



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimenti di Ingegneria Civile Edile e Ambientale

Laurea magistrale in Ingegneria Civile, Specializzazione Trasporti

**STUDIO DI VERIFICA E MIGLIORAMENTO
DI DUE INTERSEZIONI SEMAFORIZZATE IN
PORTO MARGHERA (VENEZIA)**

LAUREANDO

Riccardo Bello

Matr. 1043433

RELATORE

Prof. Luca Della Lucia

Anno accademico 2014/2015

*Non puoi viaggiare su una strada
senza essere tu stesso la strada.*

(Buddha)

*Dedico questa tesi alla mia famiglia,
alla mia ragazza che tanto amo
e a tutte le persone che hanno creduto in me
e che mi hanno spronato a non arrendermi mai
in questo percorso lungo e tortuoso,
costellato di ostacoli e difficoltà,
ma anche di immense soddisfazioni.*

Grazie

Sommario

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | INTRODUZIONE | 3 |
| 1.1 | INQUADRAMENTO DEL PROGETTO | 3 |
| 2 | DEFINIZIONE DELL' AREA..... | 6 |
| 2.1 | MODALITA' DI EFFETTUAZIONE DEI RILIEVI | 7 |
| 2.1.1 | Codici per la rappresentazione delle categorie veicolari | 7 |
| 2.1.2 | Periodo dei rilievi | 8 |
| 2.2 | FASI DELLO STUDIO..... | 9 |
| 3 | INCROCIO Via FRATELLI BANDIERA - Via DELLE MACCHINE - Via CARLO MEZZACAPO..... | 9 |
| 3.1 | INQUADRAMENTO DELL' AREA | 9 |
| 3.2 | MODALITÀ DI EFFETTUAZIONE DEL RILIEVO | 12 |
| 3.2.1 | Fasi semaforiche | 12 |
| 3.3 | POSIZIONAMENTO TELECAMERE | 14 |
| 3.4 | <i>RESTITUZIONE DATI</i> | 14 |
| 3.4.1 | ● RILIEVO MATTINA 7:00-9:00..... | 14 |
| 3.4.1.1 | CONSIDERAZIONI TRATTE DAL RILIEVO | 18 |
| 3.4.2 | ● RILIEVO SERA 17:00-19:00 | 19 |
| 3.4.2.1 | CONTROLLO PIANO SEMAFORICO | 22 |
| 3.4.2.2 | CONSIDERAZIONI TRATTE DAL RILIEVO | 22 |
| 3.5 | <i>CONFRONTO CON I DATI DI APRILE 2010</i> | 23 |
| 3.5.1 | Condizioni di rilievo di Aprile 2010..... | 23 |
| 3.5.2 | ● Confronto dati dell'intervallo 7:00-9:00 | 23 |
| 3.5.3 | ● Confronto dati dell'intervallo 17:00-19:00 | 27 |
| 4 | INCROCIO SS11 – VIA MALCONTENTA..... | 31 |
| 4.1 | INQUADRAMENTO DELL' AREA | 31 |
| 4.1.1 | PROGETTAZIONE DEL RILIEVO..... | 32 |
| 4.1.1.1 | Fasi semaforiche | 32 |
| 4.2 | MODALITÀ DI RILIEVO..... | 33 |
| 4.3 | RESTITUZIONE DATI..... | 34 |
| 4.3.1 | ● PERIODO MATTINA 7:00-9:00..... | 34 |
| 4.3.1.1 | CONTROLLO PIANO SEMAFORICO | 37 |
| 4.3.1.2 | CONSIDERAZIONI TRATTE DAL RILIEVO | 41 |
| 4.3.2 | ● PERIODO SERA 17:00-19:00..... | 42 |
| 4.3.2.1 | CONTROLLO PIANO SEMAFORICO | 45 |
| 4.3.2.2 | CONSIDERAZIONI TRATTE DAL RILIEVO | 49 |
| 4.4 | CONFRONTO CON I DATI PASSATI | 51 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.4.1 | CONDIZIONI DI RILIEVO | 51 |
| 4.4.2 | ● Periodo 7:00-9:00..... | 51 |
| 4.4.3 | ● Periodo 17:00-19:00..... | 54 |
| 5 | VERIFICA DELLE PRESTAZIONI OPERATIVE | 57 |
| 5.1 | METODOLOGIA APPLICATA..... | 57 |
| 5.2 | <i>INTERSEZIONE TRA VIA DELLE MACCHINE E VIA F. BANDIERA</i> | 58 |
| 5.2.1 | CONCLUSIONI | 59 |
| 5.3 | <i>INTERSEZIONE TRA VIA MALCONTENTA E SS11</i> | 59 |
| 6 | MIGLIORAMENTO DEL LIVELLO DI SERVIZIO | 61 |
| 6.1 | <i>INTERSEZIONE TRA VIA DELLE MACCHINE E VIA F. BANDIERA</i> | 62 |
| 6.1.1 | Risultati..... | 62 |
| 6.2 | <i>INTERSEZIONE TRA SS11 E VIA MALCONTENTA</i> | 65 |
| 6.2.1 | Risultati..... | 65 |
| 7 | CONCLUSIONI..... | 67 |
| 7.1 | INTERSEZIONE VIA F. BANDIERA-MACCHINE-C. MEZZACAPO | 67 |
| 7.2 | INTERSEZIONE TRA SS11-MALCONTENTA..... | 70 |

Appendice A

Dati Maggio 2015 e Aprile 2010 intersezione via F. Bandiera-via delle Macchine-via C. Mezzacapo

Appendice B

Dati Maggio 2015 e Aprile 2010 intersezione SS11-via Malcontenta

Appendice C

Livelli di Servizio e modifica piani semaforici

Bibliografia

1 INTRODUZIONE

Secondo studi condotti dalle autorità portuali di Venezia, è previsto un aumento dei flussi di traffico su gomma. Per tale motivo risulta necessario lo studio delle attuali condizioni in cui versano alcune intersezioni di primaria importanza situate a Porto Marghera. Tali intersezioni sono state scelte in base al loro impatto cruciale in caso di aumento dei traffici su gomma, oltre ad essere stati definiti come punti di smistamento delle correnti veicolari dirette in diversi luoghi dell'area di Porto Marghera.

Lo studio prevederà un'analisi critica sulle attuali condizioni di deflusso del traffico, definite mediante rilievi visivi registrati, con conteggio dei flussi per tutte le manovre interessate dall'intersezione, oltre al controllo dei cicli semaforici. Tali dati verranno poi confrontati con altri dati risalenti ad un rilievo effettuato nel 2010, con medesime modalità di rilievo.

Successivamente si opererà al calcolo del Livello di Servizio (mediante metodologia HCM) di tali nodi, particolareggiato per i singoli rami, individuando così le eventuali criticità che le strade possono presentare. Si procederà quindi ad un eventuale adattamento delle condizioni di operatività mediante modifiche di tipo semaforico (utilizzando procedure HCM) ed eventualmente di tipo infrastrutturale e con conseguente calcolo del nuovo Livello di Servizio. Se possibile, tale Livello di Servizio dovrà risultare più elevato del precedente, andando a sopperire le lacune che le intersezioni presentano, così da essere in grado di assorbire gli eventuali flussi di traffico che si sommeranno a quelli attuali, derivanti dallo sviluppo dell'area portuale nel prossimo decennio.

1.1 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

La necessità dello studio di tali intersezioni deriva da un'approfondita ricerca che parte da tematiche a livello europeo e che arriva a definire in ultimo punto criticità locali. In particolare lo studio è partito dalle famose reti *TEN-T*.

Le reti di trasporto trans-europee pongono la loro base giuridica sul Trattato di Amsterdam siglato il 2 ottobre 1997 [1]. Tuttavia il loro sviluppo in fase avanzata è dovuto al Trattato di Maastricht. Il libro bianco sui Trasporti, lo sviluppo futuro della politica comune dei trasporti, pubblicato nel dicembre del 1992. Esse comprendono [2]:

- la rete stradale trans-europea;
- la rete ferroviaria trans-europea (che a sua volta include sia la rete ferroviaria convenzionale trans-europea che la rete ferroviaria ad alta velocità trans-europea);
- la rete fluviale trans-europea e porti per la navigazione interna;
- la rete di porti marittimi trans-europea;
- la rete marittima trans-europea (detta anche "autostrade del mare") (aggiunta all'elenco dalla Direttiva N. 884/2004/CE)
- la rete aeroportuale trans-europea;
- la rete combinata di trasporto trans-europea;
- la rete di informazione e gestione dello spedizionamento trans-europea;
- la rete di gestione del traffico aereo trans-europea che comprende il Single European Sky e i concetti di ricerca ATM sul Single European Sky;

- la rete di posizionamento e navigazione satellitare trans-europea.

Le reti TEN-T sono parte di un più ampio sistema di "reti trans-europee" (TEN) che, oltre alle reti di trasporto, includono anche le "reti di telecomunicazioni trans-europee" (eTEN) e le "reti energetiche trans-europee" (TEN-E).

Lo studio che ci si appresta ad affrontare parte dalla necessità di definire se le intersezioni soggette a studio siano in grado di rispondere alla attuale domanda di trasporto nelle medesime aree. La variazione della domanda avvenuta in questi anni porta alla necessità di definire a quali livelli di servizio stanno lavorando tali intersezioni, con conseguente previsione se esse siano in grado di affrontare un incremento dei flussi di traffico. Incremento che sarà principalmente dovuto alla modifica dell'area commerciale di Porto Marghera, facente parte anch'esso del progetto europeo TEN-T.

In dettaglio, per giungere alla definizione di tali intersezioni, l'analisi parte dalla pianificazione a livello europeo con le linee guida per le reti TransEuropee di Trasporto TEN-T; la pianificazione a livello nazionale con le linee guida per il Piano Nazionale della Logistica e il Piano Regolatore Portuale di Venezia; la pianificazione regionale che comprende il Programma Regionale di Sviluppo, il Piano territoriale Regionale di Coordinamento, il Piano d'Area della Laguna di Venezia ed il Piano Regionale dei Trasporti; la pianificazione provinciale con il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale; ed infine la pianificazione comunale con le varianti al Piano Regolatore Generale, le Intese e gli Accordi, il Piano d'Assetto del Territorio del comune di Venezia, di Cavallino Treponti e il Piano Regolatore Generale del comune di Mira [3].

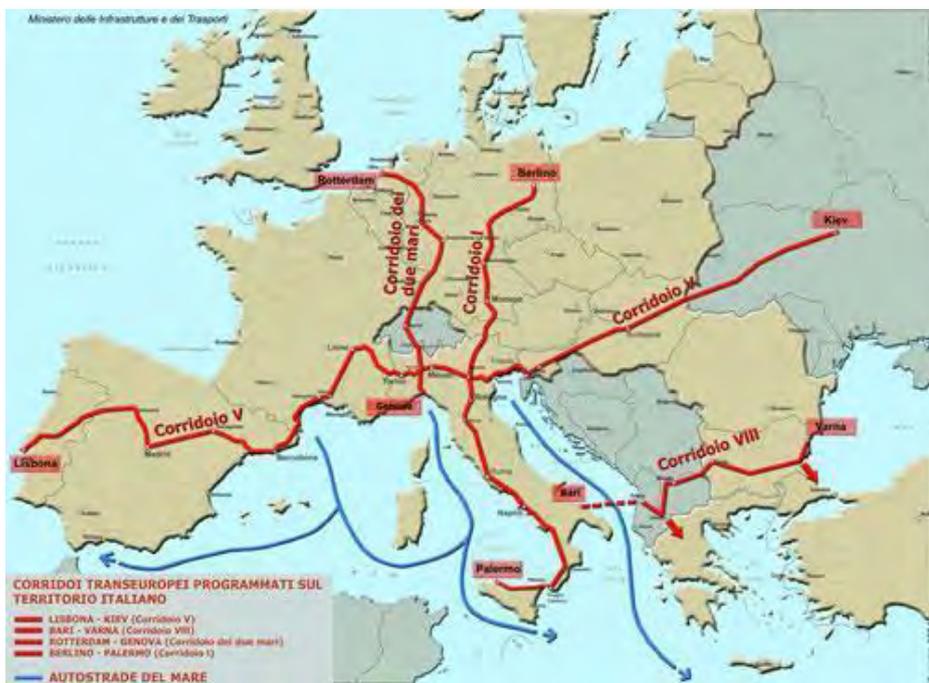


Figura 1: distribuzione europea dei corridoi TEN-T

In particolare, dei 30 progetti prioritari per le reti TEN-T, quello che maggiormente influenza l'area di Porto Marghera è il 21°, "Autostrade del mare - Rete marittima trans-europea". Porto Marghera rientra quindi all'interno del Programma Europeo sulle Reti di Trasporto

Internazionali, e quale “Core Node” sarà collegato, sia su strada che su ferrovia, ai Corridoi Transnazionali. Questo rappresenta la possibilità di ricevere Finanziamenti per migliorare il sistema Portuale nel suo complesso. Il *Piano Territoriale Regionale di Coordinamento (PRTC)* [3] (adottato con delibrazione della Giunta Regionale n. 372 del 17 febbraio 2009) riserva alla realtà portuale e ai progetti di sviluppo una specifica scheda in cui vengono individuati obiettivi e interventi compresi nei seguenti punti strategici:

- accesso nautico;
- accesso ferroviario;
- accesso stradale;
- accesso alla navigazione interna;
- nuove aree per le attività portuali;
- nuove aree per lo sviluppo della crocieristica.



Figura 2: progetto 21- Autostrade del mare

All’interno di tali punti trovano spazio gli interventi riguardanti le nuove aree portuali a Porto Marghera, il nuovo collegamento ferroviario con la rete AV/AC, gli interventi sulla viabilità stradale legati agli Accordi di Programma.

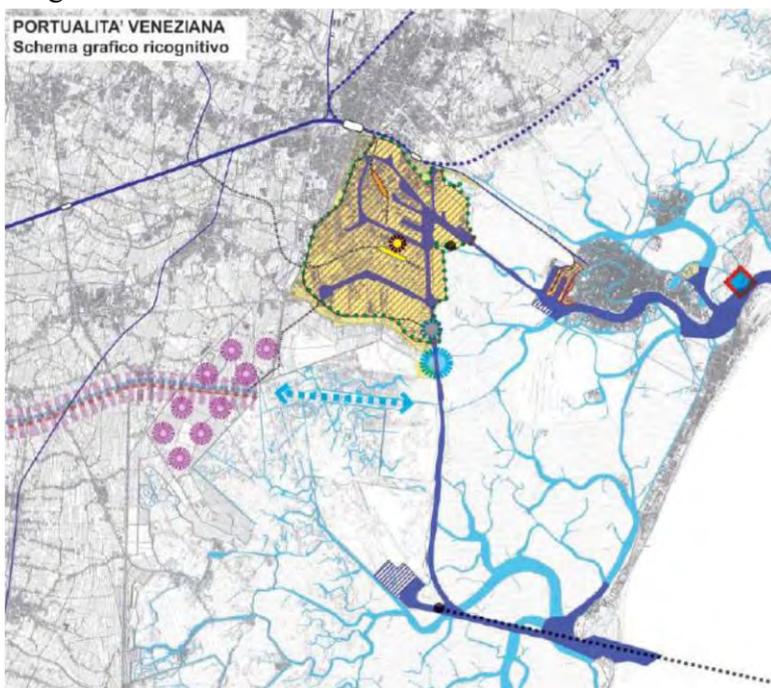


Figura 3: Piano Urbano della Mobilità dell’Area Vasta Veneziana

Il *Piano Urbano della Mobilità dell’Area Vasta Veneziana (PUMAV)* (approvato con deliberazione di Giunta Comunale n. 504/2008) [3] riconosce l’importanza del porto di Venezia, in relazione all’aumento del traffico del porto merci e passeggeri. Con il riassetto di via dell’Elettronica è prevista la realizzazione di un nuovo accesso sud al porto di Venezia. In base alle previsioni di sviluppo di Porto Marghera, si prevede un aumento del traffico su gomma nel prossimo decennio.

2 DEFINIZIONE DELL'AREA

In relazione con i progetti di ampliamento e potenziamento dell'area portuale di Marghera, le principali via di accesso stradale a tali aree sono rappresentate dalla seguente mappa, ricavata direttamente dal sito dell'autorità portuale di Venezia

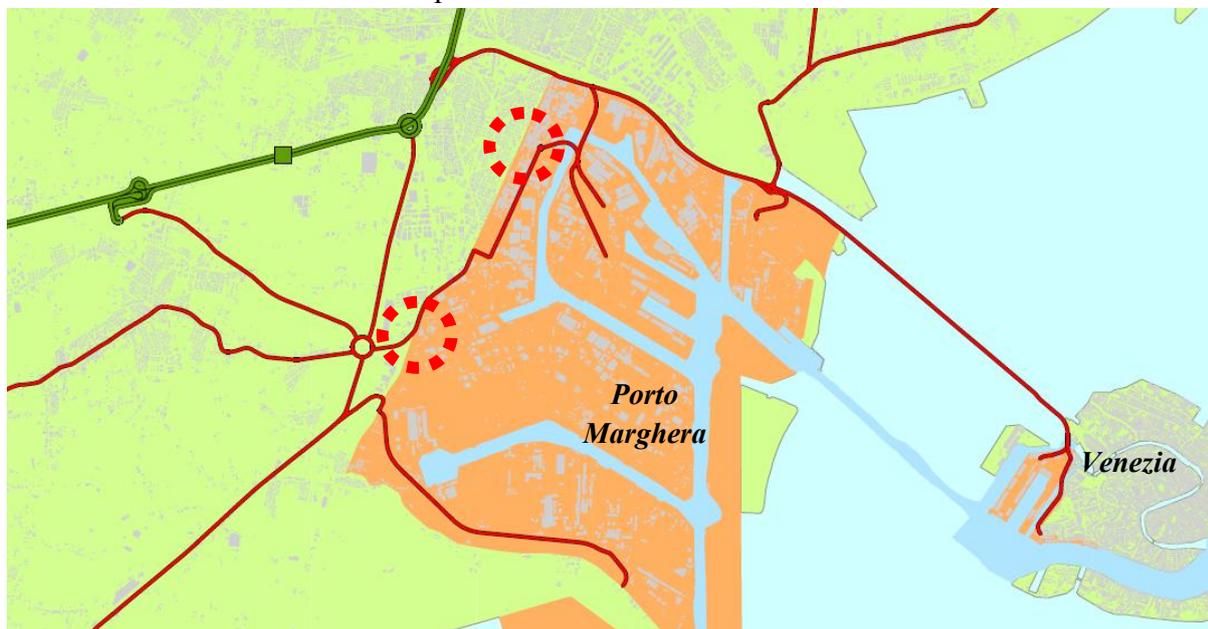


Figura 4: mappa dell'accessibilità stradale per la zona di Porto Marghera

In relazione al futuro sviluppo dell'area portuale, si è passati alla definizione di alcuni punti cruciali della mobilità locale. Tali punti rappresentano delle intersezioni che, essendo continuamente soggette a grossi volumi di traffico, potrebbero presentare nel futuro prossimo della criticità in termini di capacità e viabilità.

In questa presentazione, le intersezioni soggette a studio sono state due.

La prima rappresenta un punto di accesso a Sud della zona portuale dove i mezzi provenienti dalla strada Romea si immettono nella zona di interesse. Tale intersezione è individuata tra l'incrocio di due vie, via Malcontenta e Strada Statale 11.

La seconda intersezione è situata a Nord, vicino all'area di ingresso alla zona portuale. Le vie interessate sono via Fratelli Bandiera e via delle Macchine, quest'ultima è la via che maggiormente potrebbe creare criticità in futuro.

Tabella 1: indicazione dei codici di rilievo per le varie tipologie di mezzi

| cat. Veicolare | codice |
|------------------|--------|
| auto | A |
| camioncino | B |
| mezzo pesante | C |
| mezzo articolato | D |

Per “*camioncino*” si definisce un mezzo commerciale a due assi sotto le 3,5 tonnellate non adibito al trasporto persone (eccetto conducente e passeggero).



Per “*mezzo pesante*” si definisce un veicolo avente due o più assi, con ruote gemellate e peso superiore alle 3,5 tonnellate, adibito al trasporto merci e non al trasporto persone (eccetto conducente e passeggero).



Per “*mezzo articolato*” si definisce un veicolo pesante autoarticolato o autotreno avente il/rimorchi staccabili dalla motrice. Sono compresi i trattori stradali.



2.1.2 Periodo dei rilievi

Per entrambe le intersezioni sono stati individuate due fasce orarie in cui effettuare i rilievi:

- Mattina: dalle 7:30 alle 9:30
- Pomeriggio: dalle 17:00 alle 19:00

In queste fasce orarie si dovrebbe assistere ai momenti di maggiore criticità per le intersezioni considerate, riuscendo così a cogliere le dinamiche di sviluppo dei flussi di traffico.

2.2 FASI DELLO STUDIO

Saranno indicate a seguito le varie fasi di studio che verranno affrontate per ogni singola intersezione.

Innanzitutto si procederà alla rappresentazione dei rilievi effettuati nel tempo presente, traendo le prime conclusioni sullo stato di “salute” della zona e su eventuali criticità riscontrate durante il rilievo.

Successivamente i dati verranno confrontati con quelli ottenuti da un rilievo del passato per vedere l’evoluzione dei volumi di traffico che impegnano le intersezioni e fare delle prime previsioni per il futuro.

Infine si cercherà di capire come poter risolvere i problemi riscontrati durante la fase di analisi e proporre eventuali modifiche sotto il punto di vista gestionale e, se possibile, anche sotto il punto di vista infrastrutturale.

3 INCROCIO Via FRATELLI BANDIERA - Via DELLE MACCHINE - Via CARLO MEZZACAPO

3.1 INQUADRAMENTO DELL’AREA

A seguito viene trattato l’incrocio tra via Fratelli Bandiera e via delle Macchine e via Carlo Mezzacapo. L’area presenta numerose manovre possibili e altrettante vie di accesso, risultando così essere un’intersezione critica, specialmente per la funzione di accesso all’area portuale svolta da via delle Macchine.

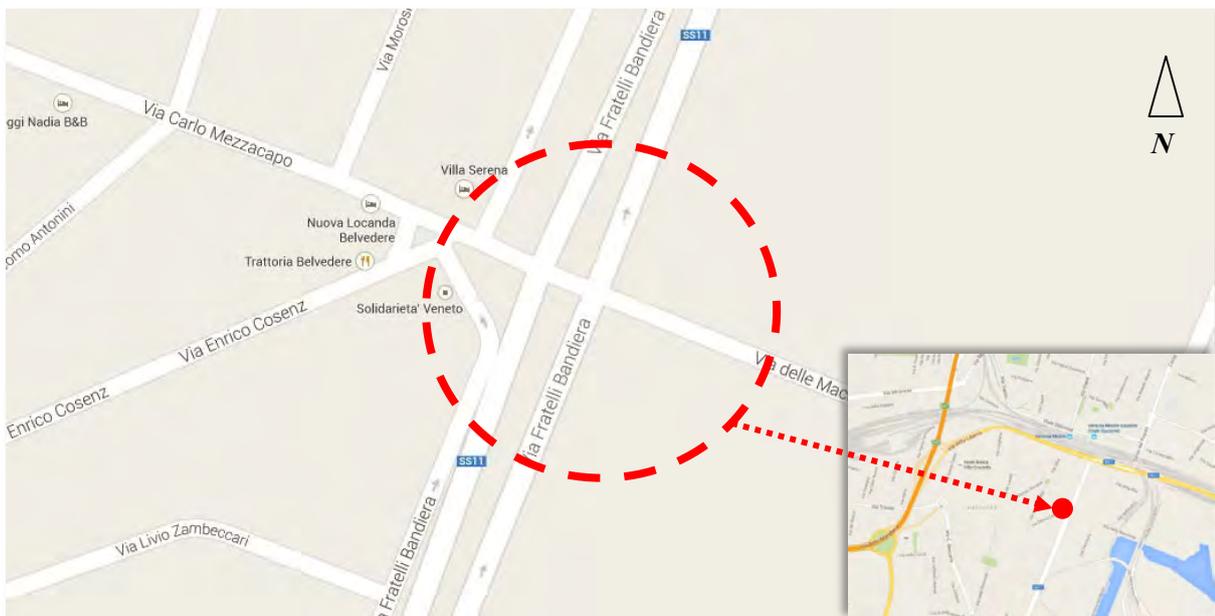


Figura 6: collocazione dell’intersezione tra via delle Macchine e via Fratello Bandiera

La strada principale (via Fratelli Bandiera) presenta due sensi di marcia a doppia corsia per senso con separazione dei due sensi mediante isola spartitraffico.

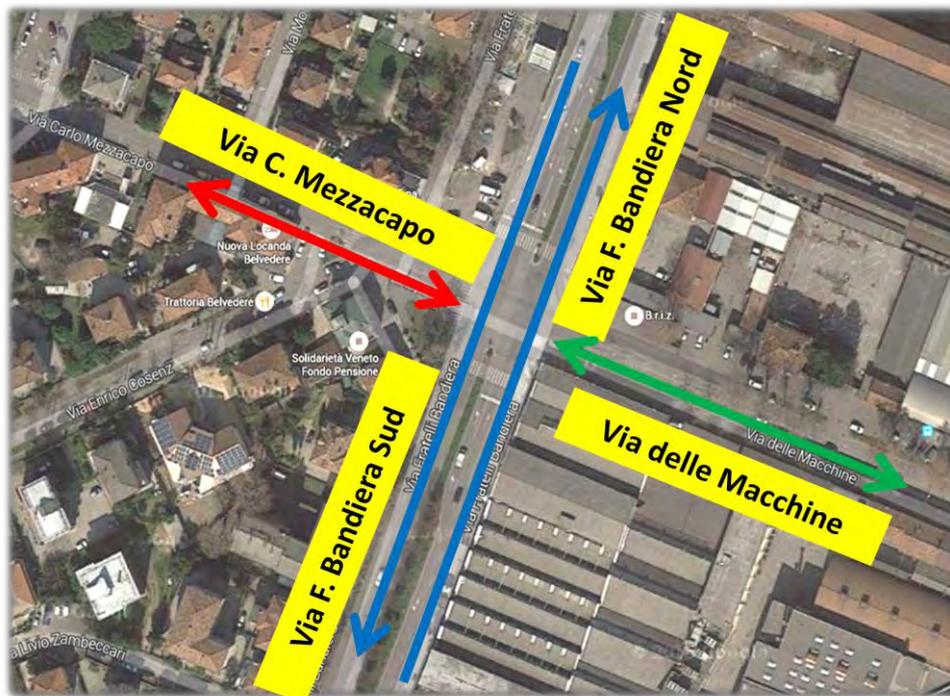


Figura 7: Indicazione delle vie interessate e dei sensi di marcia consentiti

In dettaglio i vari rami in ingresso sono composti dalle seguenti corsie. Provenendo da Sud da *via Fratelli Bandiera*, l'incrocio presenta un semaforo a doppia lanterna, uno per la svolta a destra e per la direzione di attraversamento semplice, l'altro esclusivo per la svolta a sinistra. Questo su tre corsie di marcia



Figura 8: *via Fratelli Bandiera*, accesso Sud

Provenendo da Nord da *via Fratelli Bandiera*, l'intersezione si presenta come la precedente solo che, in questo caso, le corsie di accumulo sono 4.



Figura 9: *via Fratelli Bandiera*, accesso da Nord

Provenendo da *via delle Macchine*, è presente un unico impianto semaforico che governa tutte le manovre di svolta, le quali sono separate da due corsie di accumulo.



Figura 10: accesso all'intersezione da via delle Macchine

Provenendo da *via Carlo Mezzacapo*, anche qui l'incrocio e le relative manovre sono governate da un unico impianto semaforico.



Figura 11: accesso all'intersezione da via Carlo Mezzacapo

Una volta analizzata l'intersezione nel suo complesso, si è potuti passare alla fase di rilievo secondo le modalità di seguito descritte.

3.2 MODALITÀ DI EFFETTUAZIONE DEL RILIEVO

3.2.1 Fasi semaforiche

Le fasi semaforiche che governano le manovre dell'intersezione sono le seguenti:

Fase 1



Figura 12: fase semaforica 1

Fase 2



Figura 13: fase semaforica 2

Fase 3



Figura 14: fase semaforica 3

Fase 4



Figura 15: fase semaforica 4

3.3 POSIZIONAMENTO TELECAMERE

Dopo una visione sul campo, si è optato per posizionare due telecamere nelle seguenti zone:

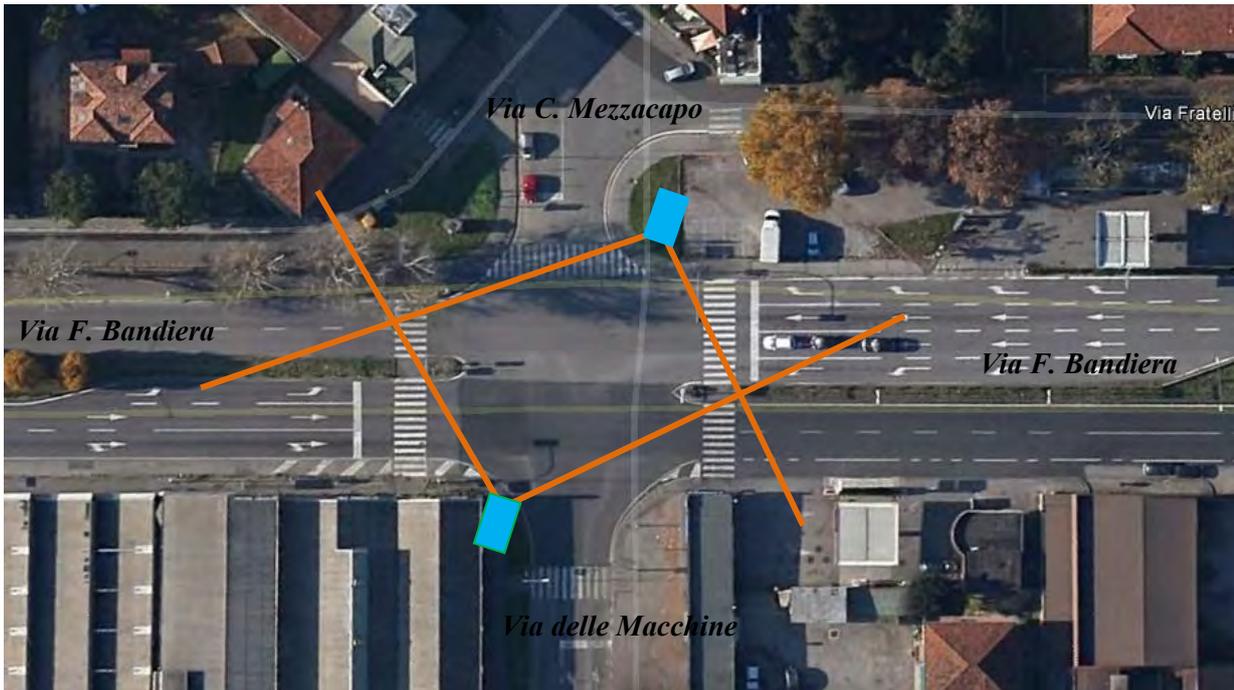


Figura 16: collocazione delle videocamere per il rilievo

3.4 RESTITUZIONE DATI

3.4.1 ●RILIEVO MATTINA 7:00-9:00

I dati raccolti hanno fornito i seguenti risultati, utilizzando la seguente nomenclatura

Tabella 2: tabella della nomenclatura delle manovre consentite

| da→a | via F. Bandiera Sud | via F. Bandiera Nord | via delle Macchine | Via C. Mezzacapo |
|----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|---------------------|
| via F. Bandiera Sud | X | F.Band.Sud-F.Band.Nord | F. Band.Sud-Macchine | F.Band.Sud-C.Mezz. |
| via F. Bandiera Nord | F.Band.Nord-F.Band.Sud | X | F.Band.Nord-Macchine | F.Band.Nord-C.Mezz. |
| via delle Macchine | Macchine-F.Band.Sud | Macchine-F.Band.Nord | X | Macchine-C.Mezz. |
| Via C. Mezzacapo | C.Mezz.-F.Band.Sud | C.Mezz.-F.Band.Nord | C.Mezz.-Macchine | X |

A seguito si riporta la tabella riassuntiva, per le varie manovre, dei flussi totali di traffico (per la visione completa della tabella si rimanda all'appendice A. Tabella 1, Grafici 1-12).

Tabella 3: tabella dei flussi per le varie manovre, rilievo 7:30-9:30

| MAN | CAT. VEIC. | 7:30-7:40 | 7:40-7:50 | 7:50-8:00 | 8:00-8:10 | 8:10-8:20 | 8:20-8:30 | 8:30-8:40 | 8:40-8:50 | 8:50-9:00 | 9:00-9:10 | 9:10-9:20 | 9:20-9:30 | TOTALE | % |
|--------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------|
| Macchine - F.Band.Nord | Cat. A | 3 | 0 | 4 | 3 | 6 | 5 | 5 | 2 | 7 | 4 | 5 | 5 | 49 | 77,78 |
| | Cat. B | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 9 | 14,29 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,59 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 6,35 |
| | tot | 4 | 0 | 5 | 4 | 6 | 5 | 8 | 2 | 8 | 6 | 7 | 8 | 63 | 100,00 |
| | tot pesato | 4 | 0 | 5 | 5 | 6 | 5 | 11 | 2 | 8 | 6 | 9 | 10 | 70 | |
| Macchine - C.Mezz | Cat. A | 3 | 4 | 5 | 2 | 7 | 10 | 4 | 3 | 8 | 0 | 9 | 5 | 60 | 92,31 |
| | Cat. B | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 6,15 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,54 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | tot | 3 | 5 | 5 | 2 | 10 | 10 | 4 | 3 | 8 | 0 | 10 | 5 | 65 | 100,00 |
| | tot pesato | 3 | 5 | 5 | 2 | 11 | 10 | 4 | 3 | 8 | 0 | 10 | 5 | 66 | |
| Macchine - F.Band.Sud | Cat. A | 4 | 2 | 6 | 9 | 6 | 4 | 5 | 6 | 6 | 10 | 9 | 8 | 75 | 71,43 |
| | Cat. B | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 5 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 3 | 17 | 16,19 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4,76 |
| | Cat. D | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 8 | 7,62 |
| | tot | 5 | 4 | 8 | 12 | 8 | 11 | 6 | 6 | 9 | 14 | 11 | 11 | 105 | 100,00 |
| | tot pesato | 7 | 7 | 9 | 14 | 8 | 12 | 7 | 6 | 11 | 17 | 13 | 11 | 120 | |
| F.Band.Sud - Macchine | Cat. A | 6 | 21 | 13 | 12 | 15 | 23 | 10 | 9 | 15 | 7 | 10 | 7 | 148 | 78,72 |
| | Cat. B | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 7 | 25 | 13,30 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2,13 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 11 | 5,85 |
| | tot | 7 | 22 | 18 | 14 | 17 | 26 | 13 | 15 | 18 | 11 | 12 | 15 | 188 | 100,00 |
| | tot pesato | 7 | 22 | 20 | 16 | 18 | 27 | 16 | 19 | 21 | 13 | 14 | 17 | 207 | |
| F.Band.Sud - F.Band.Nord | Cat. A | 88 | 66 | 74 | 104 | 100 | 99 | 87 | 99 | 99 | 107 | 71 | 65 | 1059 | 85,89 |
| | Cat. B | 5 | 7 | 9 | 16 | 8 | 12 | 13 | 4 | 8 | 17 | 12 | 10 | 121 | 9,81 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 3 | 4 | 0 | 1 | 0 | 15 | 1,22 |
| | Cat. D | 1 | 5 | 3 | 2 | 1 | 3 | 5 | 1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 38 | 3,08 |
| | tot | 94 | 78 | 86 | 122 | 113 | 117 | 105 | 107 | 115 | 128 | 89 | 79 | 1233 | 100,00 |
| | tot pesato | 96 | 86 | 91 | 125 | 117 | 123 | 113 | 110 | 123 | 134 | 97 | 85 | 1298 | |
| F.Band.Sud - C.Mezz | Cat. A | 2 | 2 | 1 | 6 | 2 | 5 | 5 | 6 | 4 | 3 | 5 | 2 | 43 | 72,88 |
| | Cat. B | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 9 | 15,25 |
| | Cat. C | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 6,78 |
| | Cat. D | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5,08 |
| | tot | 4 | 3 | 1 | 8 | 2 | 6 | 6 | 6 | 8 | 4 | 9 | 2 | 59 | 100,00 |
| | tot pesato | 6 | 3 | 1 | 10 | 2 | 7 | 6 | 6 | 10 | 5 | 9 | 2 | 66 | |
| C.Mezz - F.Band.Sud | Cat. A | 0 | 3 | 3 | 0 | 2 | 5 | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 29 | 90,63 |
| | Cat. B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 9,38 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | tot | 0 | 3 | 3 | 0 | 2 | 5 | 5 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 32 | 100,00 |
| | tot pesato | 0 | 3 | 3 | 0 | 2 | 5 | 5 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 32 | |
| C.Mezz - Macchine | Cat. A | 22 | 14 | 22 | 23 | 10 | 24 | 14 | 19 | 14 | 8 | 15 | 11 | 196 | 91,59 |
| | Cat. B | 1 | 2 | 3 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 15 | 7,01 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,93 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,47 |
| | tot | 23 | 16 | 25 | 23 | 14 | 24 | 16 | 21 | 16 | 9 | 15 | 12 | 214 | 100,00 |
| | tot pesato | 23 | 16 | 25 | 23 | 16 | 24 | 16 | 22 | 16 | 9 | 15 | 12 | 217 | |
| C.Mezz - F.Band.Nord | Cat. A | 4 | 15 | 8 | 8 | 15 | 12 | 19 | 23 | 8 | 8 | 2 | 10 | 132 | 94,29 |
| | Cat. B | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 8 | 5,71 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | tot | 6 | 16 | 8 | 8 | 16 | 12 | 19 | 23 | 9 | 8 | 4 | 11 | 140 | 100,00 |
| | tot pesato | 6 | 16 | 8 | 8 | 16 | 12 | 19 | 23 | 9 | 8 | 4 | 11 | 140 | |
| F.Band.Nord - C.Mezz | Cat. A | 7 | 4 | 9 | 7 | 8 | 12 | 7 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 97 | 92,38 |
| | Cat. B | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4,76 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 2,86 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | tot | 7 | 4 | 11 | 7 | 9 | 14 | 7 | 7 | 7 | 9 | 11 | 12 | 105 | 100,00 |
| | tot pesato | 7 | 4 | 11 | 7 | 10 | 14 | 7 | 7 | 7 | 9 | 12 | 13 | 107 | |
| F.Band.Nord - F.Band.Sud | Cat. A | 49 | 69 | 73 | 71 | 75 | 86 | 87 | 82 | 86 | 66 | 75 | 82 | 901 | 86,80 |
| | Cat. B | 7 | 3 | 6 | 4 | 12 | 4 | 4 | 5 | 8 | 7 | 10 | 12 | 82 | 7,90 |
| | Cat. C | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 4 | 23 | 2,22 |
| | Cat. D | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 6 | 0 | 1 | 2 | 1 | 5 | 3 | 32 | 3,08 |
| | tot | 61 | 80 | 83 | 79 | 91 | 97 | 93 | 89 | 96 | 76 | 92 | 101 | 1038 | 100,00 |
| | tot pesato | 68 | 87 | 87 | 84 | 95 | 107 | 94 | 91 | 99 | 79 | 101 | 108 | 1098 | |
| F.Band.Nord - Macchine | Cat. A | 34 | 28 | 33 | 27 | 35 | 43 | 24 | 29 | 32 | 24 | 20 | 15 | 344 | 87,98 |
| | Cat. B | 4 | 1 | 5 | 4 | 0 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 26 | 6,65 |
| | Cat. C | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 9 | 2,30 |
| | Cat. D | 3 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 12 | 3,07 |
| | tot | 42 | 31 | 41 | 31 | 37 | 48 | 27 | 34 | 34 | 25 | 21 | 20 | 391 | 100,00 |
| | tot pesato | 47 | 34 | 45 | 31 | 39 | 50 | 29 | 37 | 35 | 25 | 22 | 23 | 414 | |
| TOTALE | | 256 | 262 | 294 | 310 | 325 | 375 | 309 | 315 | 332 | 292 | 285 | 278 | 3633 | |
| TOTALE PESATO | | 273 | 283 | 309 | 324 | 338 | 394 | 326 | 327 | 350 | 306 | 307 | 297 | 3830 | |

Tabella 4: Tabella dei coefficienti di omogeneizzazione

| | <i>Categoria veicolare</i> | <i>Coef.</i> | <i>unità</i> |
|----------|----------------------------------|--------------|---------------|
| A | auto, mezzi pubblici | 1 | autov. equiv. |
| B | mezzi commerciali leggeri | 1 | autov. equiv. |
| C | mezzi commerciali pesanti | 1,5 | autov. equiv. |
| D | mezzi commerciali autoarticolati | 2,5 | autov. equiv. |

Si riportino ora i grafici riassuntivi delle manovre (per la visione delle singole manovre si rimanda all'appendice A)

Maggio 2015 (equivalente)

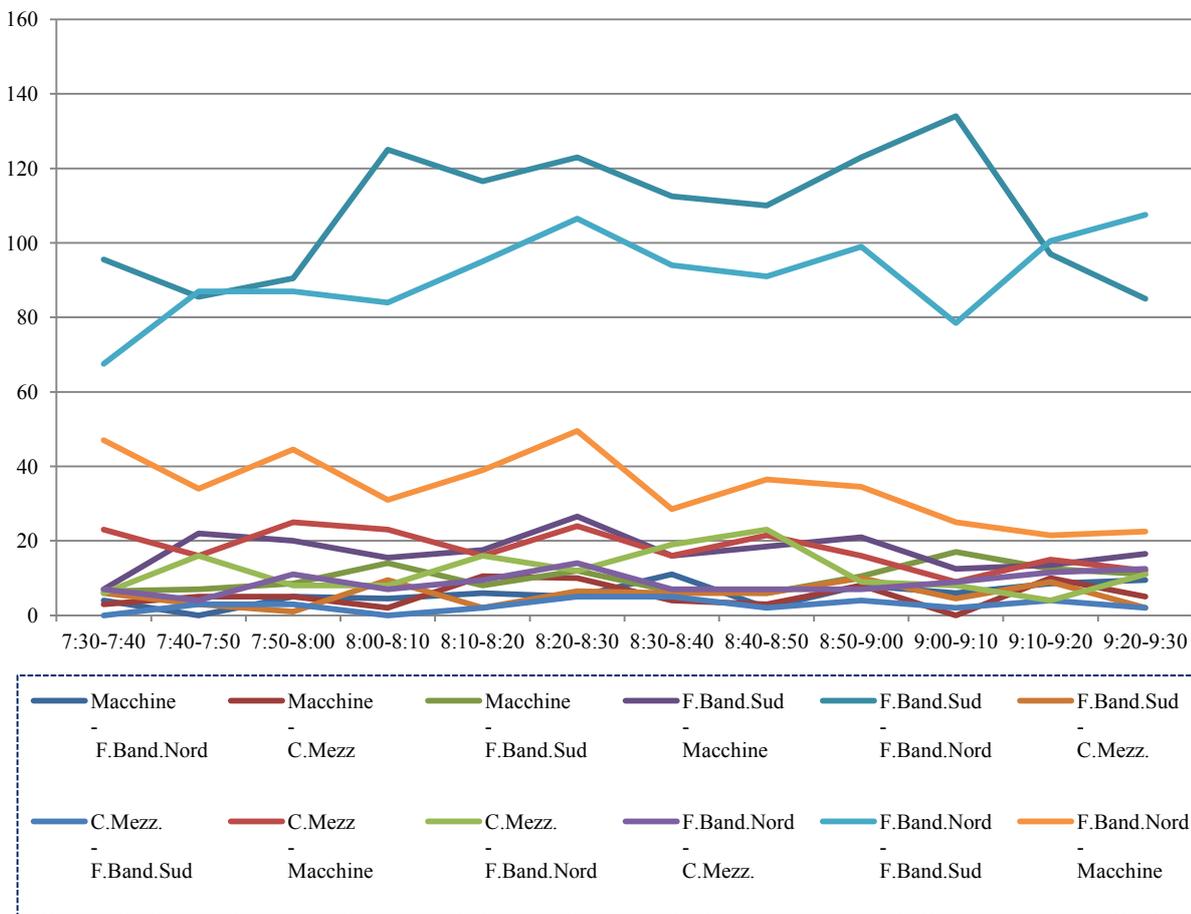


Grafico 1: flussi di autovetture equivalenti per le varie manovre

Flussi totali

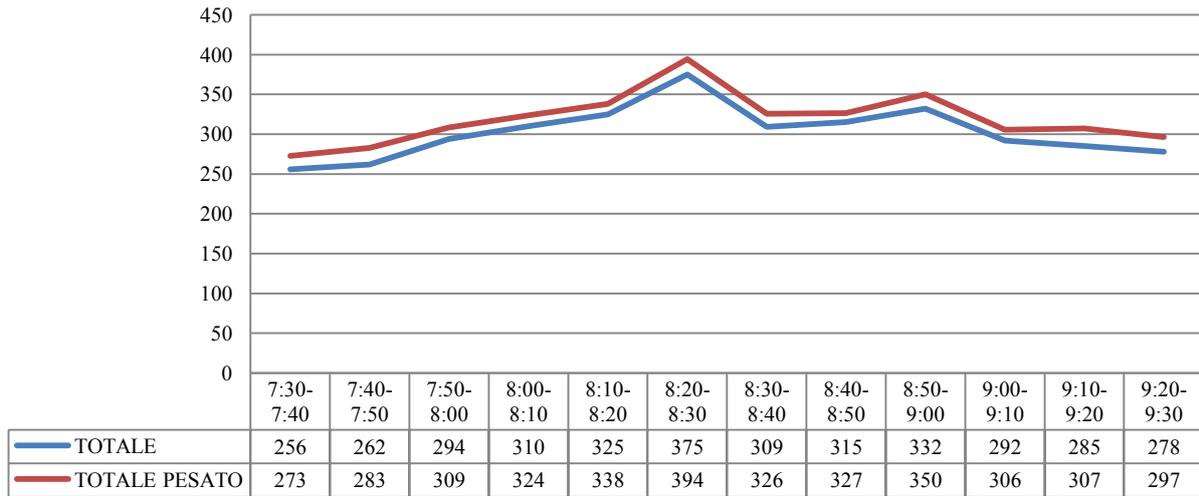


Grafico 2: flussi totali pesati e non pesati di tutte le manovre consentite

Andando ad osservare la ripartizione modale per le singole manovre si ottiene

Ripartizione categorie veicolari

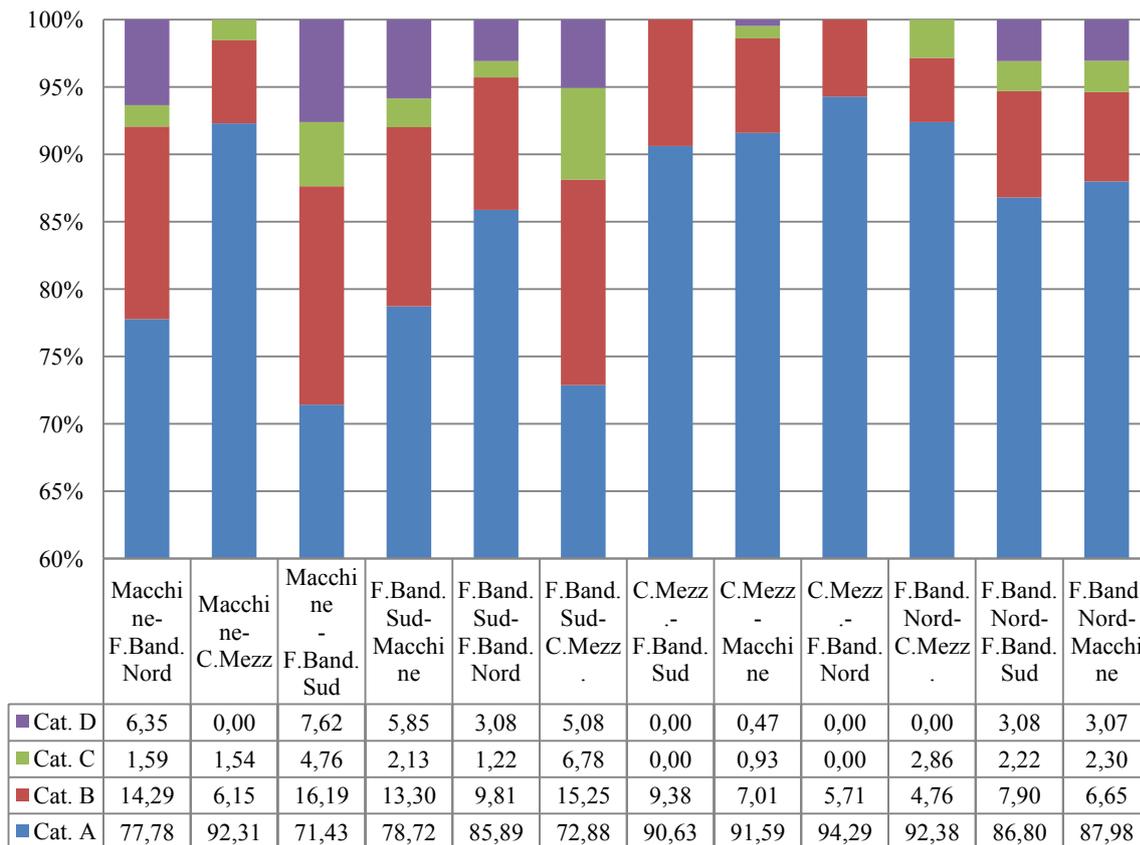


Grafico 3: ripartizione per le singole manovre delle varie categorie veicolari

CONTROLLO PIANO SEMAFORICO

Il piano semaforica sembra essere fisso e con i medesimi tempi sia la mattina che la sera, solo in alcuni momenti i tempi sembrano variare leggermente dalla schema fisso.

I tempi delle varie fasi semaforiche sono i seguenti

Tabella 5: durata delle varie fasi semaforiche e loro successione

| Tempo (secondi) | 30 | 40 | 60 | 94 |
|---|--|----|----|----|
| Provenienti da Via F.lli Bandiera Nord | [Barra colorata: verde da 0 a 30, giallo da 30 a 40, rosso da 40 a 94] | | | |
| Svolta protetta a sx da Via F.lli Bandiera Nord a Via delle Macchine | [Barra colorata: rosso da 0 a 40, verde da 40 a 60, giallo da 60 a 65] | | | |
| Provenienti da Via F.lli Bandiera Sud | [Barra colorata: verde da 0 a 35, giallo da 35 a 40, rosso da 40 a 94] | | | |
| Svolta protetta a sx da Via F.lli Bandiera Sud a Via Mazzacapo | [Barra colorata: rosso da 0 a 60, verde da 60 a 70, giallo da 70 a 75] | | | |
| Ramo secondario: veicoli uscenti da via delle Macchine e da Via Mazzacapo | [Barra colorata: rosso da 0 a 65, verde da 65 a 90, giallo da 90 a 94] | | | |

Per questa intersezione il ciclo semaforico sembra essere a tempi fissi e quindi non subisce variazioni durante il periodo di rilievo. La presenza dei pulsanti per la chiamata di attraversamento pedonale non sembra influire sui tempi di verde nelle varie vie, probabilmente hanno la sola funzione di segnalare il via alle persone non vedenti.

3.4.1.1 CONSIDERAZIONI TRATTE DAL RILIEVO

Passando alle considerazioni derivanti dalle tabelle illustrative e dai grafici precedentemente riportati, si possono notare alcuni punti interessanti:

1. Le percentuali di mezzi pesanti coinvolti nell'intersezione risultano essere sempre molto basse. Dal grafico delle ripartizioni delle categorie veicolari si nota come la percentuale di mezzi pesanti autoarticolati (cat. D) abbia valori più elevati per le manovre che interessano via delle Macchine. Tale risultato c'era da aspettarselo in quanto tale strada costituisce una via di accesso per la zona portuale commerciale. L'incidenza comunque generale del traffico pesante non supera mai il 7%; questo evince un'importante funzione dell'intersezione quale nodo di smaltimento per il traffico leggero, con utilizzo marginale da parte delle categorie veicolari più pesanti.
2. Per quanto riguarda i flussi totali passanti per l'intersezione, si vede che la maggior parte del traffico è data dal solo transito attraverso l'intersezione, da parte dei mezzi leggeri. Questo porta a dire che, eccetto la funzione di uscita dei mezzi pesanti sopra descritta, l'intersezione ha principalmente un ruolo di transito per i mezzi leggeri.
3. Considerando l'andamento temporale dei flussi totali, si nota una fase crescente e successiva decrescenza dei flussi, quindi il fenomeno di punta del traffico sembra essere stato colto nella sua interezza ed evoluzione. La differenza tra l'andamento dei flussi totali non pesati e flussi totali pesati non sembra avere punti con differenze significative.
4. Le manovre che presentano un andamento del flusso regolare sono la "F.Band.Sud-F.Band.Nord", la quale presenta la fase di crescita iniziale e scarico finale, come nel diagramma dei flussi totali. La manovra "F.Band.sud-Macchine" ha circa lo stesso andamento ma con punte discontinue e valori altalenanti al suo interno. La manovra "C.Mezz.-Macchine", anche se con andamento irregolare, ha una continua tendenza alla diminuzione dei flussi durante tutto il periodo di rilievo (manovra di ingresso a via delle Macchine). La manovra "F.Band.Nord-C.Mezz.", anche se presenta due picchi intermedi, ha una tendenza contraria, con forte aumento verso la fine dei valori di flusso. La "F.Band.Nord-F.Band.Sud" ha tendenza crescente dei flussi, con leggero

picco intermedio. La manovra “F.Band.Nord-Macchine” presenta una tendenza verso il basso, con alcuni picchi intermedi, questo potrebbe portare a dover considerare un periodo temporale antecedente a quello considerato nel rilievo.

