

STUDIO DI IMPATTO VIABILISTICO

**PER AMPLIAMENTO DI UNO STABILIMENTO
PRODUTTIVO A MALO (VI)**

RAPPORTO FINALE



SISTEMI OPERATIVI S.R.L.

SEDE LEGALE: VIA CARDUCCI, 9 - 30171 VENEZIA

TEL. +39-041-975459 FAX +39-041-975122

info@sistemioperativi.com

www.sistemioperativi.com

SISTEMI OPERATIVI s.r.l.

L'Amministratore Unico

Ing. Federico Zannantonio

12 aprile, 2017

INDICE

1	PREMESSA E INQUADRAMENTO NORMATIVO	1
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
2.1	CARATTERISTICHE DELL'INSEDIAMENTO E ACCESSIBILITÀ.....	3
2.2	STIMA DEI FLUSSI GENERATI E ATTRATTI	4
3	DESCRIZIONE RETE VIARIA.....	5
3.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE.....	10
4	INDAGINI DI TRAFFICO	13
5	MODELLO DI SIMULAZIONE.....	24
5.1	METODOLOGIA	24
5.1.1	Elementi geometrici.....	24
5.1.2	Calcolo della capacità di una rotatoria.....	24
5.1.3	Calcolo dei Livelli di Servizio (LoS).....	26
5.2	ANALISI DEI FLUSSI E VERIFICA DEI LIVELLI DI SERVIZIO	28
6	BIBLIOGRAFIA	32

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1.	Scheda Via Giarre.....	10
Tabella 2.	Scheda Via Proe.....	10
Tabella 3.	Scheda Via S.Tomio – Isola Vicentina.....	11
Tabella 4.	Scheda Via Fondo Muri – Via Gueri da Santomio.....	11
Tabella 5.	Scheda Via Ponte.....	12
Tabella 6.	Scheda Via Vicenza - SP 46.....	12
Tabella 7.	Sezioni di Indagine e periodo di rilevazione.....	14
Tabella 8.	Flussi rilevati mono-direzionali in Veicoli Equivalenti.....	15
Tabella 9.	Fattore correttivo di ripartizione dei flussi di traffico (f_d).....	27
Tabella 10.	Fattore correttivo dovuto alla larghezza delle corsie e delle banchine(f_w).....	27
Tabella 11.	LoS in funzione della tipologia di strada e della Velocità.....	27
Tabella 12.	LoS in funzione del ritardo nelle manovre di svolta.....	28
Tabella 13.	Flussi orari, velocità e LoS per le sezioni principali.....	29
Tabella 14.	Ritardi e LoS nelle manovre di svolta.....	29

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Area di Intervento.....	3
Figura 2.	Vista SP46 verso Via Giarre.....	5
Figura 3.	Vista Via Giarre verso Via Proe.....	6
Figura 4.	Vista Via Proe incrocio Via S.Tomio.....	6
Figura 5.	Vista Via S.Tomio ingresso stabilimento.....	7
Figura 6.	Vista Via Fondo Muri.....	7
Figura 7.	Vista Via Ponte.....	8
Figura 8.	Vista Via Ponte verso SP 46.....	8
Figura 9.	Ortofoto area Intervento.....	9
Figura 10.	Localizzazione sezioni di rilievo del traffico.....	13
Figura 11.	Sezione A – Ingressi.....	16
Figura 12.	Sezione A – Uscite.....	16
Figura 13.	Sezione B – Ingressi.....	17
Figura 14.	Sezione B – Uscite.....	17
Figura 15.	Sezione C – Ingressi.....	18
Figura 16.	Sezione C – Uscite.....	18
Figura 17.	Sezione D – Ingressi.....	19
Figura 18.	Sezione D – Uscite.....	19
Figura 19.	Sezione E – Ingressi.....	20
Figura 20.	Sezione E – Uscite.....	20
Figura 21.	Sezione F – Ingressi.....	21
Figura 22.	Sezione F – Uscite.....	21
Figura 23.	Sezione G – Ingressi.....	22
Figura 24.	Sezione G – Uscite.....	22
Figura 25.	Sezione H – Ingressi.....	23
Figura 26.	Sezione H – Uscite.....	23
Figura 27.	Parametri geometrici per il calcolo della capacità di una rotatoria.....	25
Figura 28.	Variazione Flussi di Traffico.....	30

1 PREMESSA E INQUADRAMENTO NORMATIVO

L'obiettivo dello Studio è la valutazione dell'impatto sulla viabilità in seguito dell'ampliamento di uno stabilimento produttivo (mangimificio) a Malo (VI). Tale esigenza è sorta per effetto delle osservazioni emerse da parte della Provincia di Vicenza durante la valutazione dello Studio di Impatto Ambientale richiesto dalla procedura urbanistica in corso.

A tal proposito, vista sia la procedura VIA a cui tale intervento è soggetto sia le condizioni di particolare criticità legate all'immissione dei mezzi pesanti sulla SP46, si propone di eseguire uno studio di impatto sulla viabilità seguendo quanto previsto dall'art.19 della LR 15/2004 che regola ampliamenti e nuovi insediamenti di esercizi commerciali sul territorio regionale ed è finalizzato a quantificare gli effetti sul sistema dei trasporti locale di nuovi insediamenti o ampliamenti di quelli esistenti. Tale norma è stata abrogata dalla recente Legge Regionale 50 del 2012 "Politiche per lo sviluppo del sistema commerciale nella Regione del Veneto" e dal relativo regolamento che ne hanno recepito i contenuti e stabilito gli indirizzi per lo sviluppo del sistema commerciale regionale. In particolare, proprio quest'ultima normativa indica che anche per l'ampliamento di una struttura commerciale, nel caso di grandi strutture di vendita, sia necessario effettuare uno studio con i contenuti previsti dall'Art.11 del Regolamento Regionale del 21/06/2013 relativo alla L.R. 50/2012 al fine di completare l'iter autorizzativo previsto per l'esercizio dell'attività.

Pertanto, a seguito sia delle specifiche esigenze emerse da parte della Commissione per la Valutazione dell'Impatto Ambientale, sia della rilevanza dell'insediamento produttivo soprattutto in termini di mezzi pesanti e la conseguente ricaduta degli impatti anche sulla viabilità di medio-lunga percorrenza lungo la SP46, Sistemi Operativi S.r.l., è stata incaricata di realizzare uno studio con i contenuti previsti dalle normative sopra menzionate. In seguito si riportano i contenuti sviluppati e illustrati all'interno dello studio:

- Inquadramento territoriale e sintetica descrizione dell'intervento sulla base della documentazione progettuale ricevuta dal Committente;
- Descrizione rete viaria attuale nell'intorno dell'area commerciale e caratteristiche geometriche delle tratte stradali interessate;
- Rilievi di flussi di traffico attuali in 8 sezioni stradali bidirezionali nella giornata di martedì 14/03/2017 (7:00-19:00) mediante attrezzature radar per il rilievo automatico dei veicoli classificati;
- Implementazione di un modello di simulazione del traffico in ambiente Cube dell'area intervento per la rappresentazione dello stato attuale;
- Stima dei flussi generati dall'ampliamento dell'insediamento produttivo sulla base dei dati statistici forniti dal Committente;
- Analisi dei nodi e verifica dei livelli di servizio sia per il nuovo scenario di

domanda;

Nelle sezioni successive sono riportate nel dettaglio le attività svolte organizzate secondo la ripartizione delle attività sopra illustrata.

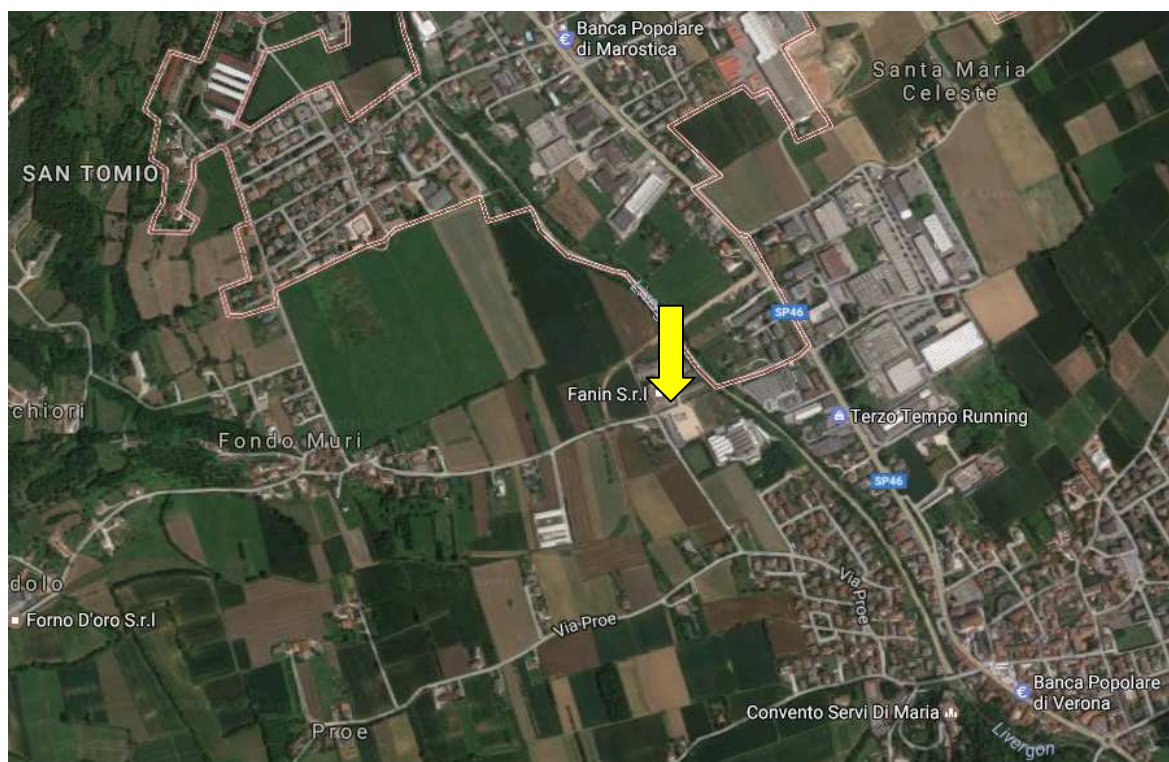
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 CARATTERISTICHE DELL'INSEDIAMENTO E ACCESSIBILITÀ

Il sito produttivo oggetto dell'analisi si trova nel Comune di Malo, in via Fondomuri, 43, e si occupa della produzione di mangimi per il settore zootecnico. La struttura aziendale è articolata in una serie di magazzini nel comune di Isola Vicentina (via Chiodo), che contengono sia le materie prime che i prodotti finiti in attesa della consegna ai clienti.

Attualmente i flussi dei mezzi pesanti legati all'attività produttiva seguono un senso unico obbligato con ingresso da via Giarre a Isola Vicentina e uscita da via Ponte a San Tomio di Malo: entrambe le vie confluiscono sulla SP46. Questo schema viabilistico è stato scelto e concordato al fine di limitare i disagi legati al transito di mezzi pesanti in arterie di dimensioni ridotte, con una tortuosità non trascurabile e caratterizzate da flussi locali.

