi caratteristici quali, per citarne alcuni, la lunghezza media, l'accelerazione e la decelerazione medie, la velocità massima desiderabile, il tempo di reazione. Le categorie di veicoli considerate sono:

- auto;
- veicoli commerciali leggeri;
- veicoli commerciali pesanti.

La simulazione considera un periodo temporale di analisi in cui si raggiungono le condizioni maggiormente critiche



Figura 4.14 - Configurazione del modello nello scenario attuale

per il sistema. Per la componente del traffico urbano il carico veicolare maggiore si riscontra durante l'ora di punta pomeridiana del giorno feriale medio, cioè **17:00 – 18:00**.

4.4 Calibrazione del modello

Il modello è stato calibrato sulla base del comportamento degli utenti nell'ora di punta della sera per ricreare i fenomeni osservati sulla rete.

Per ciascuna delle tre classi di utenza considerate è stato impostato un range per i parametri di accelerazione, velocità massima desiderata, tempo di reazione in corrispondenza delle intersezioni non semaforizzate, tempo di reazione in corrispondenza delle intersezioni semaforizzate, aggressività, ecc.

Con particolare riferimento al profilo comportamentale degli utenti, si sottolinea come la calibrazione del modello abbia richiesto l'implementazione di profili di automobilisti aggressivi, con una bassa soglia di attesa in corrispondenza delle intersezioni e un'alta predisposizione al cambio corsia non prudente (80%); questi valori garantiscono una buona riproduzione delle dinamiche reali e sono tipici dei contesti altamente congestionati e frequentati da utenti abituali.

4.5 Criteri di valutazione funzionali

Il software di microsimulazione assegna la domanda all'offerta di trasporto tramite un modello di assegnazione dinamico, che tiene conto quindi dell'evoluzione temporale del sistema di offerta simulato. Più precisamente, il processo si basa sull'ottenimento di una soluzione stocastica al problema, dal momento che l'evoluzione temporale del sistema non è univocamente determinabile, ma dipende da vari fattori, tra cui il comportamento degli utenti. Vengono quindi effettuate diverse simulazioni del medesimo scenario, che non restituiscono gli stessi risultati puntuali in termini di tempi di percorrenza e flusso, perché la scelta del percorso del singolo veicolo dipende dall'evoluzione temporale dello scenario: questa, a sua volta, cambia al variare dei parametri comportamentali dell'utente, contraddistinti

anch'essi da una variabilità casuale all'interno di *range* definiti. I parametri calibrati sul modello attuale sono quindi riutilizzati per la simulazione degli scenari futuri.

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

- indicatori relativi alle sezioni:
 1. rapporto flusso/capacità (Q/C) (flusso espresso in veicoli equivalenti);
 2. Livello di Servizio – LoS calcolato lungo gli archi di interesse secondo Highway Capacity Manual.
- indicatori relativi ai nodi:
 3. Livello di Servizio – LoS calcolato per i nodi secondo Highway Capacity Manual.

Il livello di servizio (Level of Service – LoS) è un indicatore sintetico definito dall'Highway Capacity Manual tipicamente utilizzato in studi di traffico che potrebbero interessare una particolare arteria stradale.

Il LoS esprime il buono o cattivo funzionamento di un elemento stradale (arco, intersezione non semaforizzata, intersezione semaforizzata, rotatoria). I livelli di servizio sono sei, identificati con una lettera da A ad F, e ordinati secondo il peggioramento progressivo delle condizioni di deflusso (A indica la circolazione a flusso libero, F indica la marcia stop and go ovvero la presenza di accodamenti).

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

Il manuale HCM indica i parametri specifici da cui dipende il livello di servizio, sulla base della tipologia dell'elemento studiato. Ad esempio, il livello di servizio per gli archi di scorrimento extraurbano dipende dalla densità veicolare, espressa in veicoli/miglio/corsia; le strade urbane invece dipendono dalla velocità espressa come aliquota percentuale della velocità di flusso libero (Level of Efficiency). Indipendentemente dal parametro scelto, un rapporto superiore a 1 tra flusso circolante Q e capacità dell'asta C , esprime una condizione di congestione e, di conseguenza, il livello di servizio non può che essere F.

La valutazione funzionale delle intersezioni, sempre in accordo con il Manuale HCM, è invece funzione del tempo medio di attesa (delay time) espresso in secondi/veicolo e registrato sulle corsie di entrata. Il Livello di Servizio per le intersezioni a raso non semaforizzate è così individuato rispetto ai seguenti intervalli indicati in Tabella 4.6.

In particolare, la verifica della funzionalità dei nodi può essere fatta calcolando il Livello di Servizio (LOS) secondo Highway Capacity Manual. Per le rotatorie, quindi, risulta particolarmente significativo estrarre i seguenti due indicatori dai risultati delle microsimulazioni:

- Queue Delay: quantità di tempo speso in coda da un veicolo sul ramo di approccio misurato in sec/veh (amount of time that vehicles remain under queueing status measured in seconds/veh); nel suo calcolo non si include il tempo di attesa del primo veicolo in corrispondenza della linea di arresto [sec/v].
- Average Back Queue: lunghezza media delle code su ciascuna ramo di approccio in metri (average queue length in meters) [m].