5. Durante il rilievo si è notato un fenomeno molto costante. Molti veicoli che provenivano da via Fratelli Bandiera e che avevano il via libera per la svolta a sinistra, sfruttavano tale occasione per effettuare inversione U per cambiare senso di marcia. Non è chiaro se la manovra sia effettivamente consentita, ma comunque il fenomeno è risultato persistente e alcune volte anche cospicuo in termini di volumi, se rapportato ai volumi di traffico che effettivamente hanno effettuato la manovra di svolta a sinistra.
6. Per quanto riguarda il ciclo semaforico, esso sembra essere costante nel tempo, a parte in alcuni momenti in cui risulta variare di qualche secondo, fenomeno che per ora non sembra avere spiegazioni.

3.4.2 • RILIEVO SERA 17:00-19:00

Lo schema delle manovre è lo stesso del rilievo della mattina.

I dati rielaborati hanno fornito i seguenti grafici e tabelle (per la visione della tabella completa e dei grafici delle singole manovre si rimanda all'appendice A, Tabella 2, Grafici 13-24)

Tabella 6: tabella dei flussi di traffico per le varie manovre, rilievo del pomeriggio

| MANOVRA | CAT. VEIC. | 17:00- | 17:10- | 17:20- | 17:30- | 17:40- | 17:50- | 18:00- | 18:10- | 18:20- | 18:30- | 18:40- | 18:50- | TOTALE | % |
|--------------------------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|
| | | 17:10 | 17:20 | 17:30 | 17:40 | 17:50 | 18:00 | 18:10 | 18:20 | 18:30 | 18:40 | 18:50 | 19:00 | | |
| Macchine - F.Band.Nord | Cat. A | 15 | 10 | 10 | 16 | 13 | 8 | 13 | 20 | 10 | 10 | 5 | 4 | 134 | 91,78 |
| | Cat. B | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4,11 |
| | Cat. C | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2,05 |
| | Cat. D | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2,05 |
| | tot | | 18 | 10 | 10 | 18 | 15 | 9 | 13 | 20 | 13 | 10 | 5 | 5 | 146 |
| tot pesato | | 20 | 10 | 10 | 18,5 | 16,5 | 9,5 | 13 | 20 | 13 | 10 | 5 | 6,5 | 152 | |
| Macchine - C.Mezz | Cat. A | 16 | 12 | 13 | 16 | 12 | 12 | 12 | 15 | 14 | 6 | 7 | 9 | 144 | 96,64 |
| | Cat. B | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3,36 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | tot | | 17 | 13 | 14 | 17 | 13 | 12 | 12 | 15 | 14 | 6 | 7 | 9 | 149 |
| tot pesato | | 17 | 13 | 14 | 17 | 13 | 12 | 12 | 15 | 14 | 6 | 7 | 9 | 149 | |
| Macchine - F.Band.Sud | Cat. A | 38 | 46 | 29 | 22 | 22 | 18 | 32 | 27 | 31 | 18 | 18 | 12 | 313 | 90,72 |
| | Cat. B | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 19 | 5,51 |
| | Cat. C | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1,16 |
| | Cat. D | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 9 | 2,61 |
| | tot | | 43 | 51 | 32 | 23 | 24 | 20 | 35 | 28 | 33 | 21 | 22 | 13 | 345 |
| tot pesato | | 45 | 53,5 | 35 | 23 | 24 | 21,5 | 37 | 28 | 34,5 | 21 | 25 | 13 | 360,5 | |
| F.Band.Sud - Macchine | Cat. A | 3 | 9 | 7 | 9 | 13 | 16 | 12 | 5 | 13 | 13 | 10 | 5 | 115 | 85,19 |
| | Cat. B | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 12 | 8,89 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Cat. D | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 8 | 5,93 |
| | tot | | 6 | 11 | 9 | 10 | 15 | 21 | 13 | 7 | 13 | 14 | 11 | 5 | 135 |
| tot pesato | | 7,5 | 11 | 12 | 10 | 16,5 | 24 | 14,5 | 7 | 13 | 15,5 | 11 | 5 | 147 | |
| F.Band.Sud - F.Band.Nord | Cat. A | 67 | 95 | 84 | 74 | 68 | 83 | 68 | 70 | 67 | 72 | 56 | 64 | 868 | 92,93 |
| | Cat. B | 4 | 2 | 6 | 5 | 4 | 6 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 45 | 4,82 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 7 | 0,75 |
| | Cat. D | 2 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 14 | 1,50 |
| | tot | | 73 | 98 | 93 | 84 | 73 | 90 | 74 | 74 | 69 | 78 | 61 | 67 | 934 |
| tot pesato | | 76 | 99,5 | 94,5 | 90,5 | 74,5 | 91,5 | 79 | 74 | 69 | 80 | 62,5 | 67,5 | 958,5 | |
| F.Band.Sud - C.Mezz | Cat. A | 5 | 6 | 7 | 12 | 9 | 3 | 9 | 6 | 6 | 5 | 7 | 8 | 83 | 92,22 |
| | Cat. B | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 5 | 5,56 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,11 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1,11 |
| | tot | | 5 | 7 | 7 | 12 | 9 | 4 | 9 | 7 | 7 | 5 | 8 | 10 | 90 |
| tot pesato | | 5 | 7 | 7 | 12 | 9 | 4 | 9 | 7,5 | 7 | 5 | 9,5 | 10 | 92 | |
| C.Mezz - F.Band.Sud | Cat. A | 5 | 1 | 0 | 4 | 6 | 3 | 6 | 9 | 5 | 11 | 8 | 5 | 63 | 87,50 |
| | Cat. B | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 7 | 9,72 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,39 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,39 |
| | tot | | 5 | 2 | 1 | 5 | 7 | 5 | 6 | 9 | 6 | 12 | 8 | 6 | 72 |
| tot pesato | | 5 | 2 | 1 | 5 | 7 | 7 | 6 | 9 | 6 | 12 | 8 | 6 | 74 | |
| C.Mezz - Macchine | Cat. A | 9 | 7 | 16 | 8 | 7 | 9 | 16 | 15 | 15 | 9 | 11 | 10 | 132 | 94,29 |
| | Cat. B | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 8 | 5,71 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | tot | | 9 | 8 | 17 | 10 | 8 | 9 | 17 | 15 | 16 | 9 | 12 | 10 | 140 |
| tot pesato | | 9 | 8 | 17 | 10 | 8 | 9 | 17 | 15 | 16 | 9 | 12 | 10 | 140 | |
| C.Mezz - F.Band.Nord | Cat. A | 7 | 5 | 7 | 8 | 1 | 6 | 9 | 7 | 13 | 7 | 8 | 8 | 86 | 98,85 |
| | Cat. B | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,15 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | tot | | 7 | 5 | 7 | 9 | 1 | 6 | 9 | 7 | 13 | 7 | 8 | 8 | 87 |
| tot pesato | | 7 | 5 | 7 | 9 | 1 | 6 | 9 | 7 | 13 | 7 | 8 | 8 | 87 | |
| F.Band.Nord - C.Mezz | Cat. A | 9 | 10 | 6 | 11 | 9 | 2 | 10 | 9 | 4 | 8 | 6 | 6 | 90 | 94,74 |
| | Cat. B | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4,21 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,05 |
| | tot | | 10 | 11 | 6 | 12 | 9 | 3 | 11 | 9 | 4 | 8 | 6 | 6 | 95 |
| tot pesato | | 10 | 11 | 6 | 12 | 9 | 4,5 | 11 | 9 | 4 | 8 | 6 | 6 | 96,5 | |
| F.Band.Nord - F.Band.Sud | Cat. A | 91 | 118 | 116 | 112 | 112 | 87 | 117 | 128 | 113 | 114 | 101 | 107 | 1316 | 90,76 |
| | Cat. B | 5 | 12 | 15 | 13 | 12 | 6 | 6 | 8 | 6 | 8 | 6 | 5 | 102 | 7,03 |
| | Cat. C | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 16 | 1,10 |
| | Cat. D | 5 | 4 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 16 | 1,10 |
| | tot | | 104 | 137 | 133 | 130 | 125 | 94 | 123 | 136 | 121 | 127 | 108 | 112 | 1450 |
| tot pesato | | 113 | 145 | 135 | 135 | 126 | 94,5 | 123 | 136 | 123 | 132 | 110 | 112 | 1482 | |
| F.Band.Nord - Macchine | Cat. A | 20 | 12 | 5 | 12 | 11 | 11 | 12 | 5 | 9 | 11 | 6 | 9 | 123 | 79,35 |
| | Cat. B | 1 | 6 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 3 | 0 | 27 | 17,42 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,65 |
| | Cat. D | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2,58 |
| | tot | | 21 | 19 | 9 | 15 | 16 | 13 | 15 | 8 | 9 | 12 | 9 | 9 | 155 |
| tot pesato | | 21 | 20,5 | 9 | 16,5 | 17,5 | 14,5 | 15,5 | 8 | 9 | 12 | 9 | 9 | 161,5 | |
| TOTALE | | 318 | 372 | 338 | 345 | 315 | 286 | 337 | 335 | 318 | 309 | 265 | 260 | 3798 | |
| TOTALE PESATO | | 336 | 385 | 348 | 358 | 322 | 298 | 346 | 336 | 322 | 317 | 273 | 262 | 3900 | |

Tabella 7: tabella dei coefficienti di omogeneizzazione

| Categoria veicolare | | Coef. | unità |
|---------------------|----------------------------------|------------|---------------|
| A | auto, mezzi pubblici | 1 | autov. equiv. |
| B | mezzi commerciali leggeri | 1 | autov. equiv. |
| C | mezzi commerciali pesanti | 1,5 | autov. equiv. |
| D | mezzi commerciali autoarticolati | 2,5 | autov. equiv. |

Si riportino ora i grafici riassuntivi delle manovre (per la visione delle singole manovre si rimanda all'appendice A)

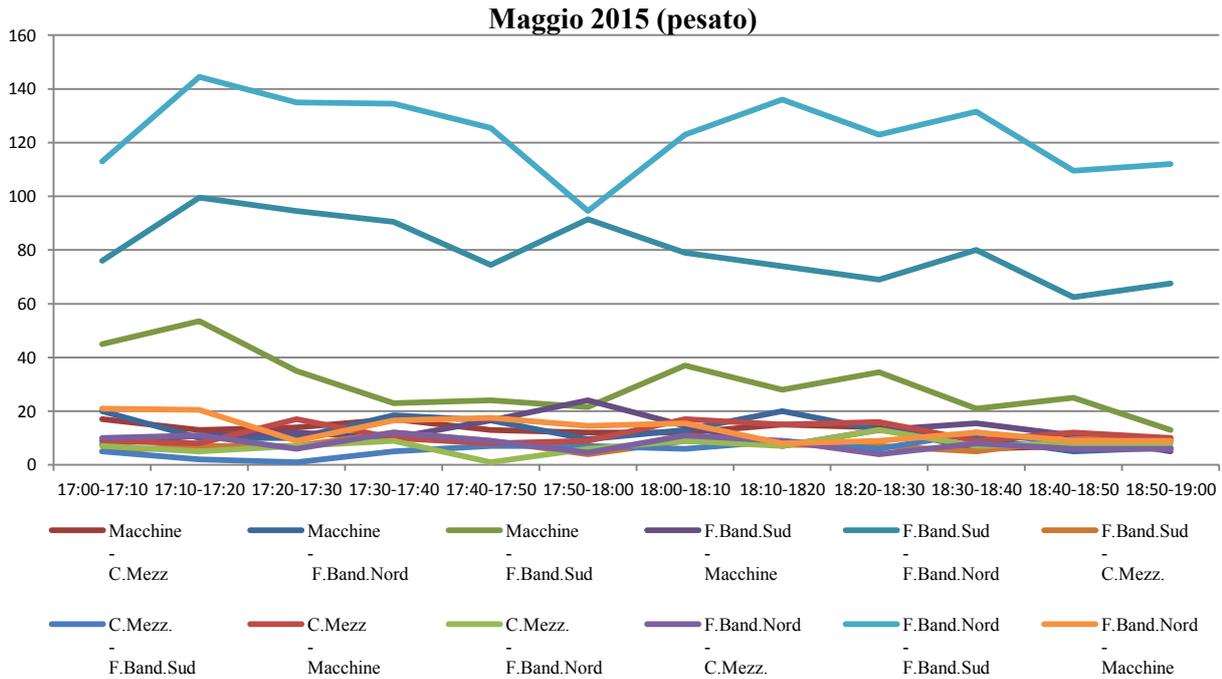


Grafico 4: flussi totali pesati, rilievo serale 17:00-19:00

Ripartizione categorie veicolari

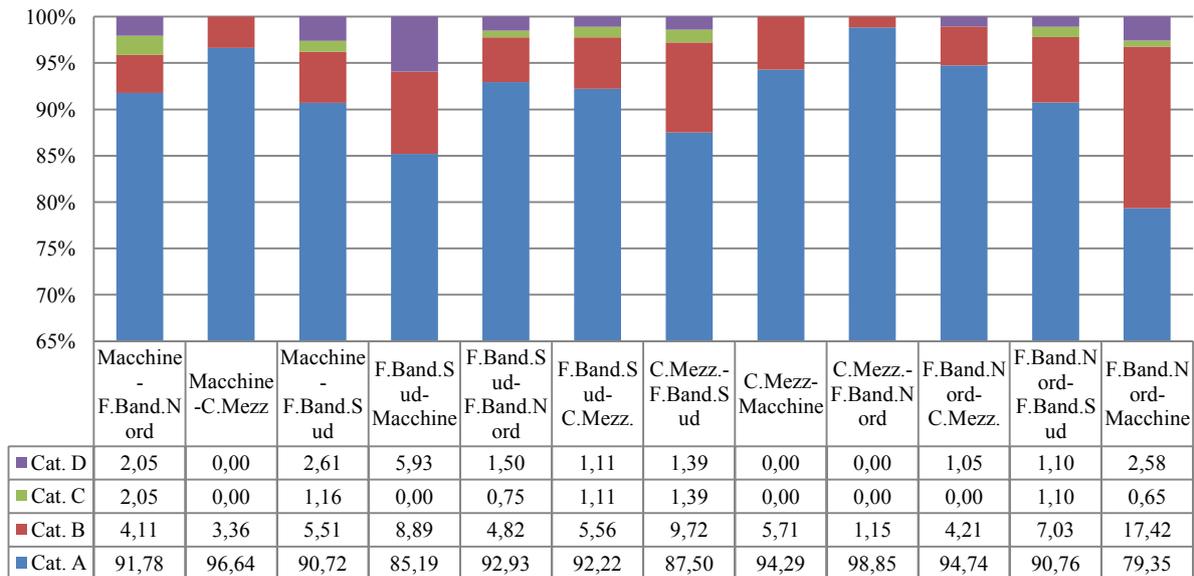


Grafico 5: ripartizione per le singole manovre delle varie categorie veicolari

Flussi totali

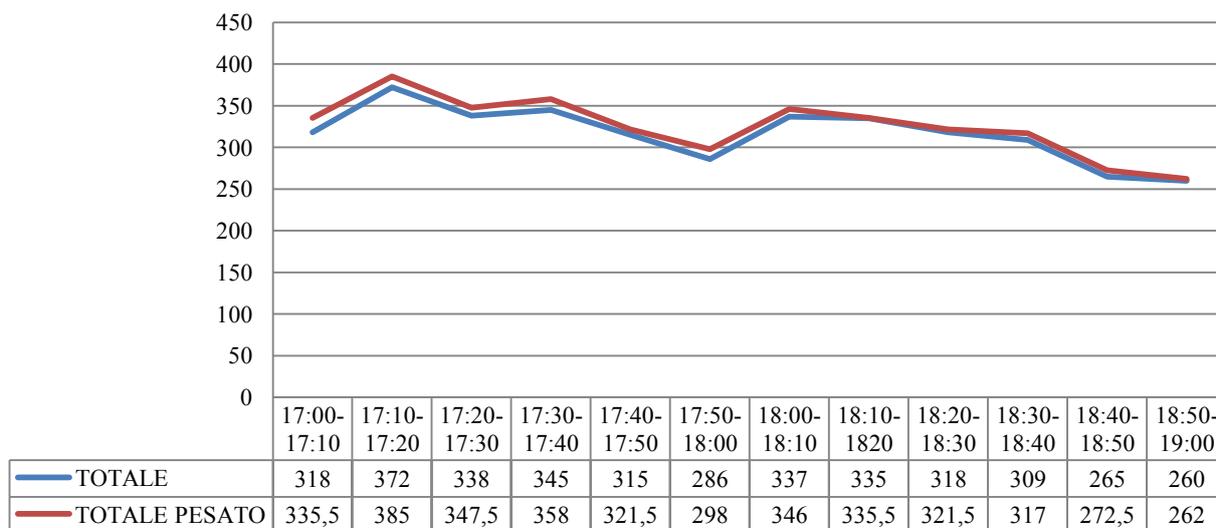


Grafico 6: flussi totali di traffico pesati e non pesati per tutte le manovre consentite

3.4.2.1 CONTROLLO PIANO SEMAFORICO

Il piano semaforico risulta essere lo stesso di quella rilevato la mattina, con le stesse considerazioni.

3.4.2.2 CONSIDERAZIONI TRATTE DAL RILIEVO

Passando alle considerazioni derivanti dalle tabelle illustrative e dai grafici precedentemente riportati, si possono notare alcuni punti interessanti:

1. Le percentuali di mezzi pesanti, per tutte le manovre, risultano essere minori rispetto al rilievo mattutino e comunque la maggior parte riguardanti le stesse manovre di entrata e uscita da via delle Macchine.
2. Le quantità di flussi che sono transitate comunque riguardano per il 63% le manovre di attraversamento dell'intersezione e, di queste, il 61% interessa la manovra 22A di attraversamento da Sud a Nord dell'intersezione. Sembra dunque che via delle Macchine sia non utilizzata particolarmente durante le ore serali.
3. L'andamento dei flussi totali mostra una tendenza alla diminuzione dei flussi di traffico durante il periodo di rilievo, questo porta a dire che, forse, la punti di flusso si ha in un periodo antecedente a quello di rilievo. Inoltre, verso la fine, si vede come il flusso totale non pesato e quello pesato vadano a coincidere sempre di più; anche se, come detto precedentemente, nei momenti di maggior differenza, l'influenza del traffico pesante sia ridotta.
4. Per le manovre che riguardano via delle macchine, quelle in uscita si può notare che esse si accomunano per la tendenza alla diminuzione dei flussi durante il periodo di rilievo. In particolare, la manovra "Macchine-C.Mezz." presenta un flusso pressoché nullo di mezzi pesanti che permane durante tutto il periodo, invece le altre due manovre ("Macchine-F.Band.Nord" e "Macchine-F.Band.Sud") presentano un'influenza, anche se leggera, di mezzi pesanti. Comunque, tra queste manovre, la più influente e con andamento più regolare è la "Macchine-F.Band.Sud".

3.5 CONFRONTO CON I DATI DI APRILE 2010

3.5.1 Condizioni di rilievo di Aprile 2010

Nel 2010 i periodi di rilievo sono stati i medesimi sia alla mattina che al pomeriggio.

Le categorie veicolari sono le medesime, eccetto fanno solo i coefficienti di equivalenza dei veicoli che, comunque, non portano a risultati troppo diversi in termini di peso del traffico.

3.5.2 • Confronto dati dell'intervallo 7:00-9:00

Si riportano a seguito dei grafici riassuntivi dei due rilievi, per la visione dettagliata dei flussi delle singole manovre per il rilievo effettuato nell'Aprile 2010, si rimanda all'Appendice A, Tabella3.

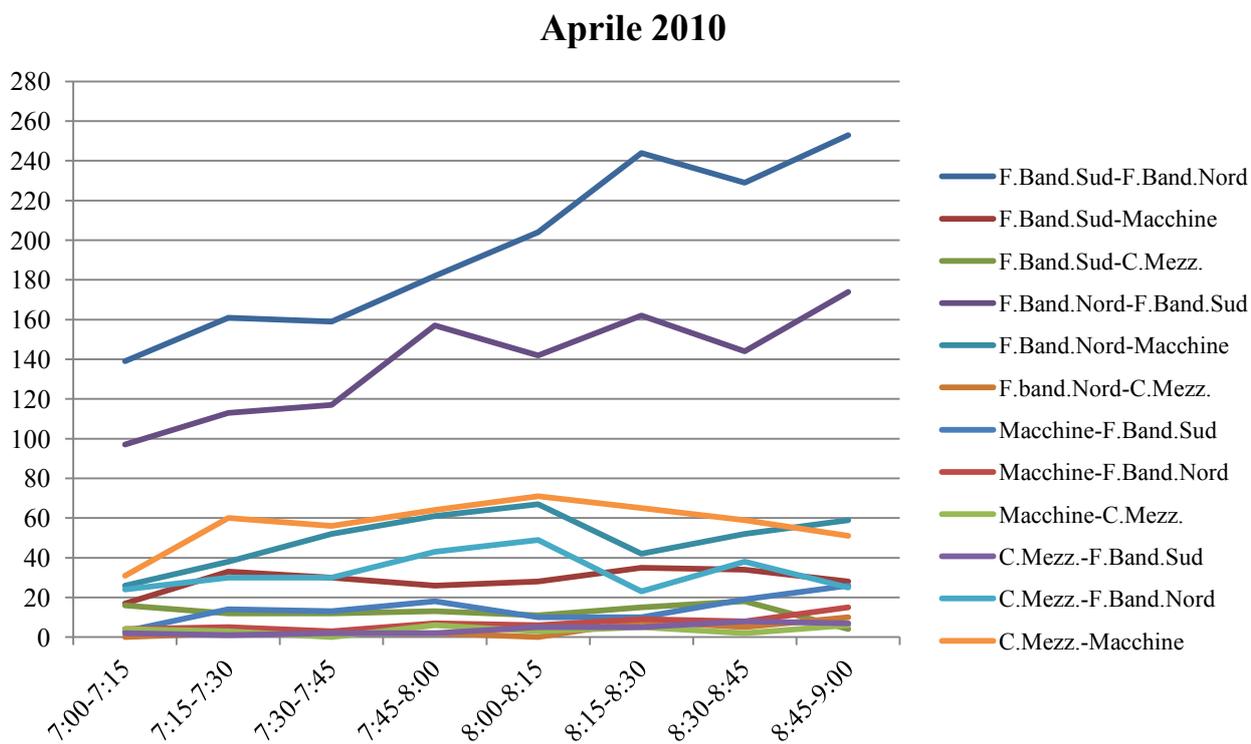


Grafico 7: flussi di traffico non pesati per tutte le manovre, Aprile 2010

Maggio 2015

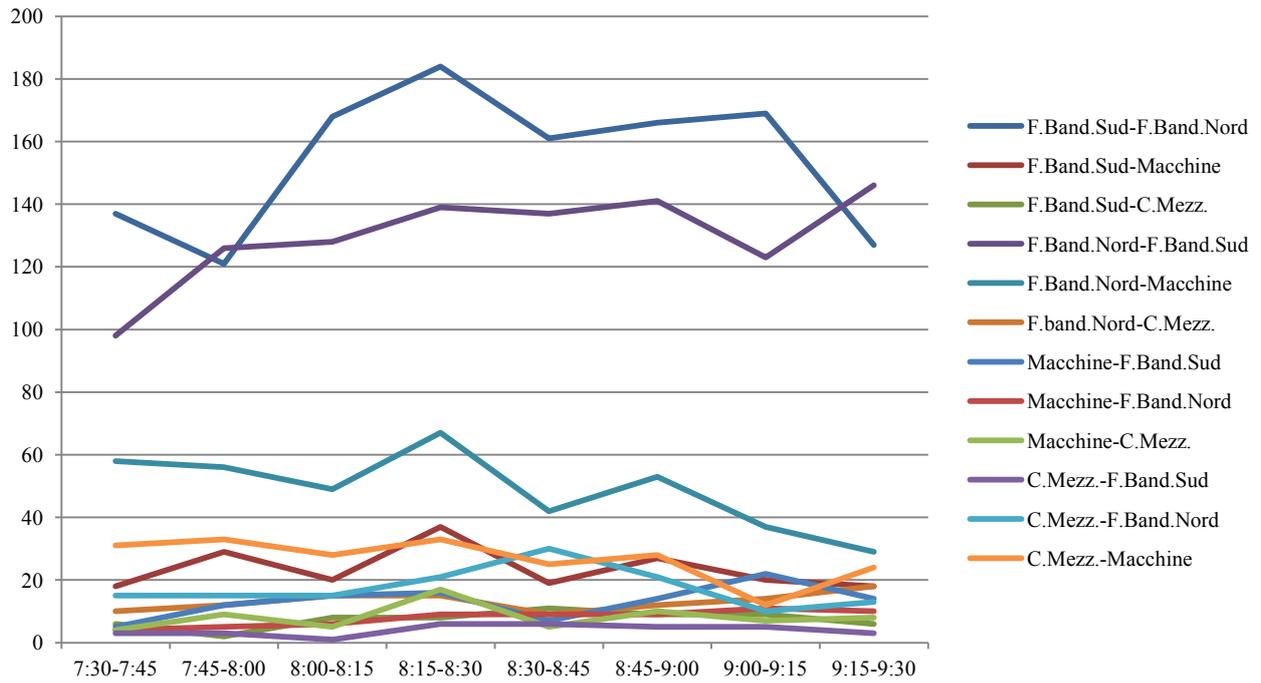


Grafico 8: flussi di traffico non pesati per tutte le manovre, Maggio 2015

Flussi totali

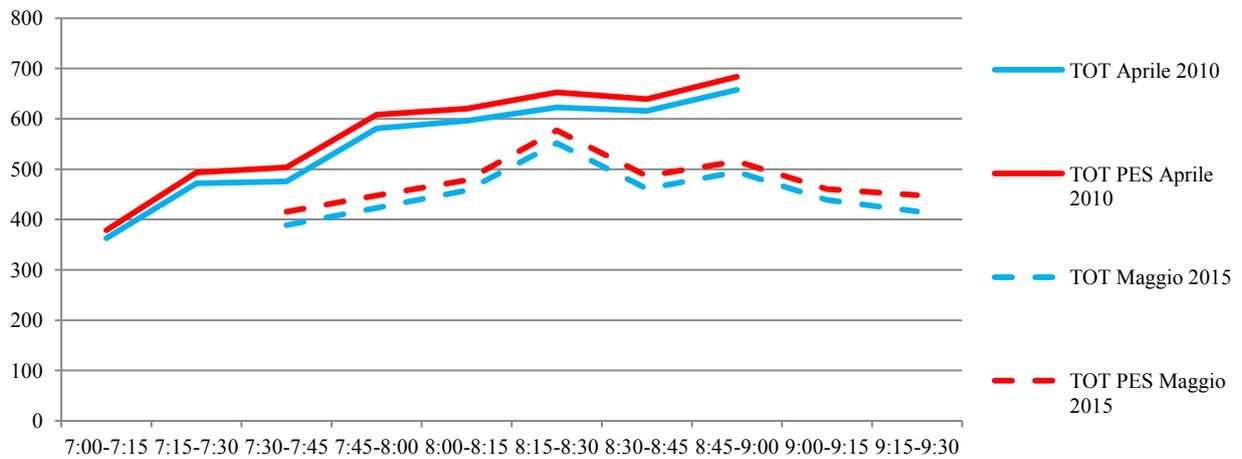


Grafico 9: flussi di traffico totali Aprile 2010 e Maggio 2015, pesati e non pesati

Per completezza si riportano anche gli istogrammi per individuare l'influenza delle varie categorie veicolari.

- Legenda:
- Cat.A: autovetture, mezzi di trasporto pubblico
 - Cat.B: Mezzi commerciali sotto le 3,5 tonnellate
 - Cat.C: mezzi commerciali superiori alle 3,5 tonnellate, non snodati
 - Cat.D: mezzi commerciali autoarticolati, compresi trattori stradali

Ripartizione categorie veicolari Aprile 2010

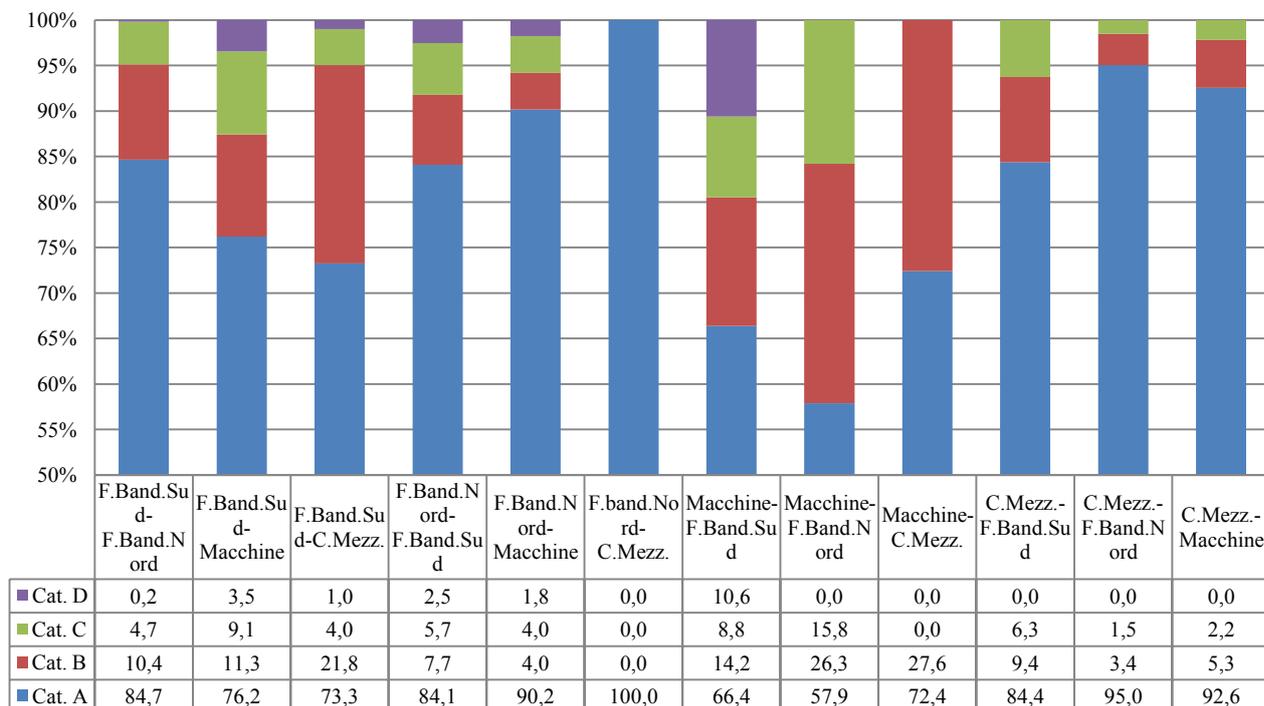


Grafico 10: istogramma dell'influenza delle categorie veicolari, periodo Aprile 2010, flussi non pesati

Ripartizione categorie veicolari Maggio 2015

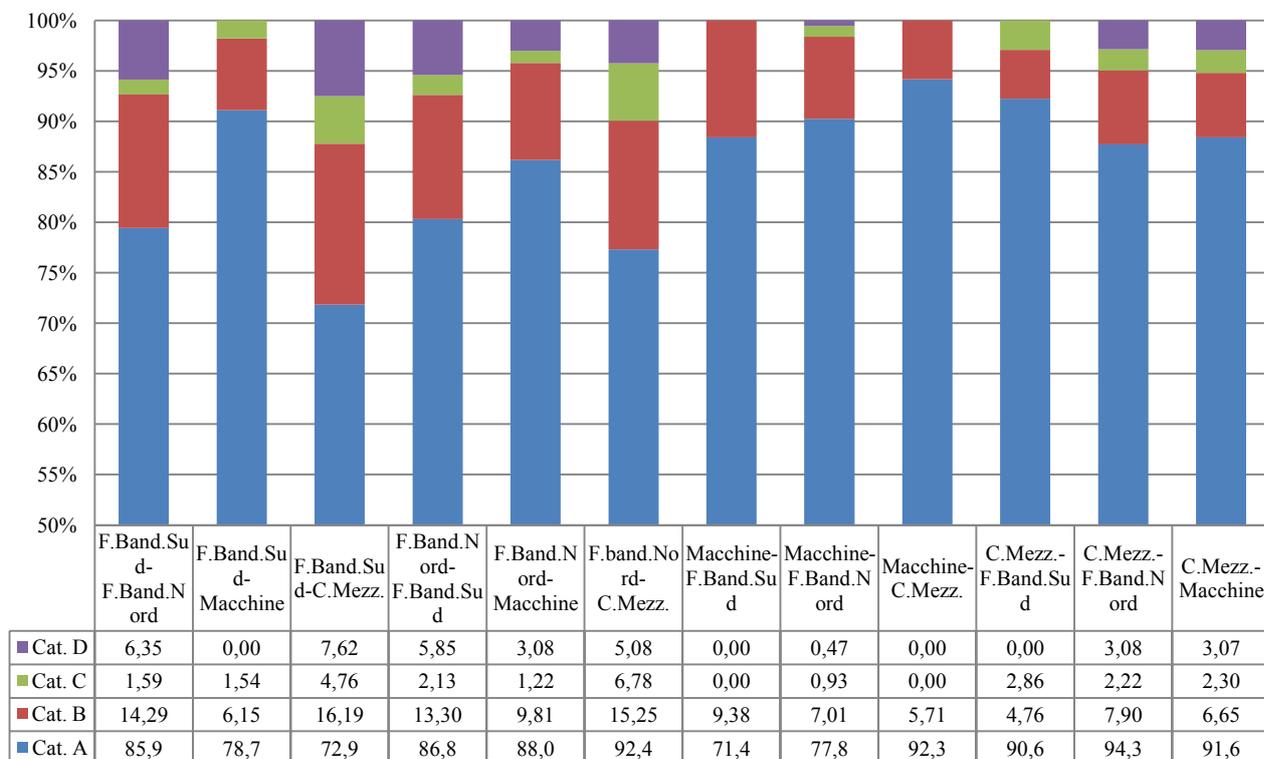


Grafico 11: istogramma dell'influenza delle categorie veicolari, periodo Maggio 2015, flussi non pesati

Analizzando le varie manovre ed escludendo variazioni dei flussi basse dovute all'aleatorietà dei dati, si possono notare però alcune sostanziali differenze.

Per la manovra "F.Band.Sud-Macchine" i flussi risultano più bassi rispetto al passato, specialmente nella seconda metà del periodo di rilievo. Lo stesso ragionamento vale per le manovre "Macchine-F.Band.Sud", "F.Band.Sud-C.Mezz.", "C.Mezz.-F.Band.Nord", "F.Band.Nord-F.Band.Sud" e "F.Band.Nord-Macchine".

Per la manovra "F.Band.Sud-F.Band.Nord" la diminuzione è ancora più rilevante, specialmente sempre nella seconda metà del rilievo. Lo stesso vale per la manovra "C.Mezz.-Macchine".

Le manovre che invece non hanno subito significanti variazioni sono le "Macchine-F.Band.Nord", "Macchine-C.Mezz.", "C.Mezz.-F.Band.Sud" e "F.Band.Nord-C.Mezz".

Fondamentalmente, c'è stata una generale diminuzione dei flussi di traffico rispetto al passato, forse a causa di un nuovo equilibrio dei flussi con la creazione di percorsi alternativi per evitare il transito puro (manovra "F.Band.Sud-F.Band.Nord" e viceversa) dell'intersezione. Sono diminuiti anche i flussi uscenti ed entranti in via delle Macchine, con flussi dei mezzi pesanti sempre pressoché nulli nel periodo di rilievo.

Dai grafici si vede come la due manovre preponderanti siano sempre la "F.Band.Sud-F.Band.Nord" e la "F.Band.Nord-F.Band.Sud" ma con andamento molto differente. In passato i flussi tendevano ad aumentare durante il periodo di rilievo senza mostrare segni di diminuzione, mentre nel presente i flussi sembrano più costanti con valori più bassi.

Per quanto riguarda la ripartizione tra le varie categorie veicolari, si noti come ad oggi (Maggio 2015) sia generalmente incrementato il flusso di mezzi pesanti autoarticolati (cat. D); fatta eccezione per le manovre Macchine-F.Band.Sud e F.Band.Sud-Macchine dove si riscontra una netta diminuzione dei mezzi pesanti, quasi ad annullarsi. Questo denota sicuramente una migrazione dei percorsi scelti dai mezzi pesanti durante i 5 anni trascorsi tra i due rilievi. Gli incrementi più rilevanti si hanno per le manovre di attraversamento dell'intersezione (Nord-Sud e viceversa) evidenziando ulteriormente quanto visto precedentemente, cioè una mutazione nell'utilizzo di tale intersezione da parte delle varie categorie veicolari.

Ora, per una visione più ampia dei flussi movimentati nelle due ore di rilievo passate e presenti, si confrontano le matrici O-D delle varie vie.

Tabella 8: matrice O-D dei volumi totali di traffico, periodo Aprile 2010

| Aprile 2010 | F.Band.Sud | F.Band.Nord | Macchine | C.Mezz. | TOT |
|--------------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|
| F.Band.Sud | | 1571 | 231 | 101 | 1903 |
| F.Band.Nord | 1106 | | 397 | 29 | 1532 |
| Macchine | 113 | 57 | | 29 | 199 |
| C.Mezz. | 32 | 262 | 457 | | 751 |
| TOT | 1251 | 1890 | 1085 | 159 | 4385 |

Tabella 9: matrice O-D dei volumi totali di traffico, tempo presente

| Maggio 2015 | F.Band.Sud | F.Band.Nord | Macchine | C.Mezz. | TOT |
|--------------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|
| F.Band.Sud | | 1233 | 188 | 59 | 1480 |
| F.Band.Nord | 1038 | | 391 | 105 | 1534 |
| Macchine | 105 | 63 | | 65 | 233 |
| C.Mezz. | 32 | 140 | 214 | | 386 |
| TOT | 1175 | 1436 | 793 | 229 | 3633 |

Nelle precedenti tabelle sono stati indicati in verde i valori che, rispetto a quelli passati, hanno subito una diminuzione, in arancio quelli che non sono variati significativamente e in rosso quelli che sono aumentati. Come si nota, in generale c'è stata una diminuzione dei flussi di traffico, eccetto per alcune manovre. In modo particolare le manovre da e per via delle Macchine non hanno subito grandi variazioni di flusso, specialmente per quanto riguarda il traffico pesante. Le uniche variazioni significative sono state quelle provenienti da via Fratelli Bandiera Sud verso le altre destinazioni; questo conferma una variazione di percorsi avvenuta in questa anni per le direttrici Sud-Nord.

Per quanto riguarda il **ciclo semaforico**, esso risulta essere lo stesso per quanto riguarda il susseguirsi delle manovre con il via libera, cambiano solo leggermente i tempi di durata del verde e la durata totale del ciclo che passa da 90 a 100 secondi totali.

Forse in futuro vedremo un'ulteriore diminuzione e costanza dei flussi di traffico grazie alla creazione di nuove arterie stradali a più alta capacità. Da tenere conto sarà l'eventuale aumento del flusso dei mezzi pesanti a causa del futuro aumento dei flussi di merci da e per il porto [1].

3.5.3 • Confronto dati dell'intervallo 17:00-19:00

Come prima, per la visione dettagliata dei flussi delle singole manovre, con suddivisione per le categorie veicolari, si rimanda all'Appendice A, Tabella 4.

Mettiamo ora a confronto i principali grafici di flussi riportati di seguito.

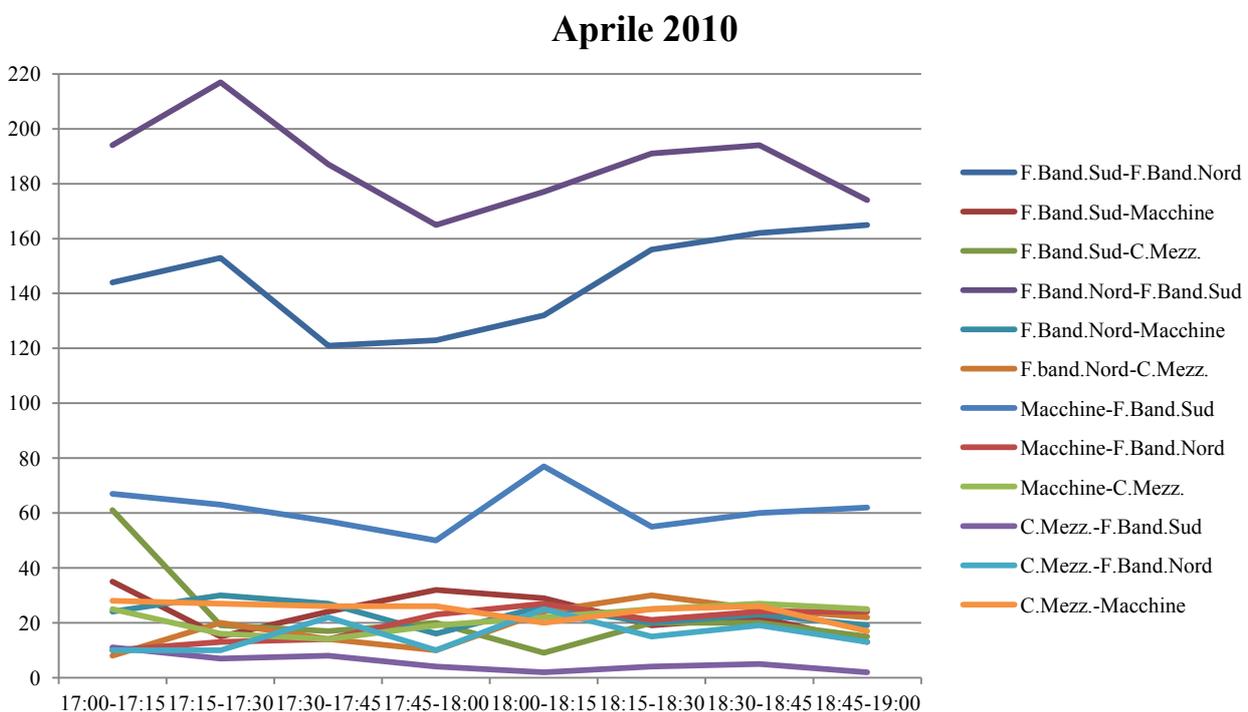


Grafico 12: flussi di traffico non pesanti per tutte le manovre, Aprile 2010

Maggio 2015

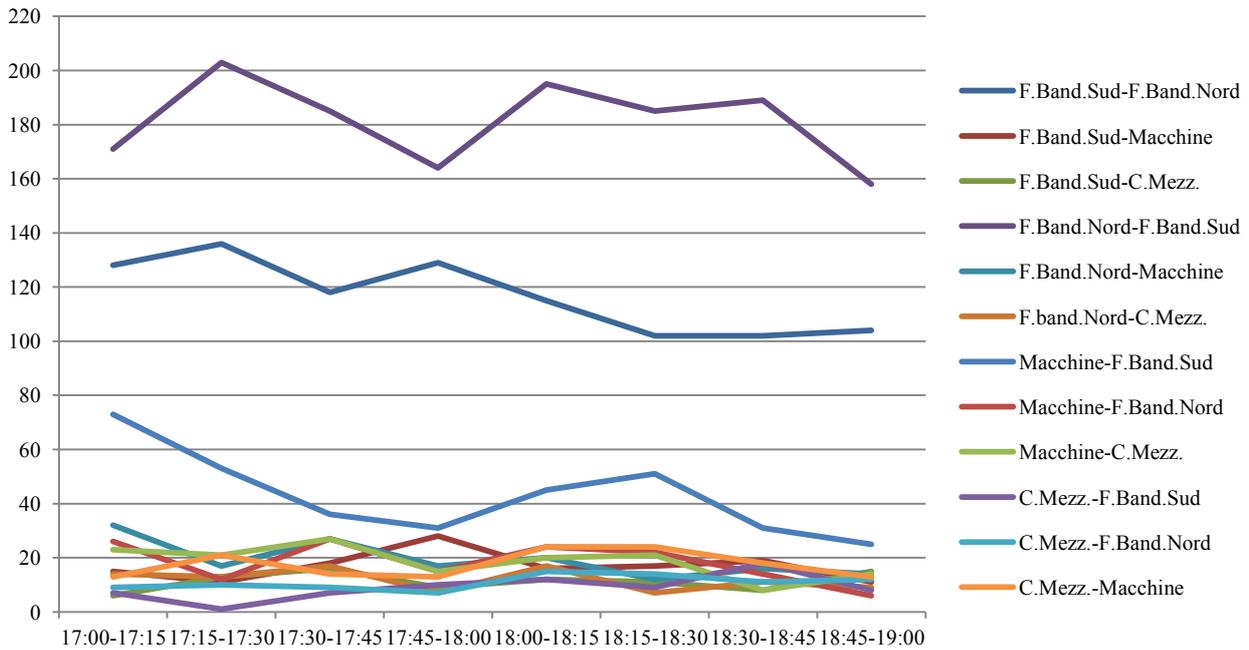


Grafico 13: flussi di traffico non pesati per tutte le manovre, Maggio 2015

Come fatto per il rilievo mattutino, si riportano anche gli istogrammi delle ripartizioni modali.

- Legenda:
- Cat.A: autovetture, mezzi di trasporto pubblico
 - Cat.B: Mezzi commerciali sotto le 3,5 tonnellate
 - Cat.C: mezzi commerciali superiori alle 3,5 tonnellate, non snodati
 - Cat.D: mezzi commerciali autoarticolati, compresi trattori stradali

Ripartizione categorie veicolari Aprile 2010

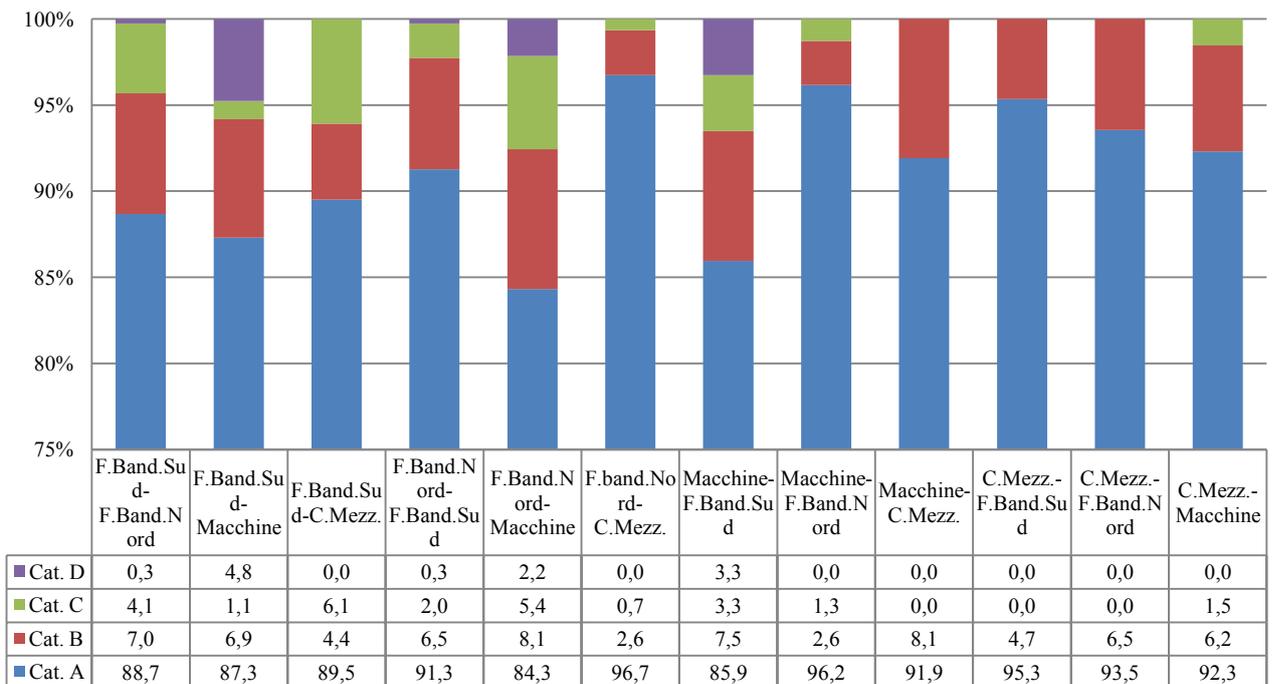


Grafico 14: istogramma dell'influenza delle categorie veicolari, periodo Aprile 2010, flussi non pesati

Ripartizione categorie veicolari Maggio 2015

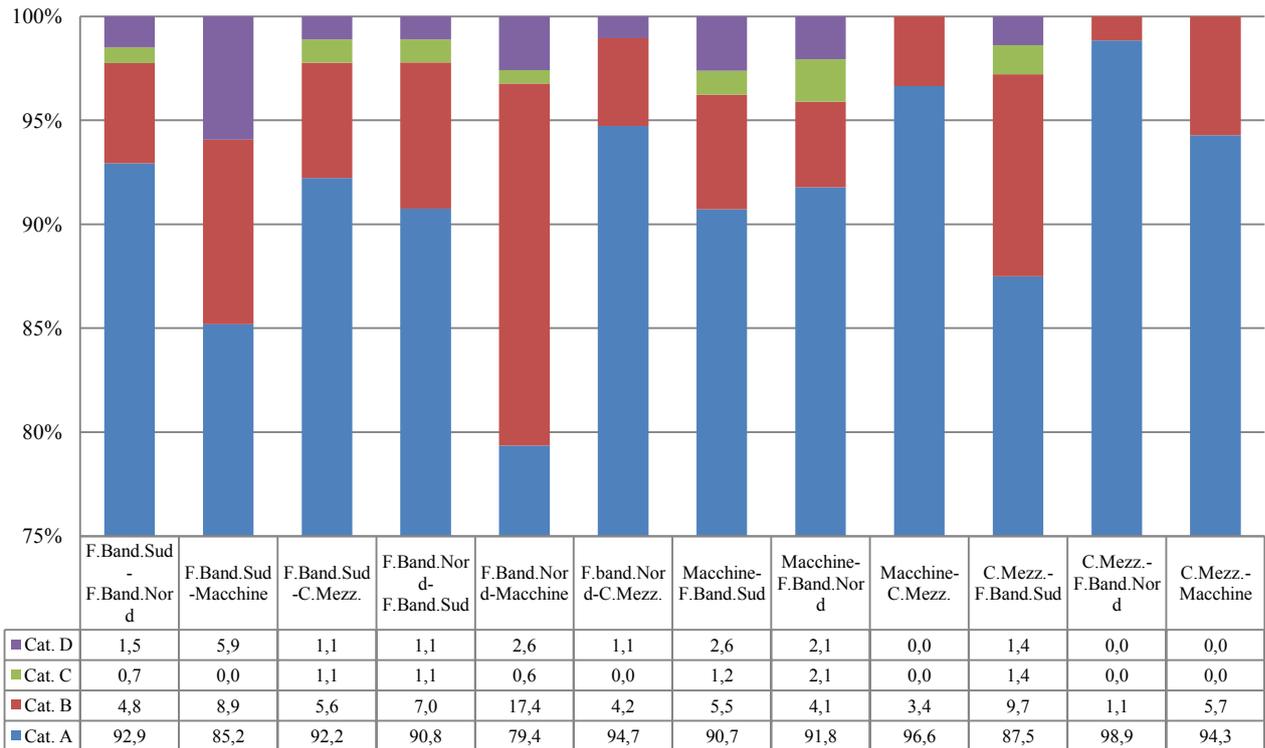


Grafico 15: istogramma dell'influenza delle categorie veicolari, periodo Maggio 2015, flussi non pesati

Flussi totali

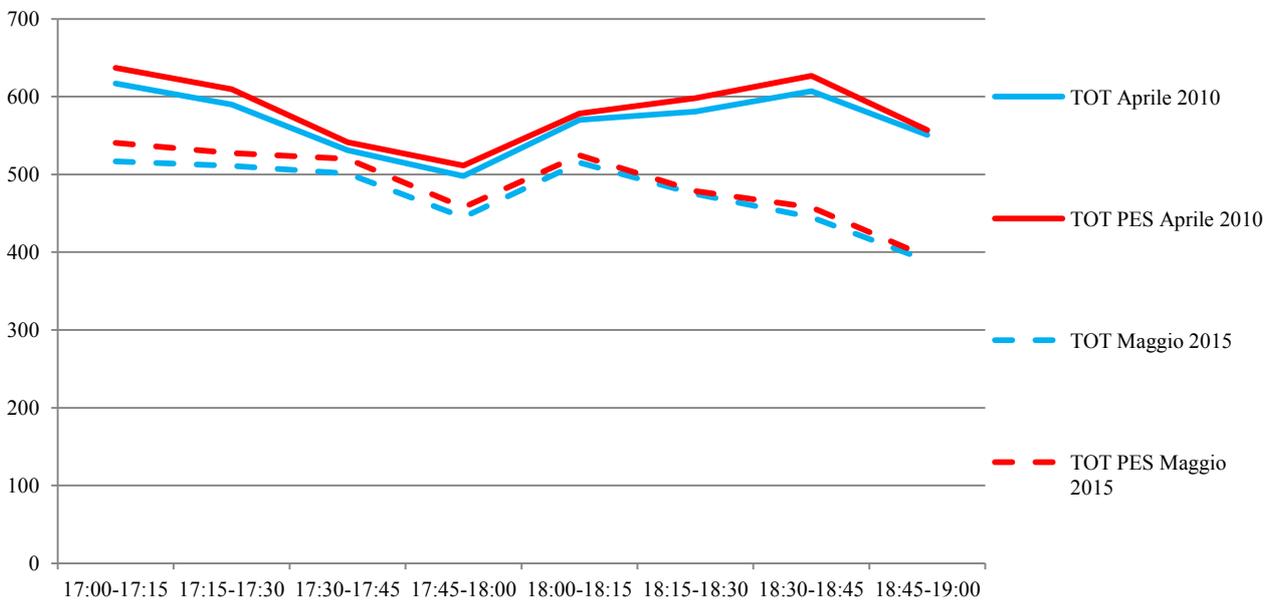


Grafico 16: flussi di traffico totali passati e presenti, pesati e non pesati

Analizzando come fatto precedentemente le tabelle riassuntive, anche qui si possono trarre delle interessanti considerazioni.