Figura 1. Area di Intervento



Fonte: www.viamichelin.it, 2017

L'azienda vuole ora razionalizzare il processo produttivo inserendo inoltre ulteriori lavorazioni, attraverso l'avvicinamento dei siti di stoccaggio delle materie prime/prodotti finali al sito di produzione e un cambiamento del layout produttivo, obbligando, di fatto, l'ampliamento del sito esistente.

2.2 STIMA DEI FLUSSI GENERATI E ATTRATTI

Per quanto riguarda la stima dei flussi di traffico legati generati/attratti dall'ampliamento previsto è necessario partire da l'organizzazione produttiva attuale e stimare quali sono i flussi attuali. Nello specifico, al momento la ditta Fanin S.r.l. ha la sede principale in via Fondomuri e un paio di magazzini a qualche km di distanza. Per cui l'attuale logistica aziendale è la seguente:

- arrivo della materia prima ai magazzini e stoccaggio;
- carico della materia prima su mezzi e trasporto al luogo di produzione;
- lavorazione;
- eventuale trasporto ai magazzini o al cliente;

Ad oggi sono impiegati 30 lavoratori, mentre il traffico di automezzi per l'approvvigionamento e la distribuzione delle materie prime e delle merci viene quantificato in 65 autotreni/giorno. Ipotizzando che ciascun lavoratore si rechi sul posto di lavoro autonomamente e l'orario sia organizzato in turni, il traffico indotto è pari a 95 mezzi, di cui 65 pesanti, che complessivamente compiono 190 spostamenti giornalieri.

L'intervento che sarà realizzato comporterà principalmente effetti su:

- logistica aziendale, eliminando la seconda fase descritta in precedenza, in quanto l'immagazzinamento avverrà direttamente in via Fondomuri nei locali di nuova realizzazione;
- produttività, dove grazie all'efficientamento dei processi, si prevede un incremento del 20% circa.

Tali effetti si possono tradurre in una variazione dell'attuale domanda di trasporto in termini di:

- distribuzione dei flussi dei mezzi pesanti;
- incremento sia dei mezzi pesanti in ingresso e uscita dallo stabilimento, sia dei veicoli leggeri legati agli spostamenti del personale afferente allo stabilimento;

Pertanto, complessivamente avremmo circa 13 autotreni giornalieri in più e 19 autovetture aggiuntive che hanno origine e destinazione lo stabilimento, mentre ci sarà una leggera riduzione nella zona di Via Chiodo per effetto del nuovo assetto logistico dello stabilimento per cui non è più previsto lo stoccaggio delle materie prime/merci nei magazzini esterni.

Ai fini della valutazioni sull'impatto nel sistema viabilistico locale, tali variazioni a scala giornaliera si traducono, in circa 20 autovetture equivalenti/ora che entrano ed escono dallo stabilimento nell'ora di punta, e una riduzione di circa 5 autovetture equivalenti/ora dalla zona di Via Chiodo.

3 DESCRIZIONE RETE VIARIA

L'accesso al sito produttivo oggetto dell'analisi, che si trova nel Comune di Malo, può avvenire in corrispondenza dell'incrocio tra la SP46 e via Giarre in centro a Isola Vicentina oppure da via Ponte a San Tomio di Malo, sempre sulla SP46. Tale verso è obbligatorio per i mezzi pesanti a seguito di un accordo tra la proprietà e l'Amministrazione Comunale.

Le immagini successive illustrano, mediante una rappresentazione tridimensionale le caratteristiche e il contesto in cui sono inserite tutte le arterie stradali che costituiscono la viabilità di accesso all'area di intervento.

Figura 2. Vista SP46 verso Via Giarre



Fonte: Google Earth, 2017

Figura 3. Vista Via Giarre verso Via Proe



Fonte: Google Earth, 2017

Figura 4. Vista Via Proe incrocio Via S.Tomio



Fonte: Google Earth, 2017

Figura 5. Vista Via S.Tomio ingresso stabilimento



Fonte: Google Earth, 2017

Figura 6. Vista Via Fondo Muri



Fonte: Google Earth, 2017

Figura 7. Vista Via Ponte



Fonte: Google Earth, 2017

Figura 8. Vista Via Ponte verso SP 46



Fonte: Google Earth, 2017

Figura 9. Ortofoto area Intervento



Fonte: Google Earth, 2017

3.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Al fine di determinare gli impatti del traffico generato dall'insediamento produttivo è necessario in prima istanza rilevare le caratteristiche geometriche e funzionali delle tratte stradali che interessano l'area. Le tabelle seguenti riportano i dati relativi a Via Giarre, Via Proe, Via S.Tomio, Via Fondo Muri, Via Ponte e la SP 46.

Tabella 1. Scheda Via Giarre

Funzione	Strada comunale
Corsie per senso di marcia	1
Sensi di marcia	2
Corsie riservate	No
Linee autobus	No
Sosta su strada	No
Lunghezza	500 m
Larghezza carreggiata	7 m – 5 m
Capacità	800 (veq/ora) – 600 (veq/ora)
Marciapiedi	Parzialmente
Spartitraffico	No
Piste ciclabili	No
Illuminazione	Si
Tortuosità	Si
Intersezioni/accessi	4

Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Tabella 2. Scheda Via Proe

Funzione	Strada comunale
Corsie per senso di marcia	1
Sensi di marcia	2
Corsie riservate	No
Linee autobus	No
Sosta su strada	No
Lunghezza	300 m
Larghezza carreggiata	6 m - 5 m
Capacità	600 (veq/ora)
Marciapiedi	No
Spartitraffico	No
Piste ciclabili	No
Illuminazione	Si
Tortuosità	Si
Intersezioni/accessi	4

Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Tabella 3. Scheda Via S.Tomio – Isola Vicentina

Funzione	Strada di quartiere
Corsie per senso di marcia	1
Sensi di marcia	2
Corsie riservate	No
Linee autobus	No
Sosta su strada	No
Lunghezza	300 m
Larghezza carreggiata	5 m
Capacità	500 (veq/ora)
Marciapiedi	No
Spartitraffico	No
Piste ciclabili	No
Illuminazione	Si
Tortuosità	Si
Intersezioni/accessi	2

Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Tabella 4. Scheda Via Fondo Muri – Via Gueri da Santomio

Funzione	Strada di quartiere
Corsie per senso di marcia	1
Sensi di marcia	2 con stretteie a sensi unico alternato
Corsie riservate	No
Linee autobus	No
Sosta su strada	No
Lunghezza	1000 m
Larghezza carreggiata	5 m – 4 m
Capacità	400-500 (veq/ora)
Marciapiedi	No
Spartitraffico	No
Piste ciclabili	No
Illuminazione	Si
Tortuosità	Si
Intersezioni/accessi	2

Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Tabella 5. Scheda Via Ponte

Funzione	Strada comunale
Corsie per senso di marcia	1
Sensi di marcia	2
Corsie riservate	No
Linee autobus	No
Sosta su strada	No
Lunghezza	500 m
Larghezza carreggiata	7 m – 6 m
Capacità	800 (veq/ora)
Marciapiedi	Parzialmente
Spartitraffico	No
Piste ciclabili	No
Illuminazione	Si
Tortuosità	No
Intersezioni/accessi	6

Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Tabella 6. Scheda Via Vicenza - SP 46

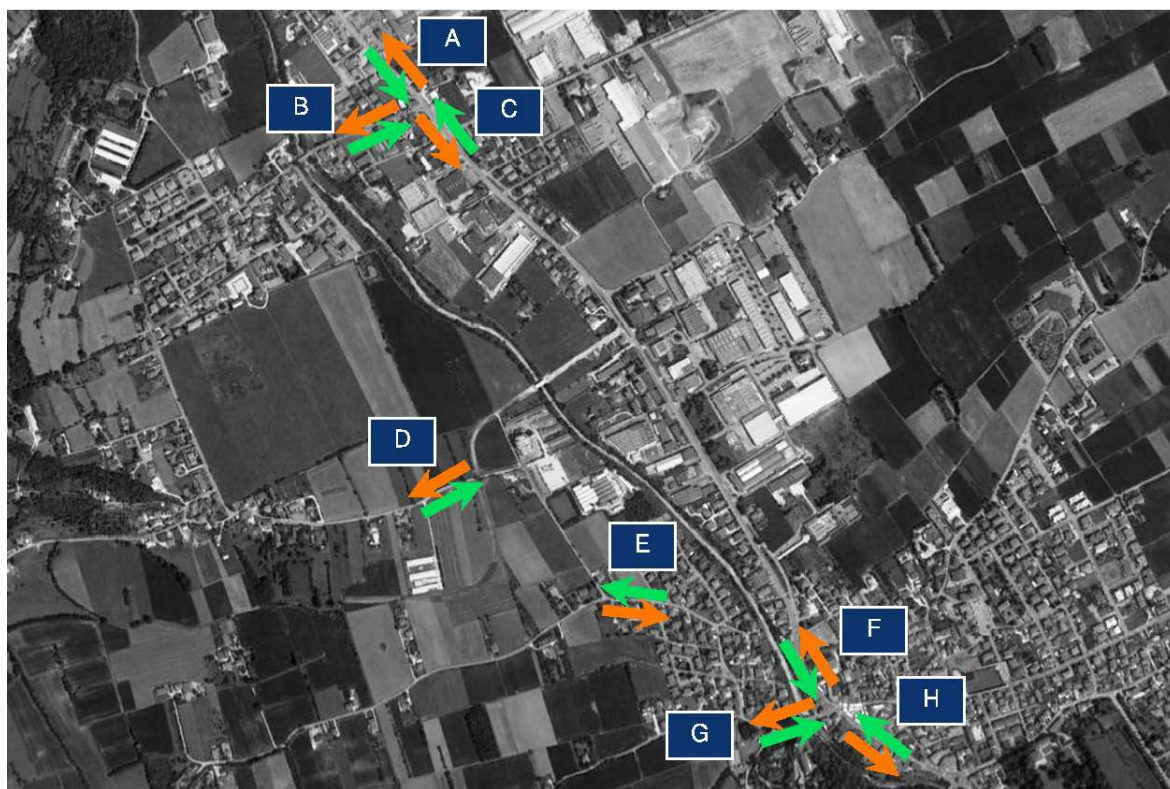
Funzione	Strada extraurbana
Corsie per senso di marcia	1
Sensi di marcia	2
Corsie riservate	No
Linee autobus	Si
Sosta su strada	No
Lunghezza	1.700 m da Via Giarre a Via Ponte
Larghezza carreggiata	7 m – 8 m
Capacità	1100 (veq/ora)
Marciapiedi	Si
Spartitraffico	No
Piste ciclabili	No
Illuminazione	Si
Tortuosità	No
Intersezioni/accessi	20-25

Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

4 INDAGINI DI TRAFFICO

Per una corretta valutazione degli impatti sul sistema della mobilità dell'insediamento produttivo è quanto mai opportuno conoscere l'intensità dei flussi di traffico della rete di accesso all'area, per tipologia di mezzo in transito, con dati quanto più possibile aggiornati. Pertanto, è stato necessario effettuare una serie di rilievi in 8 sezioni stradali ritenute strategiche al fine di misurare i flussi di traffico classificati con rilievi automatici mediante strumentazione radar ad effetto Doppler in grado di classificare i veicoli transitanti distinguendoli per lunghezza e velocità che, a seconda dell'entità del traffico da monitorare, possono rilevare i flussi di traffico anche su entrambi i sensi di marcia.