Il Livello di Servizio in un'intersezione semaforica dipende da vari fattori:

- Durata dei cicli semaforici: Un ciclo semaforico ben bilanciato può ridurre i tempi di attesa e migliorare il flusso. Tempi troppo lunghi per una direzione possono creare ingorghi.
- Volume del traffico: L'intensità del traffico in ingresso è uno degli elementi più determinanti. Un alto volume di veicoli rispetto alla capacità dell'incrocio porterà a un peggioramento del livello di servizio.
- Tempo di attesa: Più a lungo i veicoli devono aspettare al semaforo, maggiore sarà il livello di servizio inadeguato. Un elevato tempo di attesa indica che il traffico sta congestionando l'incrocio.
- Geometria dell'incrocio: La configurazione fisica dell'intersezione, inclusi i canali di svolta, il numero di corsie e la larghezza delle strade, influisce sul flusso del traffico e sulla formazione di code.

- Comportamento degli utenti: La capacità degli automobilisti di rispettare le regole e di gestire la velocità in modo sicuro influisce sul flusso generale. Comportamenti come la guida aggressiva o l'occupazione di più corsie possono deteriorare il flusso.
- Presenza di pedoni e ciclisti: La gestione del traffico pedonale e ciclistico all'incrocio può influenzare il livello di servizio. Laddove ci sono grandi flussi di pedoni, i semafori possono ridurre la capacità di traffico.

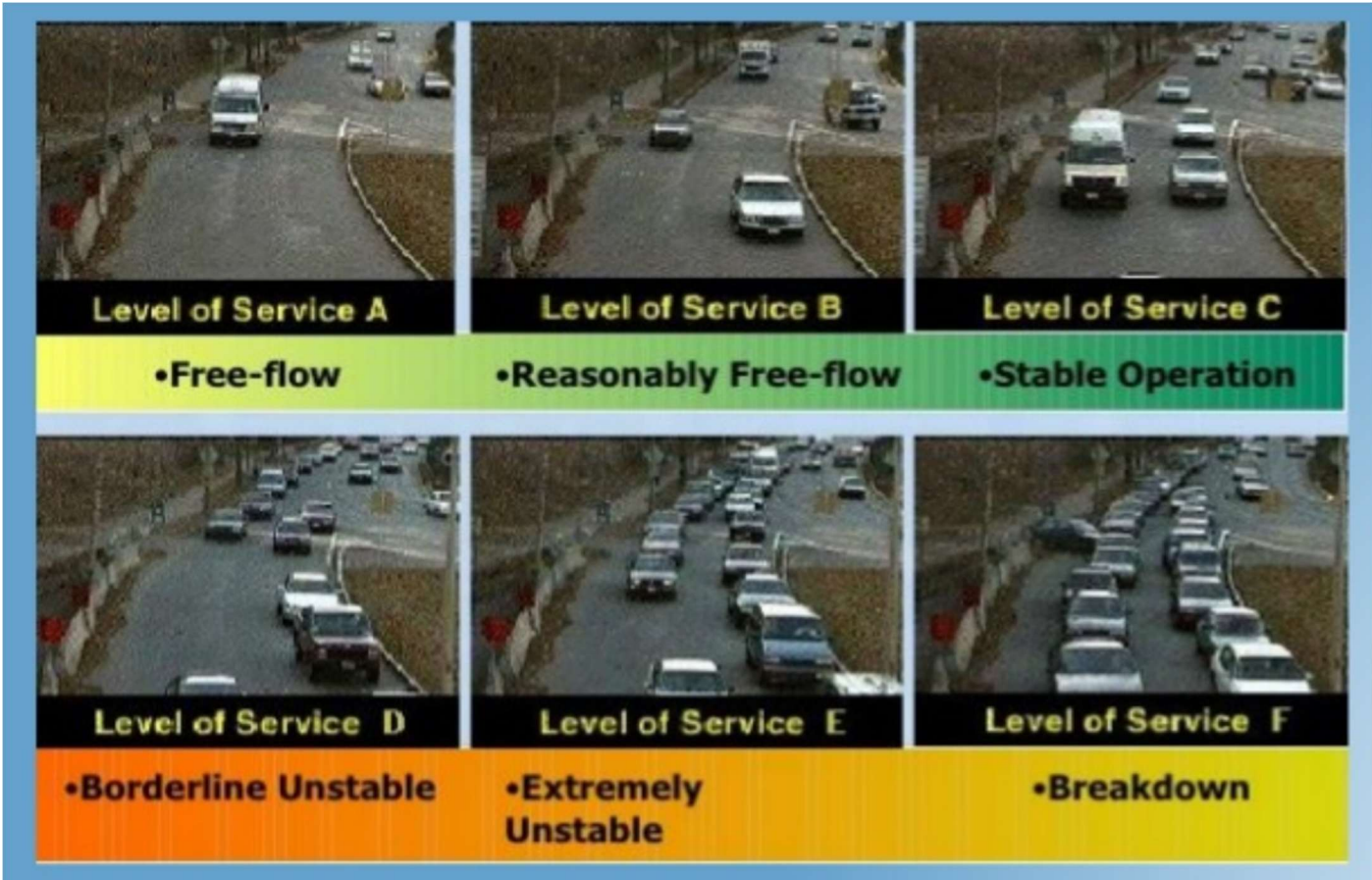


Figura 4.15 - Condizioni di deflusso e relativi livelli di servizio

Tabella 4.2 - Classi di attribuzione del LoS per archi di tipo "urban" (fonte HCM)