La manovra “F. Band. Nord - F. Band. Sud” presente sembra, in prima analisi, rispecchiare molto bene l’andamento della stessa manovra in tempo passato, con anche gli stessi valori di flusso. La

manovra opposta (“F.Band.Sud-F.Band.Nord”) invece, presenta lo stesso valore iniziale, ma il flusso presente tende a diminuire invece di aumentare come nel caso passato.

Infine la manovra “F.Band.Nord-Macchine” sembra possedere lo stesso andamento del passato, con un leggero picco al centro del periodo di rilievo.

Le altre manovre, di entità molto più basse, sembrano non essere variate molto rispetto al passato, anche a causa dell’aleatorietà dei dati rilevati in entrambi i casi.

Per quanto riguarda la ripartizione modale, si può notare che, come nel rilievo mattutino, i volumi dei mezzi pesanti autoarticolati (cat.D) siano generalmente aumentati negli ultimi 5 anni, fatta eccezione per la manovra Macchine-F.Band.Sud, dove si nota una lievissima diminuzione. Anche qui si può trarre la conclusione che tale intersezione ha mutato il suo ruolo in intersezione di transito, specialmente per quanto riguarda i mezzi pesanti della categoria D.

Passando ai volumi totali di flusso transitati nella sezione, si vede come ci sia stata una diminuzione di essi, specialmente nei periodi iniziali e finali del rilievo. L’andamento risulta pressoché identico, specialmente nella parte centrale dove le due linee si avvicinano molto.

L’andamento dei flussi pesati e non è molto simile in entrambi i periodi temporali, con un’iniziale scostamento evidente e alla fine un raccordo quasi completo prima della fine del rilievo; questo denota la diminuzione del traffico pesante durante il periodo di rilievo, fino quasi a scomparire.

Ora, per una visione più ampia dei flussi movimentati nelle due ore di rilievo passate e presenti, si confrontano le matrici O-D delle varie vie.

Tabella 10: matrice O-D dei volumi totali di traffico, tempo passato

| Aprile 2010 | F.Band.Sud | F.Band.Nord | Macchine | C.Mezz. | TOT |
|--------------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|
| F.Band.Sud | | 1156 | 189 | 181 | 1526 |
| F.Band.Nord | 1499 | | 185 | 153 | 1837 |
| Macchine | 491 | 156 | | 173 | 820 |
| C.Mezz. | 43 | 124 | 195 | | 362 |
| TOT | 2033 | 1436 | 569 | 507 | 4545 |

Tabella 11: matrice O-D dei volumi totali di traffico, tempo presente

| Maggio 2015 | F.Band.Sud | F.Band.Nord | Macchine | C.Mezz. | TOT |
|--------------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|
| F.Band.Sud | | 934 | 135 | 90 | 1159 |
| F.Band.Nord | 1450 | | 155 | 95 | 1700 |
| Macchine | 345 | 146 | | 149 | 640 |
| C.Mezz. | 72 | 87 | 140 | | 299 |
| TOT | 1867 | 1167 | 430 | 334 | 3798 |

Dalle tabelle si nota una generale diminuzione dei flussi, come confermato dai grafici precedentemente commentati. Vediamo anche qui come sia aumentata l’importanza degli spostamenti che riguardano via Carlo Mezzacapo, questo sicuramente è dovuto ad una modifica della viabilità locale che ha ricollocato degli spostamenti che prima non interessavano questa intersezione.

Via delle Macchine risulta meno caricata rispetto al passato anche se i volumi di mezzi pesanti sono rimasti i medesimi. Tale diminuzione del traffico leggero quindi, sembra dia la possibilità di accogliere un futuro aumento dei volumi di traffico pesante.

Per quanto riguarda l’impianto semaforico, si possono trarre le medesime conclusioni fatte nel periodo di rilievo della mattina.

4 INCROCIO SS11 – VIA MALCONTENTA

4.1 INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'intersezione trattata è situata nella zona Sud di accesso all'area portuale di Porto Marghera. Questa risulta essere un'intersezione cruciale per la viabilità in quanto da essa si immette la maggior parte del traffico. A seguito si riporta la sua ubicazione.



Figura 17: localizzazione dell'intersezione tra SS11 e via Malcontenta

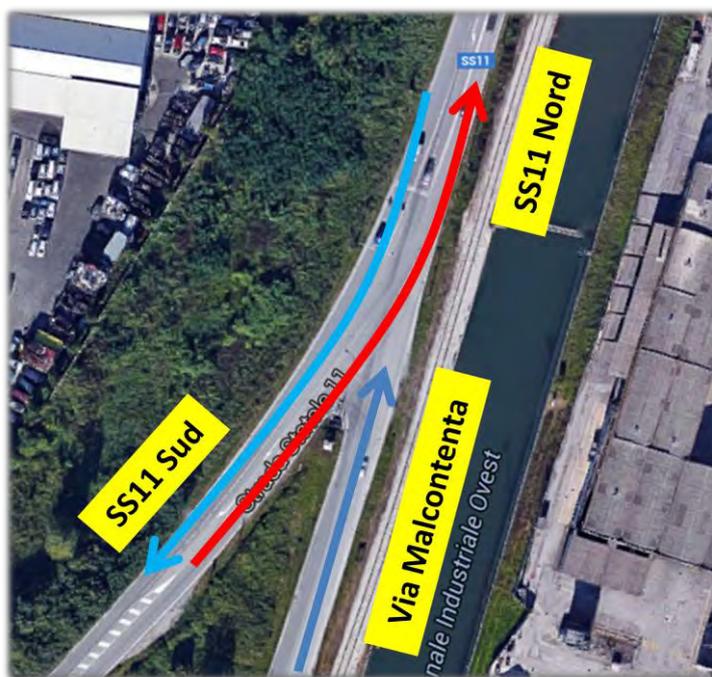


Figura 18: definizione delle vie interessate

4.1.1 PROGETTAZIONE DEL RILIEVO

4.1.1.1 Fasi semaforiche

La struttura delle manovre possibili per chi impegna l'intersezione è la seguente:



Figura 19: indicazione delle manovre possibili

Tali manovre sono suddivise in due fasi semaforiche.

Fase 1

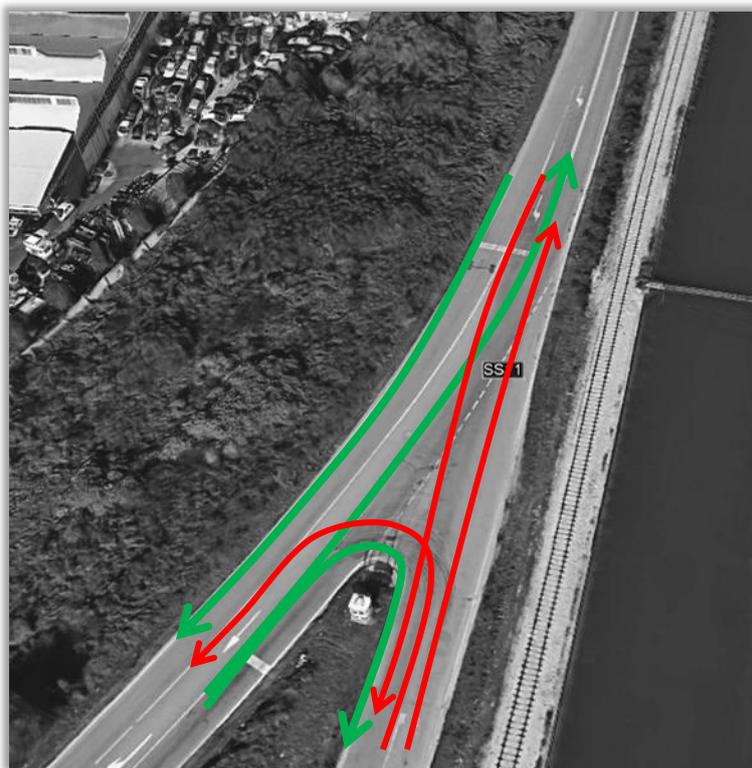


Figura 20: manovre con via libera per la fase semaforica 1

Fase 2

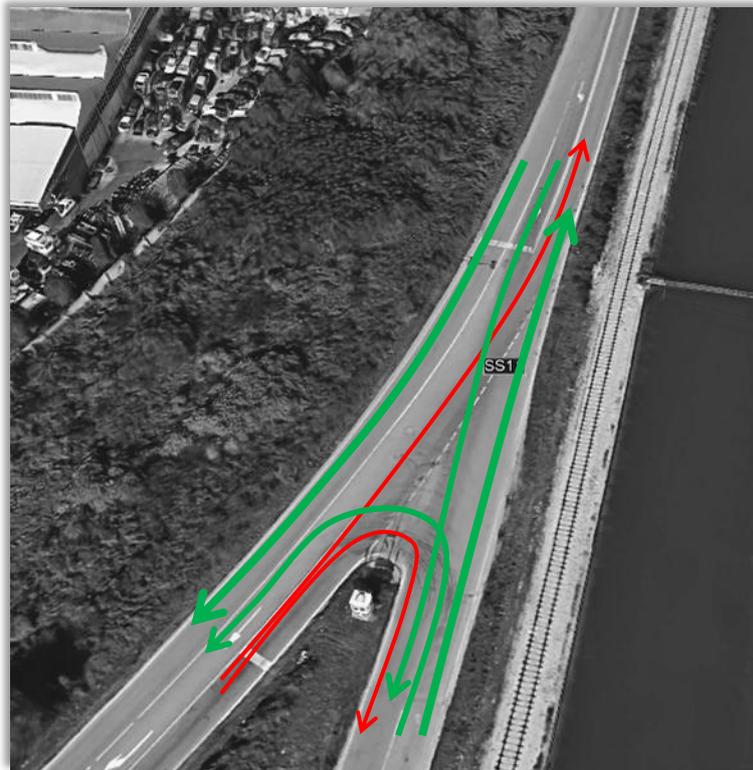


Figura 21: manovre con via libera per la fase semaforica 1

4.2 MODALITÀ DI RILIEVO

Un primo sguardo all'intersezione ha dato la possibilità di definire la seguente postazione che gode di ottima visibilità per le varie manovre. A causa della situazione è stato possibile l'utilizzo di una sola videocamera per il rilievo.



Figura 22: collocazione della videocamera per il rilievo

Tale posizione della telecamera ha permesso la visione di tutte le manovre veicolari nelle varie fasi semaforiche senza l'oscuramento da parte di veicoli ingombranti transitanti l'intersezione.

4.3 RESTITUZIONE DATI

4.3.1 • PERIODO MATTINA 7:00-9:00

I dati raccolti hanno fornito i seguenti risultati, utilizzando la seguente nomenclatura

Tabella 12: nomenclatura delle manovre possibili

| | SS11 Sud | SS11 Nord | via Malcontenta |
|-----------------|-----------|------------|-----------------|
| SS11 Sud | X | Sud-Nord | Sud-Malc. |
| SS11 Nord | Nord-Sud | X | Nord-Malc. |
| via Malcontenta | Malc.-Sud | Malc.-Nord | X |

A seguito vengono riportati la tabella dei flussi totali delle singole manovre e i diagrammi di flusso principali, per la visione della tabella contenente tutti i dati delle singole manovre e i relativi grafici si rimanda all'appendice B (tabella 1, grafici 1-6)

Tabella 13: tabella dei volumi di traffico non pesati per le varie manovre

| MANOVRA | CAT. VEIC. | 7:20- 7:30 | 7:30- 7:40 | 7:40- 7:50 | 7:50- 8:00 | 8:00- 8:10 | 8:10- 8:20 | 8:20- 8:30 | 8:30- 8:40 | 8:40- 8:50 | 8:50- 9:00 | 9:00- 9:10 | 9:10- 9:20 | 9:20- 9:30 | TOTAL E | % |
|----------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|-------|
| Nord-Sud | A | 18 | 23 | 18 | 37 | 29 | 32 | 30 | 23 | 33 | 34 | 37 | 37 | 29 | 380 | 67,0 |
| | B | 2 | 3 | 5 | 2 | 8 | 8 | 11 | 4 | 6 | 7 | 8 | 11 | 8 | 83 | 14,6 |
| | C | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 20 | 3,5 |
| | D | 7 | 4 | 12 | 2 | 3 | 4 | 5 | 12 | 6 | 13 | 4 | 6 | 6 | 84 | 14,8 |
| | tot | 28 | 32 | 36 | 42 | 41 | 47 | 48 | 42 | 45 | 57 | 49 | 54 | 46 | 567 | 100,0 |
| | tot pesato | 39 | 39 | 54,5 | 45,5 | 46 | 54,5 | 56,5 | 61,5 | 54 | 78 | 55 | 63 | 56,5 | 703 | |
| Sud-Nord | A | 66 | 78 | 62 | 77 | 80 | 80 | 79 | 80 | 94 | 84 | 76 | 62 | 58 | 976 | 77,6 |
| | B | 16 | 10 | 12 | 13 | 13 | 4 | 7 | 10 | 12 | 8 | 5 | 7 | 6 | 123 | 9,8 |
| | C | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 18 | 1,4 |
| | D | 5 | 16 | 10 | 11 | 9 | 11 | 14 | 12 | 8 | 9 | 12 | 16 | 8 | 141 | 11,2 |
| | tot | 88 | 107 | 86 | 104 | 104 | 96 | 100 | 102 | 116 | 103 | 93 | 86 | 73 | 1258 | 100,0 |
| | tot pesato | 96 | 132,5 | 102 | 122 | 118,5 | 113 | 121 | 120 | 129 | 117,5 | 111 | 110,5 | 85,5 | 1479 | |
| Sud-Malc. | A | 7 | 7 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 35 | 70,0 |
| | B | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 8 | 16,0 |
| | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| | D | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 7 | 14,0 |
| | tot | 7 | 10 | 2 | 7 | 5 | 1 | 5 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 4 | 50 | 100,0 |
| | tot pesato | 7 | 11,5 | 2 | 11,5 | 5 | 1 | 5 | 1 | 3 | 4,5 | 1 | 1 | 7 | 61 | |
| Nord-Malc. | A | 40 | 50 | 40 | 42 | 26 | 33 | 31 | 22 | 32 | 26 | 21 | 23 | 16 | 402 | 71,2 |
| | B | 5 | 6 | 4 | 12 | 7 | 8 | 12 | 11 | 5 | 5 | 7 | 7 | 9 | 98 | 17,3 |
| | C | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 8 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 0 | 25 | 4,4 |
| | D | 3 | 3 | 8 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 1 | 7 | 3 | 40 | 7,1 |
| | tot | 50 | 60 | 53 | 58 | 34 | 50 | 45 | 36 | 42 | 38 | 30 | 41 | 28 | 565 | 100,0 |
| | tot pesato | 55,5 | 65 | 65,5 | 63 | 35,5 | 55,5 | 47 | 38,5 | 47,5 | 46,5 | 32 | 53,5 | 32,5 | 638 | |
| Malc.-Nord | A | 26 | 39 | 31 | 32 | 37 | 40 | 31 | 42 | 39 | 41 | 24 | 22 | 27 | 431 | 70,9 |
| | B | 10 | 9 | 2 | 5 | 11 | 3 | 6 | 6 | 10 | 8 | 11 | 8 | 5 | 94 | 15,5 |
| | C | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 3 | 3 | 3 | 0 | 20 | 3,3 |
| | D | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 12 | 1 | 1 | 4 | 5 | 7 | 4 | 6 | 63 | 10,4 |
| | tot | 41 | 53 | 40 | 43 | 53 | 57 | 40 | 49 | 55 | 57 | 45 | 37 | 38 | 608 | 100,0 |
| | tot pesato | 48,5 | 59,5 | 48,5 | 51 | 59,5 | 76 | 42,5 | 50,5 | 62 | 66 | 57 | 44,5 | 47 | 713 | |
| Malc.-Sud | A | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 8 | 38,1 |
| | B | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 7 | 33,3 |
| | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4,8 |
| | D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 5 | 23,8 |
| | tot | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 4 | 6 | 1 | 2 | 21 | 100,0 |
| | tot pesato | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 7,5 | 9 | 1 | 3,5 | 29 | |
| TOTALE | | 214 | 263 | 218 | 256 | 237 | 251 | 240 | 230 | 263 | 262 | 224 | 220 | 191 | 3069 | |
| TOTALE PESATO | | 246 | 308,5 | 273,5 | 295 | 264,5 | 300 | 274 | 271,5 | 297,5 | 320 | 265 | 273,5 | 232 | 3621 | |

Tabella 14: tabella dei coefficienti di omogeneizzazione

| | Categoria veicolare | Coef. | unità |
|---|----------------------------------|-------|---------------|
| A | auto, mezzi pubblici | 1 | autov. equiv. |
| B | mezzi commerciali leggeri | 1 | autov. equiv. |
| C | mezzi commerciali pesanti | 1,5 | autov. equiv. |
| D | mezzi commerciali autoarticolati | 2,5 | autov. equiv. |

Si riportano ora i principali grafici riassuntivi:

Totale (non pesato)

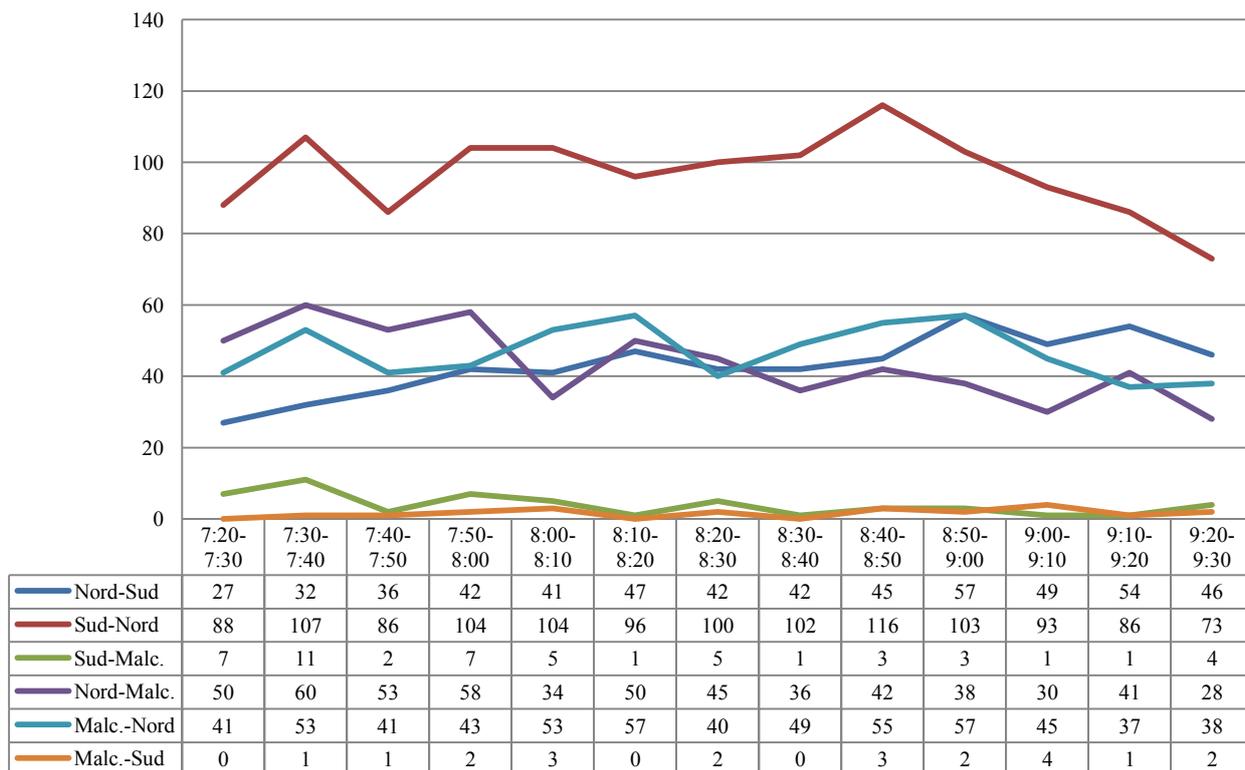


Grafico 17: flussi totali suddivisi per manovra, non pesati

Totale (pesato)

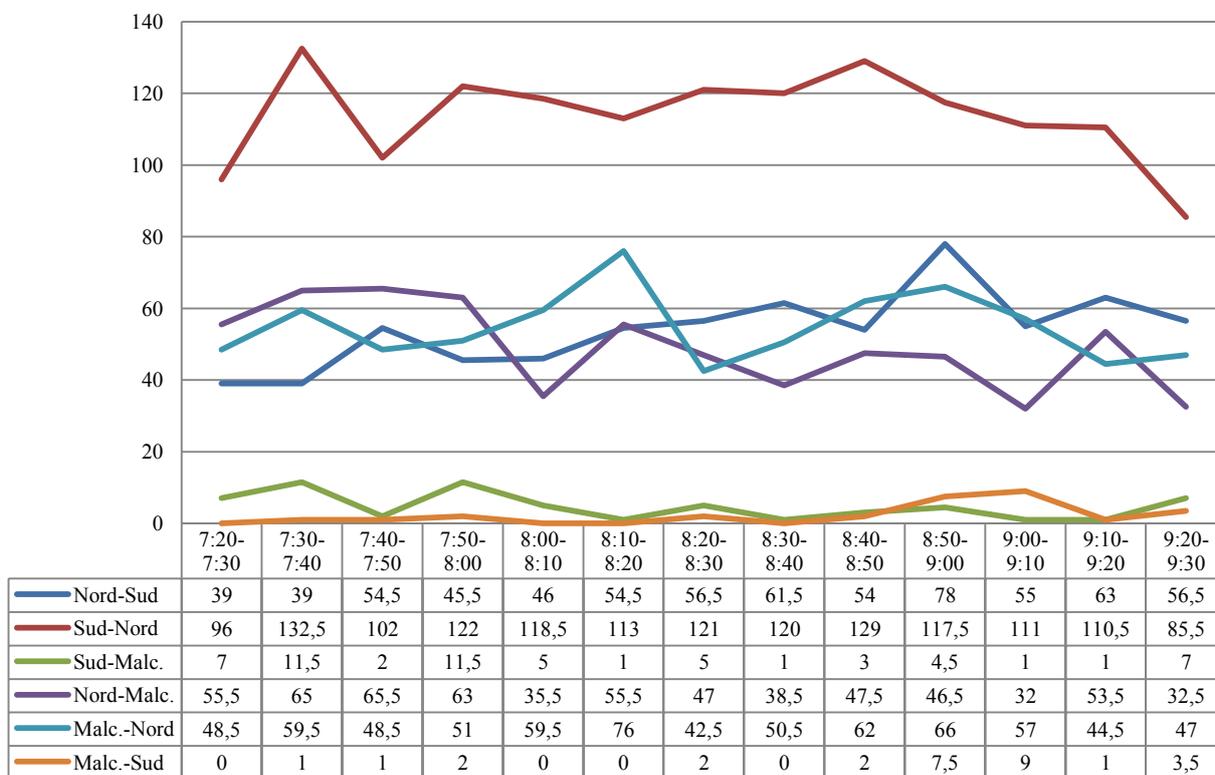


Grafico 18: flussi totali suddivisi per manovra, pesati

**Ripartizione categorie veicolari
Maggio 2015**

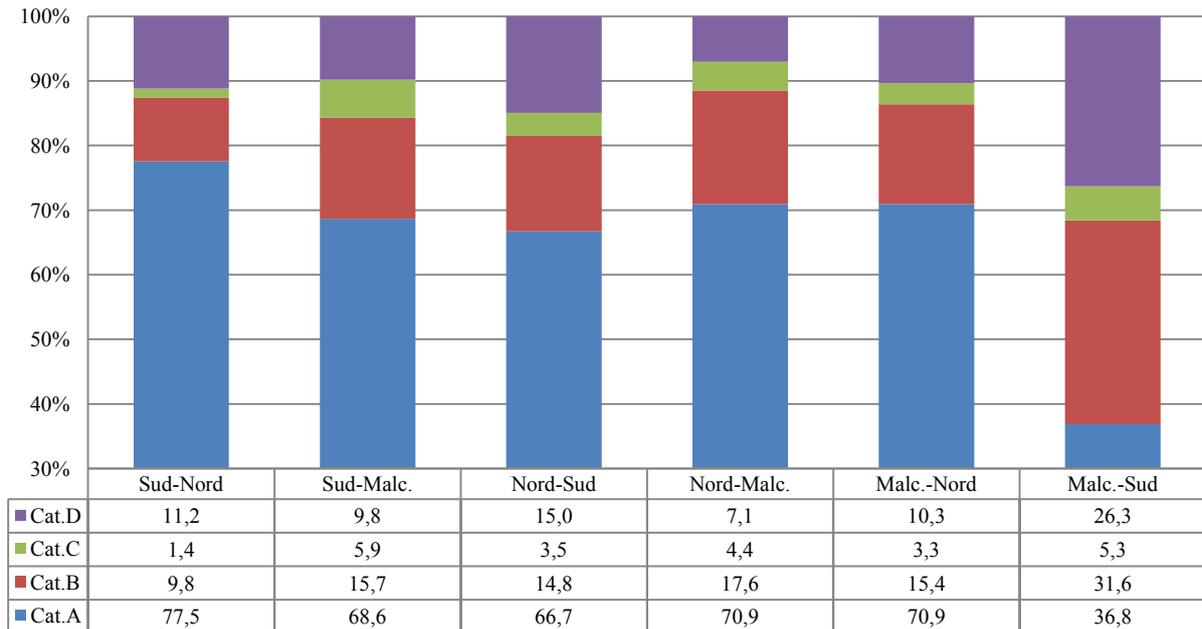


Grafico 19: suddivisione dei flussi totali per categoria veicolare, rilievo Maggio 2015, 7:30-9:30

Totale pesati-non pesati

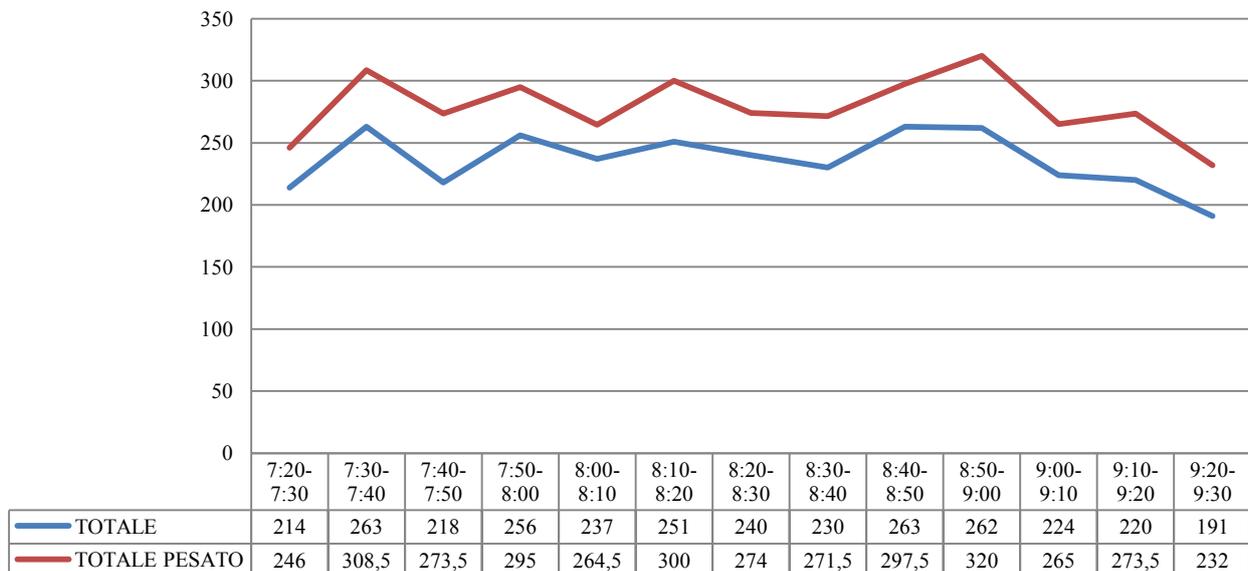


Grafico 19: confronto tra flussi totali pesati e non pesati

4.3.1.1 CONTROLLO PIANO SEMAFORICO

Il piano semaforico rilevato risulta essere non continuo ma altalenante nel tempo, con cambi dei tempi di verde da una fase alla successiva che potrebbero essere imputati ad un impianto semaforico attuato dal traffico.

Nello specifico, riguardando le registrazioni video, si è segnato il momento in cui scattava il verde per ogni fase semaforica, ottenendo così dati che, sommati e sottratti in modo opportuno hanno dato la possibilità di individuare le durate di verde + arancione per ogni fase semaforica e la durata totale del ciclo semaforico. Sono stati inoltre rilevati il numero di veicoli che transitavano per ogni fase di verde.

Vengono riportati a seguito i grafici riassuntivi per la fase semaforica 1, cioè con via libera per le manovre “Sud-Nord” e “Sud-Malc.”. La manovra “Nord-Sud” non viene considerata in quanto ha sempre il via libera.

numero di passaggi per ogni verde (fase 1)

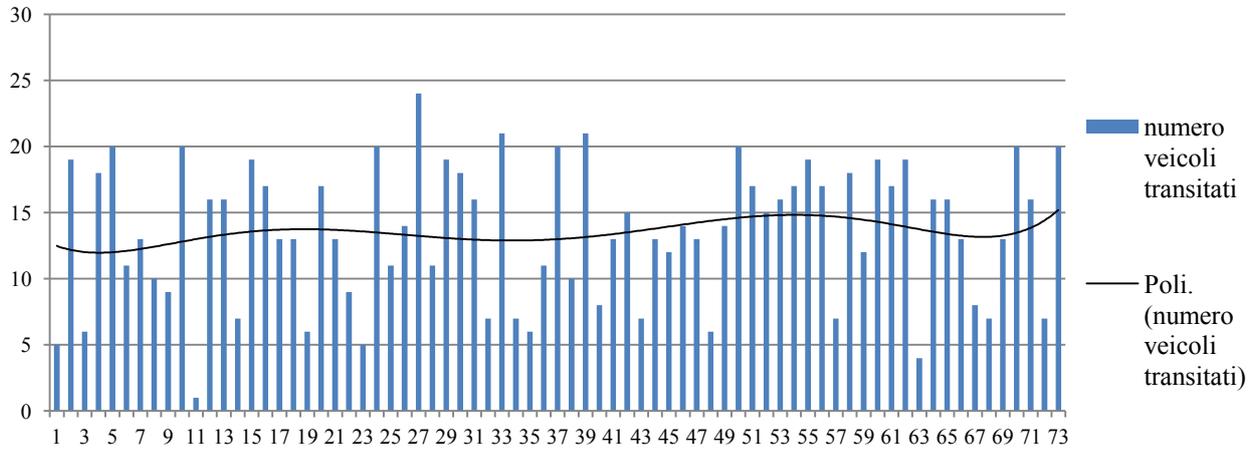


Grafico 20: numero di veicoli transitati per ogni fare di verde della fase semaforica 1

Durata verde+arancione (fase 1)

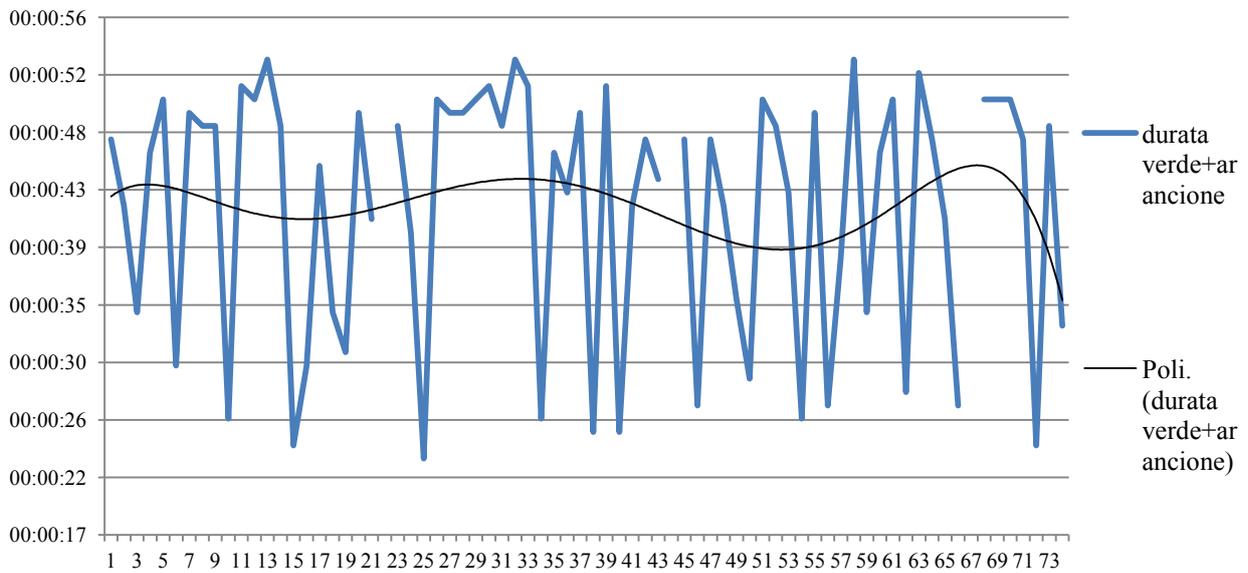


Grafico 21: durata del tempo di verde+arancione per la fase semaforica 1

Vediamo ora i medesimi dati per le manovre della fase semaforica 2, cioè il via libera per le manovre “Nord-Malc.”, “Malc.-Nord”, “Malc.-Sud”.

Numero di passaggi per ogni verde (fase 2, da Nord)

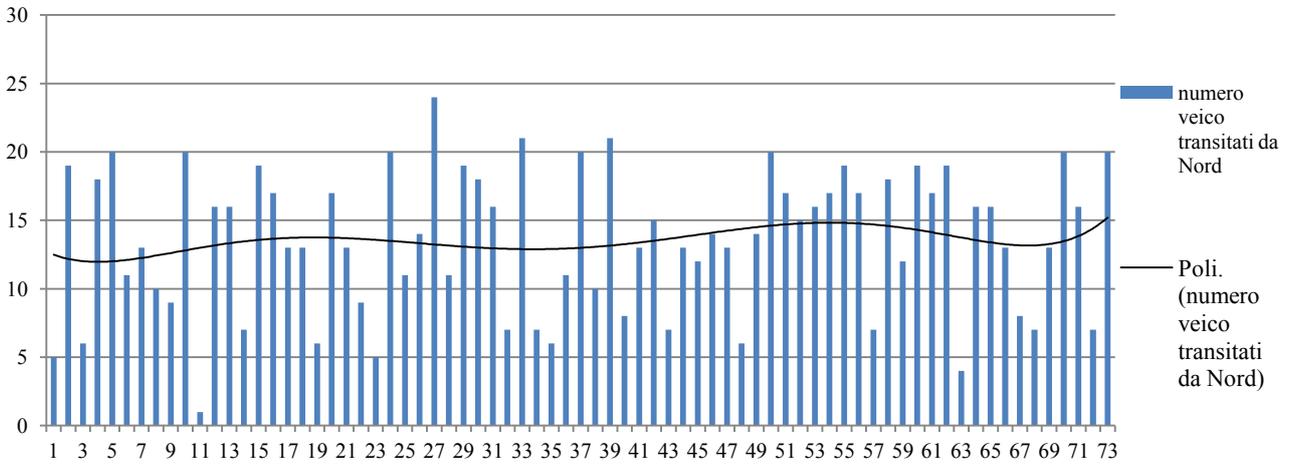


Grafico 22: numero di veicoli transitati per ogni fare di verde della fase semaforica 2

Durata verde+arancione (fase 2)

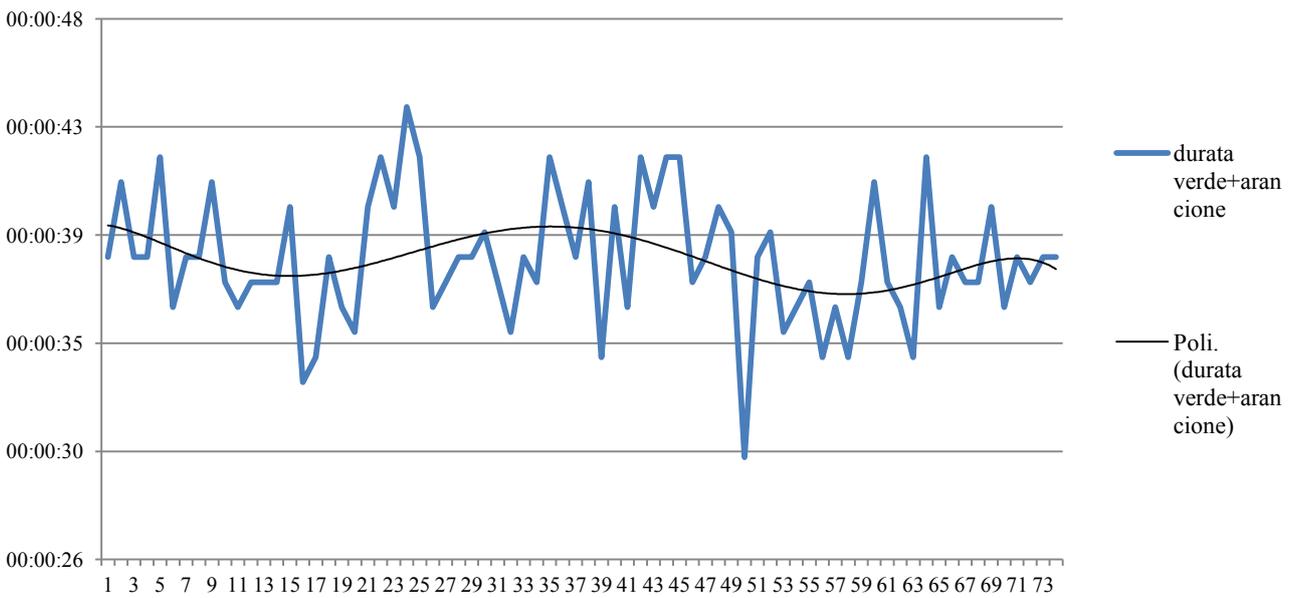


Grafico 23: durata del tempo di verde+arancione per la fase semaforica 2

Si riportano ora gli andamenti del flusso di traffico per le due manovre rilevate per il ciclo semaforico, così da vedere se sussiste una relazione tra le durate dei tempi di verde e il flusso che impegna l'intersezione.

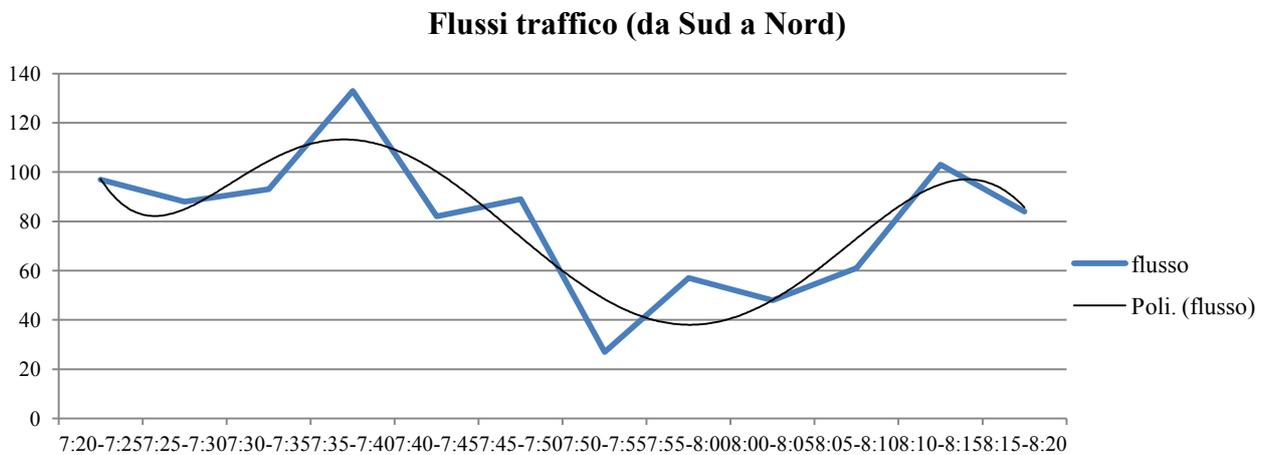


Grafico 24: flussi di traffico transitati da Sud a Nord per il semaforo posto a Sud su SS11

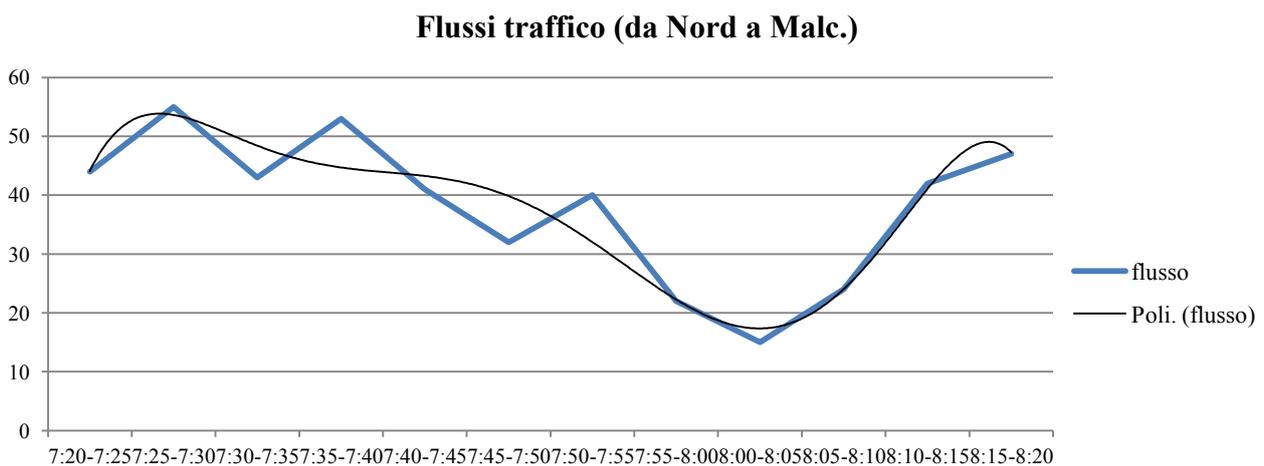


Grafico 25: flussi di traffico transitati da Nord a Sud per il semaforo posto a Nord su SS11

Analizzando l'andamento delle durate del verde per ogni fase semaforica, si possono notare dei fattori particolari. Per la fase 1 c'è un quasi continuo alternarsi delle durate del verde che passando dai 50 secondi circa ai 26-30 secondi subito dopo, in modo quasi continuo. I grafici di durata del verde+arancione e quello dell'andamento del flusso non sembrano avere correlazioni per ora.

Un interessante fatto consiste che, guardando i video di ripresa, ad ogni fase semaforica, specialmente per la manovra Sud-Nord, durante la fase di verde v'è a smaltirsi praticamente sempre l'intera coda che si era sviluppata durante la fase di rosso. Potrebbe sembrare che, a determinare la durata del tempo di verde per la manovra Sud-Nord, sia la lunghezza della coda che si forma durante la fase di rosso, cioè di verde per la fase semaforica 2, la quale sembra essere più costante nel tempo, eccetto variazioni dovute al rilievo visivo. Comunque per la fase 2, la durata del verde non sembra essere in relazione con la lunghezza della coda formatasi durante la fase di rosso, in quanto spesso non presentava più di qualche veicolo accodato.

Provando a sommare le due fasi semaforiche, per ottenere la durata totale del ciclo, si ottiene il seguente grafico:

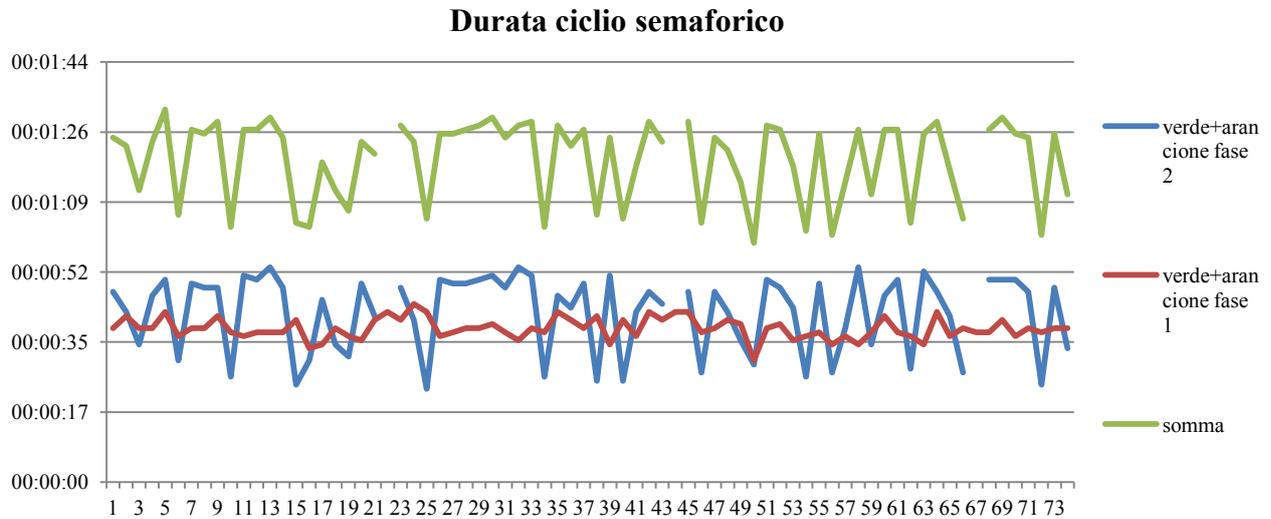


Grafico 26: durata totale dei vari cicli semaforici

Come si nota, la durata totale dei vari cicli sembra essere influenzata quasi unicamente della fase semaforica 1, in quanto la fase 2, come già accennato, apporta un valore pressoché costante, eccetto alcuni valori differenti. Per comprendere se esiste una relazione differente, si dovranno analizzare anche i rilievi fatti durante il pomeriggio.

4.3.1.2 CONSIDERAZIONI TRATTE DAL RILIEVO

Passando alle considerazioni derivanti dalle tabelle illustrative e dai grafici precedentemente riportati, si possono notare alcuni punti interessanti:

1. Escludendo le manovre Sud-Malc. e Malc.-Sud dalla trattazione in quanto con volumi di traffico non rilevanti. Si può notare subito come la percentuale di mezzi pesanti si aggiri attorno al 11-14% per le altre manovre, una percentuale non eccessivamente elevata visto il contesto commerciale della zona. Lo stesso vale per la categoria veicolare B che si attesta mediamente al 14-15%; mentre la categoria C non raggiunge mai il 5% quindi potrebbe essere assimilata alla categoria D per ottenere comunque una percentuale che non arriva mai al 20%. La non elevata percentuale di mezzi pesanti si può vedere anche dalla differenza tra le manovre totali non pesate e quelle pesate in cui si ha una differenza percentuale del 15,2%. Questo primo risultato ci porta a dire che la strada potrebbe assorbire ancora un aumento percentuale del transito di mezzi pesanti, a patto che non aumenti, o meglio, diminuisca l'impatto dei veicoli leggeri.
2. Dalla prima tabella riassuntiva si può notare come il flusso si presenti nettamente maggiore per quanto riguarda la manovra Sud-Nord, quindi in "ingresso" alla zona portuale, anche se la percentuale di mezzi pesanti non risulta essere elevata, anzi. Questo risultato comunque è in accordo con quanto ci si aspetterebbe di vedere nella fascia oraria mattutina.
3. Per quanto riguarda l'andamento dei flussi nella fascia oraria rilevata, considerandone il totale, senza differenza tra le varie manovre, si nota un andamento pressoché costante, eccetto negli ultimi due intervalli temporali nei quali i flussi sembrano diminuire

leggermente. Lo stesso risultato si ottiene se si considerano i flussi pesati. Confrontando pesati e non pesati si nota che la percentuale di scarto è pressoché costante, senza picchi o cadute improvvise.

4. Se consideriamo l'andamento delle singole manovre, i risultati sono leggermente differenti. Escludiamo anche qui a priori le manovre Sud-Malc. e Malc.-Sud in quanto, presentando volumi molto bassi, forniscono grafici poco rilevanti e molto altalenanti. La manovra Nord-Sud sembra essere l'unica manovra in cui, nel periodo di riferimento, ci sia un aumento dei flussi di traffico, cioè in uscita dalla zona portuale. Questo ci potrebbe portare a dire che i mezzi pesanti, che qui sono la percentuale più alta, siano già precedentemente giunti nella zona portuale e che in questo periodo stiano lasciando la zona per dirigersi verso altre destinazioni. La manovra Sud-Nord invece ha un andamento contrario, con valori massimi all'inizio e verso la fine valori che diminuiscono, per questo nei flussi totali i flussi risultano pressoché costanti. Tale andamento ci fa supporre che il picco dei flussi di accesso alla zona portuale sia già passato oppure che ne sia stato osservato il picco e il successivo scarico. Tale conclusione potrebbe portare a dire che sarebbe interessante andare ad osservare un periodo temporale antecedente e successivo al periodo di rilievo effettuato precedentemente. Le manovre Nord-Malc. e Malc.-Nord invece presentano un andamento molto discontinuo nel tempo; comunque la manovra 4 ha un andamento tendente verso la diminuzione, mentre la manovra Malc.-Nord presenta dei picchi significativi durante il periodo e un calo dei flussi alla fine.
5. Il piano semaforico, come già accennato precedentemente, non sembra rispecchiare un andamento costante nel tempo, ma risulta variabile con il variare dei flussi presenti nelle varie arterie. Un piano semaforico attuato dal traffico è anche riscontrabile dal fatto che, in ogni periodo di verde, la manovra con il via libera riusciva a smaltire tutta la coda presente su quella arteria.
6. Le lunghezze delle code non sono state rilevanti in quasi tutte le manovre, eccetto per la manovra Sud-Nord che presentava fino a 20 veicoli accodati ma che, come già detto, venivano interamente smaltiti in un'unica fase semaforica.

4.3.2•PERIODO SERA 17:00-19:00

Lo schema delle manovre è lo stesso utilizzato nel rilievo mattutino.

Vengono riportati a seguito i dati riassuntivi e i grafici principale del rilievo pomeridiano, per la visione dei dati dettagliati e dei grafici delle singole manovre si rimanda all'Appendice B, Tabella 2, Grafici 7-12.