Figura 10. Localizzazione sezioni di rilievo del traffico



Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

La figura precedente illustra il posizionamento delle sezioni di traffico dove sono stati effettuati i rilievi, organizzati nelle fasce orarie 7-19 nel giorno di martedì per misurare:

- il volume dei flussi giornalieri in transito suddivisi per tipologia (autovetture, motocicli, veicoli commerciali leggeri e veicoli commerciali pesanti);
- l'intensità dei flussi di traffico nelle ore di punta sia della mattina che della sera in intervalli di 15 minuti al fine di verificare eventuali criticità nelle tratte

selezionate;

- l'intensità dei flussi di traffico sia in un giorno feriale medio (martedì);

La tabella successiva riporta la descrizione delle sezioni di indagine con gli orari e i giorni di rilevazione effettuati.

Tabella 7. Sezioni di Indagine e periodo di rilevazione

N°	ID	Nome	Orario	Giorno
1	A IN	Via Vicenza S.Tomio Nord - verso Vicenza	7:00 - 19:00	14/3/17
2	A OUT	Via Vicenza S.Tomio Nord - verso Malo	7:00 - 19:00	14/3/17
3	B IN	Via Ponte - verso Via Vicenza	7:00 - 19:00	14/3/17
4	B OUT	Via Ponte - verso S.Tomio	7:00 - 19:00	14/3/17
5	C IN	Via Vicenza S.Tomio Sud - verso Malo	7:00 - 19:00	14/3/17
6	C OUT	Via Vicenza S.Tomio Sud - verso Vicenza	7:00 - 19:00	14/3/17
7	D IN	Via S.Tomio - verso Fondomuri	7:00 - 19:00	14/3/17
8	D OUT	Via S.Tomio - verso Isola Vicentina	7:00 - 19:00	14/3/17
9	E IN	Via Proe - verso Fondomuri	7:00 - 19:00	14/3/17
10	E OUT	Via Proe - verso Isola Vicentina	7:00 - 19:00	14/3/17
11	F IN	Via Vicenza Isola Nord - verso Vicenza	7:00 - 19:00	14/3/17
12	F OUT	Via Vicenza Isola Nord - verso Malo	7:00 - 19:00	14/3/17
13	G IN	Via Giarre - uscita Isola Vicentina	7:00 - 19:00	14/3/17
13	G OUT	Via Giarre - ingresso Isola Vicentina	7:00 - 19:00	14/3/17
14	H IN	Via Vicenza Isola Sud - verso Malo	7:00 - 19:00	14/3/17
14	H OUT	Via Vicenza Isola Sud - verso Vicenza	7:00 - 19:00	14/3/17

Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Nella tabella che segue, sono invece riportati alcuni valori di sintesi dei flussi di traffico misurati nel periodo di rilevazione, con riferimento al totale dei flussi diurni, nella fascia 7:00-19:00, e al flusso massimo orario, con indicazione della fascia oraria in cui è stato rilevato. Come si può notare, le sezioni che presentano i valori maggiori dei flussi di traffico sono chiaramente quelle lungo la SP46 - Via Vicenza, e in particolare la H (in centro di Isola Vicentina) con flussi nell'ora di punta di oltre 800 veicoli/ora sia verso Vicenza (nell'ora di punta del mattino) che verso Malo (nell'ora di punta della sera).

Per quanto riguarda i flussi che transito sulle strade minori, in particolare quelle che conducono verso lo stabilimento produttivo in località Fondomuri, sono di bassa entità, probabilmente solo di interesse locale. Si può notare però che la percentuale di mezzi pesanti, di norma nulla per tale tipologia di strada, è invece in linea con quella della SP46 e in alcuni casi, proprio nei pressi dello stabilimento, è perfino superiore. Questo si può sicuramente imputare ai flussi di mezzi da e per l'impianto produttivo che giornalmente transitano su tali arterie.

Tabella 8. Flussi rilevati mono-direzionali in Veicoli Equivalenti¹

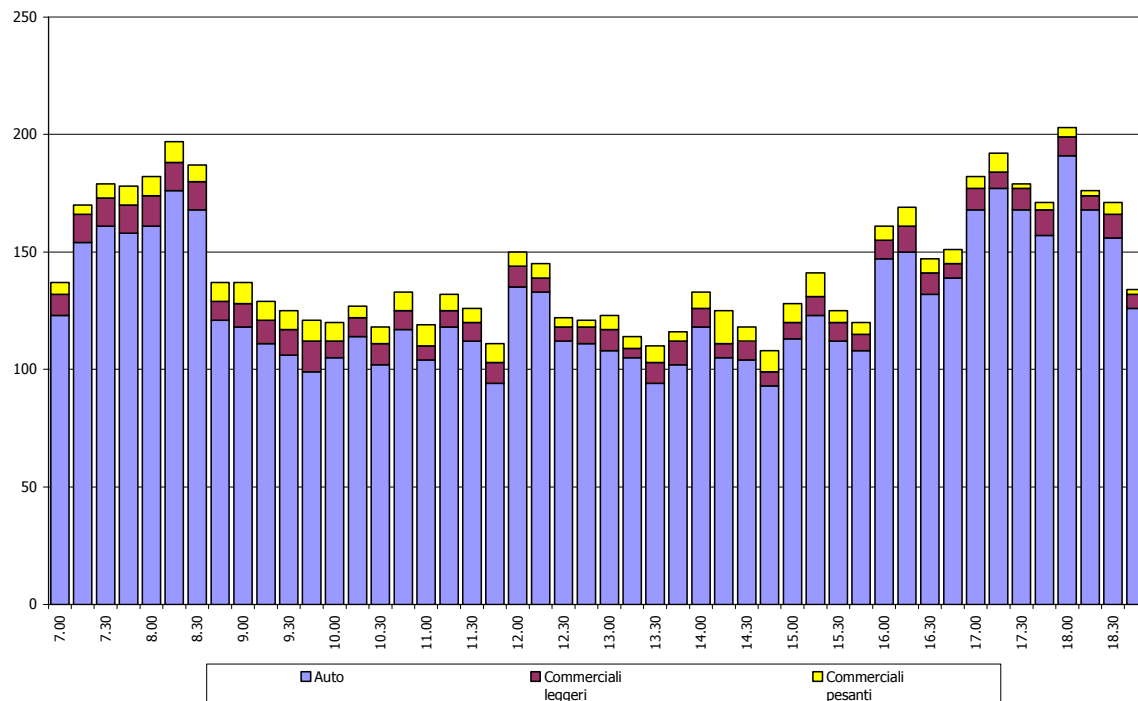
N°	ID	Giorno/Ora	Veq/h	Veq/g	% Pesanti
1	A IN	17:00 - 18:00	766	7.459	8%
2	A OUT	17:00 - 18:00	854	7.931	9%
3	B IN	7:00 - 8:00	203	1.339	4%
4	B OUT	18:00 - 19:00	161	1.246	4%
5	C IN	17:00 - 18:00	778	7.292	9%
6	C OUT	8:00 - 9:00	724	6.922	9%
7	D IN	7:00 - 8:00	45	458	8%
8	D OUT	18:00 - 19:00	61	506	10%
9	E IN	18:00 - 19:00	125	1.065	9%
10	E OUT	7:00 - 8:00	153	1.048	9%
11	F IN	8:00 - 9:00	724	7.087	9%
12	F OUT	17:00 - 18:00	785	7.294	9%
13	G IN	7:00 - 8:00	327	2.017	6%
13	G OUT	18:00 - 19:00	242	2.036	6%
14	H IN	17:00 - 18:00	816	7.807	9%
14	H OUT	8:00 - 9:00	855	7.567	9%

Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

I diagrammi che seguono, riportano invece i flussi misurati nel giorno di martedì con il dettaglio di 15 minuti e il valore dei transiti per tipologia di mezzo (autovetture, motocicli, veicoli commerciali leggeri e veicoli commerciali pesanti).

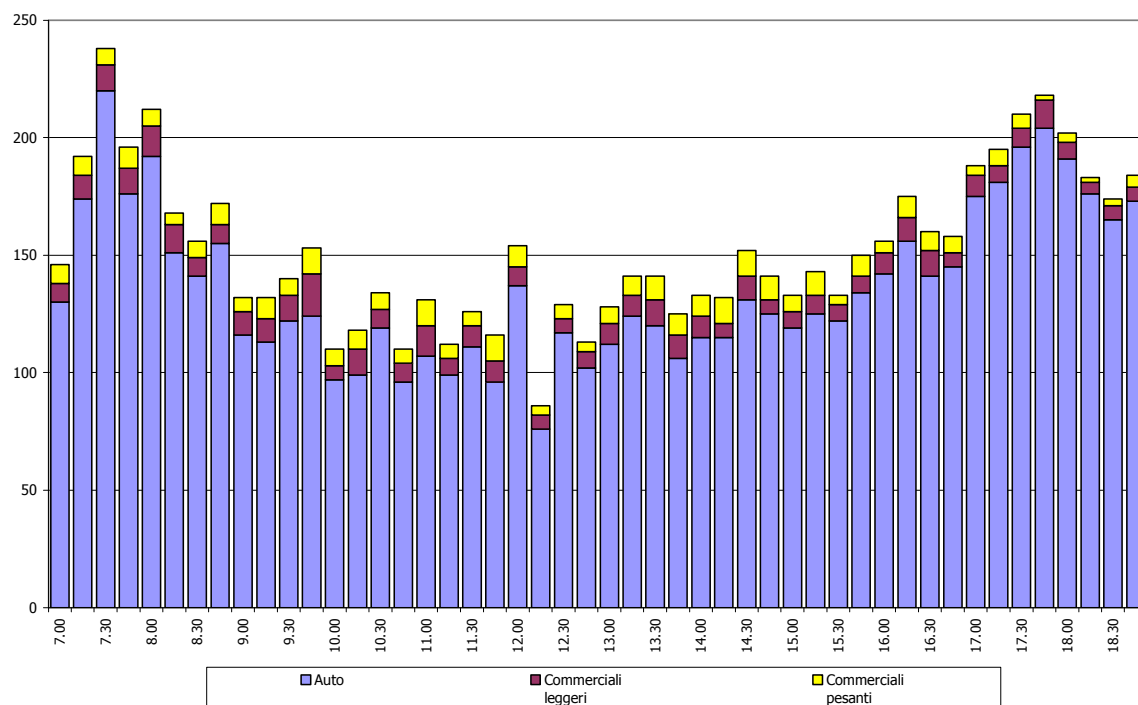
¹ Di norma i flussi misurati e utilizzati ai fini della modellizzazione del traffico sono espressi in Veicoli Equivalenti, ovvero tutti i mezzi in transito vengono omogeneizzati alle autovetture, utilizzando opportuni coefficienti di conversione a seconda del contesto territoriale di riferimento e della tipologia di strada. Nel caso specifico, i valori adottati sono: motocicli (0,5), veicoli commerciali leggeri (1,5) e veicoli commerciali pesanti (2,0).