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

Tabella 4.5 - Classi di attribuzione del LOS per approcci a intersezioni non semaforizzate e semaforizzate (fonte: HCM)

Delay time non semaforizzate (s/veic)	Delay time semaforizzate (s/veic)	LOS
≤10	≤10	A
10 ÷ 15	10 ÷ 20	B
15 ÷ 25	20 ÷ 35	C
25 ÷ 35	35 ÷ 55	D
35 ÷ 50	55 ÷ 80	E
> 50	> 80	F

Tabella 4.6 - Classi di attribuzione del LoS per archi di tipo "multilane highways" (fonte HCM)

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



4.6 Applicazione del modello

4.6.1 Scenario di riferimento

Lo scenario attuale è stato implementato per valutare l'effetto differenziale associato alla realizzazione dello stato futuro della rete stradale.

La microsimulazione permette di studiare l'interazione tra i veicoli simulando tempi di attesa e lunghezza di eventuali code.

Il software utilizzato (Aimsun Next) permette sia la visione dell'evoluzione cronologica dell'ora di simulazione, sia l'estrazione di dati medi ottenuti a valle di una batteria di simulazioni ripetute con metodo Montecarlo.

Si riportano i risultati ottenuti per l'ora di punta serale.

I flussi veicolari ottenuti dalla simulazione dello scenario in esame sono riportati sotto forma di *flussogramma di saturazione* (dato dal rapporto flusso/capacità), nella seguente elaborazione grafica (Figura 4.16). Nel flussogramma di saturazione dell'ora di punta, lo spessore delle barre è proporzionale al flusso assegnato e il colore indica il livello di utilizzo della capacità nominale disponibile; valori di saturazione, ovvero di rapporto flusso-capacità, maggiori di 1 non sono univocamente sinonimo di crisi dell'arco poiché dipendono dalla capacità teorica assegnata nel modello.

Si nota come attualmente, nell'ora di punta serale, su viale Europa i flussi siano elevati ma assorbiti dalla capacità teorica disponibile. Le condizioni più critiche emergono in prossimità dell'intersezione tra viale Europa e via T. Bandettini.

In Figura 4.17 è riportato il *Livello di Servizio* (LoS), calcolato come da metodologia esposta precedentemente da cui è evidente che, già allo stato attuale l'intera area è caratterizzata da LoS discreti, ma non ottimali.

Dato che le rotatorie sono collocate in ambito urbano, la verifica funzionale si può ritenere soddisfatta fino a LOS E, vale a dire a capacità.

Occorre specificare che l'area oggetto di studio presenta oltre che intersezioni regolate con segnali di precedenza anche un'intersezione regolata da un impianto semaforico a più fasi. I tempi di attesa registrati sono quindi connessi alla presenza di semafori e alla relativa temporizzazione delle fasi.

Le fasi semaforiche dell'intersezione sono state ricostruite a partire da un video effettuato in sede di sopralluogo.



L'intersezione oggetto di studio, tra viale Europa e via T. Bandettini è caratterizzata da LoS bassi. In particolare, si riportano nella Tabella 5.1 vari indicatori relativi alla gestione del traffico dell'intersezione tra cui il tempo medio di coda (avg queue delay), il tempo medio di coda indietro (avg back queue), il livello di servizio (LoS) e la percentuale di qualità/capacità (q/c).

Lungo il ramo di viale Europa in direzione sud (braccio nord) il LoS è classificato come B, il che indica una gestione del traffico generalmente fluida, con tempi di attesa contenuti e una capacità adeguata a smaltire il flusso veicolare senza generare congestione.

Nel caso del ramo di Viale Europa (braccio sud) in direzione nord, il LoS è B.