Tabella 15: volumi totali per le singole manovre, periodo 17:00-19:00

| MANOVRA | CAT. VEIC. | 17:00-17:10 | 17:10-17:20 | 17:20-17:30 | 17:30-17:40 | 17:40-17:50 | 17:50-18:00 | 18:00-18:10 | 18:10-18:20 | 18:20-18:30 | 18:30-18:40 | 18:40-18:50 | 18:50-19:00 | TOTALE | % |
|----------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|-------|
| Nord - Sud | A | 80 | 85 | 100 | 108 | 82 | 70 | 89 | 78 | 108 | 103 | 107 | 99 | 1109 | 86,0 |
| | B | 7 | 9 | 8 | 4 | 9 | 8 | 6 | 2 | 5 | 10 | 7 | 7 | 82 | 6,4 |
| | C | 2 | 0 | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0,8 |
| Nord - Sud | D | 14 | 8 | 9 | 9 | 11 | 3 | 7 | 4 | 10 | 7 | 5 | 2 | 89 | 6,9 |
| | tot | 103 | 102 | 122 | 121 | 103 | 82 | 103 | 84 | 123 | 120 | 119 | 108 | 1290 | 100 |
| | tot pesato | 125 | 114 | 138 | 134,5 | 120 | 87 | 114 | 90 | 138 | 130,5 | 126,5 | 111 | 1429 | |
| Sud - Nord | A | 31 | 38 | 65 | 46 | 33 | 35 | 22 | 39 | 33 | 34 | 31 | 35 | 442 | 75,4 |
| | B | 2 | 5 | 3 | 10 | 7 | 6 | 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 50 | 8,5 |
| | C | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 14 | 2,4 |
| Sud - Nord | D | 5 | 14 | 11 | 8 | 5 | 10 | 8 | 6 | 3 | 5 | 1 | 4 | 80 | 13,7 |
| | tot | 38 | 60 | 80 | 64 | 46 | 52 | 37 | 49 | 39 | 42 | 35 | 44 | 586 | 100 |
| | tot pesato | 45,5 | 82,5 | 97 | 76 | 54 | 67,5 | 49,5 | 59 | 43,5 | 50,5 | 37 | 51 | 713 | |
| Sud - Malc | A | 1 | 1 | 1 | 7 | 5 | 1 | 5 | 6 | 4 | 2 | 2 | 2 | 37 | 52,9 |
| | B | 0 | 1 | 7 | 0 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 3 | 20 | 28,6 |
| | C | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2,9 |
| Sud - Malc | D | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 15,7 |
| | tot | 3 | 4 | 12 | 8 | 7 | 4 | 6 | 12 | 5 | 2 | 2 | 5 | 70 | 100,0 |
| | tot pesato | 6 | 7 | 17 | 9,5 | 8,5 | 4 | 6 | 15,5 | 5 | 2 | 2 | 5 | 88 | |
| Nord - Malc | A | 64 | 63 | 70 | 91 | 62 | 50 | 49 | 68 | 61 | 57 | 47 | 36 | 718 | 81,9 |
| | B | 11 | 6 | 8 | 8 | 12 | 4 | 4 | 8 | 10 | 7 | 5 | 7 | 90 | 10,3 |
| | C | 0 | 2 | 6 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 1,4 |
| Nord - Malc | D | 4 | 8 | 6 | 12 | 4 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | 4 | 1 | 57 | 6,5 |
| | tot | 79 | 79 | 90 | 111 | 79 | 59 | 59 | 81 | 74 | 66 | 56 | 44 | 877 | 100 |
| | tot pesato | 85 | 92 | 102 | 129 | 85,5 | 64,5 | 67 | 88,5 | 78,5 | 69 | 62 | 45,5 | 969 | |
| Malc - Nord | A | 53 | 52 | 45 | 47 | 51 | 27 | 40 | 21 | 22 | 22 | 19 | 27 | 426 | 85,2 |
| | B | 4 | 1 | 2 | 0 | 4 | 3 | 3 | 0 | 3 | 1 | 1 | 3 | 25 | 5,0 |
| | C | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 12 | 2,4 |
| Malc - Nord | D | 5 | 6 | 3 | 12 | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 37 | 7,4 |
| | tot | 63 | 61 | 52 | 60 | 58 | 34 | 46 | 23 | 25 | 25 | 22 | 31 | 500 | 100 |
| | tot pesato | 71 | 71 | 57,5 | 78,5 | 61,5 | 39 | 49,5 | 25 | 25 | 27 | 24 | 32,5 | 562 | |
| Malc - Sud | A | 7 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 23 | 85,2 |
| | B | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3,7 |
| | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3,7 |
| Malc - Sud | D | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 7,4 |
| | tot | 8 | 2 | 2 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 27 | 100 |
| | tot pesato | 8 | 5 | 2 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2 | 2,5 | 1 | 1 | 1 | 31 | |
| TOTALE | | 294 | 308 | 358 | 364 | 293 | 236 | 254 | 251 | 268 | 256 | 235 | 233 | 3.350 | |
| TOTALE PESATO | | 340,5 | 371,5 | 413,5 | 427,5 | 329,5 | 267 | 289 | 280 | 292,5 | 280 | 252,5 | 246 | 3.790 | |

Tabella 16: tabella dei coefficienti di omogeneizzazione per ogni categoria veicolare

| | Categoria veicolare | Coef. | unità |
|----------|----------------------------------|------------|---------------|
| A | auto, mezzi pubblici | 1 | autov. equiv. |
| B | mezzi commerciali leggeri | 1 | autov. equiv. |
| C | mezzi commerciali pesanti | 1,5 | autov. equiv. |
| D | mezzi commerciali autoarticolati | 2,5 | autov. equiv. |

Totale (non pesato)

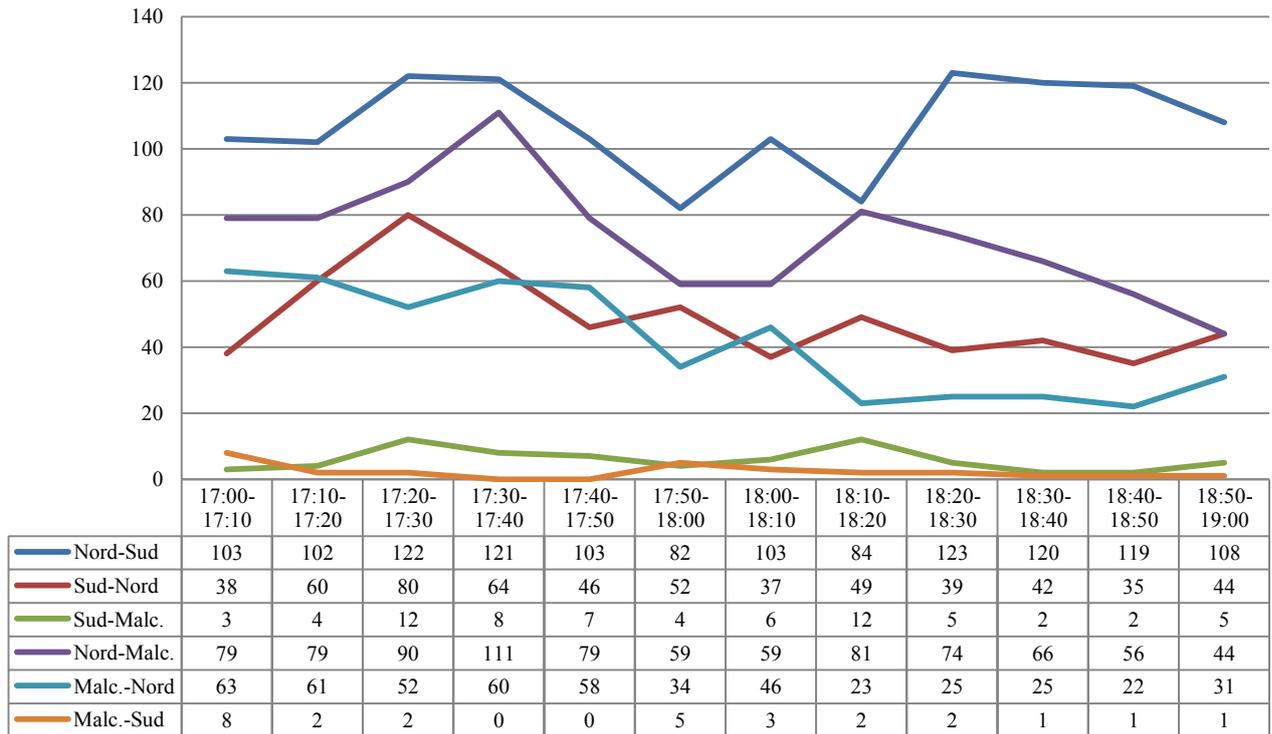


Grafico 27: flussi totali delle varie manovre, non pesati

Totale (pesato)

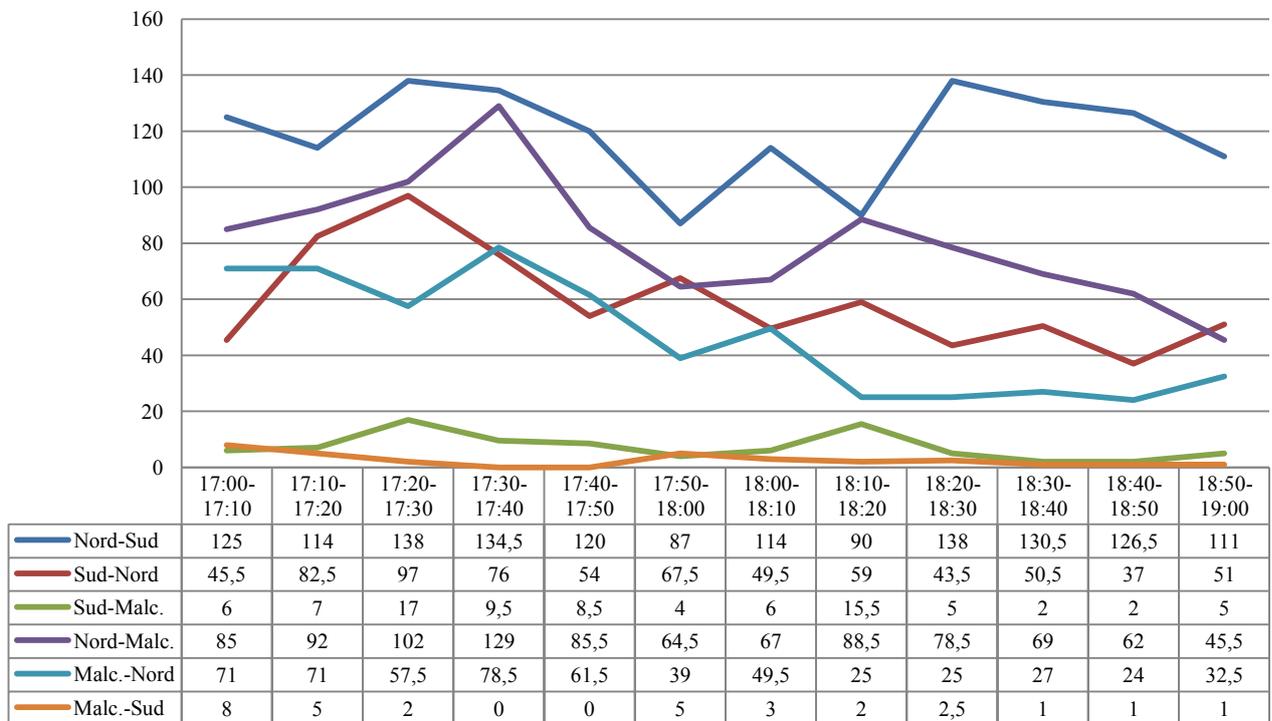


Grafico 28: flussi totali delle varie manovre, pesati

**Ripartizione categorie veicolari
Maggio 2015**

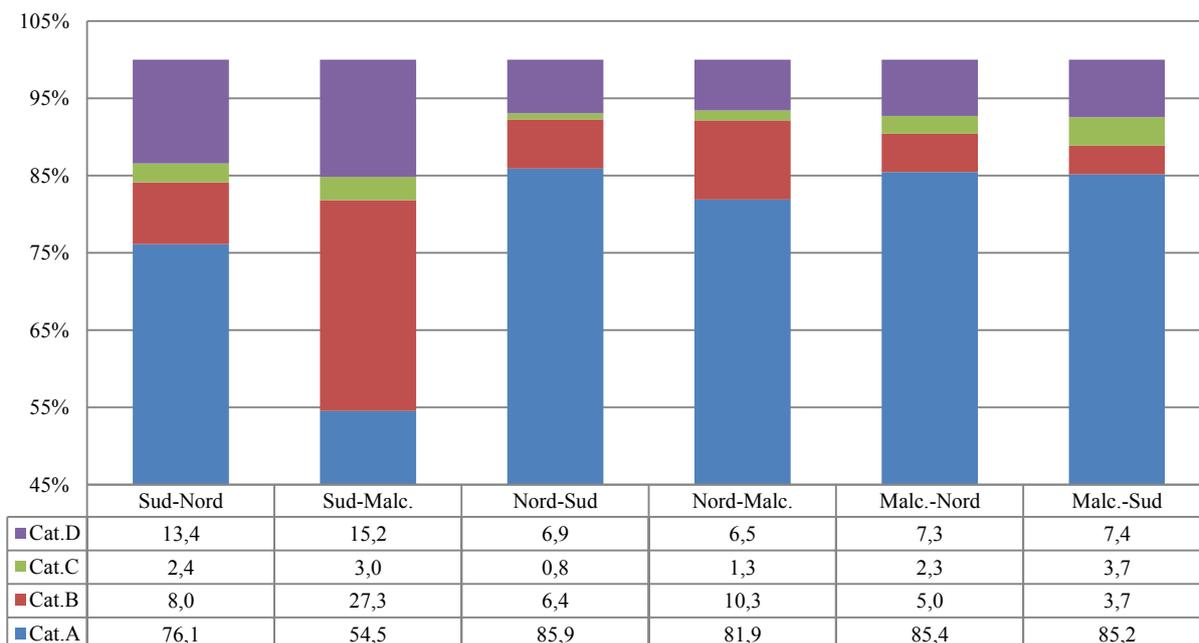


Grafico 29: suddivisione dei flussi totali per categoria veicolare, rilievo Maggio 2015, 17:00-19:00

Totale

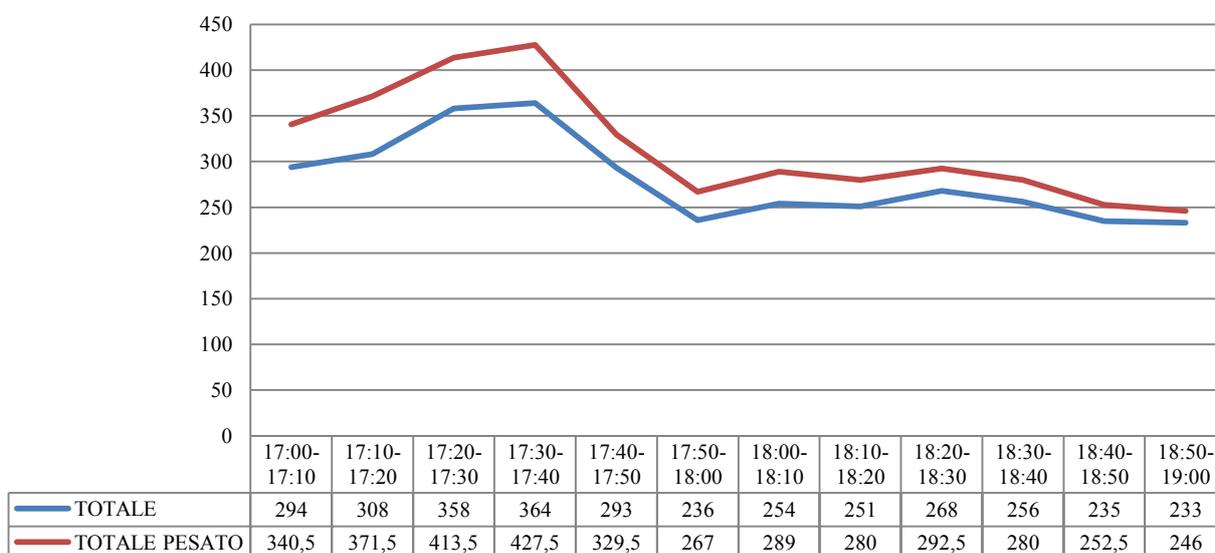


Grafico 30: confronto flussi totali pesati e non pesati

4.3.2.1 CONTROLLO PIANO SEMAFORICO

Il controllo del piano semaforico è stato effettuato in modo analogo a quello della mattina.

Si riportano a seguito i medesimi grafici che si erano costruiti con il rilievo mattutino.

Iniziamo con la fase semaforica 1 quindi verde per le manovre da Sud di SS11 a Nord di SS11.

Numero di passaggi per ogni fase di verde (fase 1)

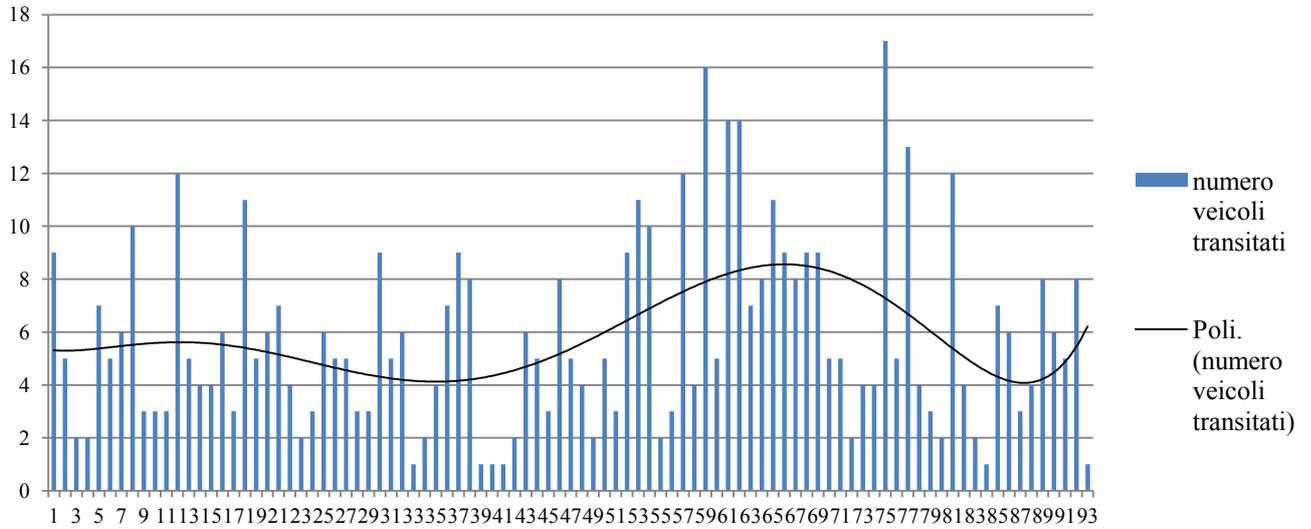


Grafico 31: numeri di veicoli che sono transitati durante ogni via libera della fase 1, periodo pomeriggio

Durata verde+arancione (fase 1)

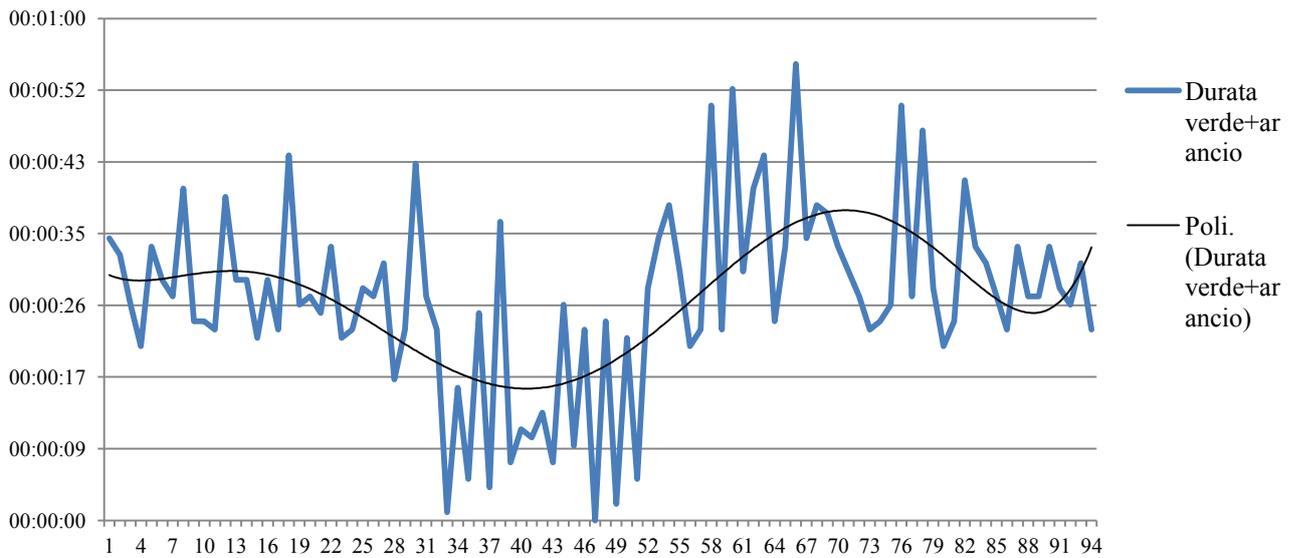


Grafico 32: durate del tempo di verde+arancione per la fase 1 durante il periodo di rilievo

Per la fase semaforica 2, considerando la manovre da SS11 Nord a via Malcontenta.

Numero di passaggi per ogni fase di verde (fase 2)

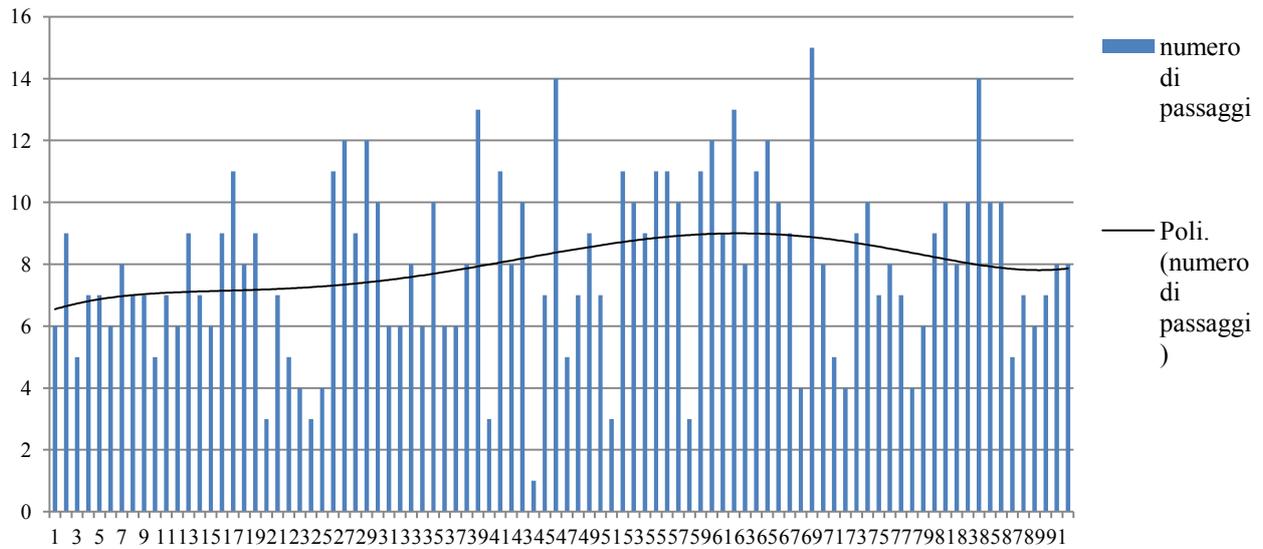


Grafico 33: numeri di veicoli che sono transitati durante ogni via libera della fase 2, periodo pomeriggio

Durata verde+arancione (fase 2)

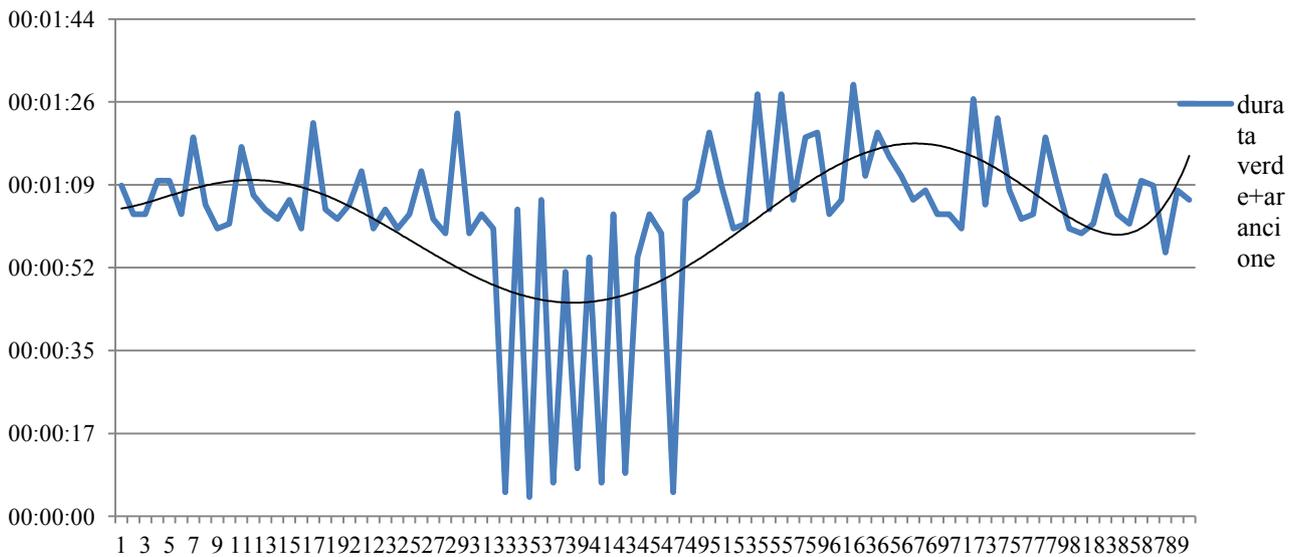


Grafico 34: durate del tempo di verde+arancione per la fase 2 durante il periodo di rilievo

Si riportano ora gli andamenti del flusso di traffico per le due manovre rilevate per il ciclo semaforico, così da vedere se sussiste una relazione tra le durate dei tempi di verde e il flusso che impegna l'intersezione.

Flussi traffico (da Sud a Nord)

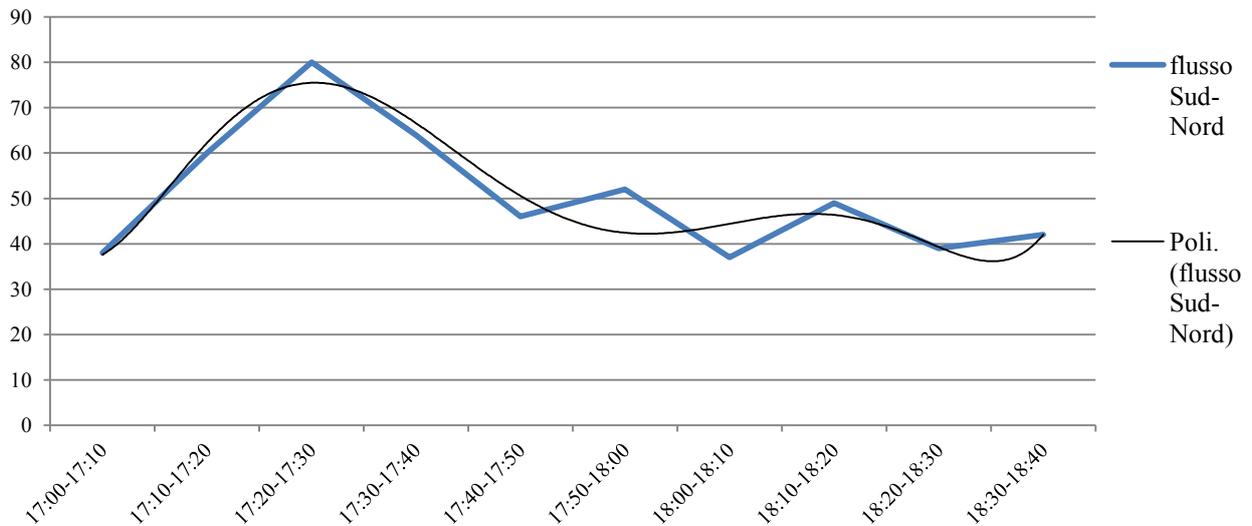


Grafico 35: flusso transitato durante la fase semaforica 1 da SS11 Sud a SS11 Nord

Flussi traffico (da Nord a Malc.)

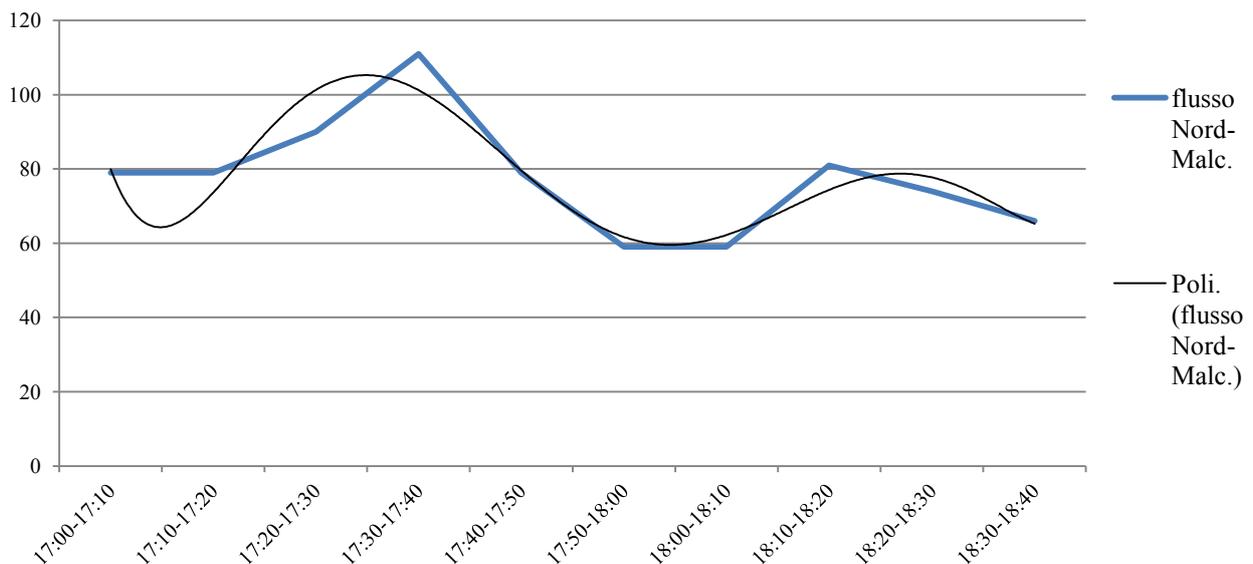


Grafico 36: flusso transitato durante la fase semaforica 2 da SS11 Nord via Malcontenta

In questo caso l'andamento della fase semaforica 1 sembra in accordo con l'andamento del numero di veicoli transitati durante la fase di verde, però è diverso rispetto all'andamento del flusso. Particolare è il momento in cui le durate del verde diminuiscono visibilmente per poi riportarsi a valori più alti rispetto al periodo iniziale del rilievo. Tale andamento risulta discorde con l'andamento del flusso per tale manovra e quindi i due fenomeni sembrano non avere un collegamento diretto.

Lo stesso risulta per gli andamenti del numero di veicoli transitati e della durata del verde per la fase 2. Quindi qui sembra per ora non esserci una relazione tra i flussi di traffico e la durata dei tempi di via libera per le due fasi semaforico. Un caso particolare si ha per le durate di

verde+arancione per la fase 2 nel periodo centrale di rilievo, dove si nota una drastica diminuzione del tempo di verde, alternato a dei tempi più lunghi. Tale andamento risulta in qualche modo rispecchiare l'andamento del flusso per quella manovra, ma, successivamente a questo periodo, c'è un innalzamento dei tempi di verde che non è proporzionale all'aumento del flusso per la manovra. È lo stesso problema riscontrato per la fase semaforica 1.

Vediamo se con il grafico delle durate totali dei cicli si può trarre qualche conclusione più interessante.

Durata di ogni ciclo semaforico

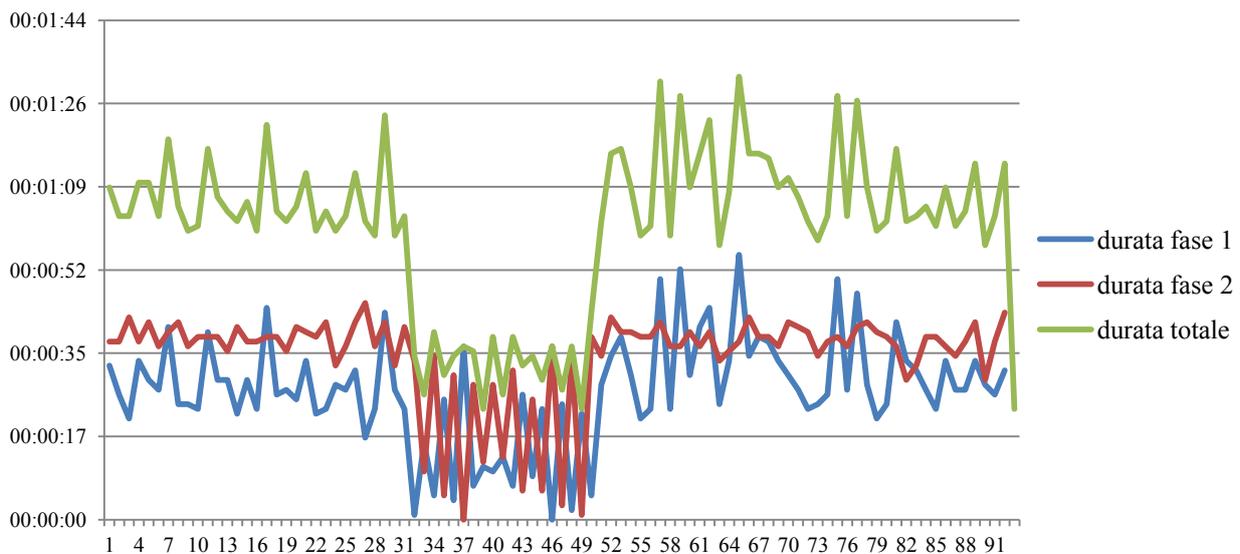


Grafico 37: durata dei vari cicli semaforici, sommando le durate dei due cicli

Anche il grafico della durata totale dei cicli presenta lo stesso andamento, quindi anche la durata totale dei cicli non ha un valore costante.

Tale andamento non risulta rispecchiare nessun grafico di flusso di nessuna manovra, nemmeno quella del traffico totale; non si ha quindi modo in questo caso di stabilire una relazione tra volumi di traffico e durata dei tempi di verde. Probabilmente, come detto per il caso del rilievo mattutino, la durata del verde è in relazione alla lunghezza della coda che si è formata durante a fase precedente di rosso. Questo però non è possibile stabilirlo con certezza con i dati a disposizione.

4.3.2.2 **CONSIDERAZIONI TRATTE DAL RILIEVO**

1. Come nel rilievo mattutino, si escludono per ora le manovre che interessano via malcontenta in quanto, rispetto alle alte manovre, presentano volumi molto più bassi. Innanzitutto consideriamo le varie categorie veicolari. La percentuale di autotreni (Cat.D) ha subito un'inversione rispetto al rilievo mattutino, cioè è aumentata la percentuale per la manovra Sud-Nord ed è diminuita quella da Nord a Sud. Lo stesso è avvenuto per le manovre che provenivano da via Malcontenta, le quali sono bruscamente diminuite per entrambe le destinazioni (Nord e Sud). In generale comunque, se si va a vedere la tabella specifica per le varie manovre, si nota come il flusso generale dei mezzi pesanti sia diminuito, passando da 340 la mattina a 276 per il pomeriggio.

2. A differenza del rilievo mattutino, qui non si possono individuare delle manovre che presentano volumi nettamente superiori agli altri in quanto nei grafici di flusso, le varie linee si intersecano in più punti. L'andamento comunque risulta pressoché costante, anche se, analizzando il flusso totale, si nota un iniziale picco dei flussi che decade subito dopo molto velocemente. In corrispondenza di tale picco si è riscontrata la creazione di una lunga coda di veicoli per la manovra Nord-Sud. Tale problema verrà specificato alla fine del capitolo.
3. Riferendoci al solo grafico dei flussi totali, pesati e non pesati, si riscontra quanto detto precedentemente sull'andamento del flusso totale. A differenza del rilievo mattutino, qui il flusso è meno costante, andando ad individuare una fase di picco e successiva diminuzione, individuando così l'importante momento di criticità per l'intersezione durante il pomeriggio. Lo scostamento tra il flusso pesato e non pesato è inizialmente elevato ma, andando avanti, le due linee si avvicinano sempre di più, denotando una continua diminuzione della percentuale di mezzi pesanti (Cat.C e D). Anche questo risultato è molto interessante in quanto si individua nel periodo di rilievo il massimo afflusso di mezzi commerciali.
4. Analizzando le singole manovre si nota che la manovra da Nord a Sud presenta un andamento molto differente rispetto l'andamento totale dei flussi. Essa presenta, a metà rilievo, una fase di diminuzione dei flussi molto consistente, quasi a dimezzarli. Tale comportamento corrisponde alla formazione di una lunga coda di attesa in tale direzione, nonostante tale manovra presenti costantemente il via libera. L'accodamento ha origine dall'ingresso alla rotatoria posta a Sud-Ovest dell'intersezione in esame. Tramite un sopralluogo si è notato che, a causa della conformazione della rotatoria stessa e del suo ingresso, i mezzi pesanti hanno difficoltà ad immettersi in rotatoria per colpa delle elevate



Figura 23: collocazione e lunghezza massima della coda raggiunta

velocità di percorrenza degli altri veicoli. La lunghezza di tale coda risulta di elevata importanza in quanto si protrae per circa 750 metri dall'ingresso in rotatoria, come si può vedere dalla figura a fianco.

riconsiderando ora le altre manovre, praticamente tutte presentano un andamento con picco iniziale e successiva diminuzione dei flussi, rispecchiando l'andamento dei flussi totali, quindi senza anomalie aggiuntive.

5. Come già detto l'andamento del piano semaforico sembra essere governato dal traffico

4.4 CONFRONTO CON I DATI PASSATI

4.4.1 CONDIZIONI DI RILIEVO

Nel 2010 i periodi di rilievo sono stati i medesimi sia alla mattina che al pomeriggio, eccetto solo per un terzo rilievo effettuato dalle 12:00 alle 14:00 che non sarà per ovvi motivi messo a confronto con i dati presenti.

Le categorie veicolari sono le medesime, eccetto fanno solo i coefficienti di equivalenza dei veicoli che, comunque, non portano a risultati troppo diversi in termini di peso del traffico.

4.4.2 • Periodo 7:00-9:00

Innanzitutto si riportano i principali grafici di flussi del periodo Aprile 2010 e Maggio 2015, per la visione della tabella completa dei dati del rilievo di Aprile 2010 si rimanda all'Appendice B, Tabella 3.

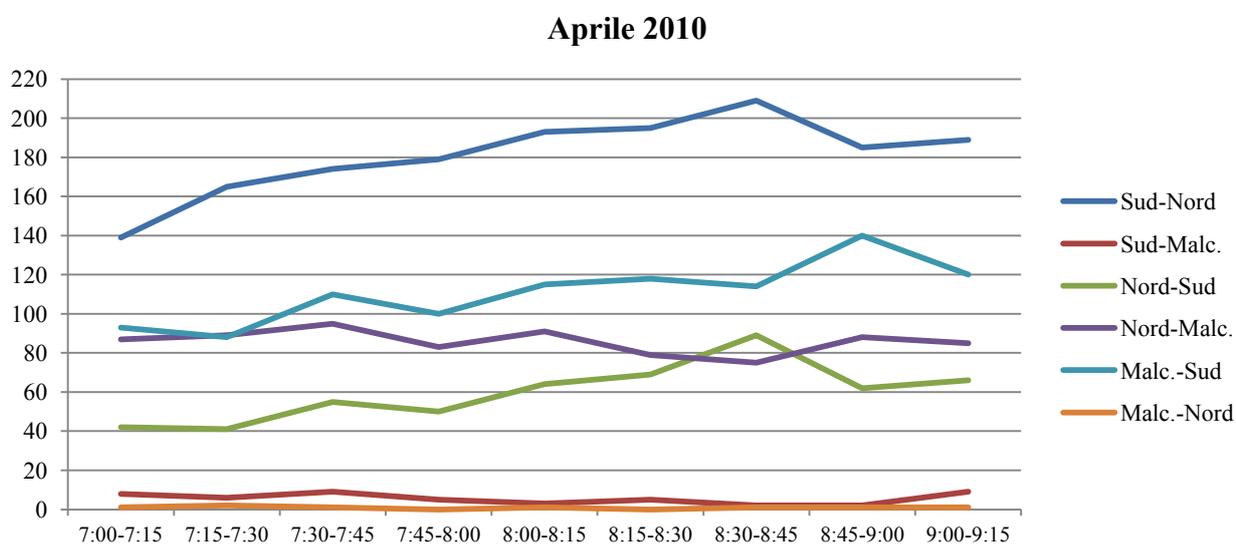


Grafico 38: flussi delle varie manovre, non pesati, periodo passato

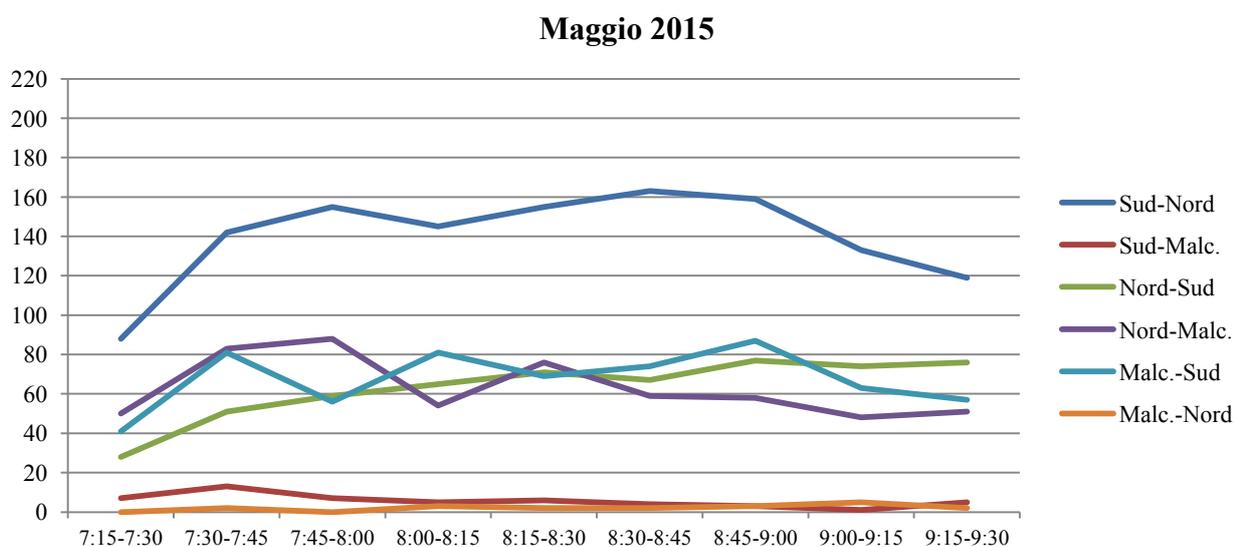


Grafico 39: flussi delle varie manovre, non pesate, periodo presente

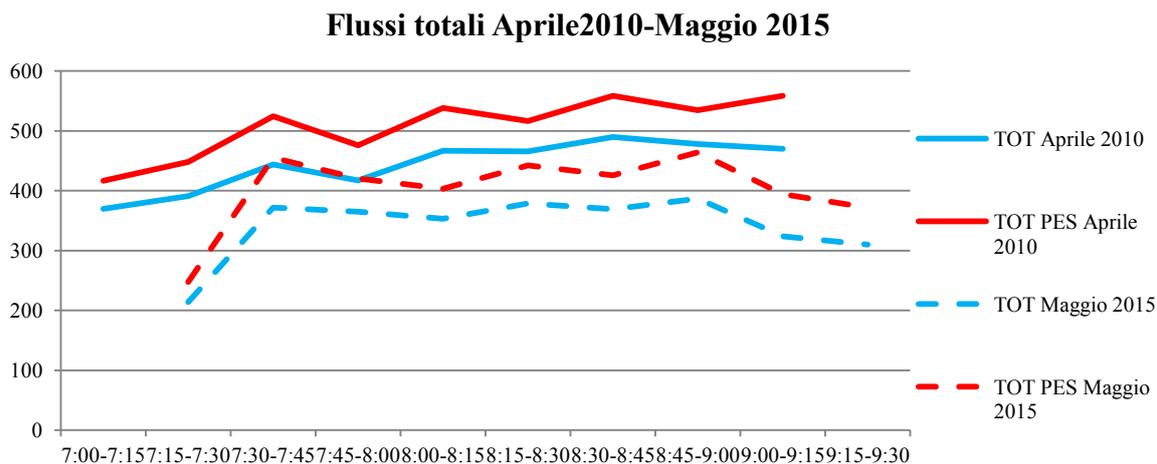


Grafico 40: flussi totali, passati e presenti, pesati e non pesati, periodo mattina

Escludendo i primi 15 min del rilievo del presente (in quanto i rilievi sono cominciati alle 7:20 e non alle 7:15, per quello è presente un iniziale aumento improvviso dei flussi) i due grafici, passato e presente, sembrano essere pressoché paralleli. Paralleli ma non coincidenti, in quanto si nota una diminuzione del traffico totale nel presente, rispetto al passato. Inoltre, nel passato sembra quasi ci sia una lieve tendenza di aumento dei flussi nel periodo di rilievo, mentre nel presente i flussi sono tendenzialmente stabili con una leggera diminuzione alla fine.

Guardando le singole manovre, si nota come la manovra “Sud-Nord” sia sempre la più preponderante, come c’era da aspettarselo, mentre le altre tre manovre più “piccole” si posizionano su valori minori ma che risultano molto simili, specialmente nel tempo presente dove quasi si confondono. Questo potrebbe indicare una variazione dell’importanza di queste strade come scelte di percorso. Però, analizzandole più da vicino, si nota che il loro avvicinamento è dovuto a una generale diminuzione dei flussi, specialmente per la manovra “Nord-Sud”.

Il distacco tra le linee di flusso per il traffico pesato e non pesato risulta pressoché identico tra passato e presente, questo sta ad indicare che non c’è stata una variazione percentuale significativa del traffico pesante che impegna l’intersezione. Le variazioni dunque risultano essere assoggettate ad una diminuzione del traffico dei mezzi leggeri. Come nel caso dell’intersezione su via Fratelli Bandiera, questo potrebbe essere una conseguenza di una variazione di scelta di percorsi grazie alla modifica della viabilità locale con la creazione di strade alternative con maggiore capacità.

Ripartizione categorie veicolari Aprile 2010

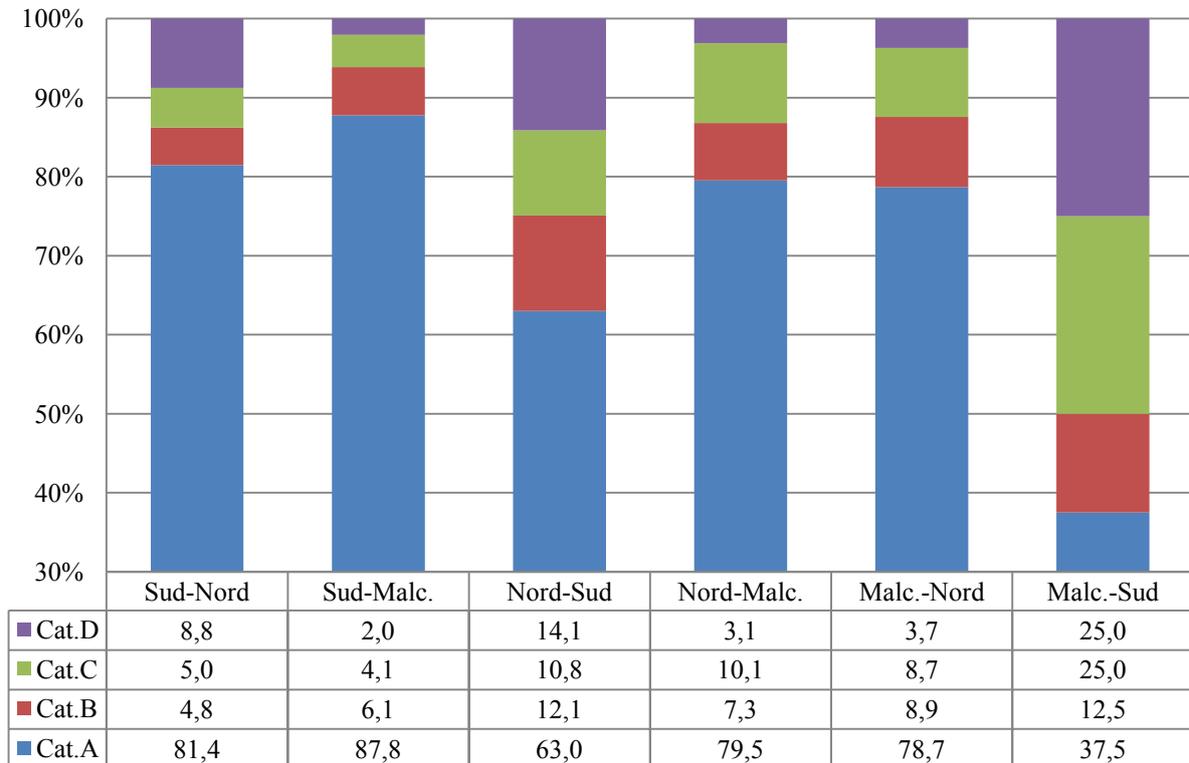


Grafico 41: ripartizione delle categorie veicolari, Aprile 2010

Considerando la ripartizione veicolare, si nota un generale aumento percentuale dei mezzi commerciali, specialmente per quanto riguarda la Categoria D. Lo stesso fenomeno si è visto per l'intersezione in via F. Bandiera, quindi si può dire che c'è stata una migrazione di percorsi per i mezzi leggeri che prima erano obbligati ad usufruire di tali intersezioni per attraversare la zona.

Si riportino ora le matrici totali delle manovre.

Tabella 17: matrice O-D dei flussi totali non pesati, periodo passati

| <i>Aprile 2010</i> | Sud | Nord | Malc. | <i>TOT</i> |
|--------------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Sud | | 1628 | 49 | 1677 |
| Nord | 538 | | 772 | 1310 |
| Malc. | 998 | 8 | | 1006 |
| TOT | 1536 | 1636 | 821 | 3993 |

Tabella 18: matrice O-D dei flussi totali non pesati, periodo presente

| <i>Maggio 2015</i> | Sud | Nord | Malc. | <i>TOT</i> |
|--------------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Sud | | 1259 | 51 | 1310 |
| Nord | 568 | | 567 | 1135 |
| Malc. | 609 | 19 | | 628 |
| TOT | 1177 | 1278 | 618 | 3073 |

Dalle matrici si possono vedere con maggiore chiarezza le diminuzioni dei flussi totali per ogni singola manovra, inoltre esse ci danno l'idea di quali direttrici hanno subito una maggiore diminuzione. In particolare ci si riferisce agli spostamenti da via Malcontenta a SS11 Sud e da ss11 Sud a SS11 Nord. La diminuzione generale corrisponde ad un 23%, quindi quasi un quarto del flusso passato è scomparso.

4.4.3 • Periodo 17:00-19:00

Come prima, per la visione della tabella contenente i dati si rimanda all'Appendice B, Tabella 4. Di seguito sono riportati i principali grafici di flusso.

Aprile 2010

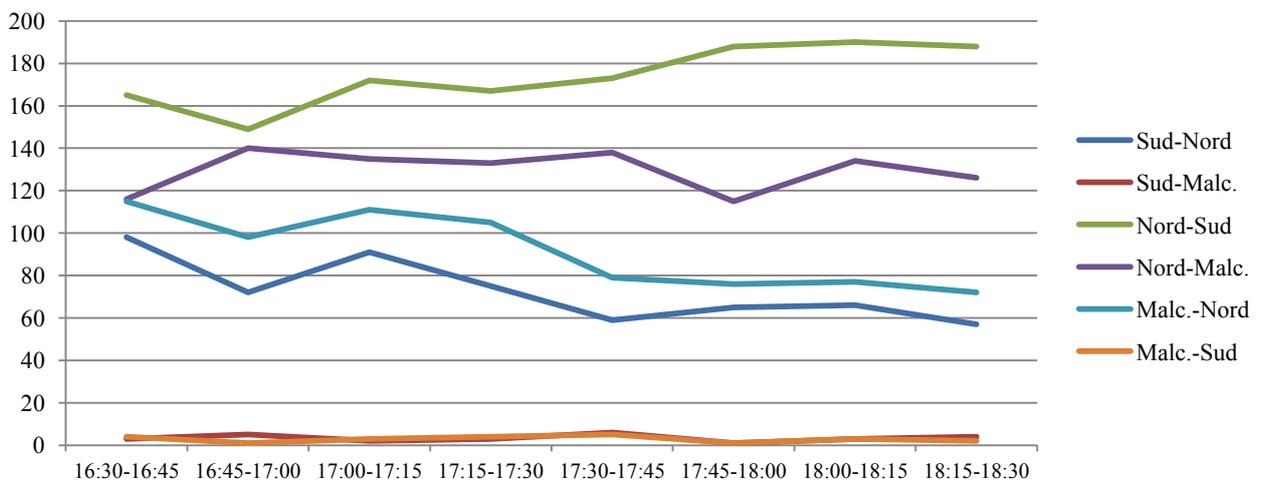


Grafico 42: flussi delle varie manovre, non pesati, periodo passato

Maggio 2015

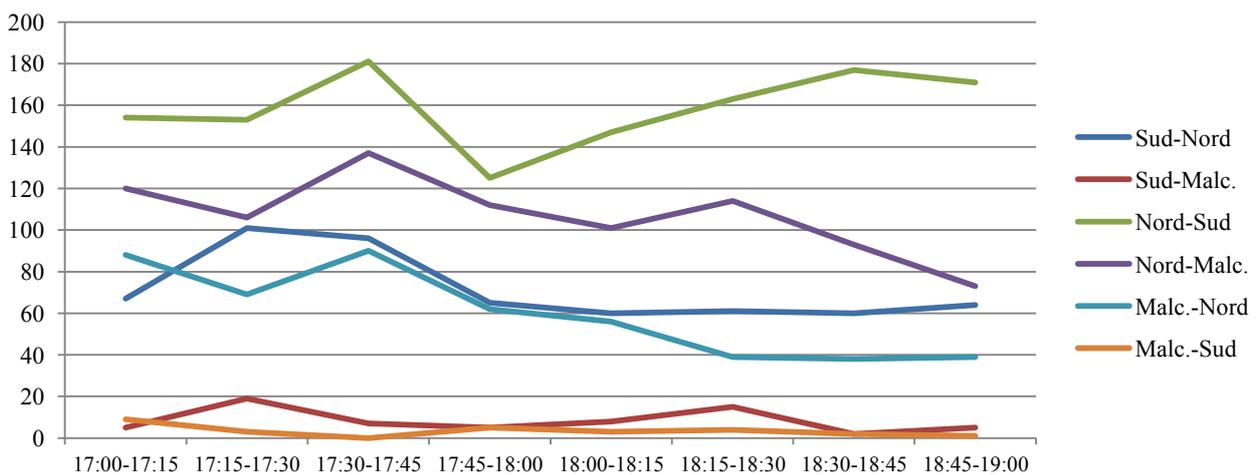


Grafico 43: flussi delle varie manovre, non pesati, periodo presente

Flussi totali Aprile 2010-Maggio 2015

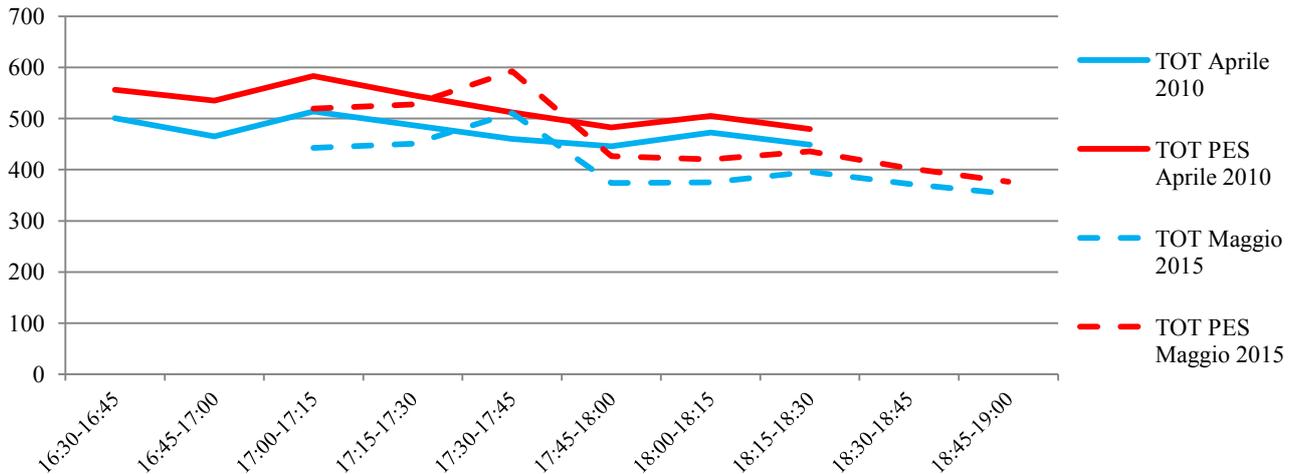
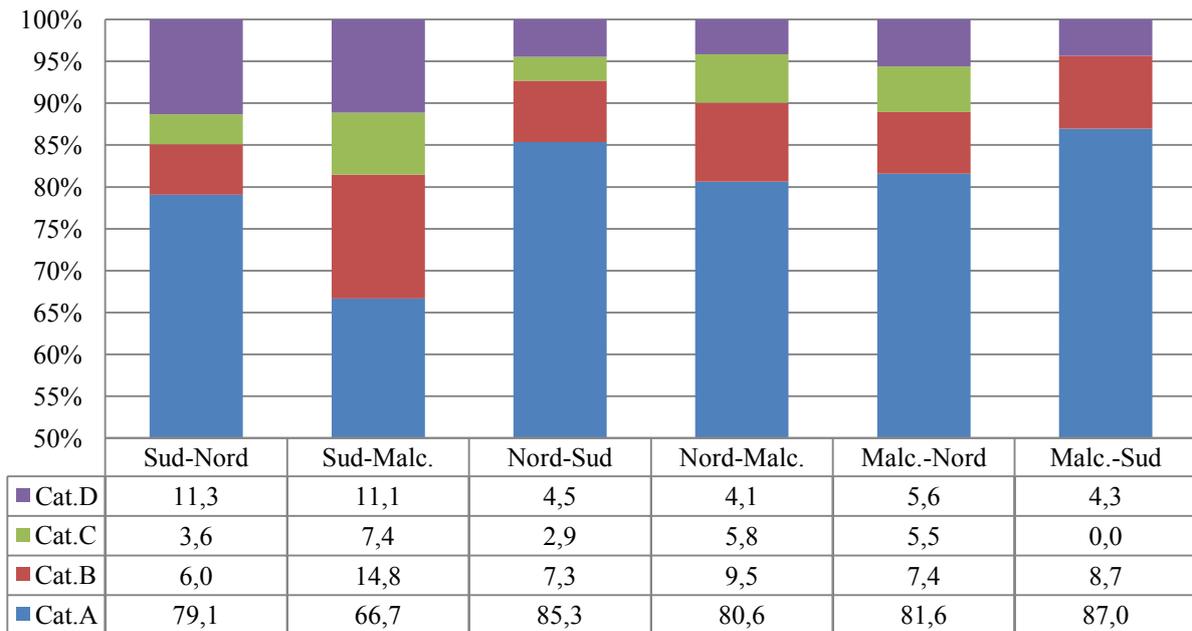


Grafico 44: confronto tra flussi totali, pesati e non pesati, periodo passato e presente

Ripartizione categorie veicolari Aprile 2010



Si riporti anche subito le matrici O-D

Tabella 19: matrice O-D per il periodo passato, rilievo pomeridiano

| <i>Aprile 2010</i> | Sud | Nord | Malc. | <i>TOT</i> |
|--------------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| Sud | | 583 | 27 | 610 |
| Nord | 1392 | | 1037 | 2429 |
| Malc. | 23 | 733 | | 756 |
| <i>TOT</i> | 2125 | 606 | 1064 | 3795 |

Tabella 20: matrice O-D per il periodo presente, rilievo pomeridiano

| Maggio 2015 | Sud | Nord | Malc. | TOT |
|--------------------|------|------|-------|------------|
| Sud | | 574 | 66 | 640 |
| Nord | 1271 | | 856 | 2127 |
| Malc. | 27 | 481 | | 508 |
| TOT | 1752 | 601 | 922 | 3275 |

Partendo dalle manovre di minore rilievo, si vede come sia notevolmente aumentata nonostante comunque il flusso sia relativamente basso.