Figura 11. Sezione A – Ingressi



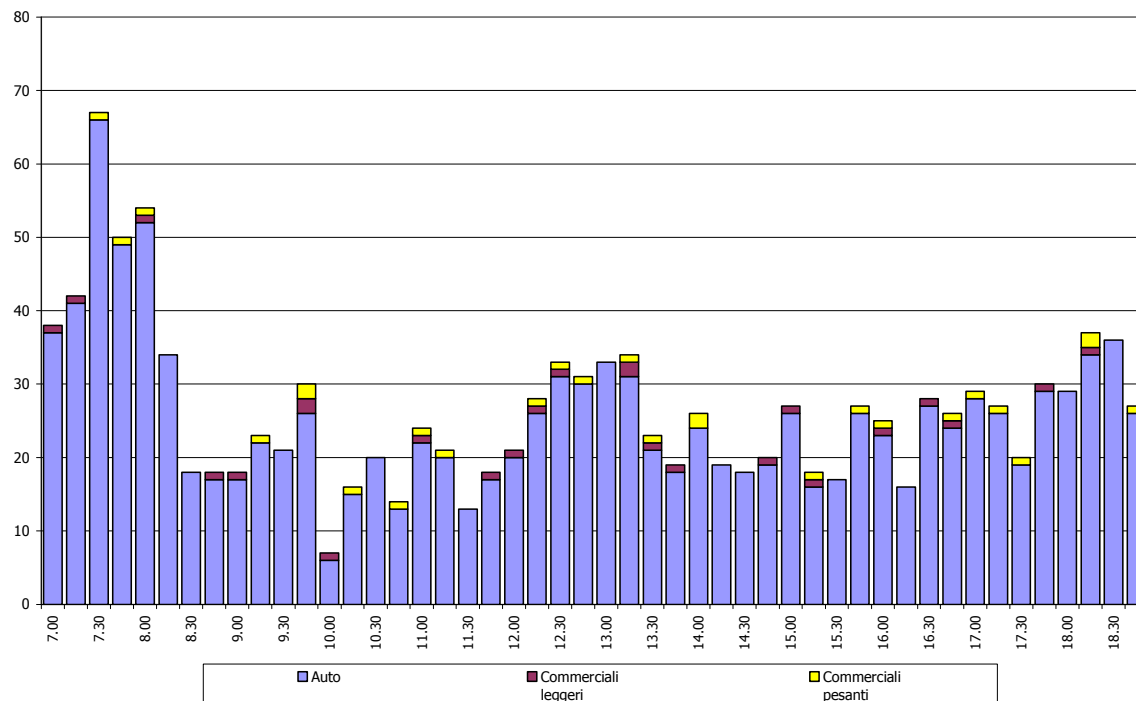
Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 12. Sezione A – Uscite



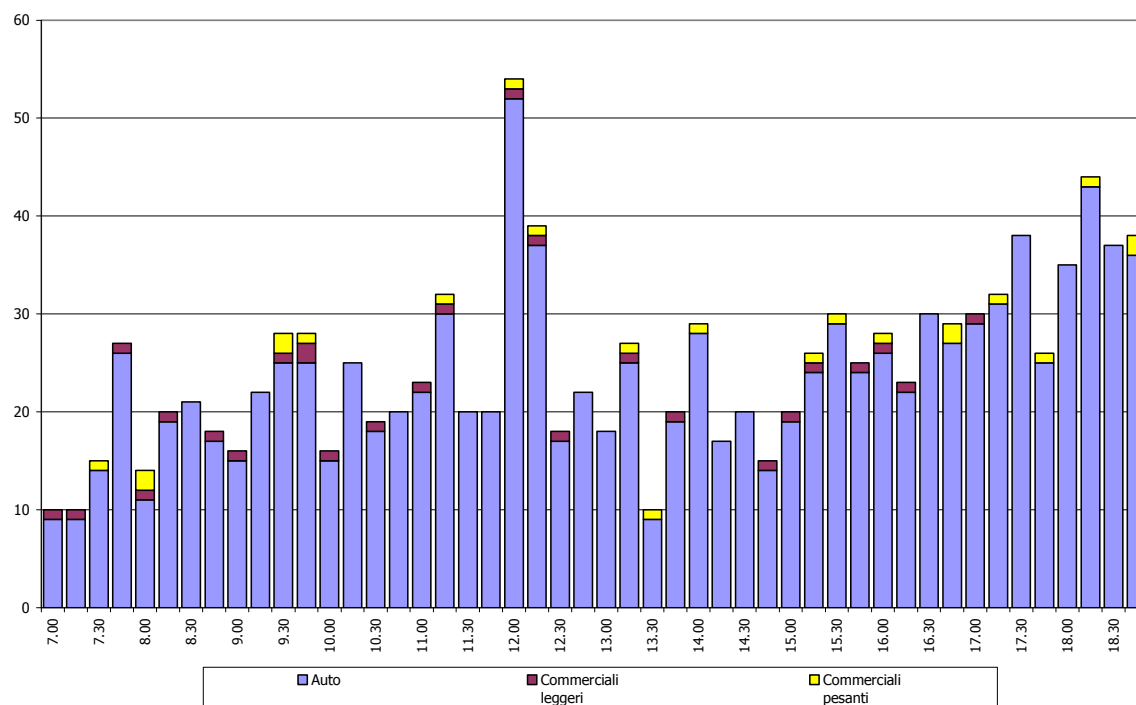
Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 13. Sezione B – Ingressi



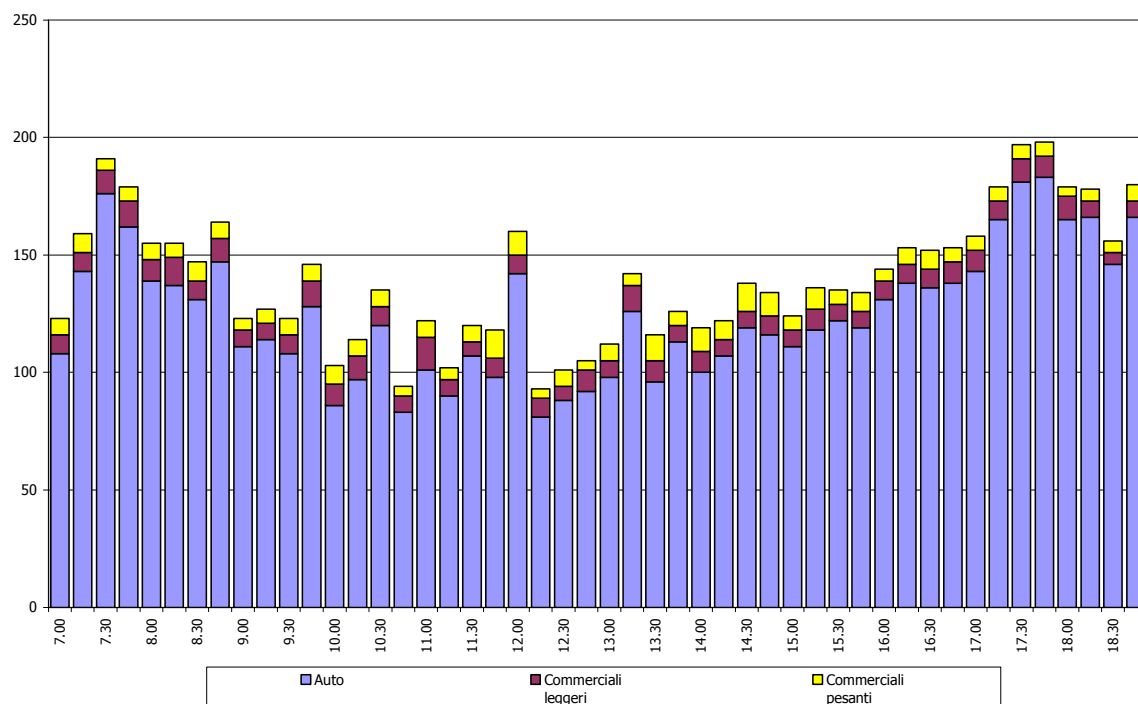
Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 14. Sezione B – Uscite



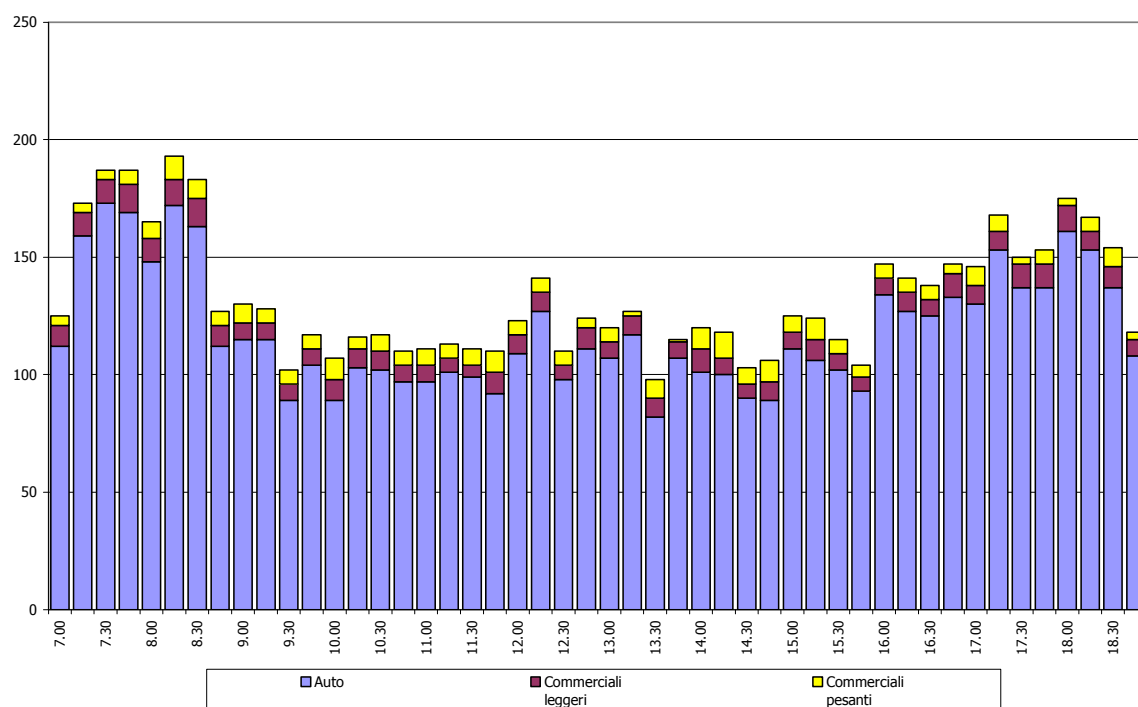
Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 15. Sezione C – Ingressi