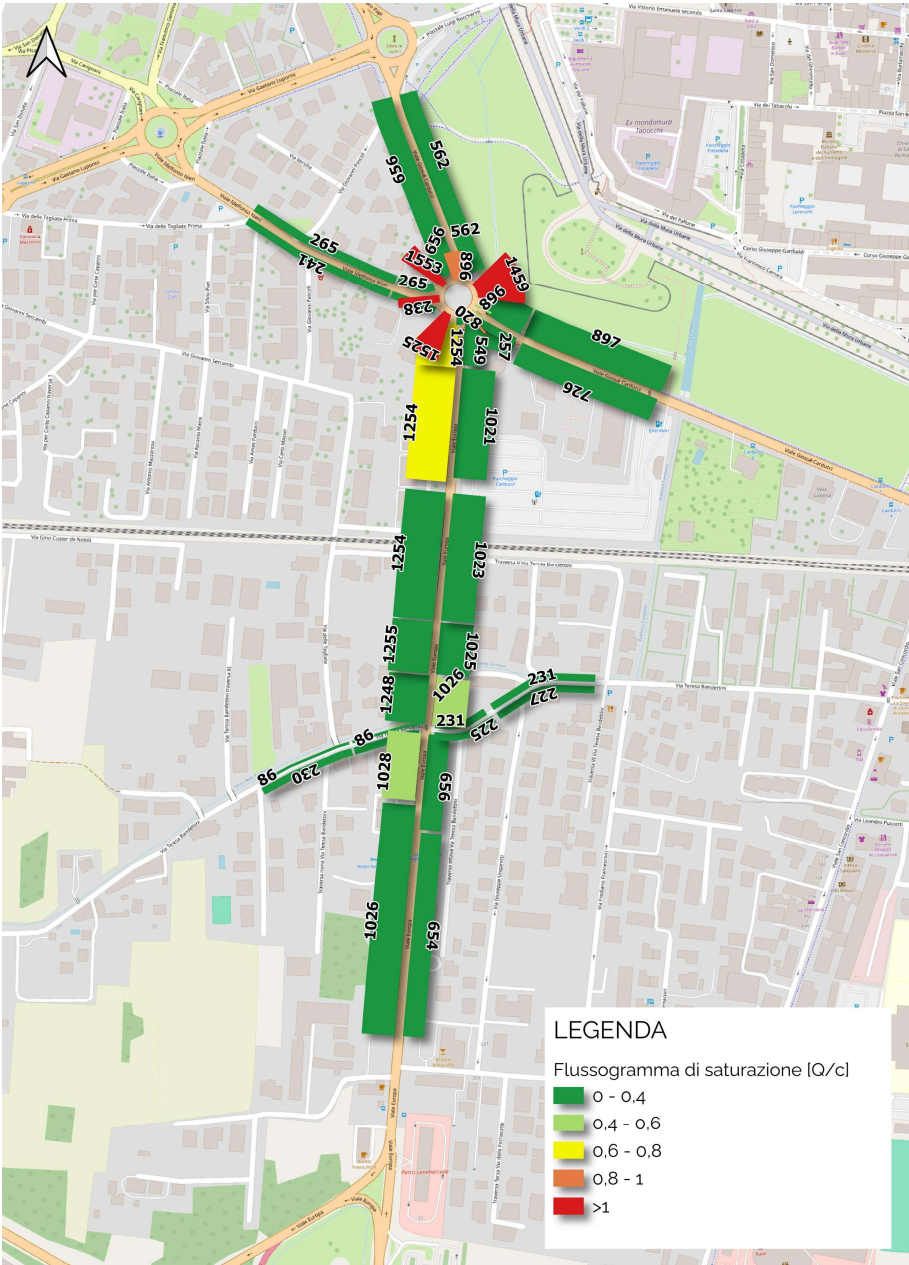


Figura 4.16 – Flussogramma di saturazione allo stato attuale – ora di punta serale

I rami Via Bandettini est e Via Bandettini ovest soffrono di lunghi tempi di attesa che comportano un pessimo Livello di Servizio. Si specifica, però, che sui due bracci dell'intersezione di via T. Bandettini le fasi di rosso totali ad ogni ciclo semaforico sono di 90 secondi. Questo influisce necessariamente sui tempi di attesa, visto anche i flussi di traffico limitati che interessano i segmenti.

La rotatoria posta a nord rispetto all'area di interesse è caratterizzata, già allo stato attuale, da Livello di Servizio critici a causa dell'elevato livello di traffico che attraversa l'intersezione.

Tabella 4.3 – Livello di servizio intersezione viale Europa – via T. Bandettini

RAMO	AVG QUEUE DELAY	AVG BACK QUEUE	LOS
Viale Europa nord	11.71	17.63	B
Viale Europa sud	17.31	11.14	B
Via Bandettini est	124.94	45.59	F
via Bandettini ovest	126.48	52.72	F