L'andamento delle altre manovre non sembra molto cambiato eccetto per il fatto che, nel periodo passato, i flussi avevano un andamento più regolare nel tempo, comunque i valori non sono molto differenti. In generale, come si vede dalle matrici O-D, i flussi totali da Sud e quelli per il Nord, non sono molto cambiati, anche se in generale si nota una lieve diminuzione dei flussi. In questo caso la diminuzione generale è del 16%, quindi una diminuzione meno significativa rispetto al confronto tra i dati del rilievo mattutino.

Guardando i flussi totali, pesati e non pesati, si nota un certo parallelismo tra i dati passati e quelli presenti, con una traslazione in avanti dell'andamento dei flussi, forse causato da cambi abitudinali degli spostamenti veicolari. Comunque, andando verso la fine del periodo di rilievo, le linee tra i flussi pesati e non pesati tendono ad avvicinarsi progressivamente tra di loro e questo denota un comune fenomeno di diminuzione della percentuale di mezzi pesanti durante il periodo di rilievo.

Per la ripartizione delle categorie veicolari si nota una quasi equivalenza delle percentuali dei mezzi commerciali toli, con la differenza che, anche qui, la percentuale dei veicoli per la Categoria D è aumentata. Tale fenomeno può indicare in futuro un aumento ulteriore dei mezzi commerciali pesanti transitanti in tale intersezione, con diminuzione ulteriore dei mezzi leggeri andando così a sollecitare inferiormente l'intersezione, anche se l'influenza dei mezzi pesanti in tale contesto è molto sentita.

5 VERIFICA DELLE PRESTAZIONI OPERATIVE

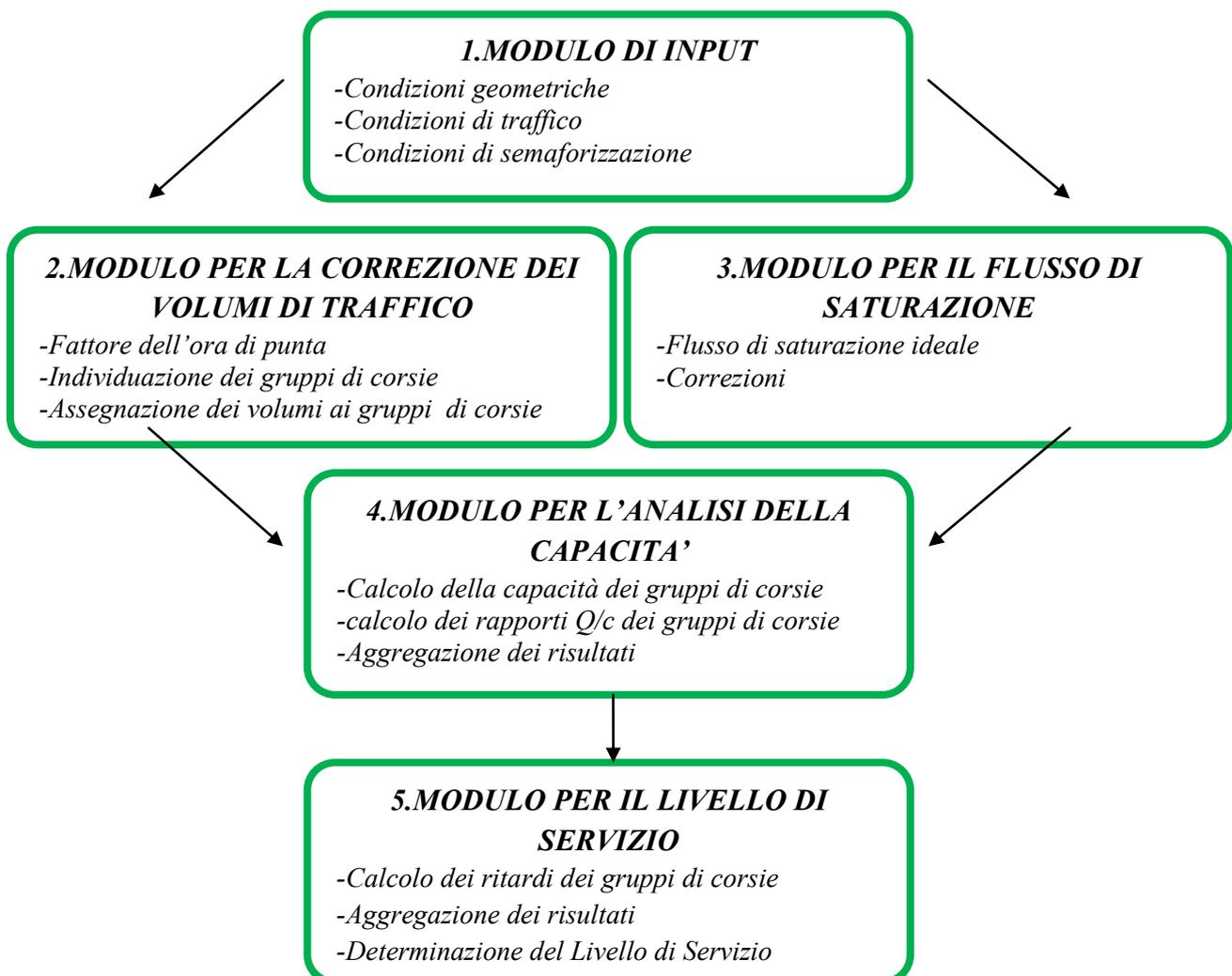
Nel presente capitolo ci si pone l'obiettivo di misurare il *Livello di Servizio (LoS)* delle intersezioni precedentemente trattate. Per il calcolo di tale valore ci si avvale della procedura riportata sul manuale americano HCM (Highway Capacity Manual) [4], nel quale, per il calcolo del LoS, si tiene conto di numerosi fattori geometrici ed operativi dell'intersezione in esame.

Una volta determinati i livelli di servizio dei vari rami affluenti alle intersezioni, si determinerà il livello di servizio globale e si commenteranno i risultati.

Concluso tale studio si passerà alla determinazione di un nuovo piano semaforico, utilizzando ancora l'approccio secondo l'HCM, per vedere se sia possibile incrementare il livello di servizio delle intersezioni.

5.1 METODOLOGIA APPLICATA

Il metodo proposto dall'HCM prevede il susseguirsi di 5 moduli, in ognuno dei quali vengono calcolati o estrapolati dati necessari per il modulo successivo, fino alla determinazione del livello di servizio ricercato nell'ultimo modulo.



Nel quinto modulo vengo calcolati i vari ritardi che un conducente mediamente subisce quando si avvicina all'intersezione (d_1, d_2, d_3). La somma di tali ritardi (d) ci dà una misura del perditempo medio che un guidatore subisce quando avvicina l'intersezione da un determinato ramo. I vari ritardi appena menzionati si dividono in:

- d : ritardo medio per veicolo e per gruppo di corsie (sec/veic)
- d_1 : ritardo medio assumendo arrivi uniformi (sec/veic)
- PF: fattore correttivo
- d_2 : ritardo incrementale tenente conto dell'arrivo casuale e non uniforme dei veicoli, delle code fermatesi per soprassaturazione e della durata del periodo di analisi (sec/veic)
- d_3 : ritardo dovuto alla presenza di code all'inizio del periodo di analisi (sec/veic)

una volta determinato il ritardo d del singolo ramo i -esimo, si può determinare il ritardo medio dell'intera intersezione (d_{int}).

$$d_{int} = \frac{\sum Q_i \cdot d_i}{\sum Q_i}$$

Tabella 25: tabella dei livelli di servizio in relazione al ritardo medio per veicolo

| LIVELLO DI SERVIZIO | RITARDI MEDIO (sec/veic) |
|---------------------|--------------------------|
| A | ≤ 10 |
| B | 10 - 20 |
| C | 20 - 35 |
| D | 35 - 55 |
| E | 55 - 80 |
| F | > 80 |

A seguito vengono riportati i risultati relativi alle due intersezioni. Per la visione completa del processo di calcolo si rimanda all'Appendice C.

5.2 INTERSEZIONE TRA VIA DELLE MACCHINE E VIA F. BANDIERA

Per tale intersezione non sono stati riscontrati problemi in quanto il piano semaforico risultava fisso e quindi la determinazione del LoS è stata di facile determinazione. A seguito viene riportata la tabella riassuntiva dei risultati ottenuti.

Tabella 26: livello di servizio dell'intersezione tra via Fratelli Bandiera e via delle Macchine

| RAMO | | mattina | | | | sera | | | |
|-----------------------------|-------------------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. |
| RITARDI | d_1 | 22,9 | 32,5 | 26,7 | 29,6 | 23,4 | 29,4 | 30,5 | 28,5 |
| | PF | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | d_2 | 1,2 | 12,5 | 0,7 | 4,2 | 1,4 | 3,4 | 4,1 | 2,7 |
| | d_3 | / | / | / | / | / | / | / | / |
| d_i | | 25 | 46 | 28 | 35 | 26 | 34 | 36 | 32 |
| d_{int} | | 35 | | | | 30 | | | |
| LoS per ogni ramo | | C | D | C | C-D | C | C | D | C |
| LoS totale | | C-D | | | | C | | | |

I livelli di servizio così trovati risultano essere dei livelli di servizio “medi” in quanto, secondo l’HCM, denotano condizioni con ritardi che cominciano ad essere fastidiosi per l’utenza (livello C), in cui pochi veicoli attraversano l’intersezione senza arrestarsi, e addirittura alcuni subiscono due cicli di rosso. Peggior è la condizione del livello D in cui inizia a manifestarsi una prima congestione del traffico, anche se i valori sono molto vicini al limite inferiore a tale livello di servizio per il ramo arrivante da via delle Macchine nel periodo serale.

Il livello più critico è presentato da via Fratelli Bandiera a Sud dell’intersezione che denota forti problemi nel periodo mattutino, questo dovuto agli alti livelli di traffico che affluiscono o attraversano la zona da quella direzione.

Nel caso del livello di servizio generale, si vede come al mattino l’intersezione sia in bilico tra i livelli di servizio C e D, quindi con problemi che possono nascere in momenti di particolare flusso affluente all’intersezione. La sera i problemi sono leggermente minori anche se dal ramo di via Fratelli Bandiera Sud siamo comunque in prossimità di un livello di servizio D.

5.2.1 CONCLUSIONI

Concludendo si può affermare che l’intersezione, nelle condizioni attuali, sta lavorando in regime limite di un livello di servizio accettabile dall’utenza. Da notare il fatto che tale livello si riferisce ai momenti di punta del traffico, quindi su un periodo di circa un’ora; mentre negli altri momenti della giornata il livello di servizio risulta essere sicuramente maggiore per via dei minori flussi transitanti.

5.3 INTERSEZIONE TRA VIA MALCONTENTA E SS11

La procedura precedentemente applicata, non è qui applicabile in quanto il piano semaforico (sui cui dati si basano molti risultati del metodo HCM) risulta essere attuato dal traffico e quindi non fisso. Per tale motivo la valutazione del Livello di Servizio può essere effettuata solo mediante una mediazione dei tempi dei cicli semaforici, differenziando un ciclo mattutino e uno serale.

I risultati non saranno perfettamente corretti, ma verranno confrontati con le riprese video per un confronto sui tempi medi di attesa e sulla soddisfazione della domanda di utilizzo dell’intersezione.

I dati dei cicli semaforici a cui si fa riferimento sono:

| FASE | <i>Mattina</i> | | <i>Sera</i> | |
|------------------|----------------|----|-------------|----|
| | 1 | 2 | 1 | 2 |
| verde | 38 | 28 | 25 | 28 |
| arancione | 4 | 4 | 5 | 5 |
| rosso | 39 | 49 | 38 | 35 |
| Tot | 81 | 81 | 68 | 68 |

inserendo tali dati nella procedura HCM si ottiene:

| PERIODO | | mattina | | | sera | | |
|--------------------------|-----------|-------------|------------|--------------------|-------------|------------|--------------------|
| RAMO | | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> |
| RITARDI | <i>d1</i> | 20,3 | 30,0 | 24,6 | 15,0 | 21,3 | 16,5 |
| | <i>PF</i> | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | <i>d2</i> | 1,9 | 158,0 | 20,8 | 2,2 | 43,6 | 8,6 |
| | <i>d3</i> | / | / | / | / | / | / |
| <i>di</i> | | 23 | 189 | 46 | 18 | 66 | 26 |
| <i>dint</i> | | 113 | | | 35 | | |
| <i>LoS per ogni ramo</i> | | C | F | D | B | E | C |
| <i>LoS totale</i> | | F | | | C | | |

I Livelli di Servizio così ottenuti risultano essere insufficienti per un buon funzionamento dell'intersezione, specialmente per i volumi di traffico mattutini.

Confrontando questi ritardi con le riprese video effettuate, si può notare però una certa corrispondenza media tra i dati e la realtà.

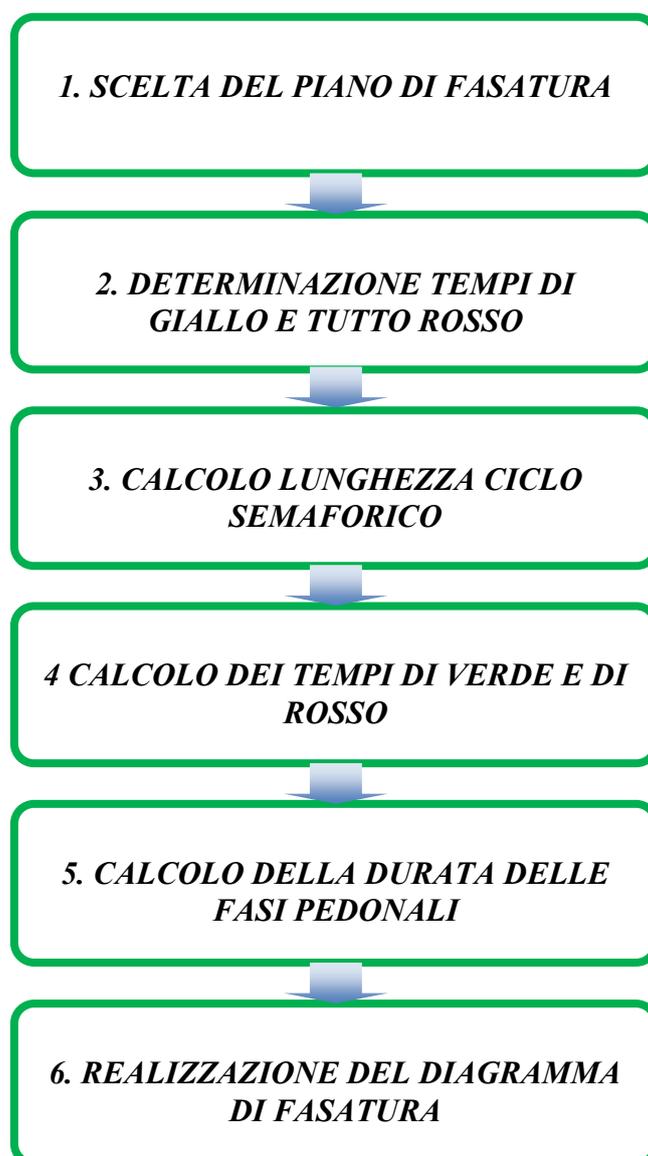
Per quanto riguarda i dati per la mattina, le code che si realizzano per la manovra da SS11 Sud verso Nord sono molto rilevanti, quindi i veicoli in attesa del verde per ogni ciclo semaforico sono consistenti, conseguentemente i tempi di attesa sono lunghi. Per le altre manovre i tempi sono minori, specialmente per i veicoli provenienti da Nord, in quanto i volumi sono bassi. Meno bene va per i veicoli provenienti da via Malcontenta.

Per i dati relativi alla sera, le cose vanno un po' meglio, grazie ai volumi minori di traffico, specialmente per quelli provenienti da Sud. I tempi di attesa medi comunque rimangono elevati per chi vuole impegnare l'intersezione da SS11 Sud. Per i veicoli provenienti da Nord e da via Malcontenta, le cose vanno molto bene in quanto i livelli di servizio sono elevati, nonostante i volumi provenienti da Nord siano aumentati rispetto alla mattina. In questo c'è da notare che la maggior parte del traffico viene impegnata dai veicoli che da Nord vanno verso SS11 Sud e che, quindi, hanno un continuo verde durante il ciclo semaforico. Per tale motivo non è possibile attribuire un Livello di Servizio a tale manovra.

6 MIGLIORAMENTO DEL LIVELLO DI SERVIZIO

Una volta individuati i Livelli di Servizio dei singoli rami delle due intersezioni, è possibile operare una modifica dei piani semaforici per vedere se sia possibile aumentare il Livello di Servizio precedentemente trovato. Per variare il livello di servizio, si calcola un nuovo piano semaforico per entrambe le intersezioni, il quale sarà sottoposto nuovamente al processo di valutazione secondo metodo HCM per vedere eventuali miglioramenti.

Per il calcolo dei nuovi piani semaforici ci si avvale nuovamente della metodologia riportata nel manuale HCM, secondo la seguente procedura di calcolo.



Di seguito vengono riportati i risultati delle varie operazioni, per la visione dei calcoli completi si rimanda all'Appendice C.

6.1 INTERSEZIONE TRA VIA DELLE MACCHINE E VIA F. BANDIERA

Preliminarmente si deve procedere alla definizione del piano di fasatura in cui suddividere il ciclo semaforico. Per il caso in esame si è scelto di avere tre fasi successive, senza accavallamento tra esse, quindi un piano leggermente differente rispetto a quello osservato sul campo. A seguito vengono riportate le tre fasi con le relative manovre di via libera.

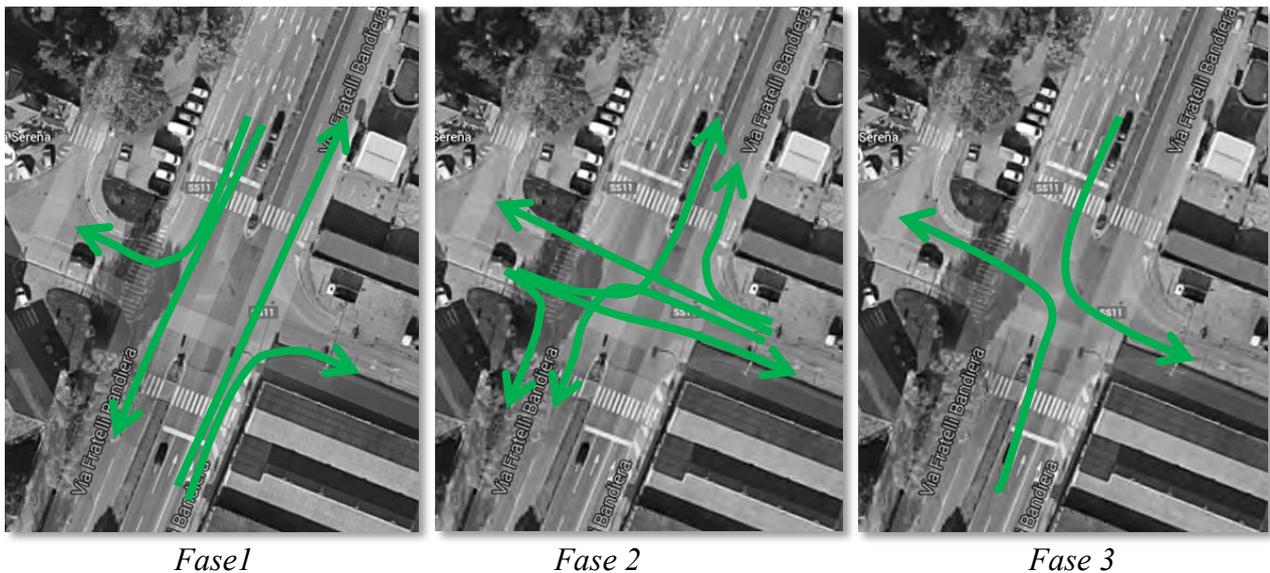


Figura 24: definizione delle tre fasi di via libera

In dettaglio:

- **Fase 1:** via libera per le manovre da via F. Bandiera Sud a via F. Bandiera Nord e via delle Macchine, da via F. Bandiera Nord a via F. Bandiera Sud e via C. Mezzacapo;
- **Fase 2:** via libera da via C. Mezzacapo e via delle Macchine;
- **Fase 3:** via libera per le svolte a sinistra da via F. Bandiera Sud e via F. Bandiera Nord.

6.1.1 Risultati

Come era prevedibile, i primi risultati ottenuti con tale metodo, portano ad un peggioramento dei livelli di servizio dell'intersezione, per questo, come anche suggerito nel manuale stesso, i tempi di verde vengono opportunamente aumentati per soddisfare a pieno la domanda di utilizzo. Dopo numerose iterazioni si è deciso di optare per un doppio piano semaforico da attuare la mattina e la sera; inoltre si sono calcolate le due fasi pedonali che, ora, riguardano la prima e la seconda fase del ciclo semaforico come riportato nelle seguenti figure.

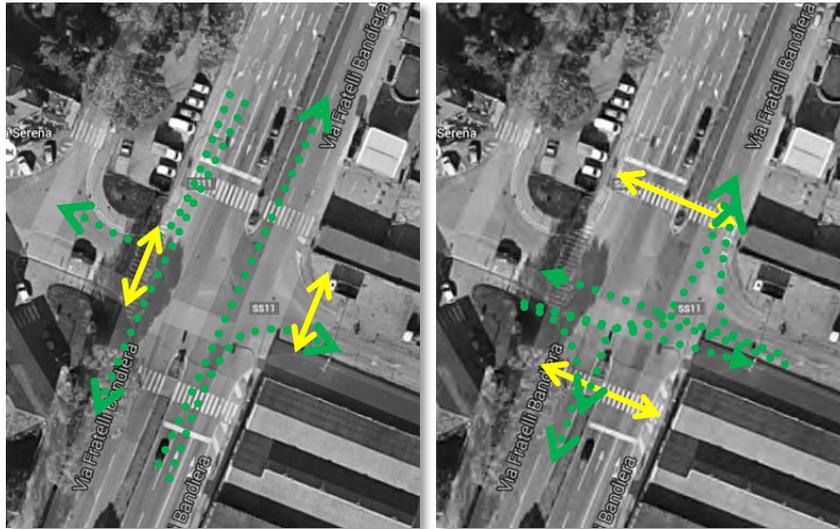


Figura 25: identificazione temporale delle fasi pedonali

I risultati finali sono i seguenti:

● **Mattina**

Tabella 21: durata delle varie fasi del ciclo semaforico, periodo mattina

| | FASE | | |
|-------|-----------|----|----|
| | 1 | 2 | 3 |
| V_i | 32 | 23 | 17 |
| R_i | 48 | 57 | 63 |
| G_i | 4 | 4 | 4 |
| C | 84 | | |

Tabella 22: dati delle fasi pedonali per la mattina

| | Fase pedonale | |
|------------|---------------|------|
| | 1 | 2 |
| L | 16 | 25,5 |
| b | 3,9 | 4 |
| v_p | 1,2 | 1,2 |
| G_p | 13 | 21 |
| V_p | 19 | 2 |
| C_{ptot} | 32,0 | 23,0 |

●Sera

Tabella 23: durata delle varie fasi del ciclo semaforico, periodo sera

| FASE | | | |
|-------|-----------|----|----|
| | 1 | 2 | 3 |
| V_i | 30 | 23 | 17 |
| R_i | 48 | 55 | 61 |
| G_i | 4 | 4 | 4 |
| C | 82 | | |

Tabella 24: dati delle fasi pedonali per la mattina

| | Fase pedonale | |
|-------|---------------|------|
| | 1 | 2 |
| L | 16 | 25,5 |
| b | 3,9 | 4 |
| v_p | 1,2 | 1,2 |
| G_p | 13 | 21 |
| V_p | 17 | 2 |
| Cptot | 30,0 | 23,0 |

Per la determinazione dei tempi delle fasi pedonali, si è tenuto conto del fatto che i pedoni debbano riuscire a percorrere le strisce pedonali durante il tempo di giallo, quindi impostando una durata minima del via libera pari a:

- 13 secondi per l'attraversamento Nord-Sud;
- 21 secondi per l'attraversamento Est-Ovest.

Conseguentemente sono stati ricavati i tempi di verde in relazione alla durata della fase semaforica a cui corrispondono le fasi pedonali. I tempi così ottenuti risultano soddisfacenti in relazione ai bassi volumi di pedoni che impegnano l'intersezione durante i periodi in esame.

Per i Livelli di Servizio si ha la seguente tabella riassuntiva:

Tabella 25: tabella di confronto tra gli attuali e i nuovi perditempo per i singoli rami e l'intera l'intersezione

| PERIODO | mattina | | | | sera | | | |
|--------------------------|---------|--------|----------|---------|--------|---------|----------|---------|
| | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. |
| <i>di</i> | 25 | 46 | 28 | 35 | 26 | 34 | 36 | 32 |
| <i>dint</i> | 35 | | | | 30 | | | |
| <i>LoS per ogni ramo</i> | C | D | C | C | C | C | D | C |
| <i>LoS totale</i> | C-D | | | | C | | | |
| <i>di</i> | 23(-2) | 28(-8) | 25(-3) | 32(-3) | 24(-2) | 24(-10) | 31(-5) | 28(-4) |
| <i>dint</i> | 26(-9) | | | | 26(-4) | | | |
| <i>LoS per ogni ramo</i> | C | C | C | C | C | C | C | C |
| <i>LoS totale</i> | C | | | | C | | | |

I risultati sono molto più positivi. Tutti i rami presentano una buona diminuzione dei perditempo medi per veicolo, in particolar modo via F. Bandiera Sud vede tale diminuzione in misura significativa, quindi con un miglioramento rilevante delle prestazioni. Nonostante le migliori,

comunque il livello di servizio delle varie vie e dell'intersezione in generale, rimane di livello C, anche se, comunque, considerando i perditempo attuali, il miglioramento è significativo.

6.2 INTERSEZIONE TRA SS11 E VIA MALCONTENTA

Per il calcolo del nuovo piano semaforico si è deciso di mantenere lo stesso piano di fasatura attualmente in uso in quanto ritenuto il più adatto per il caso. Si mantiene anche la non presenza di fasi pedonali in quanto l'intersezione non è munita di marciapiedi e quindi è esclusa dal transito pedonale. Tale mancanza dei passaggi pedonali è adatta in quanto, anche durante i rilievi effettuati, non sono stati individuati pedoni che attraversassero l'intersezione.

6.2.1 Risultati

Procedendo in modo analogo all'intersezione precedente, i risultati prodotti dalla metodologia HCM sono i seguenti.

Tabella 26: ciclo semaforico ricavato secondo procedura HCM

| | FASE | |
|-------|------|----|
| | 1 | 2 |
| V_i | 35 | 25 |
| R_i | 29 | 39 |
| G_i | 4 | 4 |
| C | 68 | |

Graficamente

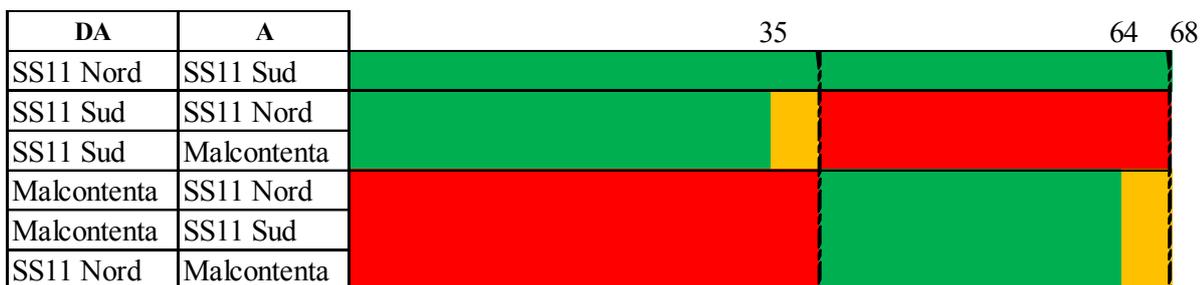


Figura 26: diagramma di fasatura ottenuto secondo la procedura HCM

Tale piano però ha condotto a risultati contrastanti. Se tale piano fosse applicato per i volumi di traffico rilevati nel pomeriggio allora si otterrebbero dei buoni livelli di servizio; mentre, se applicato ai volumi rilevati la mattina, i livelli di servizio sarebbero bassissimi con ritardi medi molto elevati principalmente per i veicoli provenienti da SS11 Sud. In dettaglio si ha

| PERIODO | | mattina | | | sera | | |
|-------------------|------|---------|-------|-------------|------|------|-------------|
| RAMO | | Nord | Sud | Malcontenta | Nord | Sud | Malcontenta |
| RITARDI | $d1$ | 15,9 | 21,0 | 19,3 | 17,4 | 12,6 | 19,1 |
| | PF | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | $d2$ | 1,6 | 108,4 | 15,4 | 3,1 | 7,8 | 13,9 |
| | $d3$ | / | / | / | / | / | / |
| d_i | | 19 | 130 | 36 | 21 | 21 | 34 |
| d_{int} | | 80 | | | 25 | | |
| LoS per ogni ramo | | B | F | D | C | C | C |
| LoS totale | | E | | | C | | |

Procedendo con la modifica dei tempi di verde in modo separato per la mattina e la sera, i risultati non sono differenti. In particolare, per la sera, i tempi ricavati dal metodo HCM corrispondono a quelli ottimi per i volumi interessati, mentre la mattina risulta impossibile determinare un piano a ciclo fisso che soddisfi la domanda di utilizzo, riscontrando ritardi medi mai inferiori ai 60 secondi per le manovre da SS11 Sud.

7 CONCLUSIONI

7.1 INTERSEZIONE VIA F. BANDIERA-MACCHINE-C. MEZZACAPO

Concludendo lo studio di tale intersezione, si può affermare che, attuando le precedenti modifiche calcolate per il nuovo piano semaforico, l'intersezione andrebbe incontro ad un netto miglioramento dei suoi livelli prestazionali. Inoltre si possono notare anche un paio di modifiche a livello infrastrutturale che potrebbero portare ad ulteriori migliorie per l'utenza.

La prima delle modifiche riguarda l'impianto delle lanterne semaforiche che gestiscono via delle Macchine. Attualmente è presente una unica lanterna che governa entrambe le corsie di accumulo che si immettono nell'intersezione. Se si optasse per una doppia lanterna si potrebbero governare separatamente le due corsie. In particolar modo si potrebbe dare il via libera per le manovre di svolta a destra verso via F. Bandiera Nord durante la terza fase del ciclo semaforico in quanto tale manovra non risulta essere in conflitto che le altre che si eseguono in tale fase. Lo stesso discorso potrebbe valere per l'impianto posto su via C. Mezzacapo, solo che, in questo caso, si dovrebbe anche disporre uno sdoppiamento dell'attuale corsia di accumulo, il che, viste le misure dell'attuale carreggiata, potrebbe essere un'alternativa valida.

In dettaglio si riporta uno schema della terza fase semaforica, con la modifica proposta appena esposta

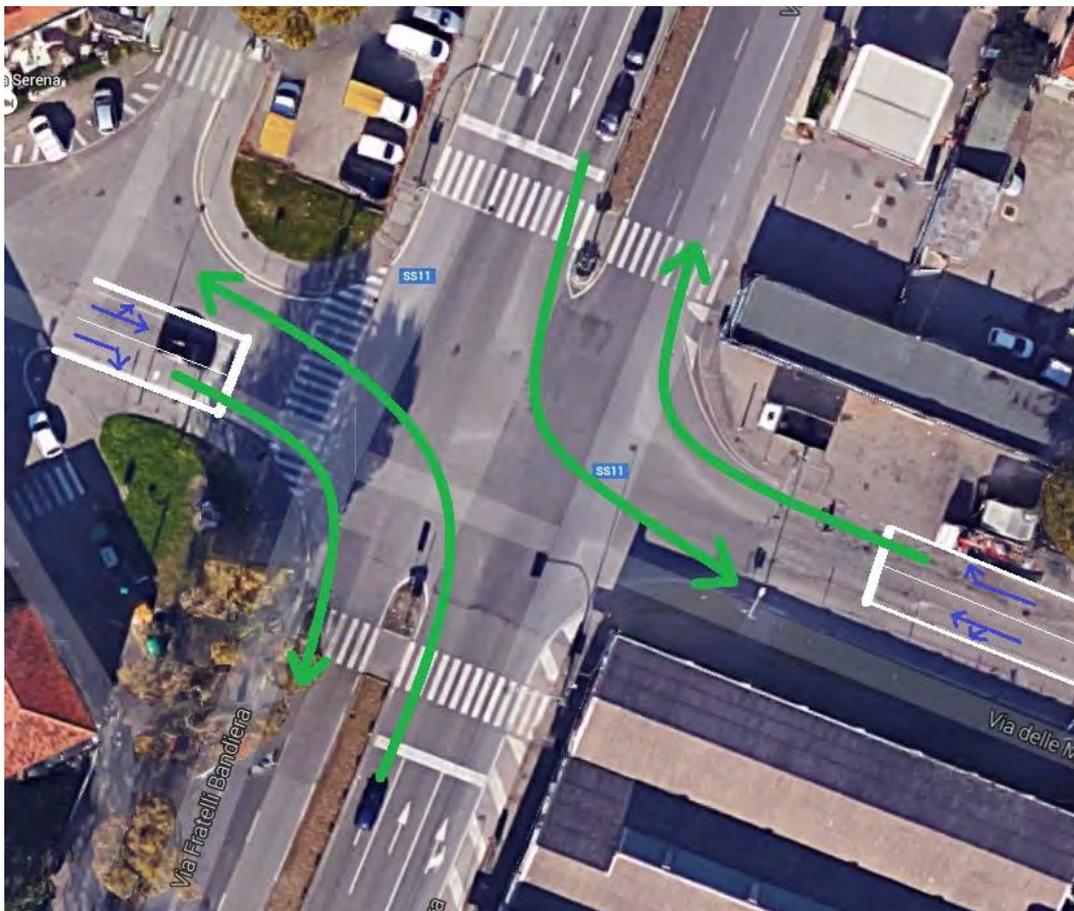


Figura 27: proposta di modifica della terza fase semaforica

Con tale soluzione logistica si sfrutterebbe ulteriormente una fase semaforica che, per i volumi di traffico che la utilizzano, è poco sfruttata. In tal modo sicuramente il Livello di Servizio di via delle Macchine e via C. Mezzacapo aumenterà in quanto una parte delle manovre che hanno via libera durante la seconda fase ce l’hanno prolungato anche alla terza fase.

Per concludere definitivamente la trattazione si riporta a seguito lo schema delle varie fasi semaforiche, con aggiunto un tempo di 3 secondi tra lo scatto del rosso per una fase e lo scatto del verde per la fase successiva, oltre all’indicazione delle fasi pedonali. Si riporta inoltre il ciclo semaforico attualmente in uso per poter operare i relativi confronti sulle variazioni ad esso apportate.

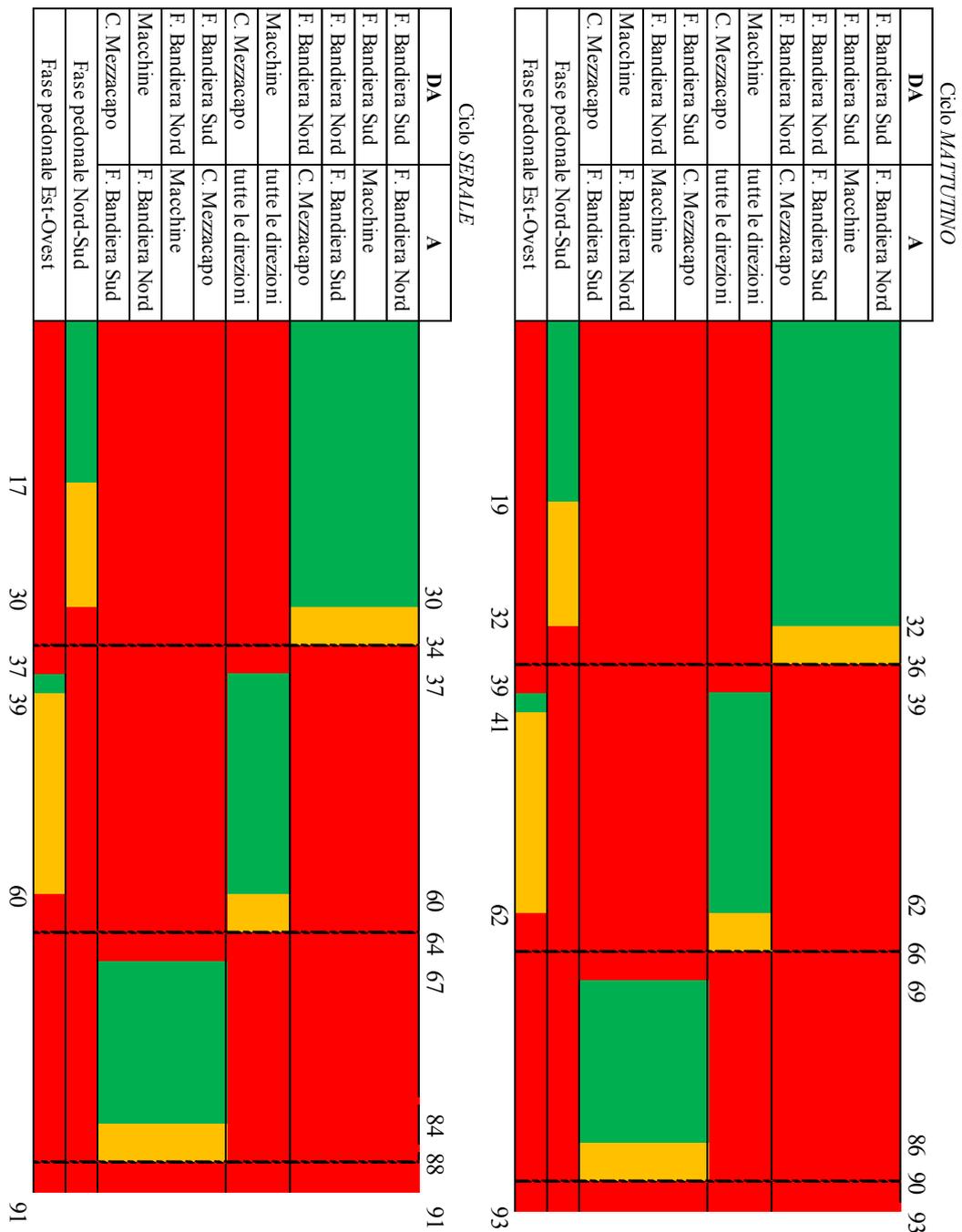


Figura 28: Cicli semaforici veicolari e pedonali per periodo mattutino e serale

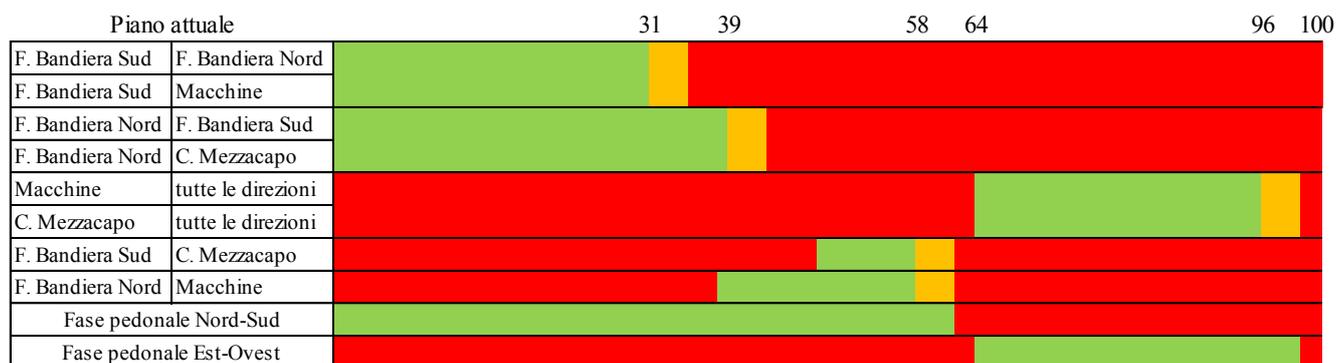


Figura 29: attuale ciclo semaforico

Confrontando i dati del nuovo piano con quelli del piano esistente, si possono individuare le seguenti differenze:

- Il susseguirsi delle fasi risulta differente. Nel piano attuale le manovre provenienti da via C. Mezzacapo e via delle Macchine sono poste per ultime, mentre ora sono poste come seconda fase. Questo perché, se si attuasse lo sdoppiamento delle lanterne semaforiche per tali vie, si attuerebbero le manovre aggiuntive di verde per le svolte a destra da via C. Mezzacapo e svolta a sinistra da via delle Macchine.
- Le manovre della prima fase sono le medesime, solo che ora c'è una uguale durata del verde per le manovre provenienti sia da F. Bandiera Nord che da via F. Bandiera Sud; quindi una durata uguale del verde per le svolte a sinistra uscenti da tali vie, poste alla fine del ciclo semaforico per i motivi sopra scritti.
- Le fasi pedonali rimangono immutate per quanto riguarda la collocazione nelle fasi veicolari, con l'eccezione che, ritenendo più cautelativo questo provvedimento, viene escluso il via libera per i pedoni quando è in atto il verde per la seconda fase semaforica (veicoli uscenti da via C. Mezzacapo e via delle Macchine). Questo può essere giustificato dal fatto che i volumi di pedoni che intendono attraversare l'intersezione sono molto bassi e che, dunque, non sia opportuno che intralcino i veicoli durante la seconda fase del ciclo, avendo a disposizione la fase successiva, ritenuta per altro più protettiva nei loro confronti.
- La durata inferiore dei nuovi cicli semaforici, seppure di pochi secondi, permette un raggiungimento di un Livello di Servizio migliore per tutti i rami confluenti, specialmente adattando il ciclo ai diversi momenti della giornata. Per quanto riguarda l'orario di pranzo, si potrebbe adottare un ciclo intermedio, ma sarebbe da verificare ulteriori rilievi sul posto.

7.2 INTERSEZIONE TRA SS11-MALCONTENTA

I risultati ottenuti portano alla conclusione che il miglior piano semaforico per l'intersezione tra SS11 e via Malcontenta sia quello attuato dal traffico, specialmente per i volumi che interessano l'intersezione la mattina. Per la sera andrebbe bene anche l'istituzione di un ciclo fisso ma, essendo predisposto un ciclo attuato dal traffico, è consigliato mantenerlo tale durante tutto la giornata, così che possa soddisfare continuamente in modo opportuno la variabilità della domanda di transito.

L'unico punto cruciale che, come già accennato nella fase di restituzione ed elaborazione dei dati rilevati sul campo, è opportuno affrontare in maggior dettaglio, è il fenomeno di accodamento rilevato verso le 17:00 che si sviluppa a partire dalla rotatoria situata a Sud-Ovest dell'intersezione e che si propaga a Nord fino all'intersezione in esame causando un momentaneo blocco della circolazione che tenta di procedere verso SS11 Sud. Tale blocco, della lunghezza di circa 750 metri, da una primo rilievo visivo, sembra essere causato da una difficile immissione da parte dei veicoli pesanti alla rotonda menzionata. Il difficile inserimento in rotonda è causato da una discutibile geometria della corsia in ingresso, che obbliga a una forte decelerazione dei mezzi pesanti e, in concomitanza con l'elevata velocità dei veicoli all'interno della rotatoria (a causa delle sue notevoli dimensioni), rende difficile ad essi un'immissione agevole vista la loro bassa accelerazione.

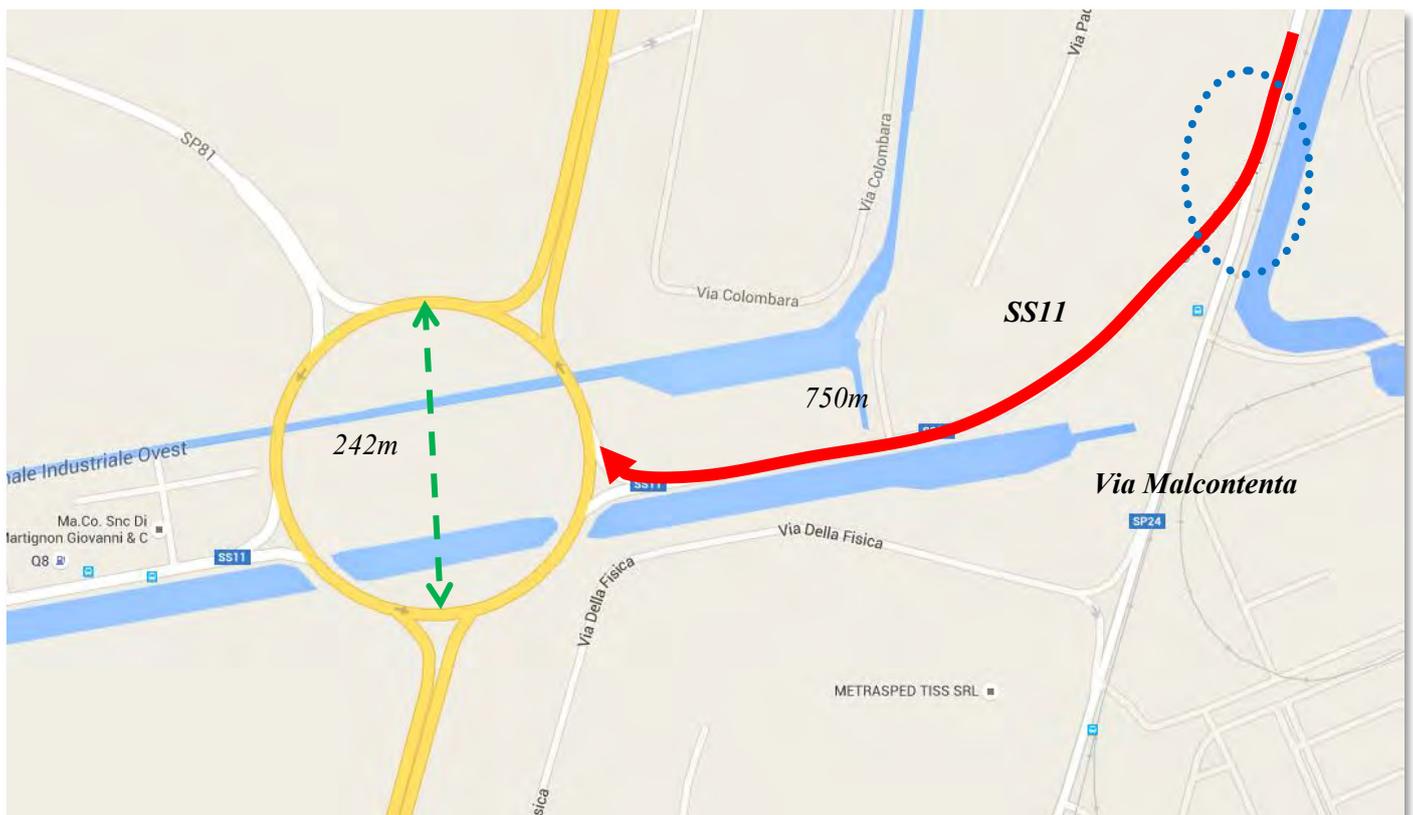
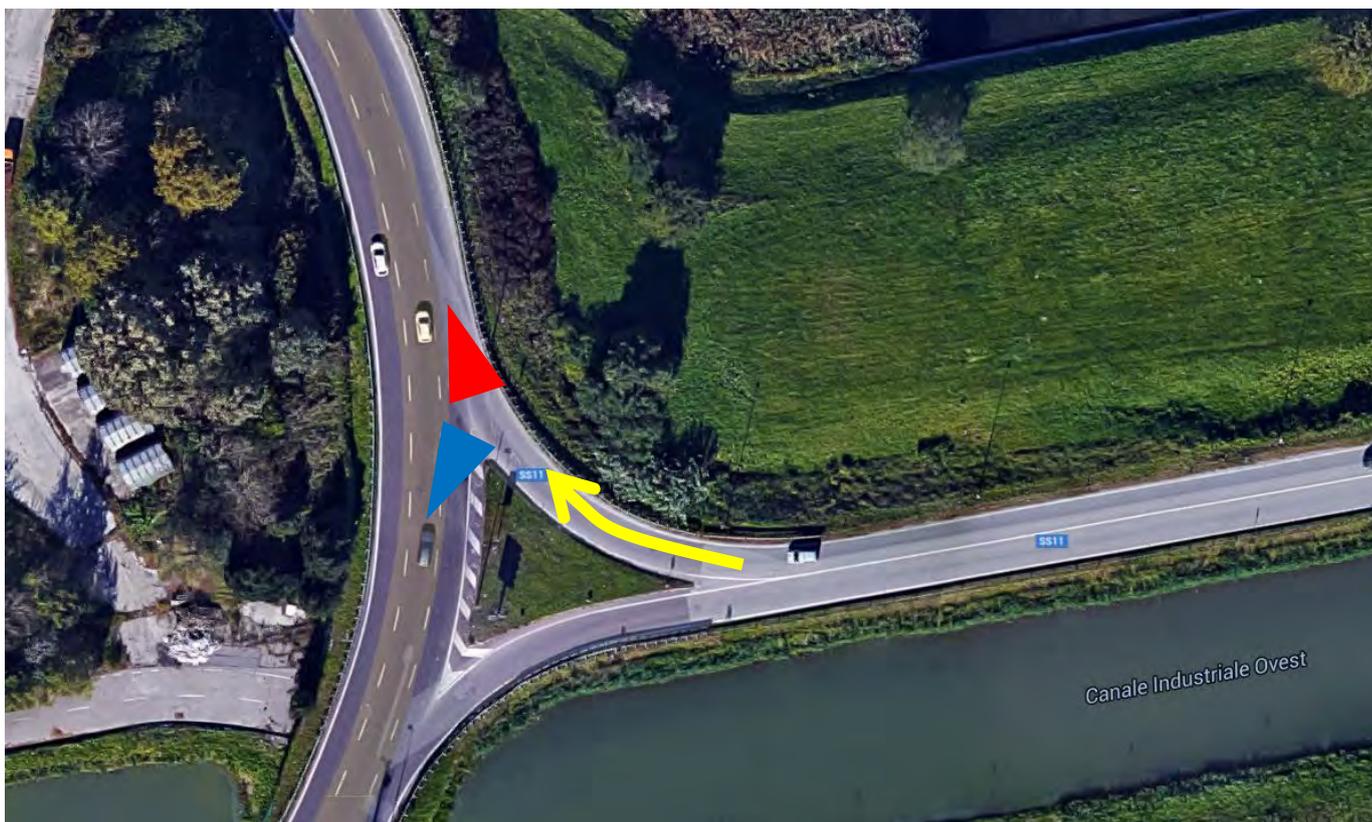


Figura 30: indicazione del fenomeno di accodamento

In dettaglio, l'ingresso alla rotatoria si presenta come indicato di seguito.