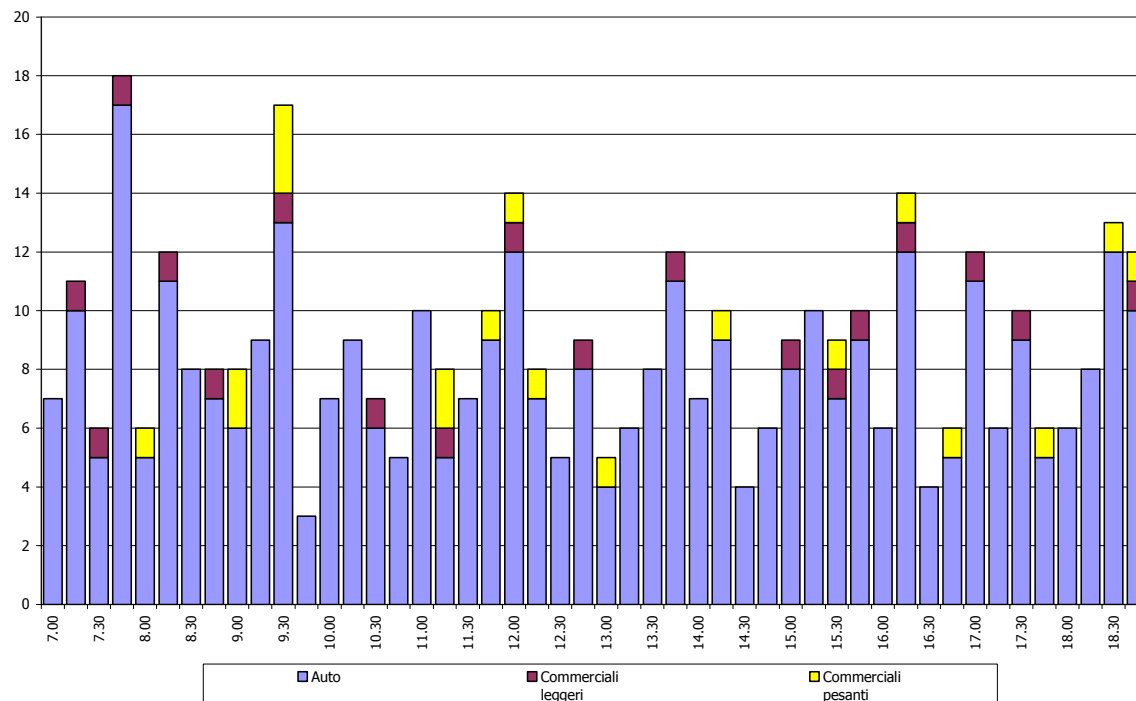
Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 16. Sezione C – Uscite



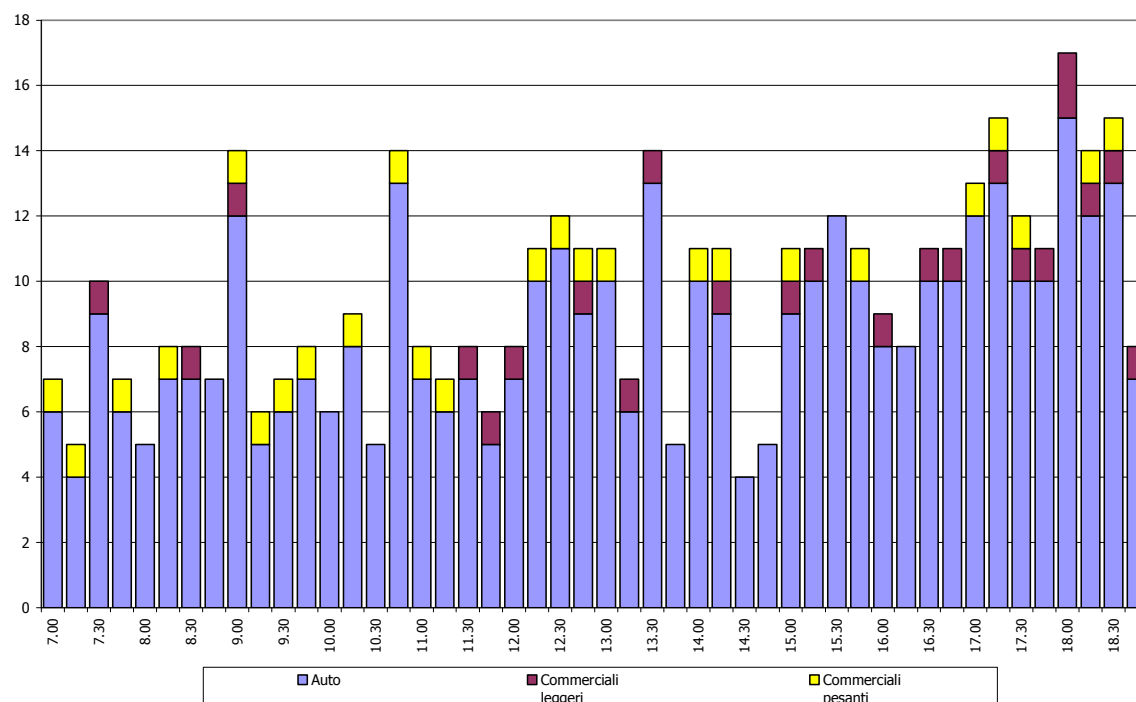
Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 17. Sezione D – Ingressi



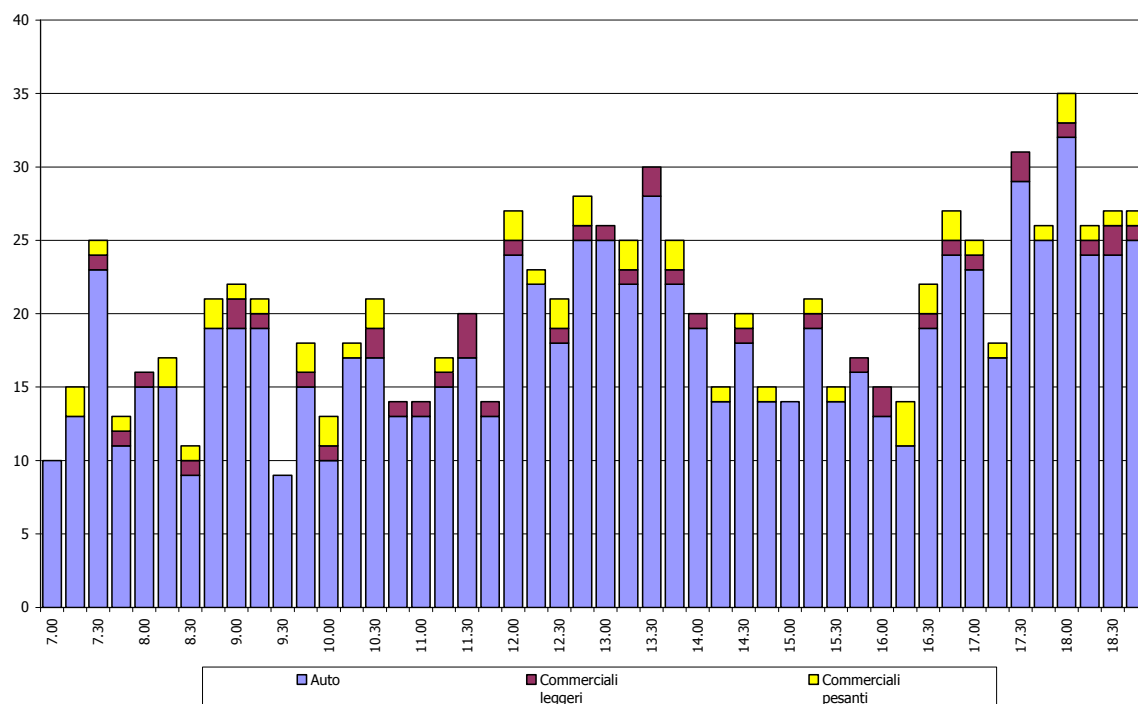
Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 18. Sezione D – Uscite



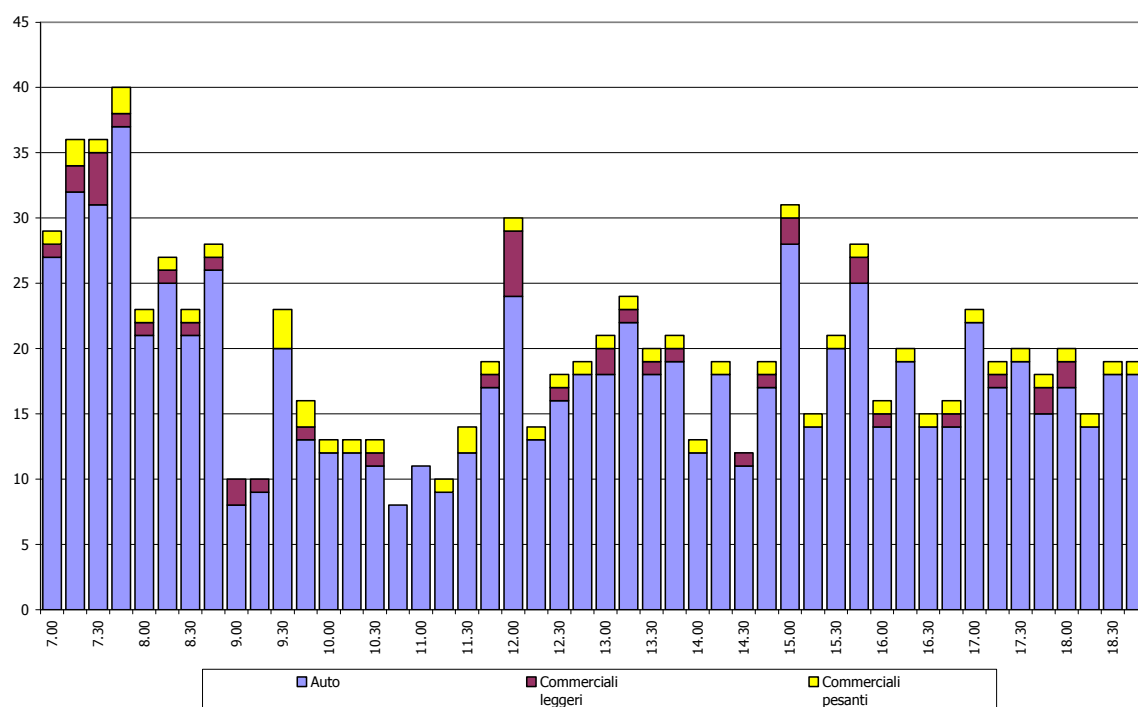
Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 19. Sezione E – Ingressi