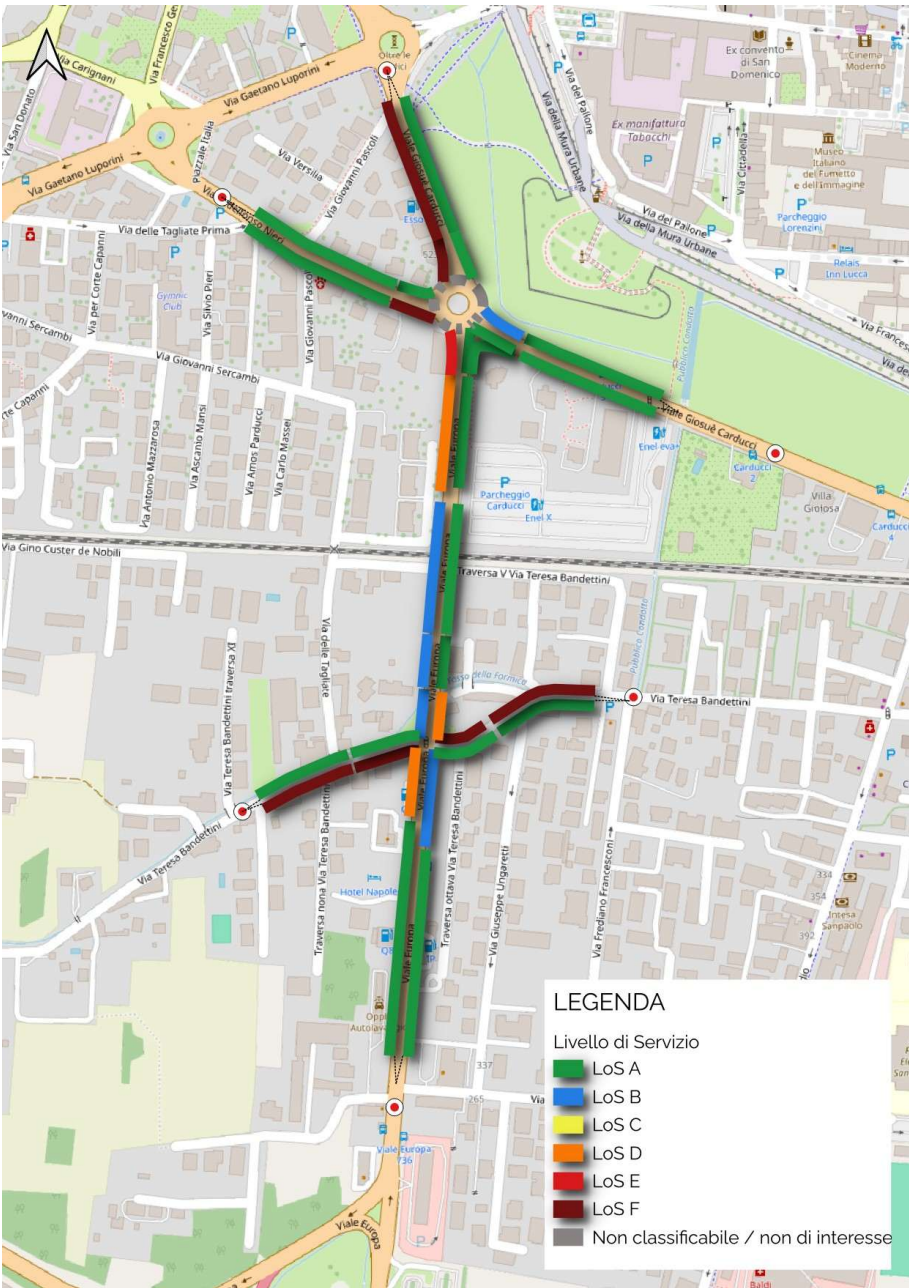


Figura 4.17 - Livello di Servizio allo stato attuale – ora di punta serale

4.6.2 Scenario di progetto

Lo scenario progettuale consiste nella realizzazione di una rotonda nell'incrocio tra viale Europa e via Teresa Bandettini, la cui realizzazione comporta necessariamente la modifica alla viabilità consistente nell'eliminazione del sistema semaforico. La rotonda di progetto prevede quattro bracci.

Anche per lo scenario di progetto, i flussi veicolari ottenuti dalla simulazione dello scenario in esame sono riportati sotto forma di flussogramma di saturazione, dato dal rapporto di flusso/capacità, nella seguente elaborazione grafica (Figura 4.18).

Rispetto allo stato attuale non emergono sostanziali differenze di flusso veicolare, mantenendosi costante la domanda di traffico. La differenza tra i due scenari consiste in un differente deflusso del traffico veicolare.

In Figura 4.19 è riportato il *Livello di Servizio* (LoS), calcolato come da metodologia esposta precedentemente da cui è evidente che, nella configurazione di progetto si prevede un leggero miglioramento del LoS, grazie all'eliminazione dell'impianto semaforico, a favore di un'intersezione a rotonda.

In particolare, osservando i parametri dell'intersezione di progetto, riportati in Tabella 4.4, si osserva su viale Europa (braccio nord) in direzione sud Il miglioramento del livello di servizio da B a A, che indica un notevole miglioramento nella gestione del traffico. Si prevede un flusso più fluido e un minor tempo di attesa per i veicoli, con benefici evidenti per la fluidità del traffico.

Su viale Europa in direzione nord (braccio sud) il miglioramento da B a A suggerisce una riduzione dei tempi di attesa e una maggiore efficienza nella gestione del traffico.

Lungo i bracci di via T. Bandettini il passaggio da F a C rappresenta comunque una notevole riduzione dei tempi di attesa rispetto alla situazione di partenza, giustificati però principalmente dalla rimozione del semaforo e dalla maggiore fluidità del traffico.