8



Figura 31: dettaglio dell'immissione in rotonda con viste a sinistra e a destra

BIBLIOGRAFIA

[1] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

<http://www.mit.gov.it/>

[2] Commissione Europea della Mobilità & Trasporti

<http://ec.europa.eu/transport>

[3] Autorità portuale di Venezia

<https://www.port.venice.it/>

[4] Progettare le intersezioni – tecniche per la progettazione e la verifica delle intersezioni stradali in ambito urbano ed extraurbano secondo il D.M. 19/4/2006; II edizione; EPC

[5] "Nuovo Codice della Strada"

(decreto legislativo 30 aprile 1992 n. 285 e successive modificazioni).

[6] Regolamento di esecuzione e di attuazione del codice della strada

D.P.R., testo coordinato 16/12/1992 n° 495, G.U. 28/12/1992

[7] Highway Capacity Manual 2010

Appendice A

Dati Maggio 2015 e Aprile 2010 intersezione via F. Bandiera-via delle Macchine-via C. Mezzacapo

| <i>INDICE</i> | <i>PAGINA</i> |
|--|---------------|
| <i>Tabella e dati intersezione con via delle Macchine, Maggio 2015, periodo 7:30-9:30</i> | <i>II</i> |
| <i>Tabella e dati intersezione con via delle Macchine, Maggio 2015, periodo 17030-19:0</i> | <i>IX</i> |
| <i>Tabella dati rilievo Aprile 2010, periodo 7:00-9:00</i> | <i>XVI</i> |
| <i>Tabella dati rilievo Aprile 2010, periodo 17:00-19:00</i> | <i>XVIII</i> |

Legenda:

- Cat.A: autovetture, mezzi di trasporto pubblico*
- Cat.B: Mezzi commerciali sotto le 3,5 tonnellate*
- Cat.C: mezzi commerciali superiori alle 3,5 tonnellate, non snodati*
- Cat.D: mezzi commerciali autoarticolati, compresi trattori stradali*

Tabella 1: tabella dei flussi delle varie manovre, con suddivisione in categorie veicolari

| MAN | CAT. VEIC. | 7:30- 7:40 | 7:40- 7:50 | 7:50- 8:00 | 8:00- 8:10 | 8:10- 8:20 | 8:20- 8:30 | 8:30- 8:40 | 8:40- 8:50 | 8:50- 9:00 | 9:00- 9:10 | 9:10- 9:20 | 9:20- 9:30 | TOTALE | % |
|------------------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------|--------|
| Macchine - F.Band.Nord | Cat. A | 3 | 0 | 4 | 3 | 6 | 5 | 5 | 2 | 7 | 4 | 5 | 5 | 49 | 77,78 |
| | Cat. B | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 9 | 14,29 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,59 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 6,35 |
| | tot | 4 | 0 | 5 | 4 | 6 | 5 | 8 | 2 | 8 | 6 | 7 | 8 | 63 | 100,00 |
| | tot pesato | 4 | 0 | 5 | 5 | 6 | 5 | 11 | 2 | 8 | 6 | 9 | 10 | 70 | |
| Macchine - C.Mezz | Cat. A | 3 | 4 | 5 | 2 | 7 | 10 | 4 | 3 | 8 | 0 | 9 | 5 | 60 | 92,31 |
| | Cat. B | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 6,15 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,54 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | tot | 3 | 5 | 5 | 2 | 10 | 10 | 4 | 3 | 8 | 0 | 10 | 5 | 65 | 100,00 |
| | tot pesato | 3 | 5 | 5 | 2 | 11 | 10 | 4 | 3 | 8 | 0 | 10 | 5 | 66 | |
| Macchine - F.Band.Sud | Cat. A | 4 | 2 | 6 | 9 | 6 | 4 | 5 | 6 | 6 | 10 | 9 | 8 | 75 | 71,43 |
| | Cat. B | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 5 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1 | 3 | 17 | 16,19 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4,76 |
| | Cat. D | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 8 | 7,62 |
| | tot | 5 | 4 | 8 | 12 | 8 | 11 | 6 | 6 | 9 | 14 | 11 | 11 | 105 | 100,00 |
| | tot pesato | 7 | 7 | 9 | 14 | 8 | 12 | 7 | 6 | 11 | 17 | 13 | 11 | 120 | |
| F.Band.Sud - Macchine | Cat. A | 6 | 21 | 13 | 12 | 15 | 23 | 10 | 9 | 15 | 7 | 10 | 7 | 148 | 78,72 |
| | Cat. B | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 7 | 25 | 13,30 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2,13 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 11 | 5,85 |
| | tot | 7 | 22 | 18 | 14 | 17 | 26 | 13 | 15 | 18 | 11 | 12 | 15 | 188 | 100,00 |
| | tot pesato | 7 | 22 | 20 | 16 | 18 | 27 | 16 | 19 | 21 | 13 | 14 | 17 | 207 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|--------|
| F.Band.Sud - F.Band.Nord | Cat. A | 88 | 66 | 74 | 104 | 100 | 99 | 87 | 99 | 99 | 107 | 71 | 65 | 1059 | 85,89 |
| | Cat. B | 5 | 7 | 9 | 16 | 8 | 12 | 13 | 4 | 8 | 17 | 12 | 10 | 121 | 9,81 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 3 | 4 | 0 | 1 | 0 | 15 | 1,22 |
| | Cat. D | 1 | 5 | 3 | 2 | 1 | 3 | 5 | 1 | 4 | 4 | 5 | 4 | 38 | 3,08 |
| | tot | 94 | 78 | 86 | 122 | 113 | 117 | 105 | 107 | 115 | 128 | 89 | 79 | 1233 | 100,00 |
| tot pesato | 96 | 86 | 91 | 125 | 117 | 123 | 113 | 110 | 123 | 134 | 97 | 85 | 1298 | | |
| F.Band.Sud - C.Mezz. | Cat. A | 2 | 2 | 1 | 6 | 2 | 5 | 5 | 6 | 4 | 3 | 5 | 2 | 43 | 72,88 |
| | Cat. B | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 9 | 15,25 |
| | Cat. C | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 6,78 |
| | Cat. D | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5,08 |
| | tot | 4 | 3 | 1 | 8 | 2 | 6 | 6 | 6 | 8 | 4 | 9 | 2 | 59 | 100,00 |
| tot pesato | 6 | 3 | 1 | 10 | 2 | 7 | 6 | 6 | 10 | 5 | 9 | 2 | 66 | | |
| C.Mezz. - F.Band.Sud | Cat. A | 0 | 3 | 3 | 0 | 2 | 5 | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 29 | 90,63 |
| | Cat. B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 9,38 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | tot | 0 | 3 | 3 | 0 | 2 | 5 | 5 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 32 | 100,00 |
| tot pesato | 0 | 3 | 3 | 0 | 2 | 5 | 5 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 32 | | |
| C.Mezz - Macchine | Cat. A | 22 | 14 | 22 | 23 | 10 | 24 | 14 | 19 | 14 | 8 | 15 | 11 | 196 | 91,59 |
| | Cat. B | 1 | 2 | 3 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 15 | 7,01 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,93 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,47 |
| | tot | 23 | 16 | 25 | 23 | 14 | 24 | 16 | 21 | 16 | 9 | 15 | 12 | 214 | 100,00 |
| tot pesato | 23 | 16 | 25 | 23 | 16 | 24 | 16 | 22 | 16 | 9 | 15 | 12 | 217 | | |
| C.Mezz. - F.Band.Nord | Cat. A | 4 | 15 | 8 | 8 | 15 | 12 | 19 | 23 | 8 | 8 | 2 | 10 | 132 | 94,29 |
| | Cat. B | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 8 | 5,71 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | tot | 6 | 16 | 8 | 8 | 16 | 12 | 19 | 23 | 9 | 8 | 4 | 11 | 140 | 100,00 |
| tot pesato | 6 | 16 | 8 | 8 | 16 | 12 | 19 | 23 | 9 | 8 | 4 | 11 | 140 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-------------|--------|
| F.Band.Nord - C.Mezz. | Cat. A | 7 | 4 | 9 | 7 | 8 | 12 | 7 | 6 | 7 | 9 | 10 | 11 | 97 | 92,38 |
| | Cat. B | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4,76 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 2,86 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | tot | 7 | 4 | 11 | 7 | 9 | 14 | 7 | 7 | 7 | 9 | 11 | 12 | 105 | 100,00 |
| | tot pesato | 7 | 4 | 11 | 7 | 10 | 14 | 7 | 7 | 7 | 9 | 12 | 13 | 107 | |
| F.Band.Nord - F.Band.Sud | Cat. A | 49 | 69 | 73 | 71 | 75 | 86 | 87 | 82 | 86 | 66 | 75 | 82 | 901 | 86,80 |
| | Cat. B | 7 | 3 | 6 | 4 | 12 | 4 | 4 | 5 | 8 | 7 | 10 | 12 | 82 | 7,90 |
| | Cat. C | 1 | 5 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 2 | 4 | 23 | 2,22 |
| | Cat. D | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 6 | 0 | 1 | 2 | 1 | 5 | 3 | 32 | 3,08 |
| | tot | 61 | 80 | 83 | 79 | 91 | 97 | 93 | 89 | 96 | 76 | 92 | 101 | 1038 | 100,00 |
| | tot pesato | 68 | 87 | 87 | 84 | 95 | 107 | 94 | 91 | 99 | 79 | 101 | 108 | 1098 | |
| F.Band.Nord - Macchine | Cat. A | 34 | 28 | 33 | 27 | 35 | 43 | 24 | 29 | 32 | 24 | 20 | 15 | 344 | 87,98 |
| | Cat. B | 4 | 1 | 5 | 4 | 0 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 26 | 6,65 |
| | Cat. C | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 2 | 9 | 2,30 |
| | Cat. D | 3 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 12 | 3,07 |
| | tot | 42 | 31 | 41 | 31 | 37 | 48 | 27 | 34 | 34 | 25 | 21 | 20 | 391 | 100,00 |
| | tot pesato | 47 | 34 | 45 | 31 | 39 | 50 | 29 | 37 | 35 | 25 | 22 | 23 | 414 | |
| TOTALE | | 256 | 262 | 294 | 310 | 325 | 375 | 309 | 315 | 332 | 292 | 285 | 278 | 3633 | |
| TOTALE PESATO | | 273 | 283 | 309 | 324 | 338 | 394 | 326 | 327 | 350 | 306 | 307 | 297 | 3830 | |

Macchine - F.Band.Nord

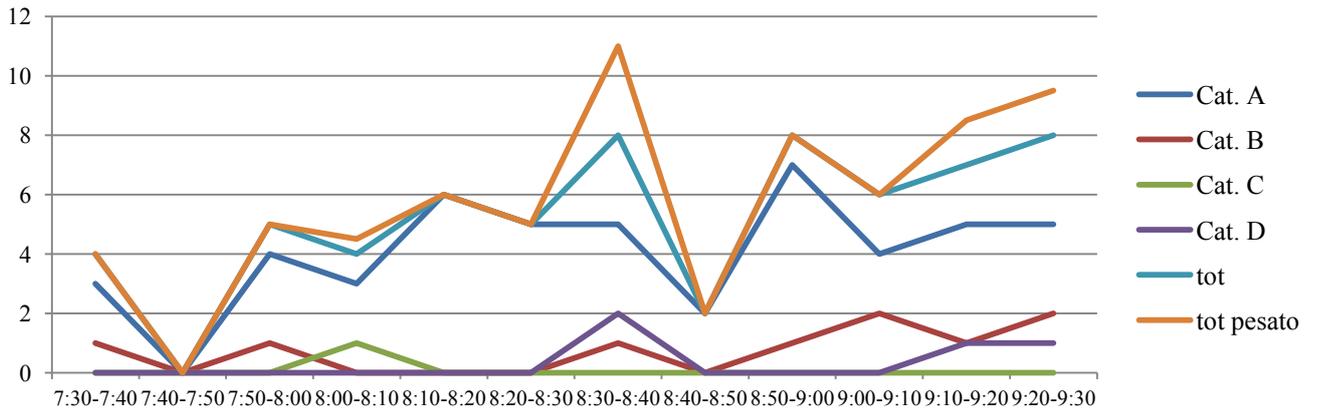


Grafico 1: flussi di traffico da via delle Macchine a via Fratelli Bandiera Nord

Macchine - C.Mezz.

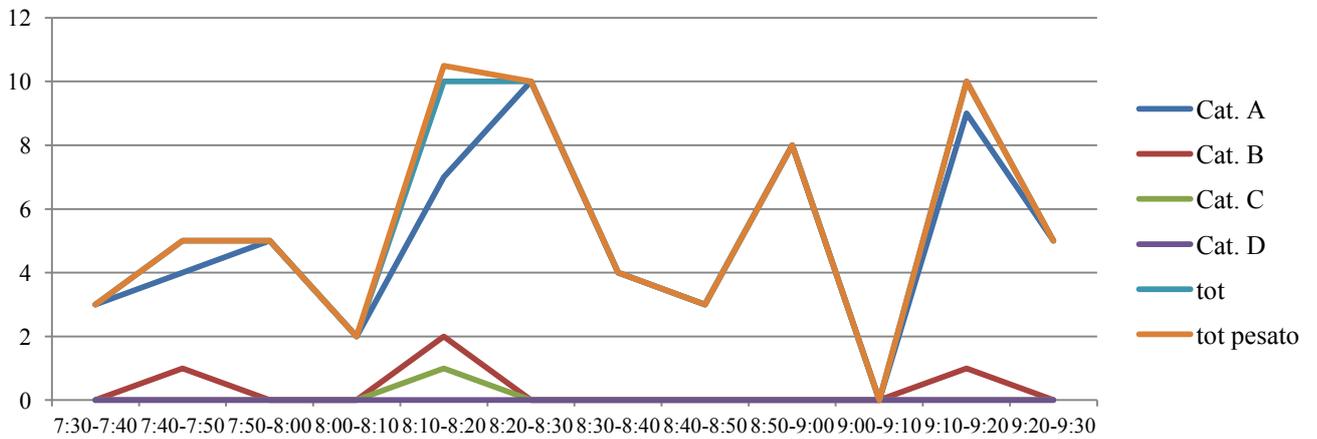


Grafico 2: flussi di traffico da via delle Macchine a via Carlo Mezzacapo

Macchine - F.Band.Sud

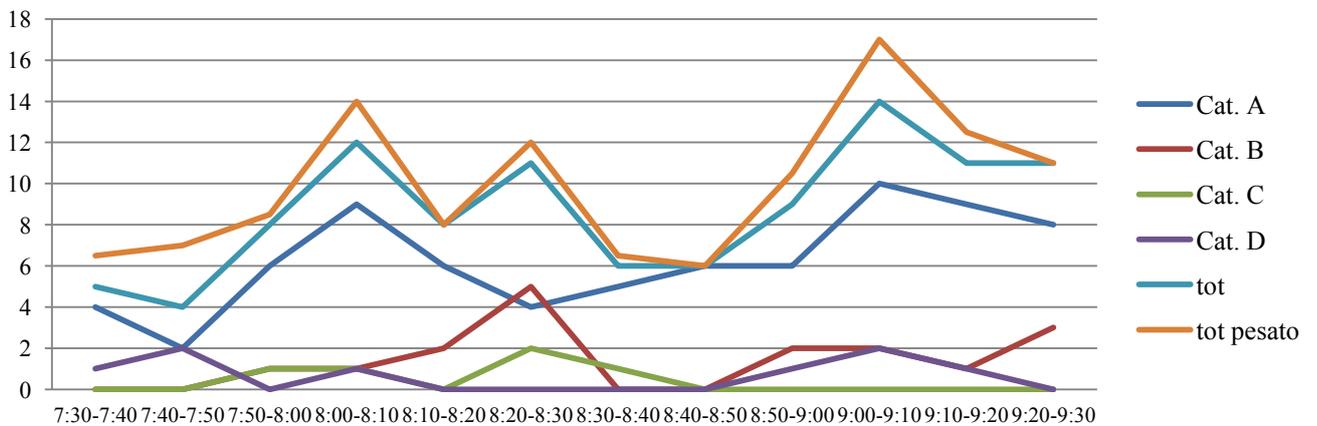


Grafico 3: flussi di traffico da via delle Macchine a via Fratelli Bandiera Sud

F.Band.Sud - Macchine

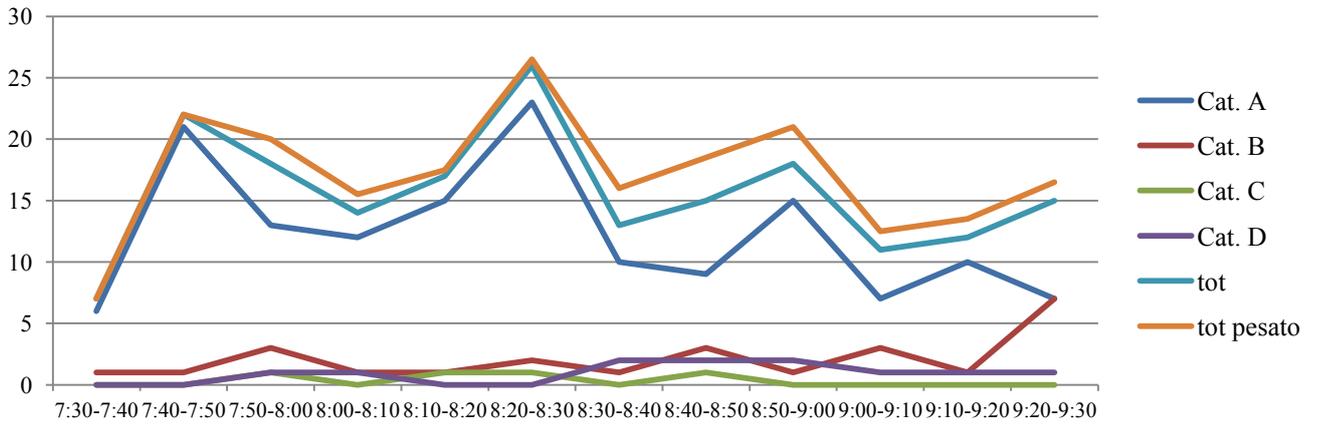


Grafico 4: flussi di traffico da via Fratelli Bandiera Suda a via delle Macchine

F.Band.Sud - F.Band.Nord

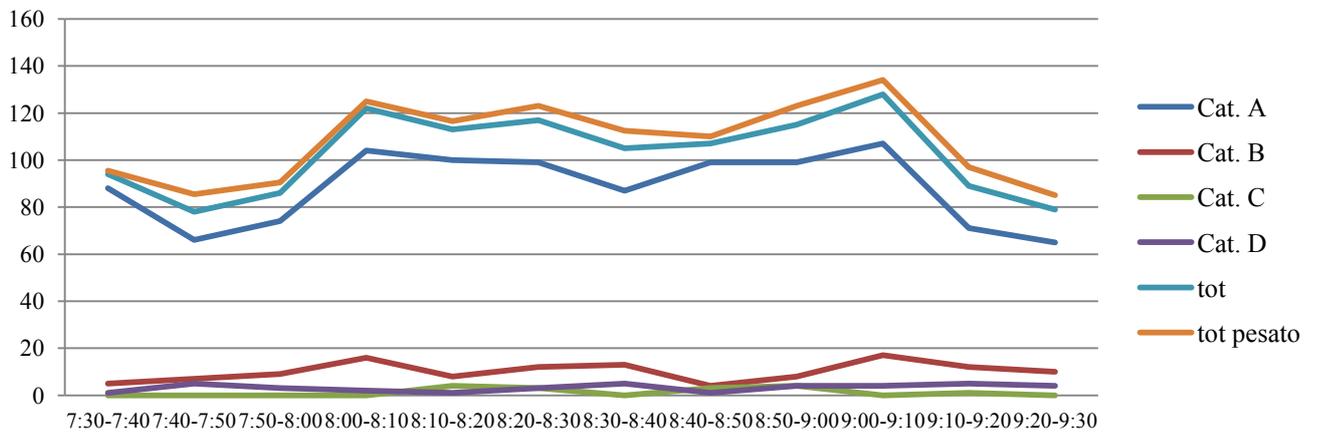


Grafico 5: flussi di traffico da via Fratelli Bandiera Sud a via Fratelli Bandiera Nord

F.Band.Sud - C.Mezz.

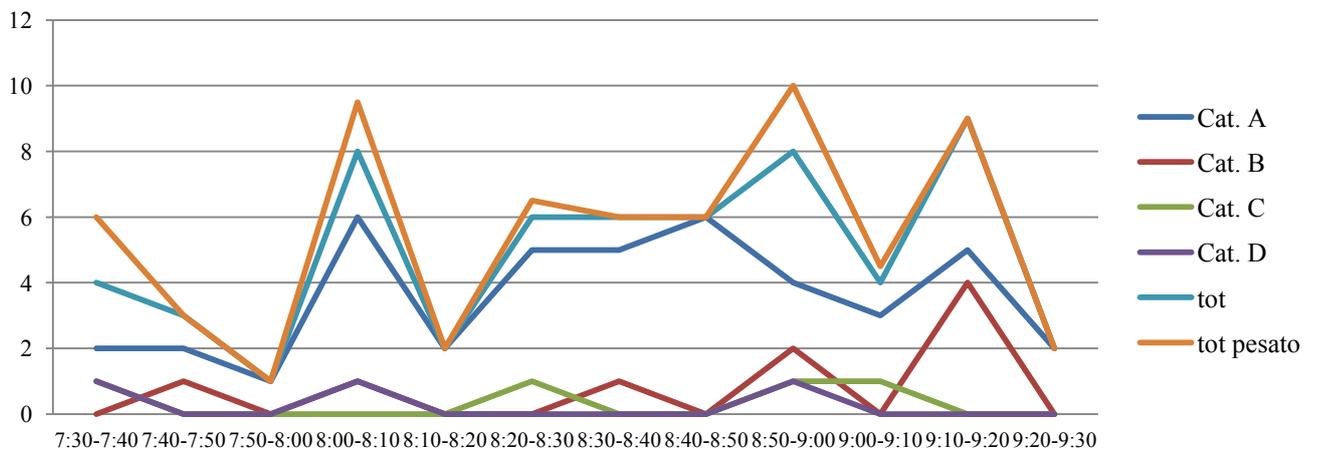


Grafico 6: flussi da via Fratelli Bandiera Sud a via Carlo Mezzacapo

C.Mezz. - F.Band.Sud

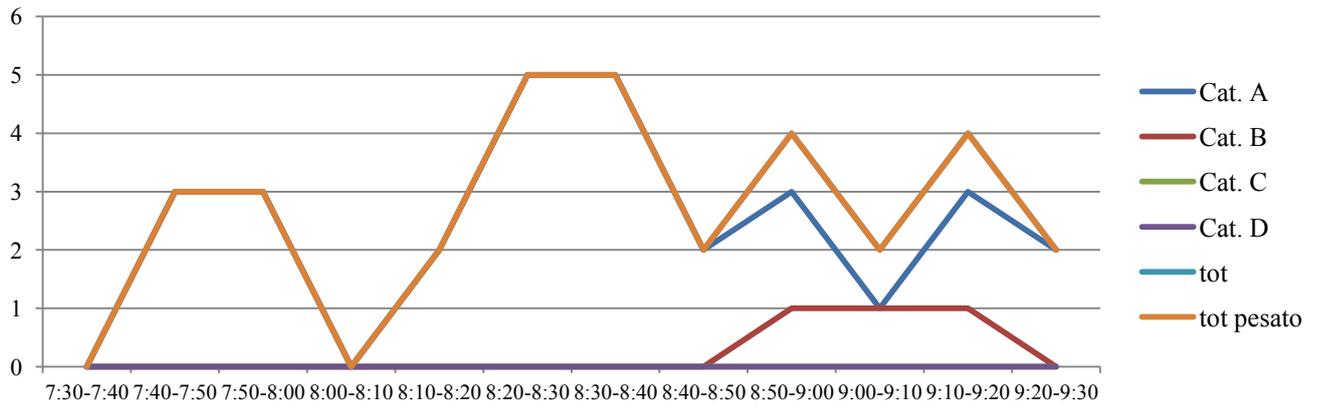


Grafico 7: flussi di traffico da via Carlo Mezzacapo a via Fratelli Bandiera Sud

C.Mezz. - Macchine

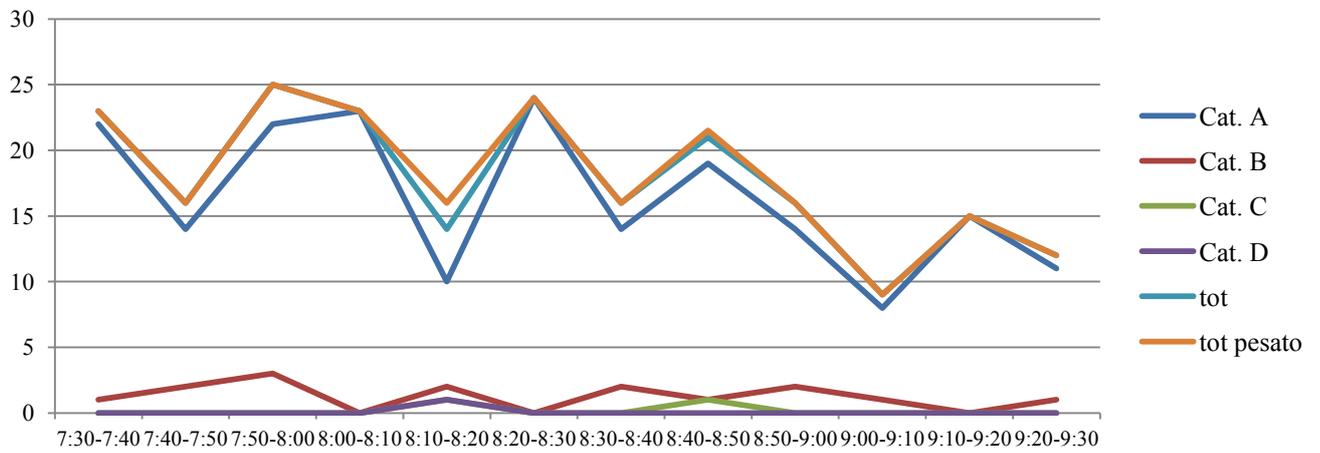


Grafico 8: flussi da via Carlo Mezzacapo a via delle Macchine

C.Mezz. - F.Band.Nord

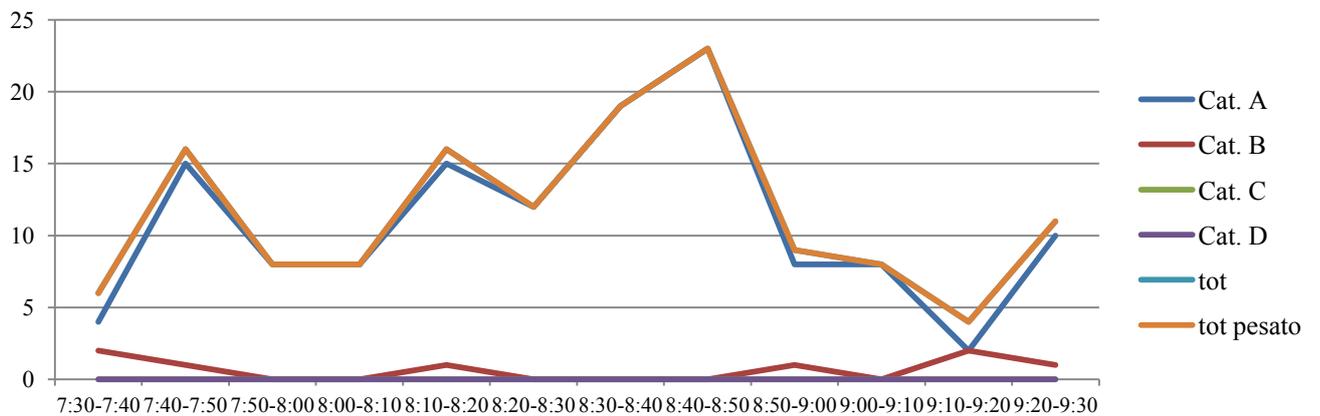


Grafico 9: flussi da via Carlo Mezzacapo a via Fratelli Bandiera Nord

F.Band.Nord. - C.Mezz.

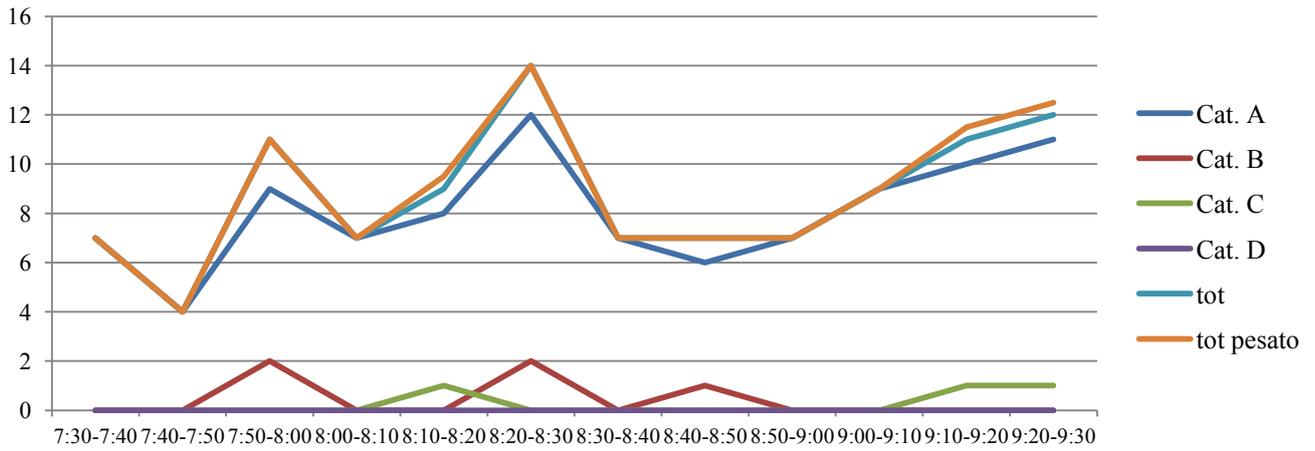


Grafico 10: flussi di traffico da via Fratelli Bandiera Nord a via Carlo Mezzacapo

F.Band.Nord - F.Band.Sud

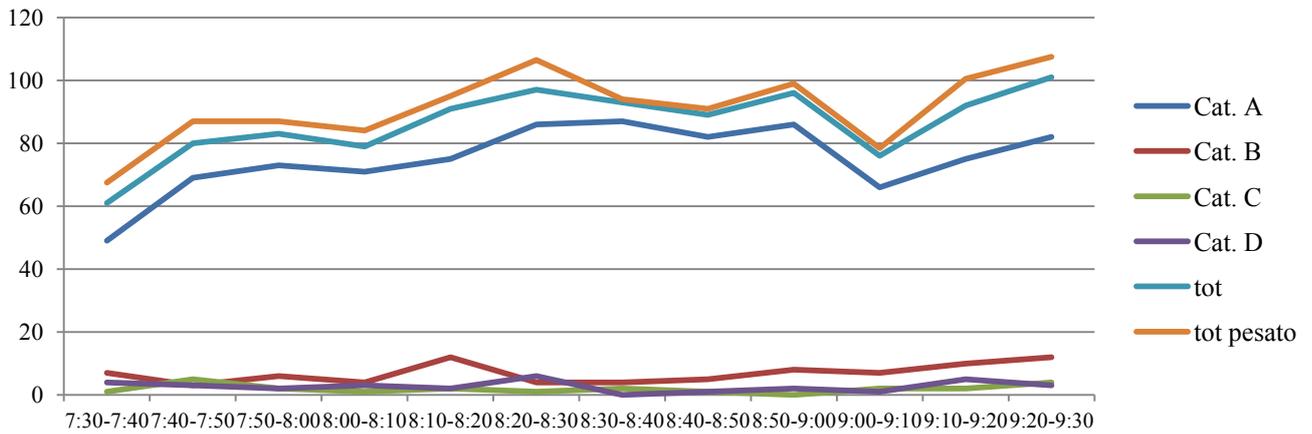


Grafico 21: flussi di traffico da via Fratelli Bandiera Nord a via Fratelli Bandiera Sud

F.Band.Nord - Macchine

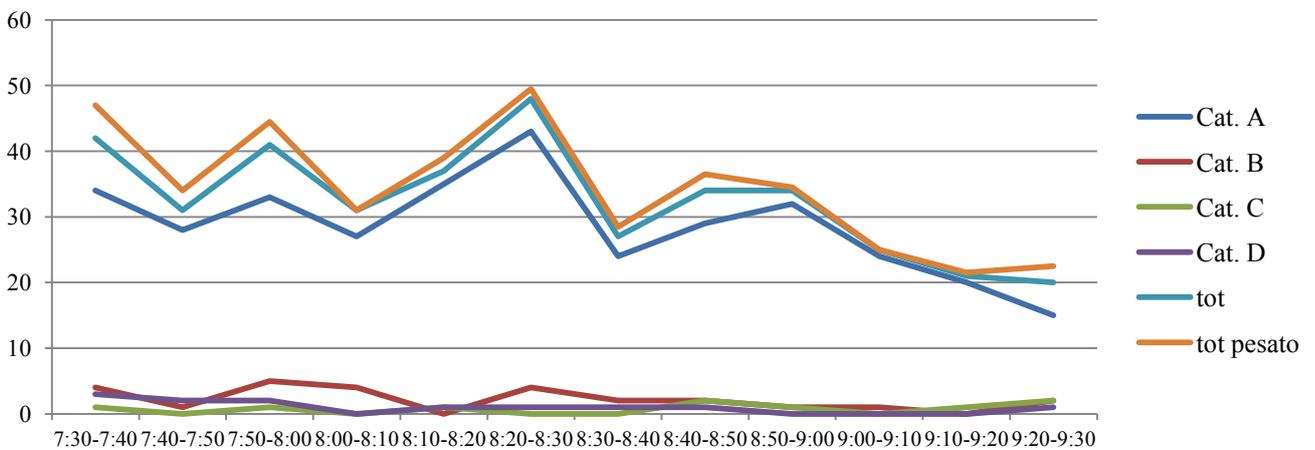


Grafico 32: flussi di traffico da via Fratelli Bandiera Nord a via delle Macchine

Tabella 2: tabella dei flussi delle singole manovre, con suddivisione per categoria veicolare, periodo 17:00-19:00

| MANOVRA | CAT. VEIC. | 17:00 | 17:10 | 17:20 | 17:30 | 17:40 | 17:50 | 18:00 | 18:10 | 18:20 | 18:30 | 18:40 | 18:50 | TOTALE | % |
|------------------------------|-------------------|------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-----------|------------|--------------|--------|
| | | 17:10 | 17:20 | 17:30 | 17:40 | 17:50 | 18:00 | 18:10 | 18:20 | 18:30 | 18:40 | 18:50 | 19:00 | | |
| Macchine - F.Band.Nord | Cat. A | 15 | 10 | 10 | 16 | 13 | 8 | 13 | 20 | 10 | 10 | 5 | 4 | 134 | 91,78 |
| | Cat. B | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 6 | 4,11 |
| | Cat. C | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2,05 |
| | Cat. D | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 2,05 |
| | tot | 18 | 10 | 10 | 18 | 15 | 9 | 13 | 20 | 13 | 10 | 5 | 5 | 146 | 100,00 |
| | tot pesato | 20 | 10 | 10 | 18,5 | 16,5 | 9,5 | 13 | 20 | 13 | 10 | 5 | 6,5 | 152 | |
| Macchine - C.Mezz | Cat. A | 16 | 12 | 13 | 16 | 12 | 12 | 12 | 15 | 14 | 6 | 7 | 9 | 144 | 96,64 |
| | Cat. B | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3,36 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | tot | 17 | 13 | 14 | 17 | 13 | 12 | 12 | 15 | 14 | 6 | 7 | 9 | 149 | 100,00 |
| | tot pesato | 17 | 13 | 14 | 17 | 13 | 12 | 12 | 15 | 14 | 6 | 7 | 9 | 149 | |
| Macchine - F.Band.Sud | Cat. A | 38 | 46 | 29 | 22 | 22 | 18 | 32 | 27 | 31 | 18 | 18 | 12 | 313 | 90,72 |
| | Cat. B | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 19 | 5,51 |
| | Cat. C | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1,16 |
| | Cat. D | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 9 | 2,61 |
| | tot | 43 | 51 | 32 | 23 | 24 | 20 | 35 | 28 | 33 | 21 | 22 | 13 | 345 | 100,00 |
| | tot pesato | 45 | 53,5 | 35 | 23 | 24 | 21,5 | 37 | 28 | 34,5 | 21 | 25 | 13 | 360,5 | |
| F.Band.Sud - Macchine | Cat. A | 3 | 9 | 7 | 9 | 13 | 16 | 12 | 5 | 13 | 13 | 10 | 5 | 115 | 85,19 |
| | Cat. B | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 12 | 8,89 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Cat. D | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 8 | 5,93 |
| | tot | 6 | 11 | 9 | 10 | 15 | 21 | 13 | 7 | 13 | 14 | 11 | 5 | 135 | 100,00 |
| | tot pesato | 7,5 | 11 | 12 | 10 | 16,5 | 24 | 14,5 | 7 | 13 | 15,5 | 11 | 5 | 147 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|------------|-----------|-----------|-------------|-------------|--------------|------------|--------|
| F.Band.Sud - F.Band.Nord | Cat. A | 67 | 95 | 84 | 74 | 68 | 83 | 68 | 70 | 67 | 72 | 56 | 64 | 868 | 92,93 |
| | Cat. B | 4 | 2 | 6 | 5 | 4 | 6 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 45 | 4,82 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 7 | 0,75 |
| | Cat. D | 2 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 14 | 1,50 |
| | tot | 73 | 98 | 93 | 84 | 73 | 90 | 74 | 74 | 69 | 78 | 61 | 67 | 934 | 100,00 |
| tot pesato | 76 | 99,5 | 94,5 | 90,5 | 74,5 | 91,5 | 79 | 74 | 69 | 80 | 62,5 | 67,5 | 958,5 | | |
| F.Band.Sud - C.Mezz. | Cat. A | 5 | 6 | 7 | 12 | 9 | 3 | 9 | 6 | 6 | 5 | 7 | 8 | 83 | 92,22 |
| | Cat. B | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 5 | 5,56 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,11 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1,11 |
| | tot | 5 | 7 | 7 | 12 | 9 | 4 | 9 | 7 | 7 | 5 | 8 | 10 | 90 | 100,00 |
| tot pesato | 5 | 7 | 7 | 12 | 9 | 4 | 9 | 7,5 | 7 | 5 | 9,5 | 10 | 92 | | |
| C.Mezz. - F.Band.Sud | Cat. A | 5 | 1 | 0 | 4 | 6 | 3 | 6 | 9 | 5 | 11 | 8 | 5 | 63 | 87,50 |
| | Cat. B | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 7 | 9,72 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,39 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,39 |
| | tot | 5 | 2 | 1 | 5 | 7 | 5 | 6 | 9 | 6 | 12 | 8 | 6 | 72 | 100,00 |
| tot pesato | 5 | 2 | 1 | 5 | 7 | 7 | 6 | 9 | 6 | 12 | 8 | 6 | 74 | | |
| C.Mezz - Macchine | Cat. A | 9 | 7 | 16 | 8 | 7 | 9 | 16 | 15 | 15 | 9 | 11 | 10 | 132 | 94,29 |
| | Cat. B | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 8 | 5,71 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | tot | 9 | 8 | 17 | 10 | 8 | 9 | 17 | 15 | 16 | 9 | 12 | 10 | 140 | 100,00 |
| tot pesato | 9 | 8 | 17 | 10 | 8 | 9 | 17 | 15 | 16 | 9 | 12 | 10 | 140 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------|
| C.Mezz. - F.Band.Nord | Cat. A | 7 | 5 | 7 | 8 | 1 | 6 | 9 | 7 | 13 | 7 | 8 | 8 | 86 | 98,85 |
| | Cat. B | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,15 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | tot | 7 | 5 | 7 | 9 | 1 | 6 | 9 | 7 | 13 | 7 | 8 | 8 | 87 | 100,00 |
| | tot pesato | 7 | 5 | 7 | 9 | 1 | 6 | 9 | 7 | 13 | 7 | 8 | 8 | 87 | |
| F.Band.Nord - C.Mezz. | Cat. A | 9 | 10 | 6 | 11 | 9 | 2 | 10 | 9 | 4 | 8 | 6 | 6 | 90 | 94,74 |
| | Cat. B | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4,21 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| | Cat. D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,05 |
| | tot | 10 | 11 | 6 | 12 | 9 | 3 | 11 | 9 | 4 | 8 | 6 | 6 | 95 | 100,00 |
| | tot pesato | 10 | 11 | 6 | 12 | 9 | 4,5 | 11 | 9 | 4 | 8 | 6 | 6 | 96,5 | |
| F.Band.Nord - F.Band.Sud | Cat. A | 91 | 118 | 116 | 112 | 112 | 87 | 117 | 128 | 113 | 114 | 101 | 107 | 1316 | 90,76 |
| | Cat. B | 5 | 12 | 15 | 13 | 12 | 6 | 6 | 8 | 6 | 8 | 6 | 5 | 102 | 7,03 |
| | Cat. C | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 16 | 1,10 |
| | Cat. D | 5 | 4 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 16 | 1,10 |
| | tot | 104 | 137 | 133 | 130 | 125 | 94 | 123 | 136 | 121 | 127 | 108 | 112 | 1450 | 100,00 |
| | tot pesato | 113 | 145 | 135 | 135 | 126 | 94,5 | 123 | 136 | 123 | 132 | 110 | 112 | 1482 | |
| F.Band.Nord - Macchine | Cat. A | 20 | 12 | 5 | 12 | 11 | 11 | 12 | 5 | 9 | 11 | 6 | 9 | 123 | 79,35 |
| | Cat. B | 1 | 6 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 3 | 0 | 27 | 17,42 |
| | Cat. C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,65 |
| | Cat. D | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2,58 |
| | tot | 21 | 19 | 9 | 15 | 16 | 13 | 15 | 8 | 9 | 12 | 9 | 9 | 155 | 100,00 |
| | tot pesato | 21 | 20,5 | 9 | 16,5 | 17,5 | 14,5 | 15,5 | 8 | 9 | 12 | 9 | 9 | 161,5 | |
| TOTALE | | 318 | 372 | 338 | 345 | 315 | 286 | 337 | 335 | 318 | 309 | 265 | 260 | 3798 | |
| TOTALE PESATO | | 336 | 385 | 348 | 358 | 322 | 298 | 346 | 336 | 322 | 317 | 273 | 262 | 3900 | |

Legenda: *Cat.A: autovetture, mezzi di trasporto pubblico*
Cat.B: Mezzi commerciali sotto le 3,5 tonnellate
Cat.C: mezzi commerciali superiori alle 3,5 tonnellate, non snodati
Cat.D: mezzi commerciali autoarticolati, compresi trattori stradali

Macchine - F.Band.Nord

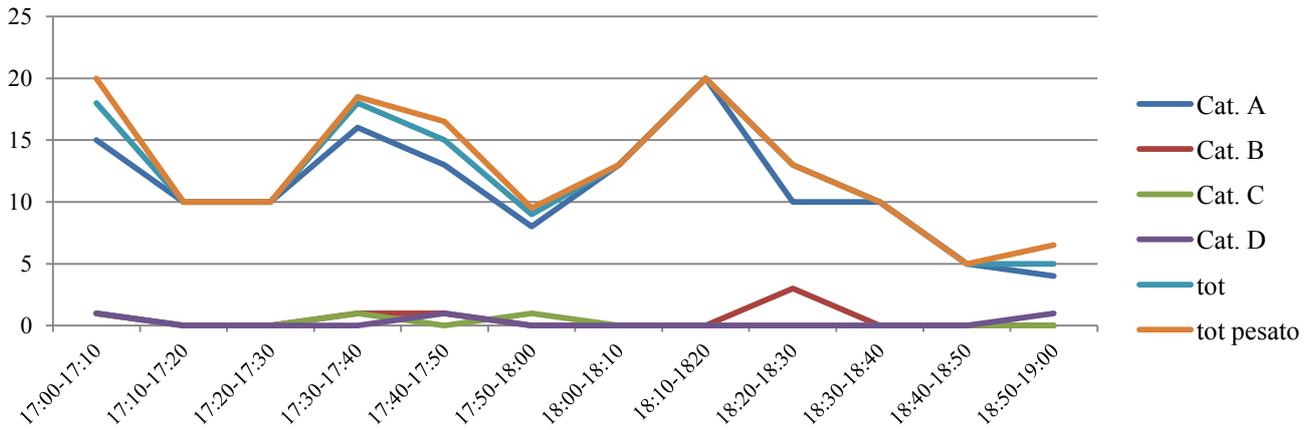


Grafico 13: flussi di traffico da via delle Macchine a via Fratelli Bandiera Nord

Macchine - C.Mezz.

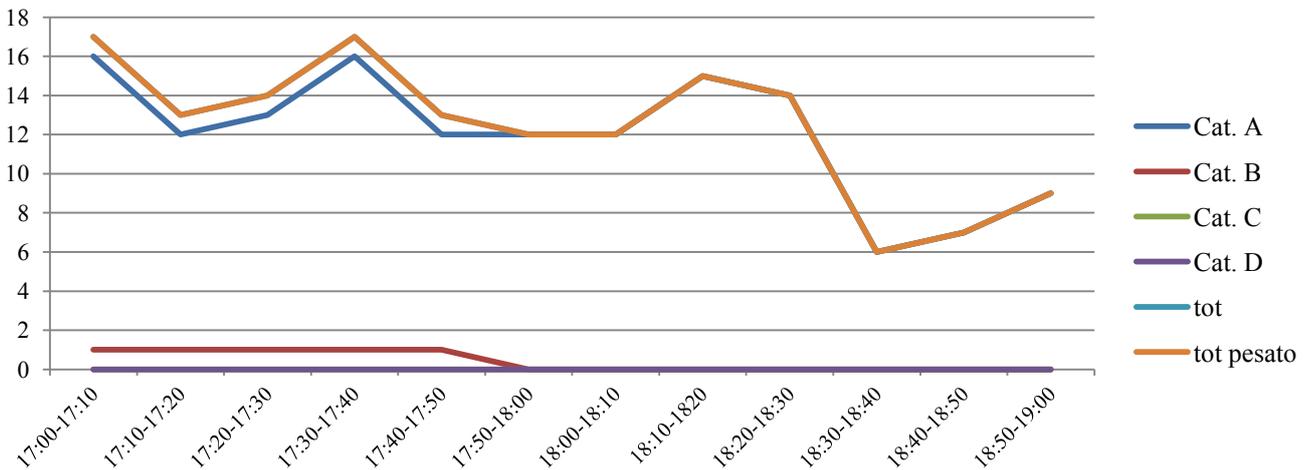


Grafico 14: flussi di traffico da via delle Macchine a via Carlo Mezzacapo

Maccine - F.Band.Sud

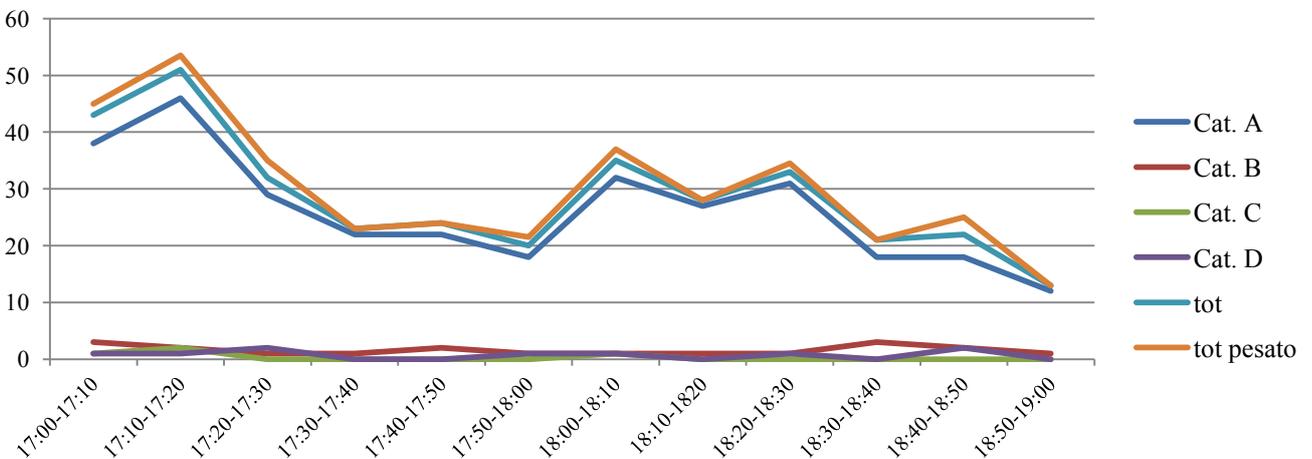


Grafico 15: flussi di traffico da via delle Macchine a via Fratelli Bandiera Sud

F.Band.Sud - Macchine

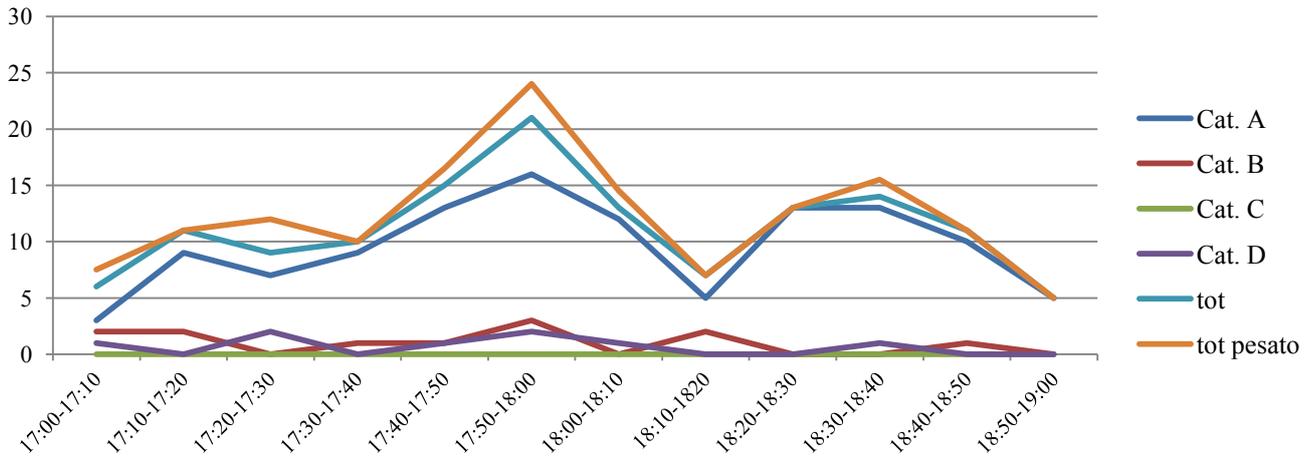


Grafico 16: flussi di traffico da via Fratelli Bandiera Sud a via delle Macchine

F.Band.Sud - F.Band.Nord

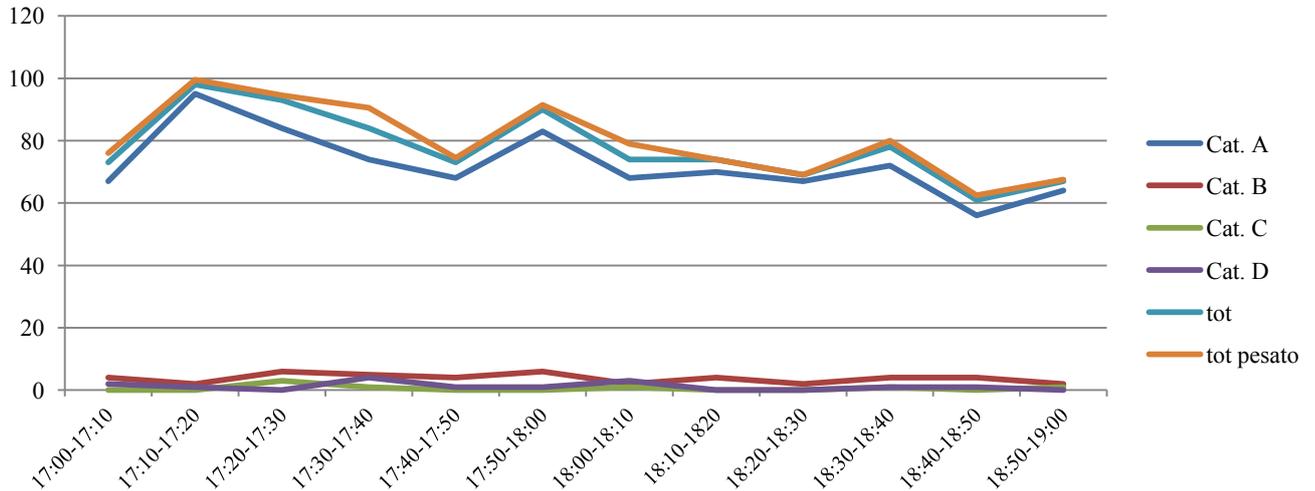


Grafico 17: flussi da via Fratelli Bandiera Sud a via fratelli Bandiera Nord

F.Band.Sud - C.Mezz.