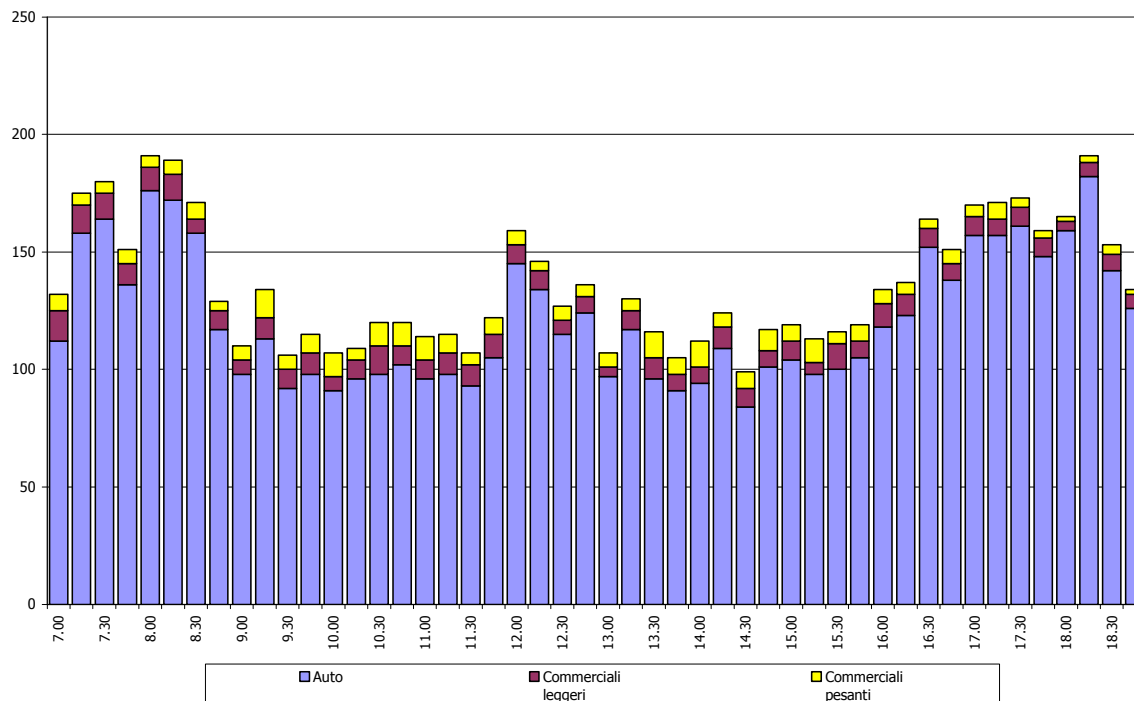
Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 20. Sezione E – Uscite



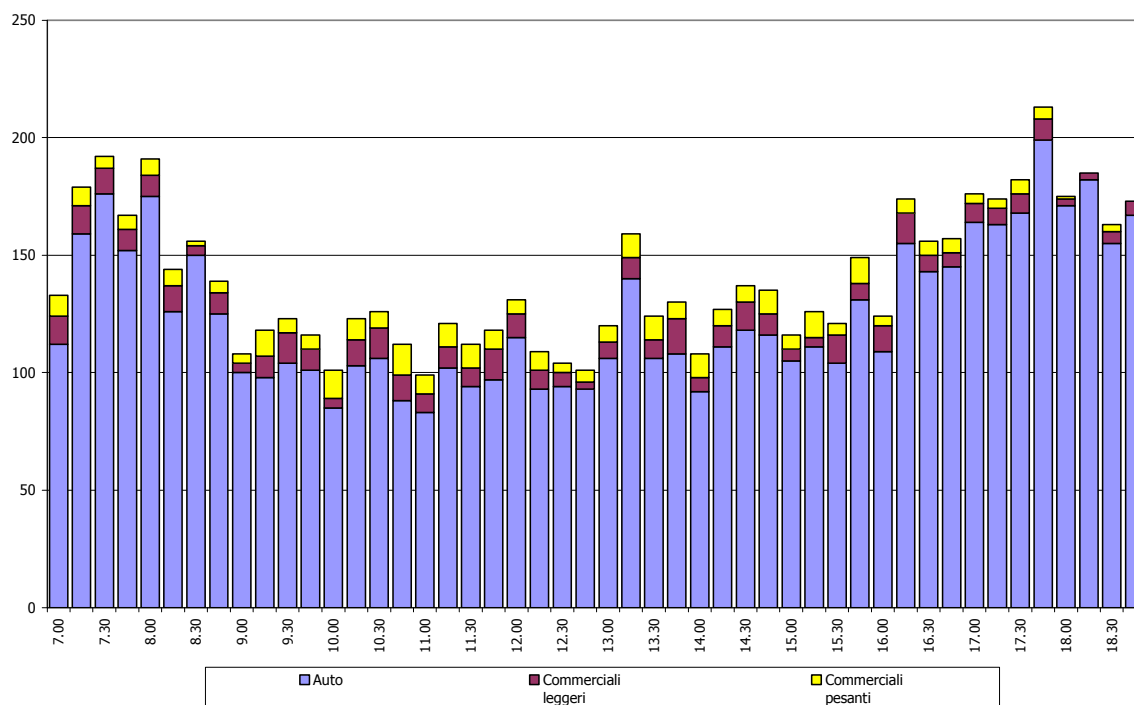
Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 21. Sezione F – Ingressi



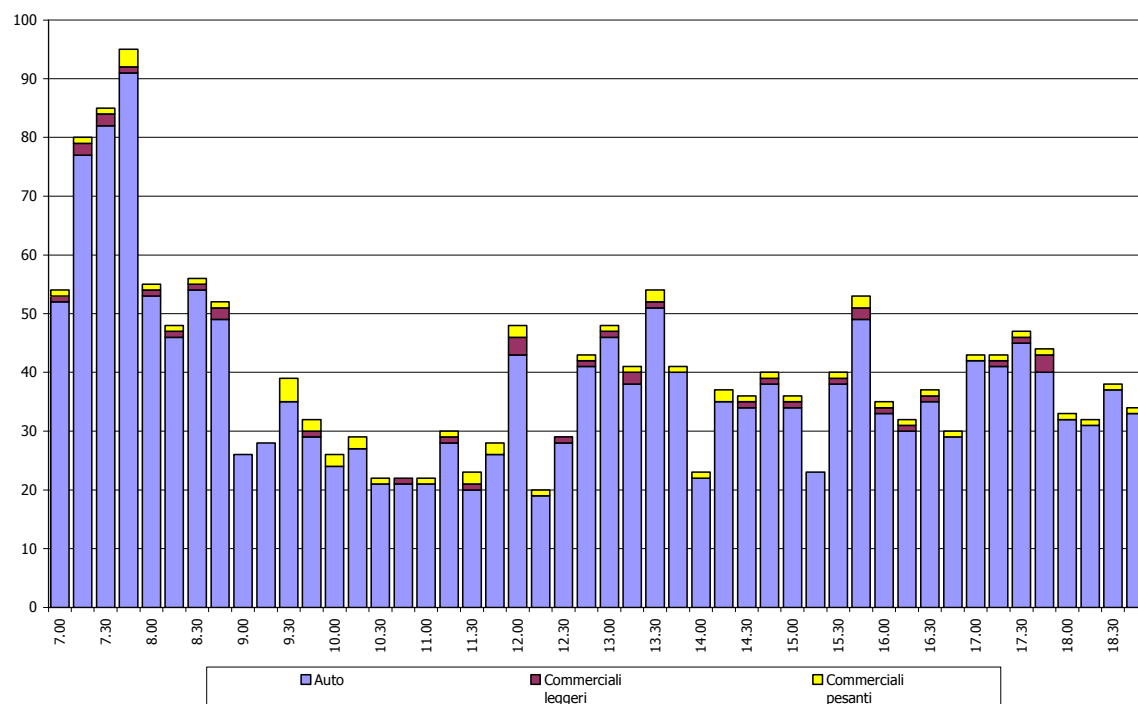
Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 22. Sezione F – Uscite



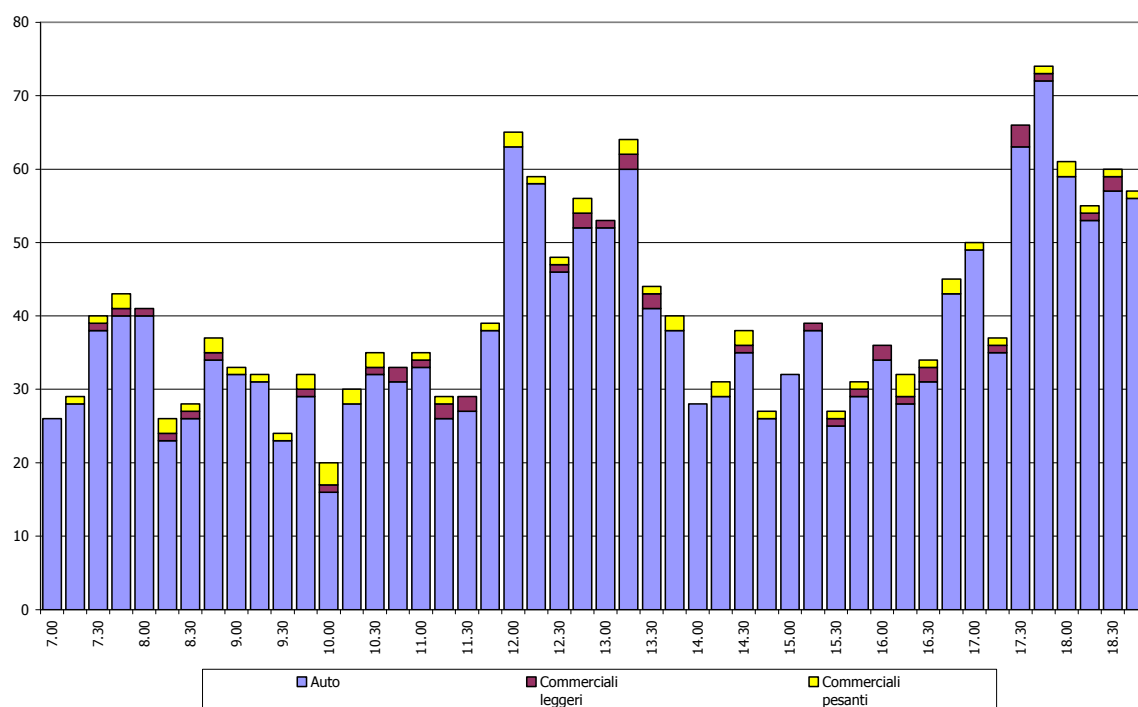
Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 23. Sezione G – Ingressi