La sostituzione di un semaforo con una rotonda rappresenta una soluzione progettuale che mira a migliorare la capacità di flusso del traffico, ridurre la congestione e aumentare la sicurezza stradale. Sebbene un semaforo sia utile per la regolazione del traffico, specialmente in condizioni di traffico a volume variabile, le rotonde offrono vantaggi significativi in termini di efficienza e sicurezza.

Tuttavia, due rotonde troppo vicine potrebbero generare interferenze tra i flussi, se molto elevati, e creare effetto di backspill, cioè la coda della seconda può bloccare la prima intersezione. Per questo, occorre

prestare attenzione anche al funzionamento della rotonda posta a nord rispetto all' intervento.

In particolare, la rotonda posta a monte dell'intervento progettuale, in cui confluiscono elevati flussi veicolari provenienti da viale Europa, viale G. Carducci, presenta condizioni critiche, così come allo stato attuale. Si osserva solo un lieve peggioramento del Livello di Servizio sul bypass da viale Europa sud a viale G. Carducci, con passaggio da A a B, mantenendosi quindi ottimo.

Il Livello di Servizio sugli altri bracci di ingresso, in particolare su viale G. Carducci e viale I. Nieri, si mantiene critico, così come nello scenario di riferimento.

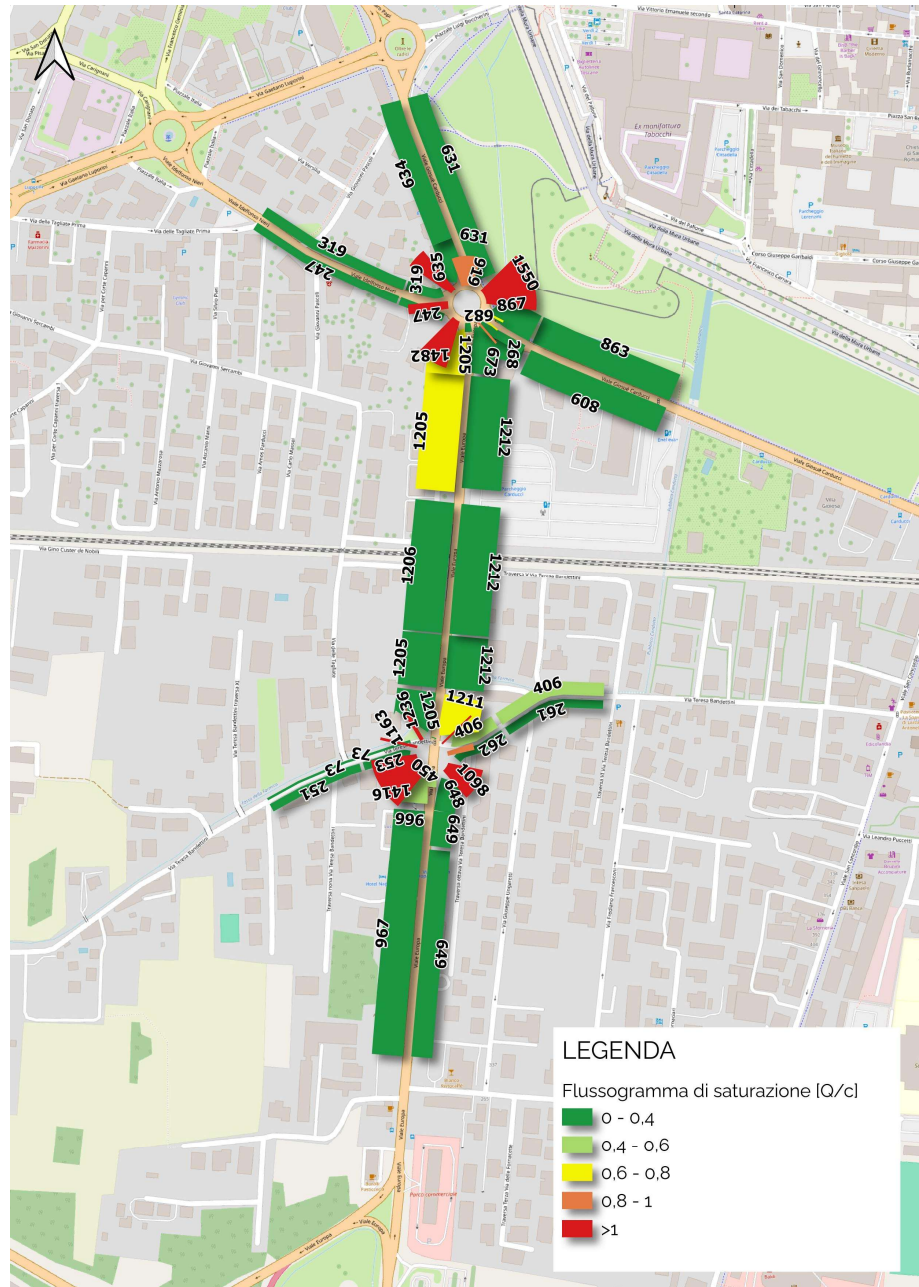


Figura 4.18 – Flussogramma di saturazione scenario di progetto – ora di punta serale