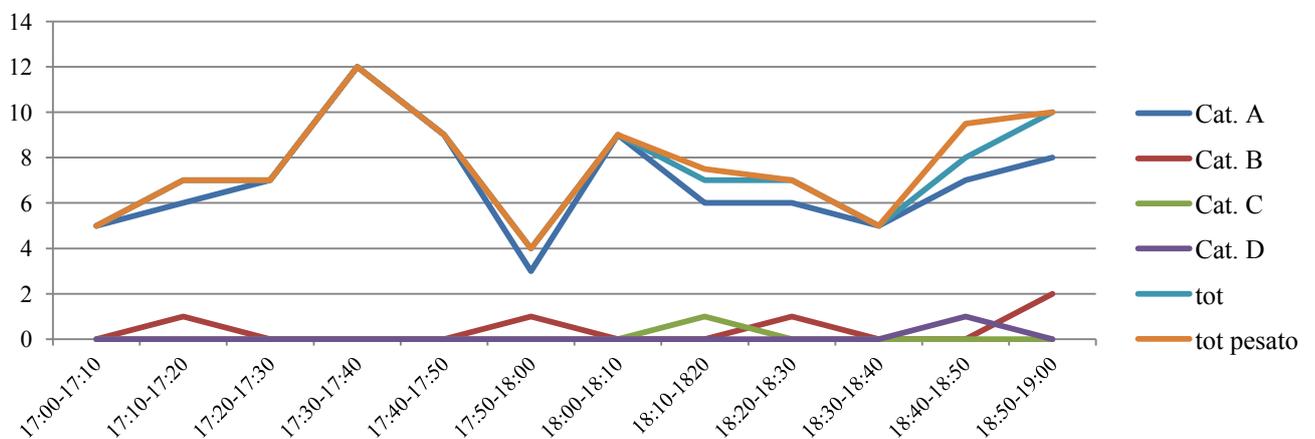


Grafico 18: flussi da via Fratelli Bandiera Sud a via Carlo Mezzacapo

C.Mezz. - F.Band.Sud

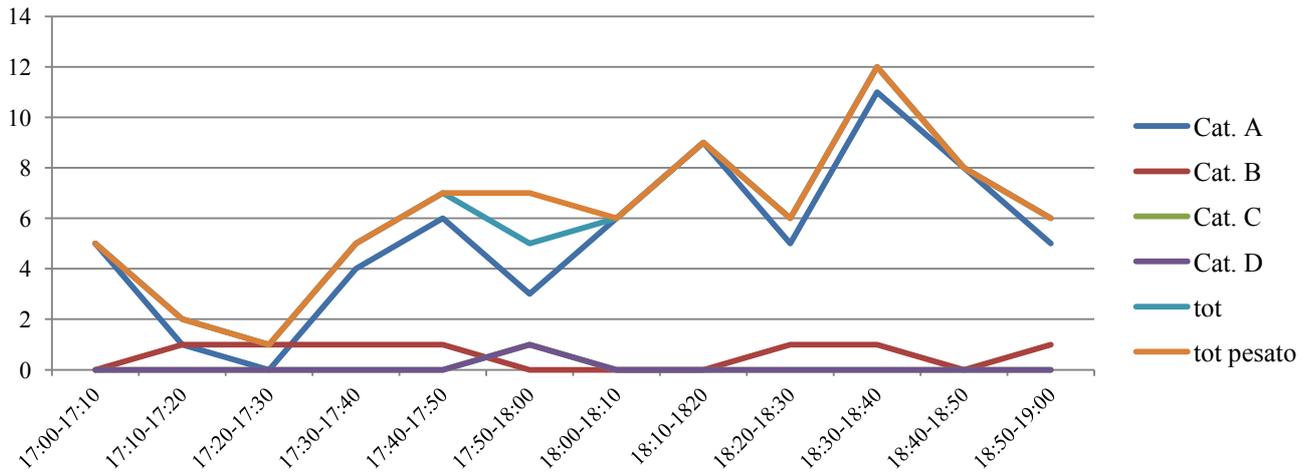


Grafico 19: flussi da via Carlo Mezzacapo a via Fratelli Bandiera Sud

C.Mezz. - Macchine

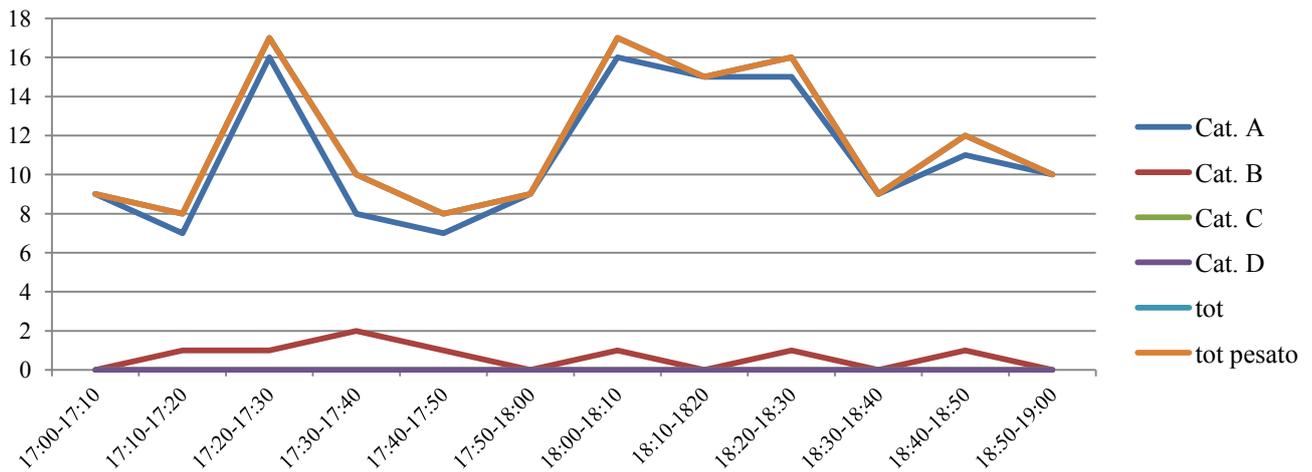


Grafico 20: flussi da via Carlo Mezzacapo a via delle Macchine

C.Mezz. - F.Band.Nord

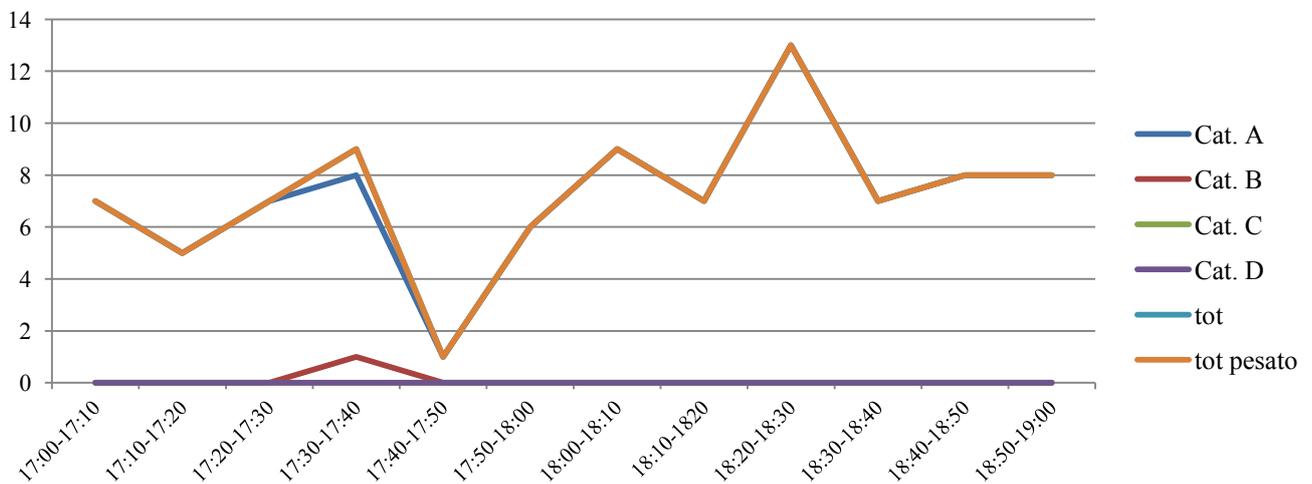


Grafico 21: flussi da via Carlo Mezzacapo a via Fratelli Bandiera Nord

F.Band.Nord - C.Mezz.

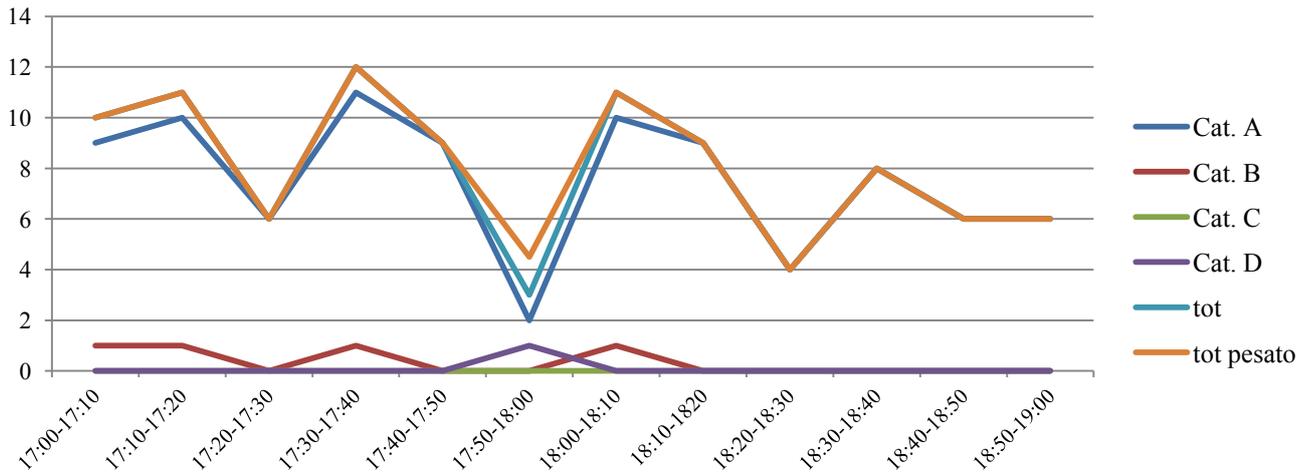


Grafico 22: flussi da via Fratelli Bandiera Nord a via Carlo Mezzacapo

F.Band.Nord - F.Band.Sud

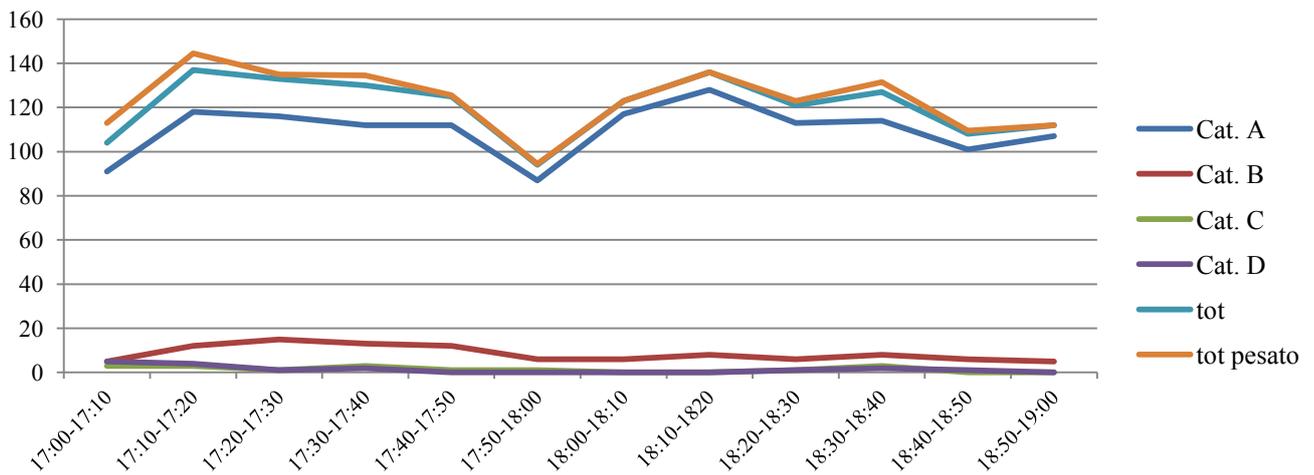


Grafico 23: flussi da via Fratelli Bandiera Nord a via Fratelli Bandiera Sud

F.Band.Nord - Macchine

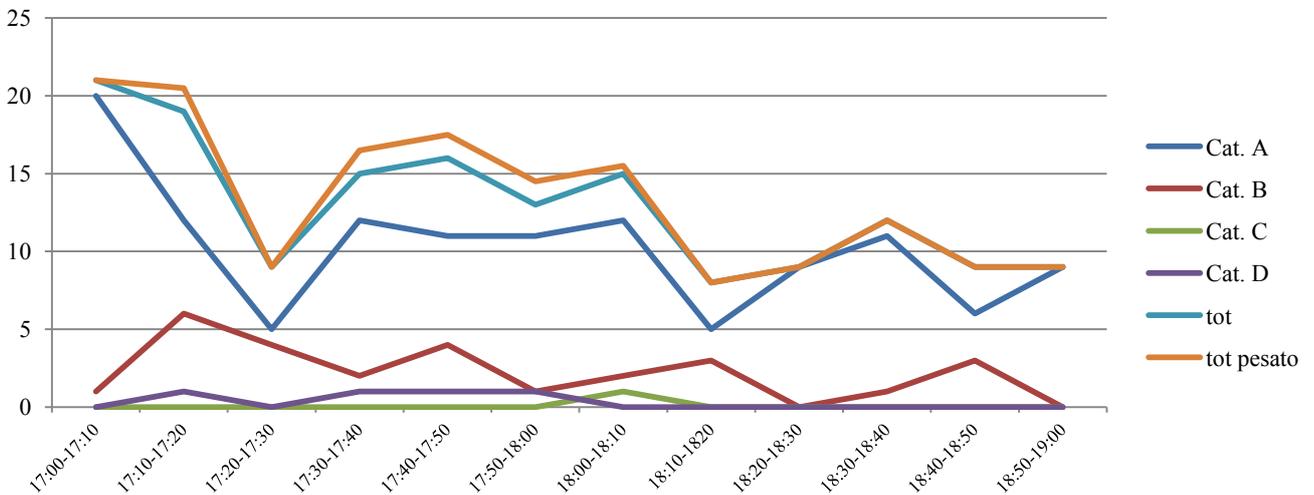


Grafico 24: flussi da via Fratelli Bandiera Nord a via delle Macchine

Tabella 3: tabella dei valori di flusso per le varie manovre, tempo Aprile 2010, periodo 7:00-9:00

| DA | A | CAT. VEIC. | 7:00-7:15 | 7:15-7:30 | 7:30-7:45 | 7:45-8:00 | 8:00-8:15 | 8:15-8:30 | 08:30-8:45 | 8:45-9:00 | TOT | % |
|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-------------|-------|
| F. Band. Sud | F. Band. Nord | A | 118 | 136 | 143 | 146 | 165 | 207 | 193 | 222 | 1330 | 84,7 |
| | | B | 14 | 17 | 6 | 22 | 26 | 29 | 27 | 23 | 164 | 10,4 |
| | | C | 7 | 7 | 10 | 14 | 13 | 7 | 9 | 7 | 74 | 4,7 |
| | | D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0,2 |
| | | TOT NON P. | 139 | 161 | 159 | 182 | 204 | 244 | 229 | 253 | 1571 | 100,0 |
| | TOT PESATO | 142,5 | 166 | 164 | 189 | 210,5 | 249 | 233,5 | 258 | 1612,5 | | |
| | Macchine | A | 12 | 26 | 25 | 18 | 26 | 24 | 23 | 22 | 176 | 76,2 |
| | | B | 1 | 6 | 2 | 4 | 1 | 4 | 6 | 2 | 26 | 11,3 |
| | | C | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 | 4 | 4 | 21 | 9,1 |
| | | D | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 8 | 3,5 |
| | | TOT NON P. | 17 | 33 | 30 | 26 | 28 | 35 | 34 | 28 | 231 | 100,0 |
| | TOT PESATO | 19 | 33,5 | 33,5 | 28 | 28,5 | 43,5 | 37,5 | 30 | 253,5 | | |
| C. Mezz | A | 13 | 10 | 8 | 7 | 9 | 11 | 15 | 1 | 74 | 73,3 | |
| | B | 3 | 1 | 4 | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 22 | 21,8 | |
| | C | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 | 4,0 | |
| | D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1,0 | |
| | TOT NON P. | 16 | 12 | 12 | 13 | 11 | 15 | 18 | 4 | 101 | 100,0 | |
| TOT PESATO | 16 | 12,5 | 12 | 13,5 | 11 | 15,5 | 20 | 4 | 104,5 | | | |
| F. Band. Nord | F. Band. Sud | A | 82 | 86 | 100 | 133 | 119 | 137 | 127 | 146 | 930 | 84,1 |
| | | B | 6 | 16 | 9 | 9 | 12 | 13 | 7 | 13 | 85 | 7,7 |
| | | C | 6 | 7 | 6 | 13 | 6 | 8 | 9 | 8 | 63 | 5,7 |
| | | D | 3 | 4 | 2 | 2 | 5 | 4 | 1 | 7 | 28 | 2,5 |
| | | TOT NON P. | 97 | 113 | 117 | 157 | 142 | 162 | 144 | 174 | 1106 | 100,0 |
| | TOT PESATO | 104,5 | 122,5 | 123 | 166,5 | 152,5 | 172 | 150 | 188,5 | 1179,5 | | |
| | Macchine | A | 24 | 35 | 45 | 58 | 60 | 39 | 46 | 51 | 358 | 90,2 |
| | | B | 0 | 2 | 3 | 2 | 0 | 1 | 4 | 4 | 16 | 4,0 |
| | | C | 2 | 1 | 1 | 1 | 7 | 0 | 1 | 3 | 16 | 4,0 |
| | | D | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 7 | 1,8 |
| | | TOT NON P. | 26 | 38 | 52 | 61 | 67 | 42 | 52 | 59 | 397 | 100,0 |
| | TOT PESATO | 27 | 38,5 | 57 | 61,5 | 70,5 | 45 | 54 | 62 | 415,5 | | |
| | C. Mezz | A | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 8 | 5 | 10 | 29 | 100,0 |
| | | B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| | | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| D | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | |
| TOT NON P. | | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 8 | 5 | 10 | 29 | 100,0 | |
| TOT PESATO | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 8 | 5 | 10 | 29 | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-----------|-------------|------------|-------------|-------|
| Macchine | F.Band.Sud | A | 2 | 10 | 5 | 11 | 6 | 9 | 13 | 19 | 75 | 66,4 |
| | | B | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 2 | 6 | 16 | 14,2 |
| | | C | 0 | 0 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 10 | 8,8 |
| | | D | 0 | 3 | 3 | 3 | 1 | 0 | 2 | 0 | 12 | 10,6 |
| | | TOT NON P. | 3 | 14 | 13 | 18 | 10 | 10 | 19 | 26 | 113 | 100,0 |
| | TOT PESATO | 3 | 18,5 | 19 | 23 | 12,5 | 10,5 | 23 | 26,5 | 136 | | |
| | F.Band.Nord | A | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 5 | 5 | 9 | 33 | 57,9 |
| | | B | 0 | 0 | 1 | 5 | 1 | 3 | 1 | 4 | 15 | 26,3 |
| | | C | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 9 | 15,8 |
| | | D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| TOT NON P. | | 4 | 5 | 3 | 7 | 6 | 9 | 8 | 15 | 57 | 100,0 | |
| TOT PESATO | 4,5 | 6 | 3 | 7 | 6,5 | 9,5 | 9 | 16 | 61,5 | | | |
| C.Mezz | A | 4 | 0 | 0 | 5 | 2 | 4 | 2 | 4 | 21 | 72,4 | |
| | B | 0 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 8 | 27,6 | |
| | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | |
| | D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | |
| | TOT NON P. | 4 | 3 | 0 | 6 | 3 | 5 | 2 | 6 | 29 | 100,0 | |
| TOT PESATO | 4 | 3 | 0 | 6 | 3 | 5 | 2 | 6 | 29 | | | |
| C.Mezz | F.Band.Sud | A | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 8 | 6 | 27 | 84,4 |
| | | B | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 9,4 |
| | | C | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6,3 |
| | | D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| | | TOT NON P. | 2 | 1 | 2 | 2 | 5 | 5 | 8 | 7 | 32 | 100,0 |
| | TOT PESATO | 2 | 1 | 2,5 | 2 | 5,5 | 5 | 8 | 7 | 33 | | |
| | F.Band.Nord | A | 21 | 30 | 30 | 40 | 45 | 20 | 38 | 25 | 249 | 95,0 |
| | | B | 2 | 0 | 0 | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 | 9 | 3,4 |
| | | C | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 1,5 |
| | | D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| TOT NON P. | | 24 | 30 | 30 | 43 | 49 | 23 | 38 | 25 | 262 | 100,0 | |
| TOT PESATO | 24,5 | 30 | 30 | 43,5 | 49 | 24 | 38 | 25 | 264 | | | |
| Macchine | A | 29 | 56 | 51 | 57 | 67 | 59 | 53 | 51 | 423 | 92,6 | |
| | B | 1 | 4 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 | 0 | 24 | 5,3 | |
| | C | 1 | 0 | 3 | 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 10 | 2,2 | |
| | D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | |
| | TOT NON P. | 31 | 60 | 56 | 64 | 71 | 65 | 59 | 51 | 457 | 100,0 | |
| TOT PESATO | 31,5 | 60 | 57,5 | 66 | 71 | 65,5 | 59,5 | 51 | 462 | | | |
| TOTALE | | | 363 | 472 | 476 | 581 | 596 | 623 | 616 | 658 | 4385 | |
| TOT. PESATO | | | 378,5 | 493,5 | 503,5 | 608 | 620,5 | 652,5 | 639,5 | 684 | 4580 | |

Tabella 4: tabella dei valori di flusso per le varie manovre, tempo Aprile 2010, periodo 17:00-19:00

| DA | A | CAT. VEIC. | 17:00-17:15 | 17:15-17:30 | 17:30-17:45 | 17:45-18:00 | 18:00-18:15 | 18:15-18:30 | 18:30-18:45 | 18:45-19:00 | TOT | % |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------|
| F. Band. Sud | F. Band. Nord | A | 124 | 130 | 106 | 112 | 122 | 138 | 144 | 149 | 1025 | 88,7 |
| | | B | 7 | 15 | 11 | 11 | 5 | 11 | 9 | 12 | 81 | 7,0 |
| | | C | 13 | 8 | 3 | 0 | 4 | 7 | 8 | 4 | 47 | 4,1 |
| | | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0,3 |
| | | TOT NON P. | 144 | 153 | 121 | 123 | 132 | 156 | 162 | 165 | 1156 | 100,0 |
| | TOT PESATO | 150,5 | 157 | 124 | 123 | 135,5 | 159,5 | 167,5 | 167 | 1184 | | |
| | Macchine | A | 27 | 14 | 24 | 29 | 27 | 15 | 17 | 12 | 165 | 87,3 |
| | | B | 5 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 13 | 6,9 |
| | | C | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1,1 |
| | | D | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 3 | 0 | 9 | 4,8 |
| | | TOT NON P. | 35 | 15 | 24 | 32 | 29 | 19 | 22 | 13 | 189 | 100,0 |
| | TOT PESATO | 38,5 | 15 | 24 | 33,5 | 30,5 | 22 | 27 | 13 | 203,5 | | |
| | C. Mezz | A | 57 | 16 | 15 | 19 | 8 | 19 | 16 | 12 | 162 | 89,5 |
| | | B | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 8 | 4,4 |
| | | C | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 11 | 6,1 |
| D | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | |
| TOT NON P. | | 61 | 19 | 17 | 20 | 9 | 20 | 20 | 15 | 181 | 100,0 | |
| TOT PESATO | 61,5 | 19,5 | 17,5 | 20,5 | 9,5 | 20,5 | 21,5 | 16 | 186,5 | | | |
| F. Band. Nord | F. Band. Sud | A | 175 | 189 | 162 | 153 | 167 | 176 | 182 | 164 | 1368 | 91,3 |
| | | B | 15 | 16 | 19 | 9 | 9 | 11 | 10 | 8 | 97 | 6,5 |
| | | C | 4 | 12 | 6 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 30 | 2,0 |
| | | D | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0,3 |
| | | TOT NON P. | 194 | 217 | 187 | 165 | 177 | 191 | 194 | 174 | 1499 | 100,0 |
| | TOT PESATO | 196 | 223 | 190 | 167,5 | 177,5 | 195 | 196 | 175 | 1520 | | |
| | Macchine | A | 16 | 21 | 25 | 15 | 21 | 17 | 23 | 18 | 156 | 84,3 |
| | | B | 4 | 4 | 1 | 1 | 3 | 2 | 0 | 0 | 15 | 8,1 |
| | | C | 3 | 3 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 10 | 5,4 |
| | | D | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 2,2 |
| | | TOT NON P. | 24 | 30 | 27 | 16 | 26 | 20 | 23 | 19 | 185 | 100,0 |
| | TOT PESATO | 27 | 34,5 | 27,5 | 16 | 27 | 21,5 | 23 | 19,5 | 196 | | |
| | C. Mezz | A | 8 | 19 | 13 | 9 | 23 | 30 | 25 | 21 | 148 | 96,7 |
| | | B | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2,6 |
| | | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,7 |
| D | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | |
| TOT NON P. | | 8 | 20 | 14 | 10 | 24 | 30 | 25 | 22 | 153 | 100,0 | |
| TOT PESATO | 8 | 20 | 14 | 10 | 24 | 30 | 25 | 22,5 | 153,5 | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------------|-----------|-------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|--------------|-------------|-------|
| Macchine | F.Band.Sud | A | 61 | 54 | 50 | 39 | 67 | 51 | 47 | 53 | 422 | 85,9 |
| | | B | 2 | 4 | 4 | 3 | 9 | 0 | 7 | 8 | 37 | 7,5 |
| | | C | 2 | 3 | 1 | 4 | 0 | 2 | 3 | 1 | 16 | 3,3 |
| | | D | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 3 | 0 | 16 | 3,3 |
| | | TOT NON P. | 67 | 63 | 57 | 50 | 77 | 55 | 60 | 62 | 491 | 100,0 |
| | | TOT PESATO | 71 | 67,5 | 60,5 | 58 | 78,5 | 59 | 66 | 62,5 | 523 | |
| | F.Band.Nord | A | 10 | 12 | 13 | 21 | 27 | 21 | 24 | 22 | 150 | 96,2 |
| | | B | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 2,6 |
| | | C | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1,3 |
| | | D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| | | TOT NON P. | 10 | 13 | 14 | 23 | 27 | 21 | 24 | 24 | 156 | 100,0 |
| | | TOT PESATO | 10 | 13 | 14 | 24 | 27 | 21 | 24 | 24 | 157 | |
| | C.Mezz | A | 25 | 14 | 13 | 15 | 21 | 24 | 25 | 22 | 159 | 91,9 |
| | | B | 0 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 3 | 14 | 8,1 |
| | | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| D | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | |
| TOT NON P. | | 25 | 16 | 14 | 19 | 22 | 25 | 27 | 25 | 173 | 100,0 | |
| TOT PESATO | | 25 | 16 | 14 | 19 | 22 | 25 | 27 | 25 | 173 | | |
| C.Mezz | F.Band.Sud | A | 10 | 7 | 7 | 4 | 2 | 4 | 5 | 2 | 41 | 95,3 |
| | | B | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4,7 |
| | | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| | | D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| | | TOT NON P. | 11 | 7 | 8 | 4 | 2 | 4 | 5 | 2 | 43 | 100,0 |
| | | TOT PESATO | 11 | 7 | 8 | 4 | 2 | 4 | 5 | 2 | 43 | |
| | F.Band.Nord | A | 9 | 6 | 20 | 10 | 25 | 15 | 18 | 13 | 116 | 93,5 |
| | | B | 1 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 8 | 6,5 |
| | | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| | | D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| | | TOT NON P. | 10 | 10 | 22 | 10 | 25 | 15 | 19 | 13 | 124 | 100,0 |
| | | TOT PESATO | 10 | 10 | 22 | 10 | 25 | 15 | 19 | 13 | 124 | |
| | Macchine | A | 25 | 25 | 25 | 24 | 17 | 23 | 25 | 16 | 180 | 92,3 |
| | | B | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 12 | 6,2 |
| | | C | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1,5 |
| D | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 | |
| TOT NON P. | | 28 | 27 | 26 | 26 | 20 | 25 | 26 | 17 | 195 | 100,0 | |
| TOT PESATO | | 28,5 | 27 | 26 | 26 | 20 | 25,5 | 26 | 17,5 | 196,5 | | |
| TOTALE | | | 617 | 590 | 531 | 498 | 570 | 581 | 607 | 551 | 4545 | |
| TOT. PESATO | | | 637 | 609,5 | 541,5 | 511,5 | 578,5 | 598 | 627 | 557 | 4660 | |

Appendice B

Dati Maggio 2015 e Aprile 2010 intersezione SS11-via Malcontenta

| <i>INDICE</i> | <i>PAGINA</i> |
|--|---------------|
| <i>Dati intersezione tra SS11 e via Malcontenta, Maggio 2015, periodo 7:30-9:30</i> | <i>II</i> |
| <i>Dati intersezione tra SS11 e via Malcontenta, Maggio 2015, periodo 17030-19:0</i> | <i>V</i> |
| Tabella dati rilievo Aprile 2010, periodo 7:00-9:00 | VIII |
| Tabella dati rilievo Aprile 2010, periodo 17:00-19:00 | IX |

Legenda:

- Cat.A: autovetture, mezzi di trasporto pubblico*
- Cat.B: Mezzi commerciali sotto le 3,5 tonnellate*
- Cat.C: mezzi commerciali superiori alle 3,5 tonnellate, non snodati*
- Cat.D: mezzi commerciali autoarticolati, compresi trattori stradali*

Tabella 1: tabella dei volumi di traffico per le varie manovre con suddivisione delle categorie veicolari

| MANOVRA | CAT. VEIC. | 7:20-7:30 | 7:30-7:40 | 7:40-7:50 | 7:50-8:00 | 8:00-8:10 | 8:10-8:20 | 8:20-8:30 | 8:30-8:40 | 8:40-8:50 | 8:50-9:00 | 9:00-9:10 | 9:10-9:20 | 9:20-9:30 | TOTALE | TOT MAN. | % |
|------------|-------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|-------------|---------------|----------|------|
| Nord-Sud | A | 18 | 23 | 18 | 37 | 29 | 32 | 30 | 23 | 33 | 34 | 37 | 37 | 29 | 380 | 567 | 67,0 |
| | B | 2 | 3 | 5 | 2 | 8 | 8 | 11 | 4 | 6 | 7 | 8 | 11 | 8 | 83 | | 14,6 |
| | C | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 20 | | 3,5 |
| | D | 7 | 4 | 12 | 2 | 3 | 4 | 5 | 12 | 6 | 13 | 4 | 6 | 6 | 84 | | 14,8 |
| | <i>tot pesato</i> | <i>39</i> | <i>39</i> | <i>54,5</i> | <i>45,5</i> | <i>46</i> | <i>54,5</i> | <i>56,5</i> | <i>61,5</i> | <i>54</i> | <i>78</i> | <i>55</i> | <i>63</i> | <i>56,5</i> | 703 | | |
| Sud-Nord | A | 66 | 78 | 62 | 77 | 80 | 80 | 79 | 80 | 94 | 84 | 76 | 62 | 58 | 976 | 1258 | 77,6 |
| | B | 16 | 10 | 12 | 13 | 13 | 4 | 7 | 10 | 12 | 8 | 5 | 7 | 6 | 123 | | 9,8 |
| | C | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 18 | | 1,4 |
| | D | 5 | 16 | 10 | 11 | 9 | 11 | 14 | 12 | 8 | 9 | 12 | 16 | 8 | 141 | | 11,2 |
| | <i>tot pesato</i> | <i>96</i> | <i>132,5</i> | <i>102</i> | <i>122</i> | <i>118,5</i> | <i>113</i> | <i>121</i> | <i>120</i> | <i>129</i> | <i>117,5</i> | <i>111</i> | <i>110,5</i> | <i>85,5</i> | 1478,5 | | |
| Sud-Malc. | A | 7 | 7 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 35 | 50 | 70,0 |
| | B | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 8 | | 16,0 |
| | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0,0 |
| | D | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 7 | | 14,0 |
| | <i>tot pesato</i> | <i>7</i> | <i>11,5</i> | <i>2</i> | <i>11,5</i> | <i>5</i> | <i>1</i> | <i>5</i> | <i>1</i> | <i>3</i> | <i>4,5</i> | <i>1</i> | <i>1</i> | <i>7</i> | 60,5 | | |
| Nord-Malc. | A | 40 | 50 | 40 | 42 | 26 | 33 | 31 | 22 | 32 | 26 | 21 | 23 | 16 | 402 | 565 | 71,2 |
| | B | 5 | 6 | 4 | 12 | 7 | 8 | 12 | 11 | 5 | 5 | 7 | 7 | 9 | 98 | | 17,3 |
| | C | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 8 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 0 | 25 | | 4,4 |
| | D | 3 | 3 | 8 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 1 | 7 | 3 | 40 | | 7,1 |
| | <i>tot pesato</i> | <i>55,5</i> | <i>65</i> | <i>65,5</i> | <i>63</i> | <i>35,5</i> | <i>55,5</i> | <i>47</i> | <i>38,5</i> | <i>47,5</i> | <i>46,5</i> | <i>32</i> | <i>53,5</i> | <i>32,5</i> | 637,5 | | |
| Malc.-Nord | A | 26 | 39 | 31 | 32 | 37 | 40 | 31 | 42 | 39 | 41 | 24 | 22 | 27 | 431 | 608 | 70,9 |
| | B | 10 | 9 | 2 | 5 | 11 | 3 | 6 | 6 | 10 | 8 | 11 | 8 | 5 | 94 | | 15,5 |
| | C | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 3 | 3 | 3 | 0 | 20 | | 3,3 |
| | D | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 12 | 1 | 1 | 4 | 5 | 7 | 4 | 6 | 63 | | 10,4 |
| | <i>tot pesato</i> | <i>48,5</i> | <i>59,5</i> | <i>48,5</i> | <i>51</i> | <i>59,5</i> | <i>76</i> | <i>42,5</i> | <i>50,5</i> | <i>62</i> | <i>66</i> | <i>57</i> | <i>44,5</i> | <i>47</i> | 712,5 | | |
| Malc.-Sud | A | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 8 | 21 | 38,1 |
| | B | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 7 | | 33,3 |
| | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | 4,8 |
| | D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 | 5 | | 23,8 |
| | <i>tot pesato</i> | <i>0</i> | <i>1</i> | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>0</i> | <i>0</i> | <i>2</i> | <i>0</i> | <i>2</i> | <i>7,5</i> | <i>9</i> | <i>1</i> | <i>3,5</i> | 29 | | |

SS11 Nord - SS10 Sud

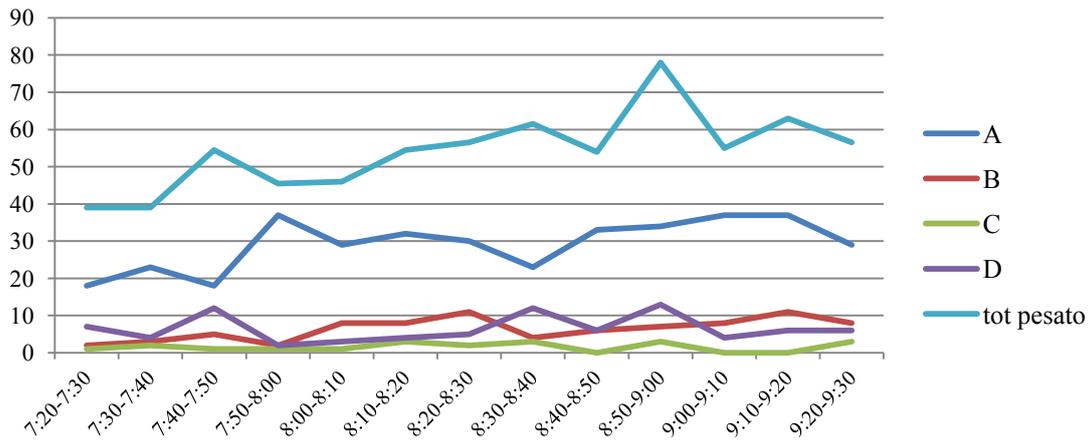


Grafico 1: flussi da SS11 Sud a SS10 Nord

SS11 Sud - SS10 Nord

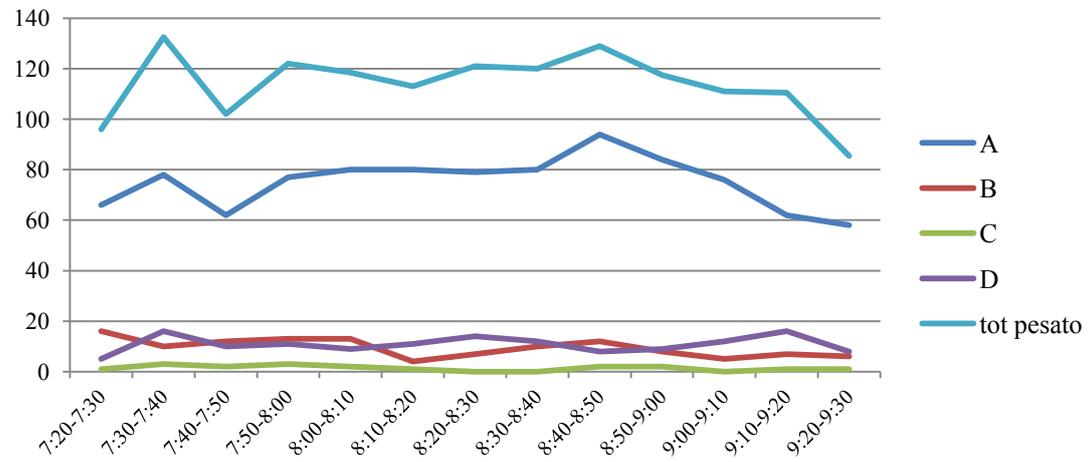


Grafico 2: flussi da SS10 Sud a SS11 Nord

SS11 Sud - via Malcontenta

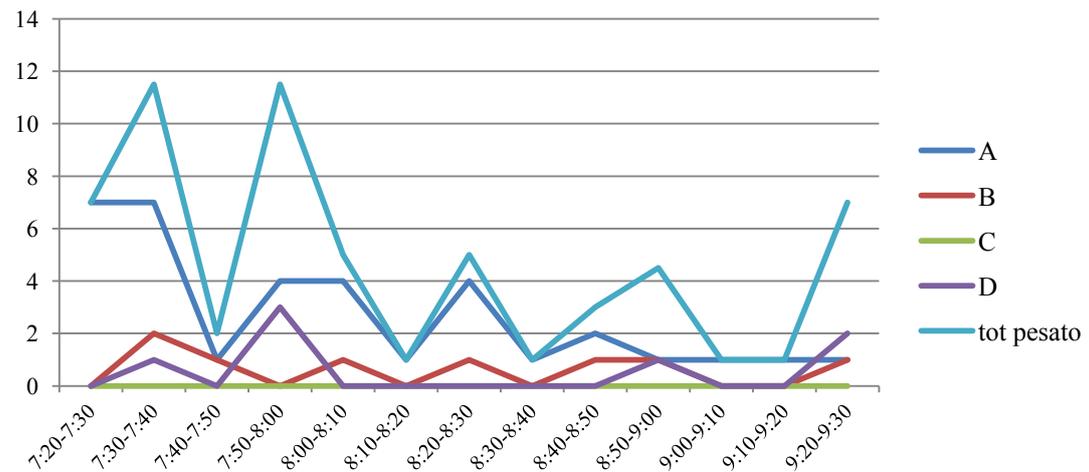


Grafico 3: flussi da SS11 a via Malcontenta

SS11 Nord - via Malcontenta

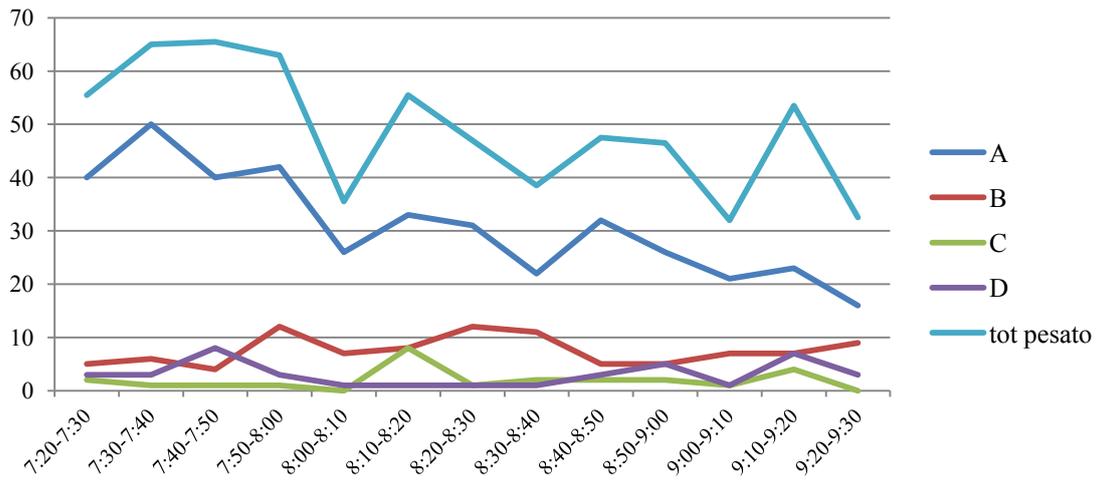


Grafico 4: flussi da SS11 Nord a via Malcontenta

via Malcontenta - SS11 Nord

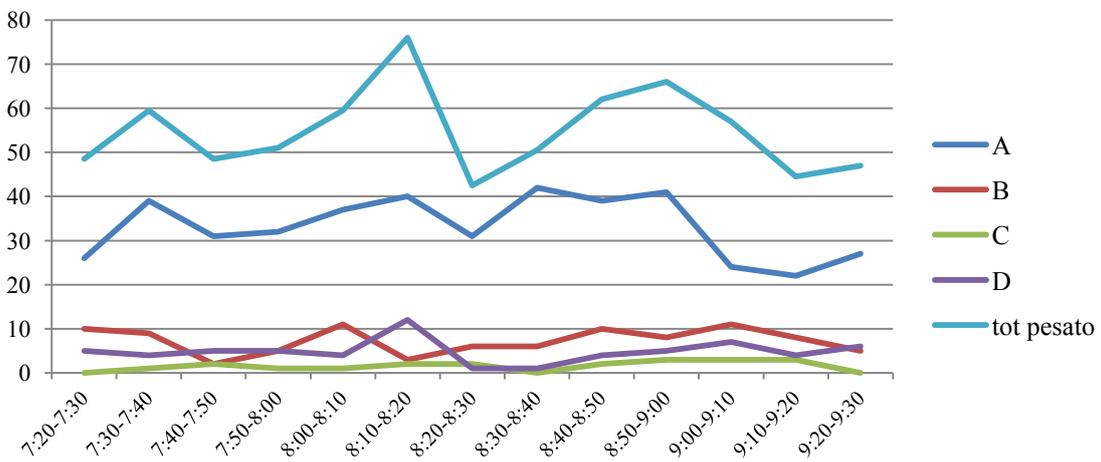


Grafico 5: flussi da via Malcontenta a SS11 Nord

via Malcontenta - SS11 Sud

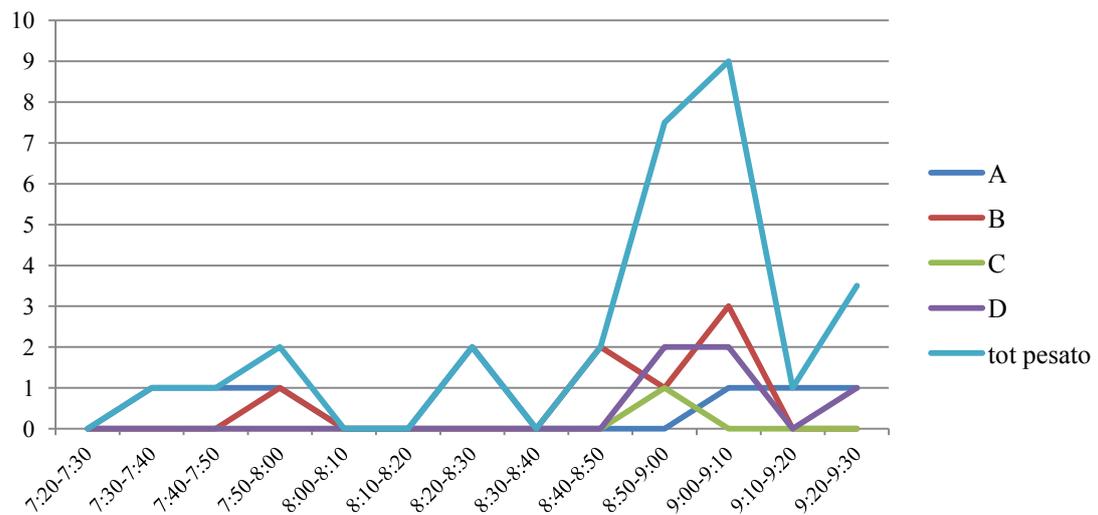


Grafico 6: flussi da via Malcontenta a SS11 Sud

Tabella 2: flussi per ogni singola manovra, suddivisi per categoria veicolare, periodo pomeriggio

| MANOVRA | CAT. VEIC. | 17:00-17:10 | 17:10-17:20 | 17:20-17:30 | 17:30-17:40 | 17:40-17:50 | 17:50-18:00 | 18:00-18:10 | 18:10-18:20 | 18:20-18:30 | 18:30-18:40 | 18:40-18:50 | 18:50-19:00 | TOTALE | TOT MAN. | % |
|------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|---------------|----------|------|
| Nord-Sud | A | 80 | 85 | 100 | 108 | 82 | 70 | 89 | 78 | 108 | 103 | 107 | 99 | 1109 | 1290 | 86,0 |
| | B | 7 | 9 | 8 | 4 | 9 | 8 | 6 | 2 | 5 | 10 | 7 | 7 | 82 | | 6,4 |
| | C | 2 | 0 | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | | 0,8 |
| | D | 14 | 8 | 9 | 9 | 11 | 3 | 7 | 4 | 10 | 7 | 5 | 2 | 89 | | 6,9 |
| | tot pesato | 125 | 114 | 138 | 134,5 | 120 | 87 | 114 | 90 | 138 | 130,5 | 126,5 | 111 | 1428,5 | | |
| Sud-Nord | A | 31 | 38 | 65 | 46 | 33 | 35 | 22 | 39 | 33 | 34 | 31 | 35 | 442 | 586 | 75,4 |
| | B | 2 | 5 | 3 | 10 | 7 | 6 | 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 50 | | 8,5 |
| | C | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 14 | | 2,4 |
| | D | 5 | 14 | 11 | 8 | 5 | 10 | 8 | 6 | 3 | 5 | 1 | 4 | 80 | | 13,7 |
| | tot pesato | 45,5 | 82,5 | 97 | 76 | 54 | 67,5 | 49,5 | 59 | 43,5 | 50,5 | 37 | 51 | 713 | | |
| Sud-Malc. | A | 1 | 1 | 1 | 7 | 5 | 1 | 5 | 6 | 4 | 2 | 2 | 2 | 37 | 70 | 52,9 |
| | B | 0 | 1 | 7 | 0 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 0 | 3 | 20 | | 28,6 |
| | C | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | | 2,9 |
| | D | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | | 15,7 |
| | tot pesato | 6 | 7 | 17 | 9,5 | 8,5 | 4 | 6 | 15,5 | 5 | 2 | 2 | 5 | 87,5 | | |
| Nord-Malc. | A | 64 | 63 | 70 | 91 | 62 | 50 | 49 | 68 | 61 | 57 | 47 | 36 | 718 | 877 | 81,9 |
| | B | 11 | 6 | 8 | 8 | 12 | 4 | 4 | 8 | 10 | 7 | 5 | 7 | 90 | | 10,3 |
| | C | 0 | 2 | 6 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | | 1,4 |
| | D | 4 | 8 | 6 | 12 | 4 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | 4 | 1 | 57 | | 6,5 |
| | tot pesato | 85 | 92 | 102 | 129 | 85,5 | 64,5 | 67 | 88,5 | 78,5 | 69 | 62 | 45,5 | 968,5 | | |
| Malc.-Nord | A | 53 | 52 | 45 | 47 | 51 | 27 | 40 | 21 | 22 | 22 | 19 | 27 | 426 | 500 | 85,2 |
| | B | 4 | 1 | 2 | 0 | 4 | 3 | 3 | 0 | 3 | 1 | 1 | 3 | 25 | | 5,0 |
| | C | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 12 | | 2,4 |
| | D | 5 | 6 | 3 | 12 | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 37 | | 7,4 |
| | tot pesato | 71 | 71 | 57,5 | 78,5 | 61,5 | 39 | 49,5 | 25 | 25 | 27 | 24 | 32,5 | 561,5 | | |
| Malc.-Sud | A | 7 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 23 | 27 | 85,2 |
| | B | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | 3,7 |
| | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | 3,7 |
| | D | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | | 7,4 |
| | tot pesato | 8 | 5 | 2 | 0 | 0 | 5 | 3 | 2 | 2,5 | 1 | 1 | 1 | 30,5 | | |