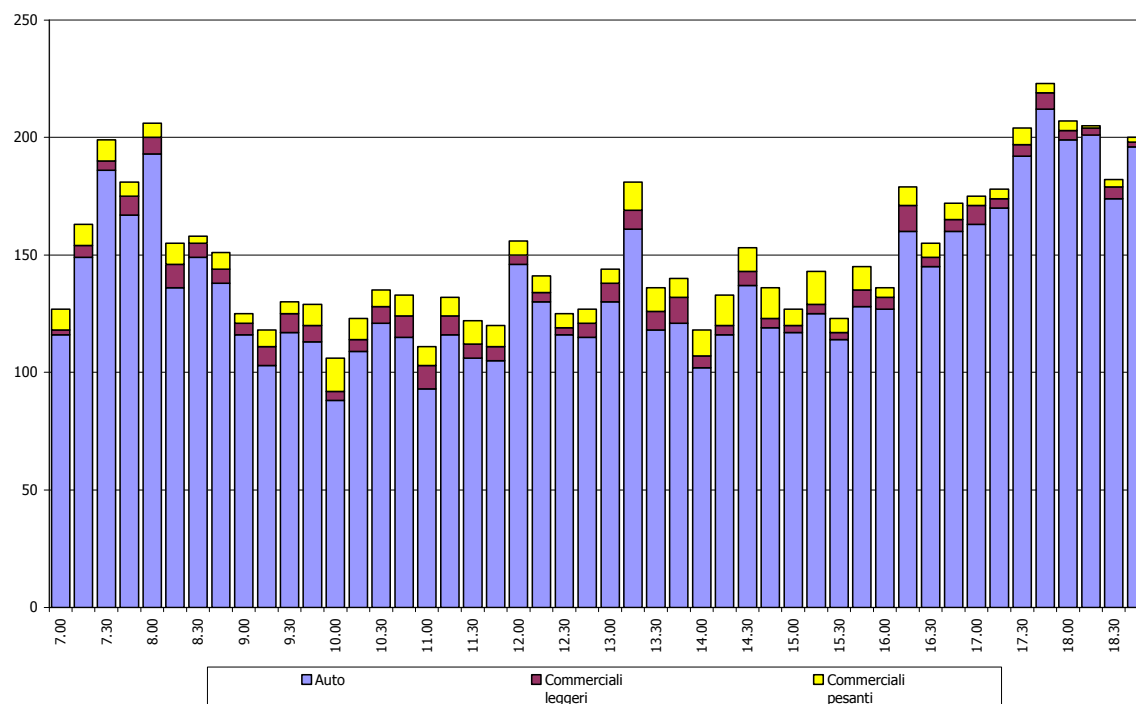
Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 24. Sezione G – Uscite



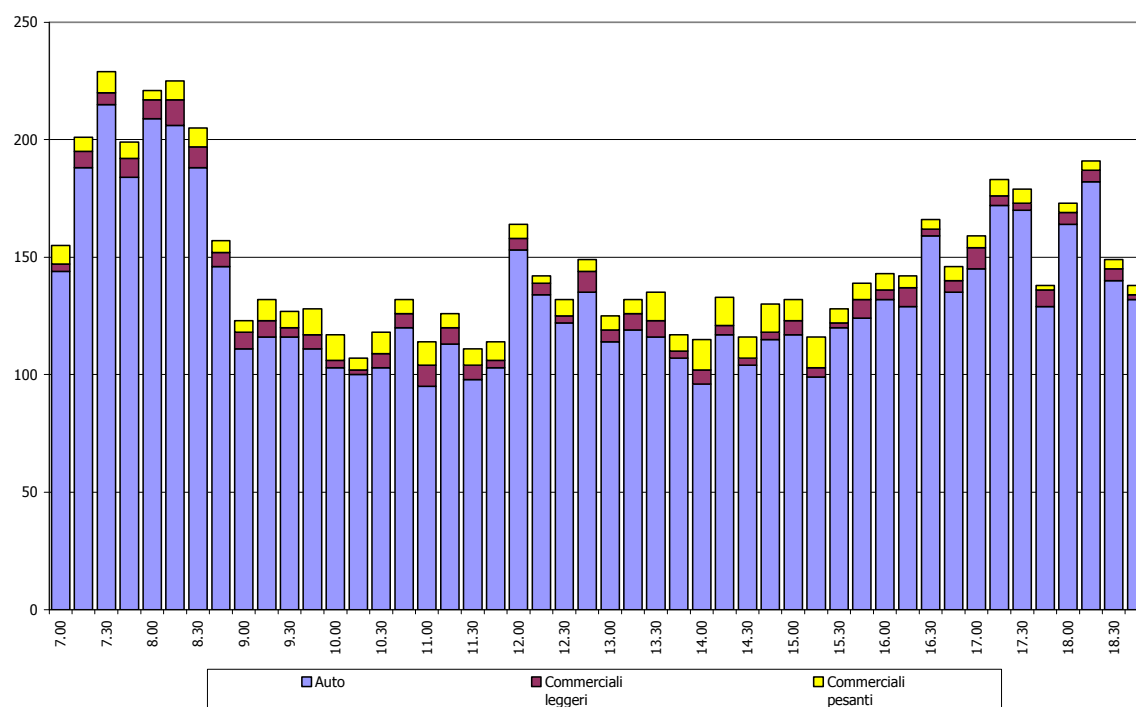
Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 25. Sezione H – Ingressi



Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 26. Sezione H – Uscite



Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

5 MODELLO DI SIMULAZIONE

5.1 METODOLOGIA

Il modello di simulazione utilizzato per la rappresentazione dei flussi di traffico che insistono nell'area oggetto di studio è stato implementato in ambiente Cube, software commerciale distribuito da Citilabs, USA, che consente inoltre di stimare la lunghezza delle code e la capacità residua di archi e intersezioni. Si sintetizzano in seguito i passi adottati per l'implementazione del modello e le successive stime di impatto per gli ampliamenti previsti:

- rappresentare il sistema di offerta di viabilità che insiste sull'area oggetto di intervento sia per quanto riguarda gli archi stradali sia per ciò che concerne le intersezioni direttamente o indirettamente interessate dai nuovi flussi generati con estremo dettaglio.
- ricostruire, attraverso i dati dei rilievi su strada è possibile, il quadro della domanda avendo a disposizione i flussi in ingresso da tutti gli archi esterni e le manovre delle intersezioni più significative;
- implementare e calibrare il modello allo stato attuale e stimare i Livelli di Servizio (LoS) prima dell'intervento;
- definire lo scenario futuro caratterizzato dal lato domanda dalla stima dei nuovi flussi generati dall'ampliamento del sito produttivo;
- stimare i nuovi flussi sulla rete e valutare gli impatti rispetto alla situazione senza intervento determinando i nuovi Livelli di Servizio.

5.1.1 Elementi geometrici

Per la rappresentazione del sistema di offerta è necessario in primo luogo calcolare della capacità degli archi e delle intersezioni attraverso gli algoritmi definiti nel modello di simulazione, è stato necessario ricavare la caratteristiche geometriche elencate in seguito:

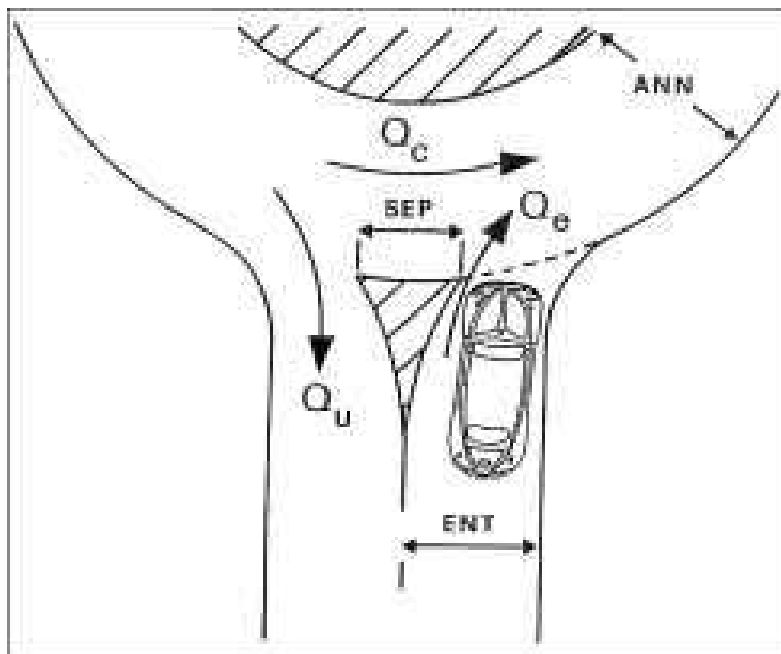
- Archi rettilinei: Larghezza utile; Distanza degli ostacoli laterali dal ciglio della strada; Pendenza longitudinale del ramo [%]; Grado di tortuosità del ramo; Disturbo laterale (1-0); N° di intersezioni secondarie al km;
- Rotatorie: ampiezza del ramo di ingresso; larghezza della corsia; lunghezza dell'accumulo; diametro della rotatoria; larghezza dell'isola di separazione dal flusso uscente.

5.1.2 Calcolo della capacità di una rotatoria

Si è fatto riferimento al metodo cosiddetto francese elaborato dal SETRA, dove la capacità è funzione sia del traffico che percorre l'anello in corrispondenza di

un'immissione, sia di quello che si allontana dall'uscita precedente. In particolare, si definisce una relazione lineare fra capacità e un traffico complessivo di disturbo Q_d , nel quale intervengono sia il flusso che percorre l'anello sia quello in uscita precedentemente definito.

Figura 27. Parametri geometrici per il calcolo della capacità di una rotatoria



Fonte: Setra

Nella figura precedente è rappresentato il particolare di una rotatoria in corrispondenza di un braccio, dove:

- Q_c è il flusso che percorre l'anello all'altezza dell'immissione;
- Q_e il flusso entrante,
- Q_u il flusso uscente;
- "SEP" la larghezza dell'isola spartitraffico all'estremità del braccio;
- "ANN" la larghezza dell'anello;
- "ENT" la larghezza dell'ingresso misurata dietro il primo veicolo fermo all'approccio.

Se C è la capacità del braccio, ossia il minimo valore di Q_e che dà luogo alla presenza permanente di veicoli in attesa di immettersi, il metodo SETRA consente di calcolarlo come funzione delle caratteristiche geometriche e di traffico secondo la relazione seguente:

$$C = (1330 - 0.7 \cdot Q_d) \cdot [1 + 0.1 \cdot (ENT - 3.5)]$$

Dove

$$Q_d = (Q_c + 2/3 \cdot Q_u) \cdot [1 - 0.085 \cdot (ANN - 8)]$$

$$Q_u' = Q_u \cdot (15\text{-SEP})/15$$

5.1.3 Calcolo dei Livelli di Servizio (LoS)

Il Livello di Servizio (LoS) è un indicatore per la misurazione del grado di efficienza di un segmento stradale e, in condizioni di flusso ininterrotto, si può definire come *“una misura qualitativa delle condizioni di circolazione e della loro percezione da parte degli utenti”*. La definizione e il calcolo dei LoS fanno riferimento alla metodologia riportata nell’Highway Capacity Manual (HCM, 2000), sulla base della quale, le condizioni di circolazione dipendono da molteplici fattori connessi al tipo di strada, alle sue caratteristiche geometriche, ai parametri della circolazione (portata, velocità e densità veicolare), alla composizione del traffico (autovetture, autocarri etc.).