Tabella 4.4 – Livello di servizio intersezione viale Europa – via T. Bandettini – scenario di progetto

RAMO	AVG QUEUE DELAY	AVG BACK QUEUE	LOS
Viale Europa nord	0.49	2.67	A
Viale Europa sud	6.37	6.85	A
Via Bandettini est	15.43	13.44	C
via Bandettini ovest	20.60	12.02	C

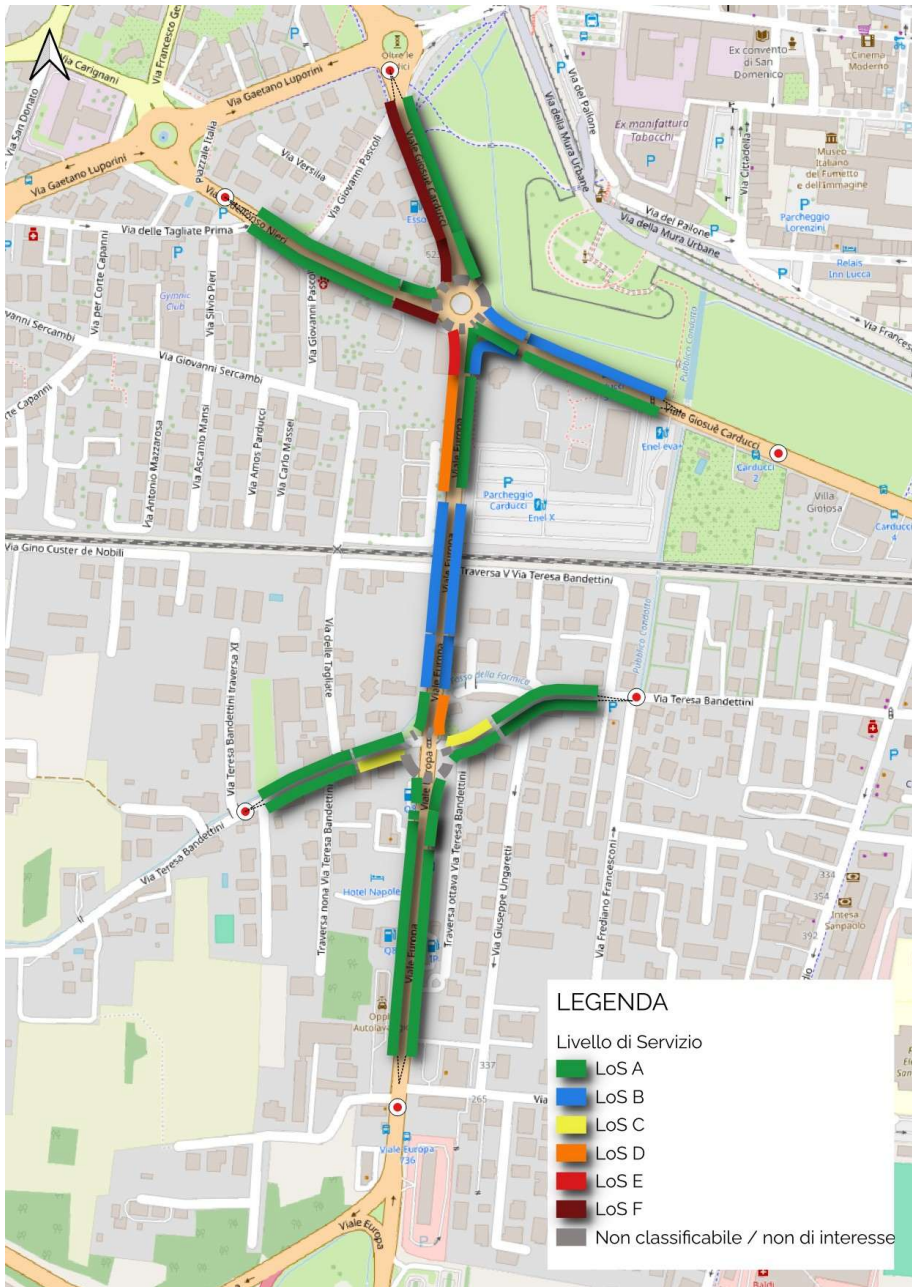


Figura 4.19 - Livello di Servizio scenario di progetto – ora di punta serale



5. CONCLUSIONI

Lo studio ha come obiettivo principale quello di analizzare l'impatto del traffico derivante dalla realizzazione di una rotatoria tra Viale Europa e Via Teresa Bandettini, nel comune di Lucca, in sostituzione dell'impianto semaforico attualmente esistente.

Al fine di valutare l'impatto che l'intervento avrà sul traffico è stato implementato un modello di trasporto della viabilità circostante, che permette di quantificare le conseguenze dell'aumento del numero dei veicoli sulle condizioni di deflusso e, in generale, sulle prestazioni della rete viaria.