Per tutte le tipologie di infrastrutture, siano esse autostrade o strade assimilabili, strade a più corsie per direzione oppure strade bidirezionali ad unica carreggiata, sono definiti 6 Livelli di Servizio designati con le lettere da A ad F, ciascuno indicativo di determinate condizioni di circolazione descritte sinteticamente in seguito:

- **Livello di Servizio A** rappresenta le condizioni di flusso libero con totale assenza di condizionamento tra i veicoli;
- **Livello di Servizio B** rappresenta le condizioni di deflusso con qualche limitazione alla libertà di manovra, ma ancora con elevate condizioni di conforto fisico e psicologico;
- **Livello di Servizio C** si hanno ora maggiori condizionamenti: per mantenere la velocità desiderata occorrono cambi di corsia e/o sorpassi piuttosto frequenti che richiedono attenzione da parte degli utenti;
- **Livello di Servizio D** rappresenta condizioni di flusso ancora stabile, ma la libertà di manovra risulta ora ridotta ed è minore il livello di conforto fisico e psicologico degli utenti;
- **Livello di Servizio E** i condizionamenti sono pressoché totali ed i livelli di conforto sono scadenti; il limite inferiore di questo livello corrisponde alla capacità; le condizioni di deflusso sono al limite della instabilità;
- **Livello di Servizio F** rappresenta le condizioni di flusso forzato, con frequenti e imprevedibili arresti della corrente, ossia con marcia a singhiozzo (stop and go).

Per gli assi stradali in ambiti urbani e periurbani il Livello di Servizio è definibile come percentuale di tempo di viaggio in cui si è subito un ritardo. La relazione adottata di riferimento è:

$$SF_i = 3600 \times \left(\frac{v}{c} \right)_i \times f_d \times f_w \times f_{hw}$$

dove:

SF_i = portata di servizio per i-esimo LOS (Veic/h);

$(v/c)_i$ = rapporto volume/capacità per i-esimo LOS;

f_d = fattore correttivo per la ripartizione del traffico tra i sensi di marcia;
 f_w = fattore correttivo per corsie e banchine ridotte;
 f_{hw} = fattore correttivo per la presenza dei mezzi pesanti e trasporto pubblico.

Tabella 9. Fattore correttivo di ripartizione dei flussi di traffico (f_d)

Flusso nei due sensi	f_d	Flusso nei due sensi	f_d
100/0	0,71	70/30	0,89
90/10	0,75	60/40	0,94
80/20	0,83	50/50	1,00

Fonte: Highway Capacity Manual (HCM, 2000)

Tabella 10. Fattore correttivo dovuto alla larghezza delle corsie e delle banchine(f_w)

Larghezza banchina [m]	Larghezza della corsia [m]							
	3,66		3,35		3,05		2,75	
	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS	LS
	A-D	E	A-D	E	A-D	E	A-D	E
1,80	1,00	1,00	0,93	0,90	0,84	0,87	0,70	0,76
1,20	0,92	0,97	0,85	0,92	0,77	0,85	0,65	0,74
0,60	0,81	0,93	0,75	0,88	0,68	0,81	0,57	0,70
0,00	0,70	0,88	0,65	0,82	0,58	0,75	0,49	0,66

Fonte: Highway Capacity Manual (HCM, 2000)

Oltre alla metodologia sopra menzionata è possibile, sempre seguendo l'approccio HCM calcolare in forma diretta il LoS di un tratto stradale, noti la classe di appartenenza della strada e la velocità media che su di essa si registra, evitando la procedura di calcolo della capacità che, in alcuni contesti (per esempio nel caso di un n° elevato di intersezioni), potrebbe determinare elevati livelli di incertezza. La tabella successiva riporta la relazione tra Livelli di Servizio, tipologia di strada e velocità rilevata ai fini della determinazione dei LoS.

Tabella 11. LoS in funzione della tipologia di strada e della Velocità

Urban Street Class	I	II	III	IV
Range of FFS (free-flow speeds)	90-70 km/h	70-55 km/h	55-50 km/h	55-40 km/h
Typical FFS	80 km/h	65 km/h	55 km/h	45km/h
LOS	Average Travel Speed (km/h)			
A	>72	>59	>50	>41
B	>56-72	>46-59	>39-50	>32-41
C	>40-56	>33-46	>28-39	>23-32
D	>32-40	>26-33	>22-28	>18-23
E	>26-32	>21-26	>17-22	>14-18
F	<=26	<=21	<=17	<=14

Fonte: Highway Capacity Manual (HCM, 2000)

Per quanto riguarda i LoS relativi alle manovre di attraversamento di una intersezione, si fa riferimento al ritardo in secondi misurabile per ogni singola manovra, evidenziando quella più critica, oppure al ritardo medio complessivo per l'attraversamento dell'intersezione. La tabella successiva riporta il ritardo medio previsto per ciascun livello e sulla base dei quali è possibile determinare i LoS per ciascun movimento.

Tabella 12. LoS in funzione del ritardo nelle manovre di svolta

Livello di servizio	Ritardo di controllo medio (sec/veic)
A	0 - 10
B	10 - 15
C	15 - 25
D	25 - 35
E	35 - 50
F	>50

Fonte: *Highway Capacity Manual (HCM, 2000)*

5.2 ANALISI DEI FLUSSI E VERIFICA DEI LIVELLI DI SERVIZIO

Sulla base dei dati di traffico rilevati nella campagna di indagine effettuata e ampiamente descritta nella sezione precedente, è stato possibile calibrare il modello di simulazione allo stato attuale e verificare le condizioni di circolazione e l'efficienza delle intersezioni sulla SP46 dove confluiscono i mezzi da e per lo stabilimento produttivo della Fanin S.r.l..

Dall'analisi dei dati rilevati, si è scelto come fascia oraria in cui effettuare le simulazioni, sia per lo stato attuale che per lo scenario futuro, l'ora di punta tra le 17:00-18:00, che effettivamente rappresenta il momento più critico per la compresenza dei flussi dei movimenti pendolari, anche se di poco rispetto alla punta della mattina.

La tabella successiva riporta i dati relativi ai flussi di traffico, velocità e Livelli di Servizio (LoS) nelle sezioni stradali maggiormente interessate, rilevati allo stato attuale (Ex Ante) e stimati dal modello per l'effetto (Ex Post) dell'ampliamento dello stabilimento e della redistribuzione dei flussi con il nuovo assetto logistico. Si può notare che nessuna delle sezioni registra una variazione dei LoS nelle tratte stradali misurate, questo sia per l'incremento esiguo dei flussi su base oraria (circa 20 autovetture equivalenti) sia per delle condizioni di circolazione di partenza sostanzialmente soddisfacenti e che non creano problematiche di rilievo.

Le simulazioni effettuate hanno consentito non solo di verificare le sezioni stradali e i nodi direttamente interessati, ma anche di valutare tutta l'area modellizzata e stimare gli impatti in ogni sezione rappresentata. A tal proposito, la cartografia successiva riporta le variazioni dei flussi di traffico su tutta la rete considerata per effetto degli interventi previsti.

Tabella 13. Flussi orari, velocità e LoS per le sezioni principali

N°	ID	Nome	Flusso orario		Velocità		LoS	
			Ex Ante	Ex Post	Ex Ante	Ex Post	Ex Ante	Ex Post
1	A IN	Via Vicenza S.Tomio Nord - verso Vicenza	766	1,6%	45	-1,6%	B	B
2	A OUT	Via Vicenza S.Tomio Nord - verso Malo	854	1,4%	42	-1,5%	B	B
3	B IN	Via Ponte - verso Via Vicenza	113	10,5%	40	0,0%	A	A
4	B OUT	Via Ponte - verso S.Tomio	131	9,0%	40	0,0%	A	A
5	C IN	Via Vicenza S.Tomio Sud - verso Malo	778	0,1%	44	0,0%	B	B
6	C OUT	Via Vicenza S.Tomio Sud - verso Vicenza	663	0,1%	46	0,0%	A	A
11	F IN	Via Vicenza Isola Nord - verso Vicenza	713	0,0%	48	0,0%	A	A
12	F OUT	Via Vicenza Isola Nord - verso Malo	785	-0,1%	46	0,0%	A	A
13	G IN	Via Giarre - uscita Isola Vicentina	186	4,9%	40	0,0%	A	A
14	G OUT	Via Giarre - ingresso Isola Vicentina	235	4,6%	40	0,0%	A	A
15	H IN	Via Vicenza Isola Sud - verso Malo	816	0,7%	42	-2,0%	B	B
16	H OUT	Via Vicenza Isola Sud - verso Vicenza	695	0,8%	44	-2,1%	B	B
Totale complessivo			7.027	1,6%	657	-0,5%		

Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Passando all'analisi dei singoli nodi, la tabella successiva riporta il ritardo massimo misurato sulla manovra più critica e i relativi Livelli di Servizio (LoS) su ciascuna intersezione interessante l'area oggetto di studio, rilevati allo stato attuale (Ex Ante) e stimati dal modello per effetto degli interventi previsti (Ex Post). I numeri con i quali sono state identificate le intersezioni, sono stati riportati anche nella cartografia successiva al fine di aiutare la loro localizzazione.

Come si può notare, i Livelli di Servizio registrati allo stato attuale risultano buoni per l'incrocio di via Giarre, con ritardi medi previsti dell'ordine dei 10-15 secondi, mentre la situazione più critica risulta il semaforo di Via Ponte dove l'immissione su la SP46 determina ritardi medi di circa 30 secondi nell'ora di punta modellizzata. Una volta realizzati gli interventi previsti, i flussi aggiuntivi sulla rete non determineranno ritardi aggiuntivi rilevanti nelle intersezioni esaminate.

Tabella 14. Ritardi e LoS nelle manovre di svolta

N°	Nome	Tempi di svolta MEDI [sec]		LoS	
		Ex Ante	Ex Post	Ex Ante	Ex Post
1	Semaforo Via Ponte	29,9	30,7	D	D
2	Incrocio Via Giarre	5,8	5,9	A	A

Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Figura 28. Variazione Flussi di Traffico



Fonte: elaborazioni Sistemi Operativi, 2017

Sulla base dei risultati emersi dalle simulazioni di traffico effettuate, si ritiene che l'ampliamento del sito produttivo della ditta Fanin S.r.l., abbia degli impatti trascurabili rispetto alle attuali condizioni di circolazione, sia nell'area oggetto dell'analisi che nel suo complesso, questo principalmente per l'incremento modesto della domanda di trasporto rispetto allo stato attuale, circa 20 automezzi nell'ora di punta.

Invece, le attuali criticità riguardanti la circolazione di mezzi di grandi dimensioni in strade secondarie caratterizzate da una larghezza della carreggiata non adeguata, in particolare verso l'abitato di San Tomio, attualmente non trovano riposta.

In questo senso, la futura viabilità complementare alla realizzazione della Superstrada Pedemonata Veneta, caratterizzata dalla nuova rotatoria su via San Tomio e la viabilità di collegamento verso la SP46, potrebbe migliorare tali criticità eliminando il transito dei mezzi pesanti nell'abitato di San Tomio e consentendo un deflusso più agevole ai mezzi pesanti dalla sede dello stabilimento. Su questo si ritiene opportuno uno studio di un respiro più ampio per valutare gli effetti di tale intervento per i Comuni di Malo e Isola Vicentina.

6 BIBLIOGRAFIA

Transportation Research Board (2000), *Highway Capacity Manual 2000*.

E. Cascetta, 1998, *Teoria e Metodi dell'Ingegneria dei Sistemi di Trasporto*, Utet

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, *Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali*, 2001, Roma

SETRA, 1987, *Capacité des carrefours giratoires interurbains*