È stato scelto di calibrare un modello di microsimulazione dal momento che le dinamiche di deflusso sono principalmente legate all'interazione dei veicoli che percorrono traiettorie in conflitto e alla capacità di ricezione delle intersezioni di varie tipologie (regolate da precedenza/stop, semaforizzate o con rotatoria).

L'analisi è stata condotta tramite la costruzione di 2 scenari:

- Scenario di riferimento: offerta di trasporto nella configurazione attuale e domanda di traffico ricostruita a partire da una campagna di indagine del traffico condotta mediante radar contatraffico.
- Scenario di progetto: offerta di trasporto di progetto, con la rimozione del semaforo su viale Europa e l'inserimento di una rotatoria. La domanda di traffico è invariata rispetto allo scenario di riferimento.

Dallo studio è emerso che già allo stato attuale, il livello di pressione del traffico sulla rete viaria della zona è elevato a causa del traffico di attraversamento che utilizza viale Europa come asse di collegamento con il centro di Lucca.

L'analisi ha mostrato come il progetto di modifica della configurazione stradale dell'intersezione tra viale Europa e via T. Bandettini migliori le condizioni di deflusso

stradale. Infatti, emerge un miglioramento dei Livelli di Servizio dei rami di approccio alla rotatoria di progetto. Nello specifico, si riducono notevolmente i tempi di attesa dei bracci di ingresso in rotatoria. Ciò è in parte da attribuire alla rimozione del semaforo ed in parte alla fluidificazione del traffico. Infatti, si osserva che i bracci di Viale Europa, in entrambe le direzioni, sono caratterizzati da flussi elevati, con flussi di disturbo, provenienti dalle altre due viabilità, limitati.

Nei due scenari la capacità degli archi stradali è sostanzialmente sufficiente ad accogliere la domanda di traffico ed eventuali fenomeni di congestione sono localizzati e dipendono dalla regolazione delle intersezioni.

L'analisi dei livelli di servizio dell'intersezione, indicativi delle condizioni di deflusso, conferma che la situazione generale della mobilità privata osservata nella simulazione dello scenario di progetto presenta un miglioramento rispetto allo stato di riferimento. Tutti e quattro i rami, nella nuova configurazione di progetto, presentano LoS migliori di almeno un livello rispetto all'intersezione semaforica.

Infatti, su viale Europa (braccio nord) in direzione sud il miglioramento del livello di servizio da B a A indica un notevole miglioramento nella gestione del traffico. Si prevede un flusso più fluido e un minor tempo di attesa per i veicoli, con benefici evidenti per la fluidità del traffico.

Su viale Europa in direzione nord (braccio sud) il miglioramento da B a A suggerisce una riduzione dei tempi di attesa e una maggiore efficienza nella gestione del traffico.

Lungo i bracci di via T. Bandettini il passaggio da F a C, rappresenta una notevole riduzione dei tempi di attesa rispetto alla situazione di partenza, giustificati però principalmente dalla rimozione del semaforo e dalla maggiore fluidità del traffico.

È noto che le rotatorie, rispetto ai semafori, generalmente offrono una maggiore capacità di assorbimento del traffico. I veicoli non sono costretti a fermarsi ad ogni ciclo semaforico, ma possono continuare a muoversi, permettendo un flusso più stabile e continuo.

Tuttavia, due rotatorie troppo vicine potrebbero generare interferenze tra i flussi, se molto elevati, e creare effetto di backspill, cioè la coda della seconda può bloccare la prima intersezione. Per questo, occorre prestare attenzione anche al funzionamento della rotatoria posta a nord rispetto all' intervento, in cui confluiscono gli elevati flussi veicolari di viale Europa, viale G. Carducci e via I. Nieri. Si tratta, infatti di una rotatoria a quattro bracci con un ulteriore bypass tra viale Europa e viale G. Carducci.

Le variazioni del Livello di Servizio di questa rotatoria si mantengono all'interno dell'intervallo di confidenza del modello. Non si evidenziano, infatti, particolari variazioni della qualità del deflusso dell'intersezione rispetto allo scenario di riferimento, che presenta già condizioni critiche. In particolare, due dei quattro bracci della rotatoria risultano in Livello di Servizio F, indicativo di una situazione di forte congestione, con flussi veicolari caratterizzati da frequenti fenomeni di *stop-and-go*.

Va inoltre sottolineato che, con la sostituzione dell'impianto semaforico con una rotatoria, viene meno la formazione di plotoni indotta dalla gestione dei tempi di verde. Nello scenario di progetto i veicoli accedono alla rotatoria di viale G. Carducci in maniera più discretizzata e distribuita nel tempo, senza aggregazioni significative. Questo contribuisce a rendere il flusso complessivo relativamente uniforme, pur in presenza delle condizioni critiche rilevate sui bracci più congestionati.

Tabella 5.1 – Livello di servizio intersezione viale Europa – via T. Bandettini – confronto tra scenari

RAMO	LOS riferimento	LOS progetto
Viale Europa nord	B	A
Viale Europa sud	B	A
Via Bandettini est	F	C
via Bandettini ovest	F	C