SS11 Nord - SS11 Sud

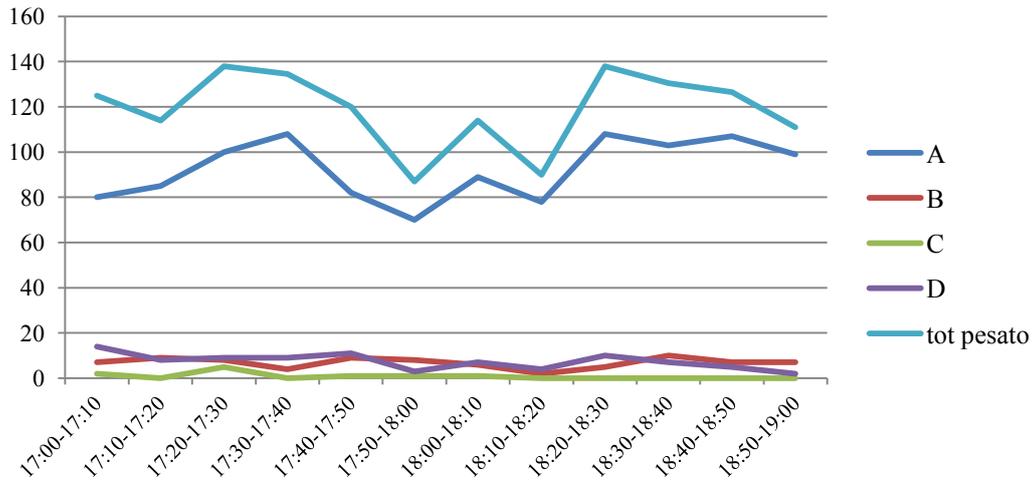


Grafico 7: flussi transitati da SS11 Nord a SS11 Sud

SS11 Sud - SS11 Nord

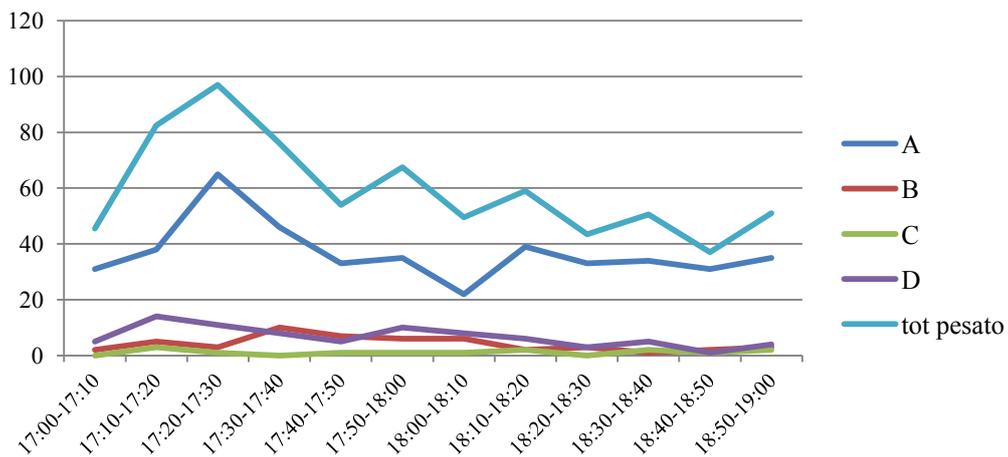


Grafico 8: flussi totali transitati da SS11 Sud a SS11 Nord

SS11 Sud - Malcontenta

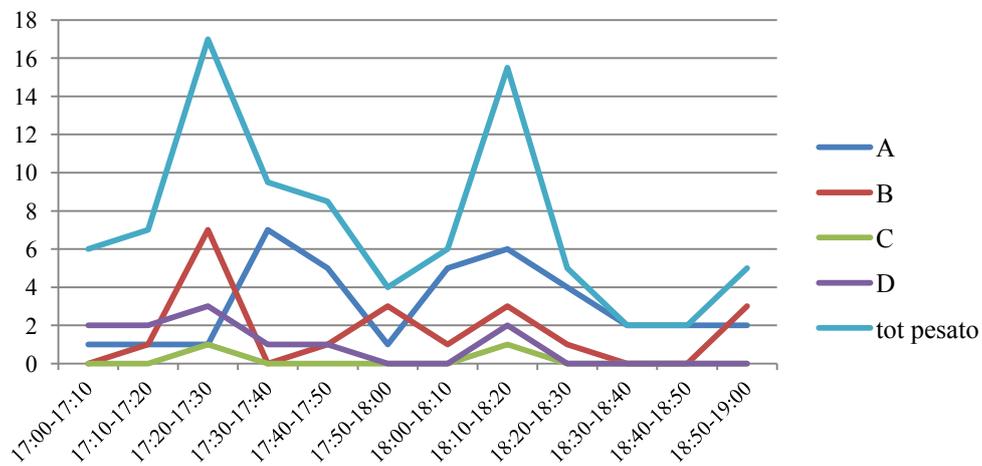


Grafico 9: flussi transitati da SS11 Sud a via Malcontenta

SS11 Nord-Malcontenta

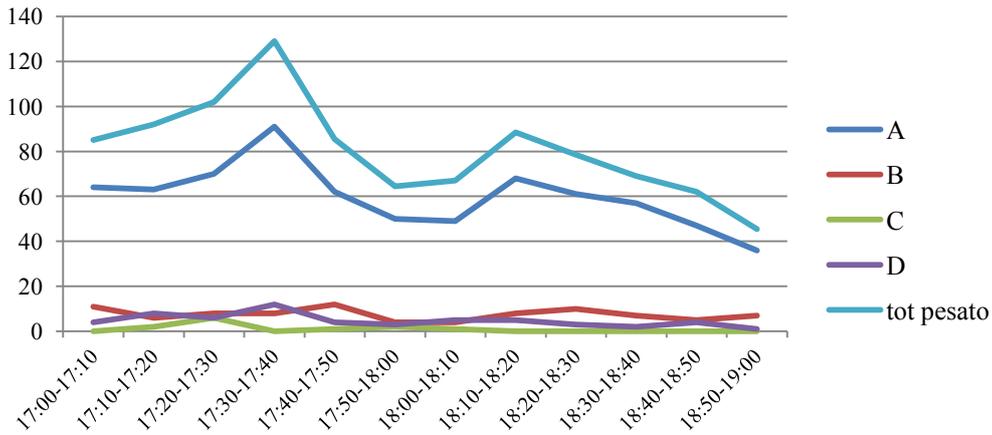


Grafico 10: flussi transitati da SS11 Nord a via Malcontenta

Malcontenta - SS11 Nord

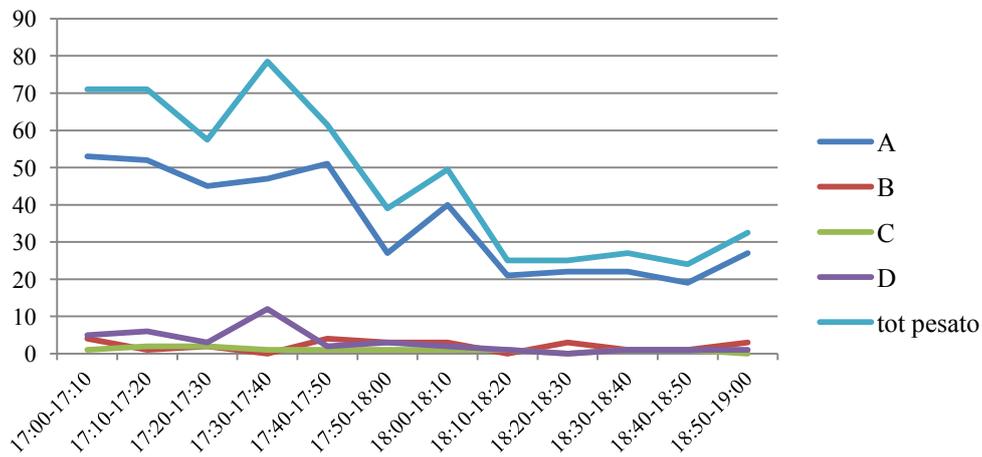


Grafico 11: flussi transitati da via Malcontenta a SS11 Nord

Malcontenta - SS11 Sud

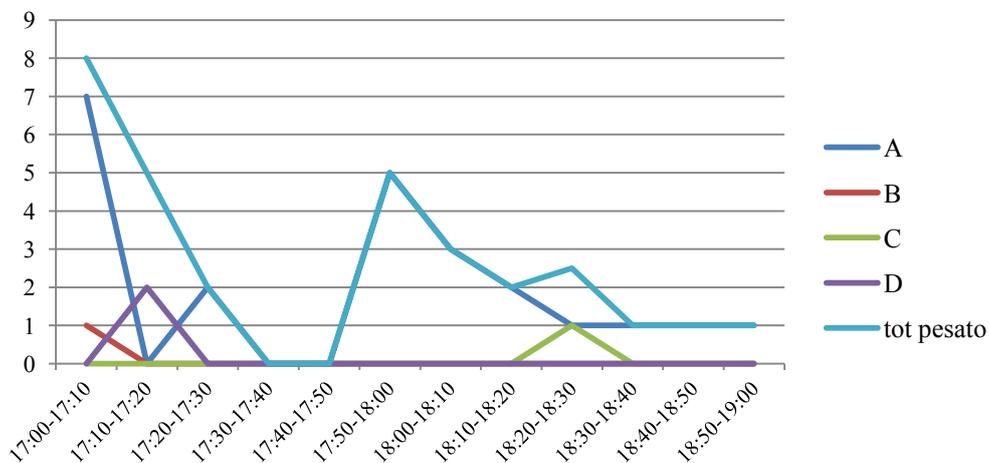


Grafico 12: flussi transitati da via Malcontenta a SS11 Sud

Tabella 3: tabella dei dati di flusso per il rilievo di Aprile 2010, periodo mattutino

| DA | A | CAT. VEIC. | 7:00-7:15 | 7:15-7:30 | 7:30-7:45 | 7:45-8:00 | 8:00-8:15 | 8:15-8:30 | 8:30-8:45 | 8:45-9:00 | 9:00-9:15 | TOT | % |
|----------------|----------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| SS11 Sud | SS11 Nord | A | 120 | 123 | 131 | 136 | 155 | 170 | 179 | 153 | 159 | 1326 | 81,4 |
| | | B | 1 | 16 | 11 | 16 | 8 | 7 | 7 | 7 | 5 | 78 | 4,8 |
| | | C | 4 | 7 | 8 | 13 | 10 | 8 | 11 | 12 | 8 | 81 | 5,0 |
| | | D | 14 | 19 | 24 | 14 | 20 | 10 | 12 | 13 | 17 | 143 | 8,8 |
| | | TOT | 139 | 165 | 174 | 179 | 193 | 195 | 209 | 185 | 189 | 1628 | 100,0 |
| | TOT PES | 162 | 197 | 214 | 207 | 228 | 214 | 233 | 211 | 219 | 1883 | | |
| | Malcontenta | A | 8 | 6 | 9 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2 | 8 | 43 | 87,8 |
| | | B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 6,1 |
| | | C | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4,1 |
| | | D | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2,0 |
| TOT | | 8 | 6 | 9 | 5 | 3 | 5 | 2 | 2 | 9 | 49 | 100,0 | |
| TOT PES | 8 | 6 | 9 | 7 | 3,5 | 5 | 2 | 2 | 9 | 51,5 | | | |
| SS11 Nord | SS11 Sud | A | 23 | 21 | 33 | 27 | 44 | 43 | 63 | 43 | 42 | 339 | 63,0 |
| | | B | 7 | 8 | 6 | 8 | 8 | 10 | 7 | 5 | 6 | 65 | 12,1 |
| | | C | 4 | 6 | 3 | 5 | 7 | 10 | 9 | 6 | 8 | 58 | 10,8 |
| | | D | 8 | 6 | 13 | 10 | 5 | 6 | 10 | 8 | 10 | 76 | 14,1 |
| | | TOT | 42 | 41 | 55 | 50 | 64 | 69 | 89 | 62 | 66 | 538 | 100,0 |
| | TOT PES | 56 | 53 | 76 | 67,5 | 75 | 83 | 109 | 77 | 85 | 681 | | |
| | Malcontenta | A | 74 | 78 | 79 | 68 | 71 | 66 | 57 | 64 | 57 | 614 | 79,5 |
| | | B | 8 | 7 | 5 | 7 | 7 | 4 | 2 | 10 | 6 | 56 | 7,3 |
| | | C | 2 | 2 | 9 | 7 | 10 | 8 | 11 | 10 | 19 | 78 | 10,1 |
| | | D | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 5 | 4 | 3 | 24 | 3,1 |
| TOT | | 87 | 89 | 95 | 83 | 91 | 79 | 75 | 88 | 85 | 772 | 100,0 | |
| TOT PES | 92,5 | 93 | 103 | 88 | 101 | 84,5 | 88 | 99 | 99 | 847 | | | |
| Malcontenta | SS11 Nord | A | 78 | 70 | 89 | 78 | 83 | 92 | 92 | 118 | 85 | 785 | 78,7 |
| | | B | 9 | 11 | 8 | 12 | 12 | 12 | 5 | 14 | 6 | 89 | 8,9 |
| | | C | 5 | 3 | 8 | 8 | 15 | 9 | 13 | 7 | 19 | 87 | 8,7 |
| | | D | 1 | 4 | 5 | 2 | 5 | 5 | 4 | 1 | 10 | 37 | 3,7 |
| | | TOT | 93 | 88 | 110 | 100 | 115 | 118 | 114 | 140 | 120 | 998 | 100,0 |
| | TOT PES | 97 | 95,5 | 122 | 107 | 130 | 130 | 127 | 145 | 145 | 1097 | | |
| | SS11 Sud | A | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 37,5 |
| | | B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 12,5 |
| | | C | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 25,0 |
| | | D | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 25,0 |
| TOT | | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 8 | 100,0 | |
| TOT PES | 1 | 3,5 | 1,5 | 0 | 1,5 | 0 | 1 | 1 | 2,5 | 12 | | | |

| | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-----|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| TOTALE | 370 | 391 | 444 | 417 | 467 | 466 | 490 | 478 | 470 | 3993 |
| TOT PES | 416,5 | 448 | 524,5 | 476 | 538,5 | 516,5 | 558,5 | 534,5 | 558,5 | 4571,5 |

Tabella 4: tabella dei dati di flusso per il rilievo di Aprile 2010, periodo pomeriggio

| DA | A | CAT. VEIC. | 16:30-16:45 | 16:45-17:00 | 17:00-17:15 | 17:15-17:30 | 17:30-17:45 | 17:45-18:00 | 18:00-18:15 | 18:15-18:30 | TOT | % |
|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|---------------|--------------|-------------|-------|
| SS11 Sud | SS11 Nord | A | 76 | 58 | 66 | 58 | 48 | 54 | 55 | 46 | 461 | 79,1 |
| | | B | 4 | 4 | 8 | 4 | 5 | 4 | 4 | 2 | 35 | 6,0 |
| | | C | 6 | 1 | 5 | 4 | 1 | 0 | 2 | 2 | 21 | 3,6 |
| | | D | 12 | 9 | 12 | 9 | 5 | 7 | 5 | 7 | 66 | 11,3 |
| | | TOT | 98 | 72 | 91 | 75 | 59 | 65 | 66 | 57 | 583 | 100,0 |
| | TOT PES | 119 | 86 | 111,5 | 90,5 | 67 | 75,5 | 74,5 | 68,5 | 692,5 | | |
| | Malcontenta | A | 1 | 4 | 2 | 3 | 6 | 0 | 1 | 1 | 18 | 66,7 |
| | | B | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 14,8 |
| | | C | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 7,4 |
| | | D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 | 11,1 |
| TOT | | 3 | 5 | 2 | 3 | 6 | 1 | 3 | 4 | 27 | 100,0 | |
| TOT PES | 3,5 | 5 | 2 | 3 | 6 | 2,5 | 3 | 7,5 | 32,5 | | | |
| SS11 Nord | SS11 Sud | A | 129 | 111 | 141 | 142 | 147 | 176 | 169 | 173 | 1188 | 85,3 |
| | | B | 22 | 17 | 14 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 | 102 | 7,3 |
| | | C | 3 | 7 | 7 | 6 | 9 | 1 | 4 | 3 | 40 | 2,9 |
| | | D | 11 | 14 | 10 | 9 | 7 | 1 | 7 | 3 | 62 | 4,5 |
| | | TOT | 165 | 149 | 172 | 167 | 173 | 188 | 190 | 188 | 1392 | 100,0 |
| | TOT PES | 183 | 173,5 | 190,5 | 183,5 | 188 | 190 | 202,5 | 194 | 1505 | | |
| | Malcontenta | A | 92 | 108 | 104 | 105 | 102 | 94 | 122 | 109 | 836 | 80,6 |
| | | B | 13 | 11 | 14 | 11 | 17 | 12 | 8 | 12 | 98 | 9,5 |
| | | C | 9 | 9 | 10 | 12 | 13 | 2 | 3 | 2 | 60 | 5,8 |
| | | D | 2 | 12 | 7 | 5 | 6 | 7 | 1 | 3 | 43 | 4,1 |
| TOT | | 116 | 140 | 135 | 133 | 138 | 115 | 134 | 126 | 1037 | 100,0 | |
| TOT PES | 123,5 | 162,5 | 150,5 | 146,5 | 153,5 | 126,5 | 137 | 131,5 | 1131,5 | | | |
| Malcontenta | SS11 Nord | A | 92 | 82 | 91 | 84 | 63 | 59 | 68 | 59 | 598 | 81,6 |
| | | B | 12 | 6 | 5 | 8 | 5 | 7 | 2 | 9 | 54 | 7,4 |
| | | C | 8 | 6 | 9 | 6 | 3 | 4 | 2 | 2 | 40 | 5,5 |
| | | D | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 6 | 5 | 2 | 41 | 5,6 |
| | | TOT | 115 | 98 | 111 | 105 | 79 | 76 | 77 | 72 | 733 | 100,0 |
| | TOT PES | 123,5 | 107 | 124,5 | 118,5 | 92,5 | 87 | 85,5 | 76 | 814,5 | | |
| | SS11 Sud | A | 3 | 1 | 2 | 3 | 5 | 1 | 3 | 2 | 20 | 87,0 |
| | | B | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8,7 |
| | | C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| | | D | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4,3 |
| TOT | | 4 | 1 | 3 | 4 | 5 | 1 | 3 | 2 | 23 | 100,0 | |
| TOT PES | 4 | 1 | 4,5 | 4 | 5 | 1 | 3 | 2 | 24,5 | | | |

| | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-----|-------|-----|-----|-------|-------|-------|---------------|
| TOTALE | 501 | 465 | 514 | 487 | 460 | 446 | 473 | 449 | 3795 |
| TOT PES | 556,5 | 535 | 583,5 | 546 | 512 | 482,5 | 505,5 | 479,5 | 4200,5 |

Appendice C

Livelli di Servizio e modifica piani semaforici

Sommario

| | |
|---|------|
| <i>PROCEDURA DI CALCOLO DEI LIVELLI DI SERVIZIO (LoS)</i> | II |
| <i>INTERSEZIONE VIA FRATELLI BANDIERA- VIA DELLE MACCHINE</i> | II |
| <i>INTERSEZIONE SS11 – VIA MALCONTENTA</i> | V |
| <i>CALCOLO DEI NUOVI CICLI SEFAFORICI</i> | VIII |
| <i>INTERSEZIONE TRA VIA DELLE MACCHINE E VIA F. BANDIERA</i> | VIII |
| <i>INTERSEZIONE TRA SS11 E VIA MALCONTENTA</i> | XVI |

PROCEDURA DI CALCOLO DEI LIVELLI DI SERVIZIO (LoS)

INTERSEZIONE VIA FRATELLI BANDIERA- VIA DELLE MACCHINE

Modulo 1- dati di input

| DATI | | mattina | | | | sera | | | |
|---|------------|--------------------------|-------------------|----------|---------|--------------------------|-------------------|----------|---------|
| | | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. |
| Numero corsie | n | 4,00 | 3,00 | 2,00 | 1,00 | 4,00 | 3,00 | 2,00 | 1,00 |
| Larghezza corsia media (m) | b | 3,28 | 3,33 | 3,10 | 5,50 | 3,28 | 3,33 | 3,10 | 5,50 |
| Pendenza (%) | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Lunghezze corsie accumolo svolta (m) | Ls | 53,1/83,5 | 29,00 | 28,50 | X | 53,1/83,5 | 29,00 | 28,50 | X |
| Volumi di traffico (veic/h) | Q | 920,00 | 925,00 | 120,00 | 230,00 | 1020,00 | 700,00 | 390,00 | 180,00 |
| Flussi di saturazione (veic7h7corsia) | Fs0 | 1750,00 | 1750,00 | 1750,00 | 1750,00 | 1750,00 | 1750,00 | 1750,00 | 1750,00 |
| Fattore dell'ora di punta | PHP | 0,91 | 0,89 | 0,79 | 0,90 | 0,95 | 0,94 | 0,74 | 0,86 |
| Percentuale veicoli pesanti (%) | P | 3,00 | 4,80 | 7,00 | 0,10 | 1,30 | 2,80 | 2,30 | 0,25 |
| Tipo di arrivo | | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Frazione di veicoli che arrivano durante il verde | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Velocità di approccio all'intersezione (km/h) | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Larghezza corsie (m) da sinistra dell'approccio | | 3,2 3,4 3,4 3,1 | 3,1 3,4 3,5 | 3,2 3 | 5,5 | 3,2 3,4 3,4 3,1 | 3,1 3,4 3,5 | 3,2 3 | 5,5 |
| Lunghezza ciclo | C | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Tempo di verde V | V | 40 | 32 | 29 | 29 | 40 | 32 | 29 | 29 |
| Interverde | Y | 60 | 68 | 71 | 71 | 60 | 68 | 71 | 71 |
| Funzionamento attuato o fisso | | fisso | fisso | fisso | fisso | fisso | fisso | fisso | fisso |
| Chiamata pedonale | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Tempo di verde esclusivo per pedoni | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Periodo di analisi | T | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Tempo di rosso | TR | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Perditempo per l'avvio | P | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Rapporto di verde | RV | 0,4 | 0,32 | 0,29 | 0,29 | 0,4 | 0,32 | 0,29 | 0,29 |

Modulo 2- correzione dei volumi di traffico

| | mattina | | | | sera | | | |
|-----|---------|-------|----------|---------|-------|-------|----------|---------|
| | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. |
| Qp | 1011 | 1039 | 152 | 256 | 1074 | 745 | 527 | 209 |
| fu | 0,908 | 0,908 | 0,952 | 1 | 0,908 | 0,908 | 0,952 | 1 |
| Qgr | 835 | 840 | 114 | 230 | 926 | 636 | 371 | 180 |

Con

Q_p = flusso che si ottiene considerando i 15 minuti di picco

$$Q_p = \frac{Q}{PHF}$$

Q_{gr} = flusso corretto per il gruppo di corsie

$$Q_{gr} = Q \cdot f_U$$

f_U = fattore d'utilizzazione della corsia

$$f_U = \frac{Q_g}{N \cdot Q_{g1}} \text{ (o da tabella)}$$

Q_{gl} = flusso corretto sulla singola corsia con il volume più elevato nel gruppo di corsie

Modulo 3- modulo del flusso di saturazione

Il flusso di saturazione è pari al numero di veicoli per ora che possono attraversare la linea di arresto dell'intersezione, assumendo che la fase di verde sia sempre disponibile, cioè con rapporto di verde pari a 1.

I risultati sono

| | <i>mattina</i> | | | | <i>sera</i> | | | |
|------------------------------|----------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|-------------|-----------------|----------------|
| | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Macchine</i> | <i>C.Mezz.</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Macchine</i> | <i>C.Mezz.</i> |
| <i>FS₀</i> | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 |
| <i>N</i> | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <i>f_b</i> | 0,964 | 0,970 | 0,944 | 1,211 | 0,964 | 0,970 | 0,944 | 1,211 |
| <i>f_{vp}</i> | 0,971 | 0,954 | 0,935 | 0,999 | 0,987 | 0,973 | 0,978 | 0,998 |
| <i>f_i</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>f_p</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>f_B</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>f_a</i> | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| <i>f_u</i> | 0,908 | 0,908 | 0,952 | 1 | 0,908 | 0,908 | 0,952 | 1 |
| <i>f_D</i> | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| <i>f_s</i> | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| <i>f_{PD}</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>f_{PS}</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>FS</i> | <i>4323</i> | <i>3208</i> | <i>2137</i> | <i>1539</i> | <i>4395</i> | <i>3270</i> | <i>2236</i> | <i>1536</i> |

Con

$$FS = FS_0 \cdot N \cdot f_b \cdot f_{vp} \cdot f_i \cdot f_p \cdot f_B \cdot f_a \cdot f_u \cdot f_D \cdot f_s \cdot f_{PD} \cdot f_{PS}$$

FS = flusso di saturazione per il gruppo di corsie in esame

FS_0 = flusso di saturazione per una corsia in condizioni ottimali (1900 veicoli leggeri/ora)

N = numero di corsie che compongono il gruppo

f_b = fattore di correzione per la larghezza della corsia

f_{vp} = fattore di correzione per i veicoli pesanti presenti nella corrente di traffico

f_i = fattore di correzione per la pendenza del ramo

f_p = fattore di correzione per l'esistenza di una corsia di sosta adiacente al gruppo di corsie e per l'attività di parcheggio in quella corsia

f_B = fattore di correzione per l'effetto di blocco del traffico dovuto agli autobus che effettuano la fermata nell'area dell'intersezione

f_a = fattore di correzione dovuto al tipo di area

f_u = fattore di correzione per l'utilizzazione della corsia

f_D = fattore di correzione per la svolta a destra nel gruppo di corsie

f_s = fattore di correzione per la svolta a sinistra nel gruppo di corsie

f_{PD} = fattore di correzione per l'interferenza con pedoni o ciclisti per manovre di svolta a destra

f_{PS} = fattore di correzione per l'interferenza con pedoni o ciclisti per manovre di svolta a sinistra

Modulo 4 - modulo per l'analisi della capacità

Il risultato ultimo è la determinazione del rapporto di saturazione critico X_c ; i risultati sono i seguenti

| | <i>mattina</i> | | | | <i>sera</i> | | | |
|---------------|----------------|------------|-----------------|----------------|-------------|------------|-----------------|----------------|
| | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Macchine</i> | <i>C.Mezz.</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Macchine</i> | <i>C.Mezz.</i> |
| c | 1729 | 1026 | 620 | 446 | 1758 | 1046 | 648 | 446 |
| X | 0,532 | 0,901 | 0,194 | 0,515 | 0,580 | 0,669 | 0,602 | 0,404 |
| Qi/FSi | 0,213 | 0,288 | 0,056 | 0,149 | 0,232 | 0,214 | 0,174 | 0,117 |
| Xc | 0,732 | | | | 0,764 | | | |

Con

$$c_i = FS_i \cdot RV_i \quad X_i = \left(\frac{Q}{c}\right)_i \quad X_c = \frac{C}{C - (P + TR)} \cdot \sum \left(\frac{Q_i}{FS_i}\right)_c$$

con ovvio significato dei vari termini.

Modulo 5 – modulo del Livello di Servizio

In tale modulo è stimato il Livello di Servizio LoS in funzione del tempo medio di fermata per ogni veicolo e per ogni gruppo di corsie.

Il ritardo medio per un dato gruppo di corsie è valutabile a mezzo della seguente espressione:

$$d = d_1 \cdot PF + d_2 + d_3$$

dove

d = ritardo medio per veicolo e per gruppo di corsie (sec/veic);

d_1 = ritardo medio assumendo arrivi uniformi (sec/veic)

$$d_1 = \frac{0,5 \cdot C \cdot (1 - RV)^2}{1 - [\min(1; X) \cdot RV]}$$

PF = fattore correttivo ricavabile mediante tabella, in funzione del rapporto di verde e della progressione degli arrivi;

d_2 = ritardo incrementale che tiene conto dell'arrivo casuale e non uniforme dei veicoli, delle code formatesi per soprassaturazione e della durata del periodo di analisi (sec/veic)

$$d_2 = 900 \cdot T \cdot \left[(X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{4 \cdot X}{c \cdot T}} \right];$$

d_3 = ritardo dovuto alla presenza di code all'inizio del periodo di analisi (sec/veic).

Una volta valutato il ritardo medio riferito al singolo gruppo di corsie, si può passare alla determinazione del ritardo medio complessivo dell'intera intersezione mediante:

$$d_{int} = \frac{\sum Q_i d_i}{\sum Q_i}$$

Tali ritardi vanno confrontati con valori tabulati. Nel caso in esame i risultati ottenuti sono

| PERIODO | | <i>mattina</i> | | | | <i>sera</i> | | | |
|--------------------------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| RAMO | | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. |
| RITARDI | <i>d1</i> | 22,9 | 32,5 | 26,7 | 29,6 | 23,4 | 29,4 | 30,5 | 28,5 |
| | <i>PF</i> | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | <i>d2</i> | 1,2 | 12,5 | 0,7 | 4,2 | 1,4 | 3,4 | 4,1 | 2,7 |
| | <i>d3</i> | / | / | / | / | / | / | / | / |
| <i>di</i> | | 25 | 46 | 28 | 35 | 26 | 34 | 36 | 32 |
| <i>dint</i> | | 35 | | | | 30 | | | |
| <i>LoS per ogni ramo</i> | | C | D | C | C | C | C | D | C |
| <i>LoS totale</i> | | C-D | | | | C | | | |

INTERSEZIONE SS11 – VIA MALCONTENTA

Per il calcolo del Livello di Servizio di tale intersezione non ci si può avvalere della medesima procedura HCM utilizzata per l'intersezione precedentemente trattata. Questo perché non si è in possesso di un ciclo semaforico a tempi fissi, ma esso risulta continuamente variabile nel tempo.

Per ovviare a questo inconveniente ci si avvale di un ciclo semaforico medio per la mattina e per il pomeriggio, indicando durate medie dei tempi di verde per le singole manovre. I risultati non saranno perfettamente corretti, ma verranno confrontati con le riprese video per un confronto sui tempi medi di attesa e sulla soddisfazione della domanda di utilizzo dell'intersezione.

I dati dei cicli semaforici a cui si fa riferimento sono:

| FASE | <i>Mattina</i> | | <i>Sera</i> | |
|------------------|----------------|----|-------------|----|
| | 1 | 2 | 1 | 2 |
| verde | 38 | 28 | 25 | 28 |
| arancione | 4 | 4 | 5 | 5 |
| rosso | 39 | 49 | 38 | 35 |
| Tot | 81 | 81 | 68 | 68 |

Inserendo tali dati nella procedura HCM si ottiene:

Modulo 1- dati di input

| DATI | | <i>mattina</i> | | | <i>sera</i> | | |
|---|------------|----------------|------------|--------------------|-------------|------------|--------------------|
| | | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> |
| numero corsie | n | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Larghezza corsia media (m) | b | 3,75 | 3,54 | 3,60 | 3,75 | 3,54 | 3,60 |
| pendenza (%) | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Lunghezze corsie accumolo svolta (m) | Ls | 66,00 | / | / | 66,00 | / | / |
| Volumi di traffico (veic/h) | Q | 301 | 640 | 321 | 475 | 365 | 326 |
| flussi di saturazione (veic7h7corsia) | Fs0 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 |
| Fattore dell'ora di punta | PHP | 0,96 | 0,96 | 0,89 | 0,85 | 0,76 | 0,84 |
| Percentuale veicoli pesanti (%) | P | 15,00 | 11,00 | 11,00 | 7,00 | 14,00 | 7,30 |
| Tipo di arrivo | | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Frazione di veicoli che arrivano durante il verde | | X | X | X | X | X | X |
| Velocità di approccio all'intersezione (km/h) | | X | X | X | X | X | X |
| Larghezza corsie (m) da sinistra dell'approccio | | 3,6 | 3,54 | 3,6 | 3,6 | 3,54 | 3,6 |
| | | 3,9 | | | 3,9 | | |
| Lunghezza ciclo | C | 81 | 81 | 81 | 68 | 68 | 68 |

| | | | | | | | |
|-------------------------------------|----|---------|--------|-------------|---------|--------|-------------|
| Tempo di verde V | V | 28 | 38 | 28 | 28 | 25 | 28 |
| Interverde | Y | 53 | 43 | 53 | 40 | 43 | 40 |
| Funzionamento attuato o fisso | | fisso | fisso | fisso | fisso | fisso | fisso |
| Chiamata pedonale | | X | X | X | X | X | X |
| Tempo di verde esclusivo per pedoni | | X | X | X | X | X | X |
| Periodo di analisi | T | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Tempo di rosso | TR | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Perditempo per l'avvio | P | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Rapporto di verde | RV | 0,34568 | 0,4691 | 0,345679012 | 0,41176 | 0,3676 | 0,411764706 |

Modulo 2- correzione dei volumi di traffico

| | mattina | | | sera | | |
|-----|-------------|------------|--------------------|-------------|------------|--------------------|
| | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> |
| Qp | 314 | 667 | 361 | 559 | 480 | 388 |
| fu | 0,908 | 0,908 | 0,952 | 0,908 | 0,908 | 0,952 |
| Qgr | 273 | 581 | 306 | 431 | 331 | 310 |

Modulo 3- modulo del flusso di saturazione

| | mattina | | | sera | | |
|------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|
| | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> |
| <i>FS0</i> | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 |
| <i>N</i> | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| <i>fb</i> | 1,017 | 0,993 | 1,000 | 1,017 | 0,993 | 1,000 |
| <i>fvp</i> | 0,870 | 0,901 | 0,901 | 0,935 | 0,877 | 0,932 |
| <i>fi</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>fp</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>fB</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>fa</i> | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| <i>fu</i> | 0,908 | 0,908 | 0,952 | 0,908 | 0,908 | 0,952 |
| <i>fD</i> | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| <i>fs</i> | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| <i>fPD</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>fPS</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| FS | 2042 | 1033 | 1091 | 2194 | 1006 | 1128 |

Modulo 4 - modulo per l'analisi della capacità

| | mattina | | | sera | | |
|---------------|-------------|------------|--------------------|-------------|------------|--------------------|
| | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> |
| c | 706 | 485 | 377 | 904 | 370 | 465 |
| X | 0,426 | 1,320 | 0,851 | 0,526 | 0,987 | 0,702 |
| Qi/FSi | 0,147 | 0,619 | 0,294 | 0,216 | 0,363 | 0,289 |
| Xc | 1,109 | | | 0,915 | | |

Modulo 5 – modulo del Livello di Servizio

| PERIODO | | mattina | | | sera | | |
|--------------------------|-----------|-------------|------------|--------------------|-------------|------------|--------------------|
| RAMO | | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> |
| RITARDI | <i>d1</i> | 20,3 | 30,0 | 24,6 | 15,0 | 21,3 | 16,5 |
| | <i>PF</i> | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | <i>d2</i> | 1,9 | 158,0 | 20,8 | 2,2 | 43,6 | 8,6 |
| | <i>d3</i> | / | / | / | / | / | / |
| <i>di</i> | | 23 | 189 | 46 | 18 | 66 | 26 |
| <i>dint</i> | | 113 | | | 35 | | |
| <i>LoS per ogni ramo</i> | | C | F | D | B | E | C |
| <i>LoS totale</i> | | F | | | C | | |

CALCOLO DEI NUOVI CICLI SEMAFORICI

INTERSEZIONE TRA VIA DELLE MACCHINE E VIA F. BANDIERA

METODO HCM

Tale metodo, come il calcolo del LoS, prevede la definizione di più moduli per giungere al risultato finale. In dettaglio:

1. Scelta del piano di fasatura
2. Determinazione dei tempi di giallo e di tutto rosso
3. Calcolo della lunghezza del ciclo semaforico
4. Calcolo dei tempi di verde e di rosso
5. Calcolo della durata delle fasi pedonali
6. Realizzazione del diagramma di fasatura

1) Scelta del piano di fasatura

La scelta di tale piano prevede una lieve modifica rispetto al piano di fasatura che attualmente si sussegue nell'intersezione; in dettaglio esso prevede d'ora in poi tre fasi:

- **Fase 1:** via libera per le manovre da via F. Bandiera Sud a via F. Bandiera Nord e via delle Macchine, da via F. Bandiera Nord a via F. Bandiera Sud e via C. Mezzacapo;
- **Fase 2:** via libera da via C. Mezzacapo e via delle Macchine;
- **Fase 3:** via libera per le svolte a sinistra da via F. Bandiera Sud e via F. Bandiera Nord.

2) Determinazione dei tempi di giallo e di tutto rosso

Si definisca il tempo di *interverde* Y come

$$Y = G + TR$$

calcolabile mediante la relazione

$$Y = t_{pr} + \frac{v}{2 \cdot d} + \frac{L_1 + L_2}{v_1}$$

dove

t_{pr} = tempo di percezione e reazione, assunto pari a 1 secondo;

v = velocità di approccio all'intersezione, assunta variabile per i vari rami (m/s);

d = decelerazione, assunta pari a 2m/s^2 ;

L_1 = massima lunghezza della traiettoria da percorrere per liberare l'area di conflitto (m);

L_2 = lunghezza media di un veicolo, assunta pari a 6m;

v_1 = velocità media con cui si percorre la traiettoria L_1 , assunta pari a 7,5 km/h.

Utilizzando questi dati si possono calcolare gli intertempi per le varie fasi del ciclo semaforico

FASE

| | 1 | 2 | 3 |
|----------|-------------|-------------|-------------|
| t_{pr} | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| v | 30 | 20 | 20 |
| d | 2 | 2 | 2 |
| L_1 | 50 | 48 | 50 |
| L_2 | 6 | 6 | 6 |
| v_1 | 7,5 | 7,5 | 7,5 |
| Y_i | 16,5 | 13,7 | 14,0 |

È consigliato assumere un tempo di giallo costante per tutte le fasi semaforiche così da poter abituare gli utenti abituali ad esso, così che possano attuare la scelta corretta se impegnare l'intersezione o meno. In questo caso il tempo di giallo G è assunto pari a 4 secondi per tutte le fasi. Sottraendo all'interverde il tempo di giallo si ottiene il tempo di tutto rosso TR in cui nessun veicolo impegna l'intersezione:

| FASE | | | |
|------------|------|-----|------|
| | 1 | 2 | 3 |
| G_i | 4 | 4 | 4 |
| TR_i | 12,5 | 9,7 | 10,0 |
| TR_{eff} | 13 | 10 | 10 |

3) Calcolo della lunghezza del ciclo semaforico

Occorre ora determinare la lunghezza totale del ciclo semaforico in quanto non è ancora stato determinato il tempo di verde per ogni fase.

Nel caso generale di n fasi, la lunghezza minima del ciclo C_{min} , che corrisponde alla lunghezza C totale corrisponde a

$$C_{min} = C = \frac{\sum_{i=1}^n (P_i + TR_i)}{1 - \sum_{i=1}^n \gamma_i}$$

con

$$\gamma_i = \frac{Q_i}{FS_i}$$

La valutazione del flusso di saturazione FS per la i -esima corrente veicolare può essere eseguita tramite la seguente relazione sperimentale:

$$FS_i = 165 \cdot a_i + 45$$

con a_i pari alla larghezza della sezione di accesso della corrente i -esima presa in considerazione.

Si è dimostrato sperimentalmente che la somma dei perditempo P_i può essere assunta pari a 4-5 secondi, 4,5 secondi nel caso in esame.

Per il calcolo degli indici di carico Q_i ci si riferisce ad un arco temporale di 15 minuti in cui in flusso è risultato elevato; tale valore è indicato in *unità autovetture (UA)*, valore del flusso pesato secondo i coefficienti di omogeneizzazione.

| | | | |
|-------|-----|-----|----|
| Q_i | 400 | 105 | 90 |
|-------|-----|-----|----|

I risultati sono i seguenti

| FASE | | | |
|-------------------------------|-------------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 |
| P_i | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| TR_i | 13 | 10 | 10 |
| γ_i | 0,22 | 0,05 | 0,08 |
| a_i | 10,65 | 11,30 | 6,40 |
| FS_i | 1802,25 | 1909,50 | 1101,00 |
| $C=C_{min}$ | 58,5 | | |

Secondo le indicazioni riportate nel manuale HCM, la durata del ciclo non dovrebbe essere inferiore ai 30 secondi e superiore ai 90-100 secondi con valore estremo di 120 secondi per intersezione a più di due fasi. Nel nostro caso il valore trovato rientra perfettamente nel range di valori indicati.

La durata del ciclo viene dunque fissata per ora a **60 secondi**.

In questa fase si possono anche calcolare i verdi effettivi VE_i delle varie fasi mediante la relazione:

$$VE_i = \frac{Q_i}{FS_i} \cdot C$$

ottenendo

| FASE | | | |
|--------|------|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 |
| VE_i | 13,0 | 3,2 | 4,8 |

4) Calcolo dei tempi di verde e di rosso

Il tempo di verde per ogni fase è calcolato mediante la relazione:

$$V_i = VE_i + P_i - G_i$$

ed infine il tempo di rosso:

$$R_i = C - (V_i + G_i)$$

ottenendo, per le varie fasi:

| FASE | | | |
|-------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 |
| V_i | 10,5 | 0,7 | 2,3 |
| R_i | 44,0 | 53,8 | 52,2 |

Da notare il fatto che il tempo di rosso non deve essere inferiore alla durata della fase pedonale.

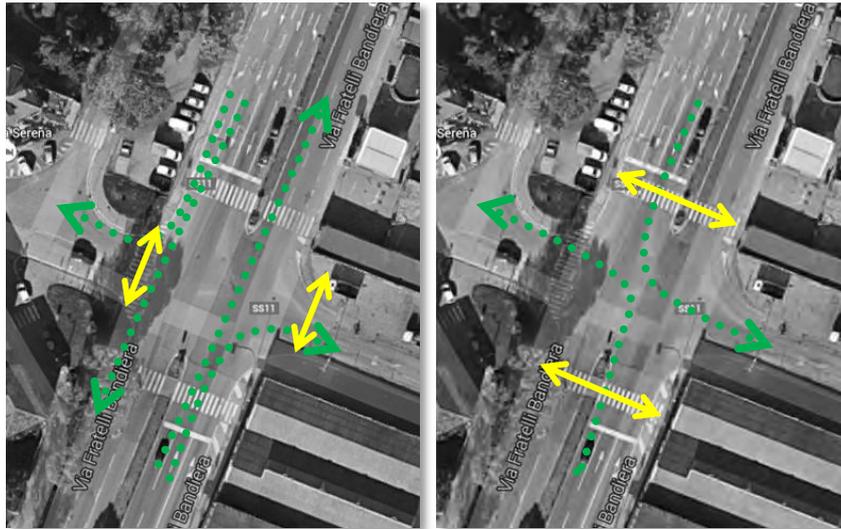
5) Calcolo della durata delle fasi pedonali

In questo caso si parla di due fasi:

- fasi esclusivamente pedonali
- fasi pedonali contemporaneamente a quelle veicolari

Secondo il nuovo Codice della Strada il tempo di via libera pedonale deve essere seguito da un tempo di giallo di durata pari al tempo necessario per lo sgombero dell'attraversamento, ad una velocità pedonale media di 1 m/s.

Nel caso in esame si tratta di fasi pedonali contemporanee a quelle veicolari, in particolar modo le fasi di via libera per i pedoni saranno 2:



Quindi le due fasi pedonali si svolgeranno durante la prima e la terza fase del ciclo semaforico, secondo le indicazioni riportate nelle precedenti figure.

Il manuale HCM riporta la seguente formula per il calcolo del tempo di verde:

$$V_p = 3,2 + 0,81 \cdot \frac{N_p}{b} + \frac{L}{v_p} \quad \text{per } b > 3\text{m}$$

dove

V_p = tempo di verde pedonale (sec);

N_p = numero di pedoni per intervallo;

L = lunghezza dell'attraversamento (m);

b = larghezza dell'attraversamento (m);

v_p = velocità dei pedoni, assunta pari a 1,2 m/sec.

Nel caso in esame non sono presenti dati sul flusso pedonale che interessa l'intersezione; per questo motivo, come tempo di verde pedonale viene calcolato un tempo pari al tempo di verde della fase semaforica di interesse, a cui si sottrae un tempo di giallo pari al tempo per disimpegnare l'intersezione (G_p), come riportato nel Codice della Strada.

I risultati sono:

| | Fase pedonale | |
|-------|---------------|-------|
| | 1 | 3 |
| L | 16 | 25,5 |
| b | 3,9 | 4 |
| v_p | 1,2 | 1,2 |
| G_p | 13 | 21 |
| V_p | -2,9 | -19,0 |

Si nota subito come il ciclo precedentemente trovato non soddisfi i tempi minimi di percorrenza per l'attraversamento pedonale; si dovrà dunque agire sui tempi di verde delle varie fasi che dovranno essere aumentati opportunamente.

La durata totale del ciclo viene portata a **80 secondi**, con conseguente variazione dei tempi di verde e rosso come a seguito riportato:

6) Realizzazione del diagramma di fasatura

In questa si riporta la tabella definitiva delle varie fasi del ciclo semaforico

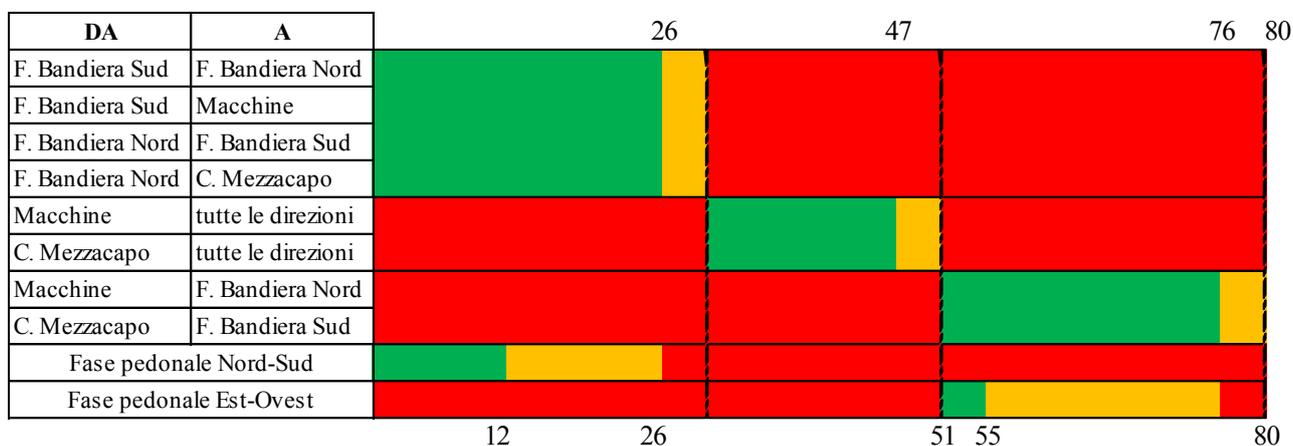
| FASE | | | |
|-------|-----------|----|----|
| | 1 | 2 | 3 |
| V_i | 26 | 17 | 25 |
| R_i | 50 | 59 | 51 |
| G_i | 4 | 4 | 4 |
| C | 80 | | |

Il ciclo così strutturato prevede i seguenti dati delle fasi pedonali:

| Fase pedonale | | |
|------------------------------|-------------|-------------|
| | 1 | 3 |
| L | 16 | 25,5 |
| b | 3,9 | 4 |
| v_p | 1,2 | 1,2 |
| G_p | 14 | 21 |
| V_p | 12 | 4 |
| C_{ptot} | 26,0 | 25,0 |

Avendo operato un processo inverso per il calcolo del verde pedonale, non si può determinare in modo inverso dalla formula il numero di pedoni che attraverserebbero l'intersezione ma, visti i tempi di verde e di giallo risultanti e confrontati con i tempi presenti in altre intersezioni, la richiesta pedonale risulta essere soddisfatta.

A livello grafico:



Nuovo Livello di Servizio

Con il nuovo ciclo semaforico è ora possibile ricalcolare il LoS per i singoli rami e per l'intera intersezione. Il procedimento risulta identico a quanto visto all'inizio di questo appendice, con la sola modifica dei dati relativi al ciclo semaforico. Si riportano dunque a seguito i dati risultanti.

1)

| DATI | | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. |
|-------------------|-----------|-------|-----------|----------|---------|-------|-----------|----------|---------|
| Lunghezza ciclo | C | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| Tempo di verde V | V | 26 | 26 | 25 | 25 | 26 | 26 | 25 | 25 |
| Interverde | Y | 54 | 54 | 55 | 55 | 54 | 54 | 55 | 55 |
| Rapporto di verde | RV | 0,325 | 0,325 | 0,3125 | 0,3125 | 0,325 | 0,325 | 0,3125 | 0,3125 |

2)

| | <i>mattina</i> | | | | <i>sera</i> | | | |
|-----|----------------|------------|-----------------|----------------|-------------|------------|-----------------|----------------|
| | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Macchine</i> | <i>C.Mezz.</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Macchine</i> | <i>C.Mezz.</i> |
| Qp | 1011 | 1039 | 152 | 256 | 1074 | 745 | 527 | 209 |
| fu | 0,908 | 0,908 | 0,952 | 1 | 0,908 | 0,908 | 0,952 | 1 |
| Qgr | 835 | 840 | 114 | 230 | 926 | 636 | 371 | 180 |

3)

| | <i>mattina</i> | | | | <i>sera</i> | | | |
|------------|----------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|-------------|-----------------|----------------|
| | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Macchine</i> | <i>C.Mezz.</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Macchine</i> | <i>C.Mezz.</i> |
| FS0 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 |
| <i>N</i> | 4 | 3 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| <i>fb</i> | 0,964 | 0,970 | 0,944 | 1,211 | 0,964 | 0,970 | 0,944 | 1,211 |
| <i>fvp</i> | 0,971 | 0,954 | 0,935 | 0,999 | 0,987 | 0,973 | 0,978 | 0,998 |
| <i>fi</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>fp</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>fB</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>fa</i> | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| <i>fu</i> | 0,908 | 0,908 | 0,952 | 1 | 0,908 | 0,908 | 0,952 | 1 |
| <i>fD</i> | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| <i>fs</i> | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| <i>fPD</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| <i>fPS</i> | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| FS | 4323 | 3208 | 2137 | 1539 | 4395 | 3270 | 2236 | 1536 |

4)

| | <i>mattina</i> | | | | <i>sera</i> | | | |
|---------------|----------------|------------|-----------------|----------------|--------------|------------|-----------------|----------------|
| | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Macchine</i> | <i>C.Mezz.</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Macchine</i> | <i>C.Mezz.</i> |
| c | 1405 | 1043 | 668 | 481 | 1428 | 1063 | 699 | 480 |
| X | 0,655 | 0,887 | 0,180 | 0,478 | 0,714 | 0,659 | 0,558 | 0,375 |
| Qi/FSi | 0,213 | 0,288 | 0,056 | 0,149 | 0,232 | 0,214 | 0,174 | 0,117 |
| Xc | <i>0,796</i> | | | | <i>0,831</i> | | | |

5)

| PERIODO | | <i>mattina</i> | | | | <i>sera</i> | | | |
|--------------------------|-----------|----------------|------------|-----------------|----------------|-------------|------------|-----------------|----------------|
| RAMO | | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Macchine</i> | <i>C.Mezz.</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Macchine</i> | <i>C.Mezz.</i> |
| RITARDI | <i>d1</i> | 23,2 | 25,6 | 26,3 | 29,2 | 23,7 | 23,2 | 22,9 | 21,4 |
| | <i>PF</i> | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | <i>d2</i> | 2,4 | 11,1 | 1,4 | 12,0 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 2,2 |
| | <i>d3</i> | / | / | / | / | / | / | / | / |
| <i>di</i> | | 27 | 38 | 29 | 42 | 28 | 27 | 27 | 25 |
| <i>dint</i> | | 33 | | | | 27 | | | |
| <i>LoS per ogni ramo</i> | | C | D | C | D | C | C | C | C |
| <i>LoS totale</i> | | C | | | | C | | | |

Confrontiamo ora i dati attuali relativi ai ritardi dei singoli rami e quelli del nuovo impianto appena progettato.

| | PERIODO | <i>mattina</i> | | | | <i>sera</i> | | | |
|-----------|--------------------------|----------------|--------|----------|---------|-------------|--------|----------|---------|
| | RAMO | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. |
| originale | <i>di</i> | 25 | 46 | 28 | 35 | 26 | 34 | 36 | 32 |
| | <i>dint</i> | 35 | | | | 30 | | | |
| | <i>LoS per ogni ramo</i> | C | D | C | C | C | C | D | C |
| | <i>LoS totale</i> | C-D | | | | C | | | |
| nuovo | <i>di</i> | 27(+2) | 38(-8) | 29(+1) | 42(+7) | 28(+2) | 27(-7) | 27(-9) | 25(-7) |
| | <i>dint</i> | 33(-2) | | | | 27(-3) | | | |
| | <i>LoS per ogni ramo</i> | C | D | C | D | C | C | C | C |
| | <i>LoS totale</i> | C | | | | C | | | |

Il risultato finale è particolare in quanto metà dei rami vedo diminuire i propri ritardi medi, mentre l'altra metà li vede aumentare. Per la sera si vede un generale miglioramento, mentre per la mattina si vede un generale peggioramento anche se in generale l'intersezione sembra essere migliorata, ma in realtà il miglioramento lo si ha solo per via F. Bandiera Sud. Ovviamente i ritardi medi per via F. Bandiera Sud e Nord pesano molto sul LoS totale dell'intersezione, ma questo potrebbe portare a risultati molto sfavorevoli per le altra via confluenti.

Provando ora a modificare ulteriormente i tempi di verde per le varie manovre, si cerca di sopperire al problema del LoS per via F. Bandiera Sud. Un'idea interessante potrebbe essere quella di predisporre due piano semaforici differenti per la mattina e la sera, così da venire incontro alle diverse esigenze che le vie necessitano.

Dopo numerose iterazioni si è deciso di optare per un doppio piano semaforico da attuare la mattina e la sera; inoltre si è variata la seconda fase pedonale che, ora, riguarda la seconda fase del ciclo semaforico. I risultati finali sono i seguenti:

● **Mattina**

| | FASE | | |
|-------|-----------|----|----|
| | 1 | 2 | 3 |
| V_i | 32 | 23 | 17 |
| R_i | 48 | 57 | 63 |
| G_i | 4 | 4 | 4 |
| C | 84 | | |

| | Fase pedonale | |
|------------|---------------|------|
| | 1 | 2 |
| L | 16 | 25,5 |
| b | 3,9 | 4 |
| v_p | 1,2 | 1,2 |
| G_p | 13 | 21 |
| V_p | 19 | 2 |
| C_{ptot} | 32,0 | 23,0 |

●Sera

| FASE | | | |
|-------|-----------|----|----|
| | 1 | 2 | 3 |
| V_i | 30 | 23 | 17 |
| R_i | 48 | 55 | 61 |
| G_i | 4 | 4 | 4 |
| C | 82 | | |

| Fase pedonale | | |
|---------------|------|------|
| | 1 | 2 |
| L | 16 | 25,5 |
| b | 3,9 | 4 |
| v_p | 1,2 | 1,2 |
| G_p | 13 | 21 |
| V_p | 17 | 2 |
| C_{ptot} | 30,0 | 23,0 |

Ottenendo infine i seguenti livelli di servizio

| PERIODO | | <i>mattina</i> | | | | <i>sera</i> | | | |
|-----------|--------------------------|----------------|--------|----------|---------|-------------|---------|----------|---------|
| RAMO | | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. | Nord | Sud | Macchine | C.Mezz. |
| originale | <i>di</i> | 25 | 46 | 28 | 35 | 26 | 34 | 36 | 32 |
| | <i>dint</i> | 35 | | | | 30 | | | |
| | <i>LoS per ogni ramo</i> | C | D | C | C | C | C | D | C |
| | <i>LoS totale</i> | C-D | | | | C | | | |
| nuovo | <i>di</i> | 23(-2) | 28(-8) | 25(-3) | 32(-3) | 24(-2) | 24(-10) | 31(-5) | 28(-4) |
| | <i>dint</i> | 26(-9) | | | | 26(-4) | | | |
| | <i>LoS per ogni ramo</i> | C | C | C | C | C | C | C | C |
| | <i>LoS totale</i> | C | | | | C | | | |

INTERSEZIONE TRA SS11 E VIA MALCONTENTA

METODO HCM

I passi operativi sono identici a quelli eseguiti per l'intersezione tra via F. Bandiera e via delle Macchine.

1) Scelta del piano di fasatura

Per il piano di fasatura si opta per mantenere lo stesso piano già esistente, quindi suddiviso nelle seguenti fasi:

- **Fase 1:** via libera per i veicoli provenienti da SS1 Sud e per i veicoli che da SS11 Nord vogliono andare a SS11 Sud;
- **Fase 2:** via libera per i veicoli provenienti da via Malcontenta, via libera per i veicoli provenienti da SS11 Nord che vogliono proseguire verso SS11 Sud e via Malcontenta.

2) Determinazione dei tempi di giallo e di tutto rosso

Anche qui si assume un tempo di giallo pari a 4 secondi; inoltre viene leggermente aumentata la velocità v_1 di percorrenza della traiettoria L_1 in quanto più rettilinea.

| FASE | | |
|-------------------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 |
| t_{pr} | 1,5 | 1,5 |
| v | 30 | 20 |
| d | 2 | 2 |
| L_1 | 68 | 68 |
| L_2 | 6 | 6 |
| v_1 | 8 | 8 |
| Y_i | 18,3 | 15,8 |

| FASE | | |
|--------------------|------|------|
| | 1 | 2 |
| Gi | 4 | 4 |
| Tri | 14,3 | 11,8 |
| Tri _{eff} | 15 | 12 |

3) Calcolo della lunghezza del ciclo semaforico

| FASE | | |
|-------------------------------|-------------|---------|
| | 1 | 2 |
| P_i | 1,5 | 1,5 |
| Tri | 15 | 12 |
| γ_i | 0,11 | 0,13 |
| a_i | 10,65 | 11,30 |
| F_{si} | 1802,25 | 1909,50 |
| Q_i | 190 | 240 |
| $C=C_{min}$ | 39,0 | |

Anche qui la durata del ciclo è compresa tra 30 e 90 secondi quindi si può fissare momentaneamente un ciclo di **40 secondi**.

I verdi effettivi VE_i saranno

| FASE | | |
|--------|-----|-----|
| | 1 | 2 |
| VE_i | 4,1 | 4,9 |

4) Calcolo dei tempi di verde e di rosso

| FASE | | |
|-------|------|------|
| | 1 | 2 |
| V_i | 1,6 | 2,4 |
| R_i | 33,4 | 32,6 |

Ovviamente tali tempi sono solo provvisori in quanto troppo bassi.

5) Calcolo della durata delle fasi pedonali

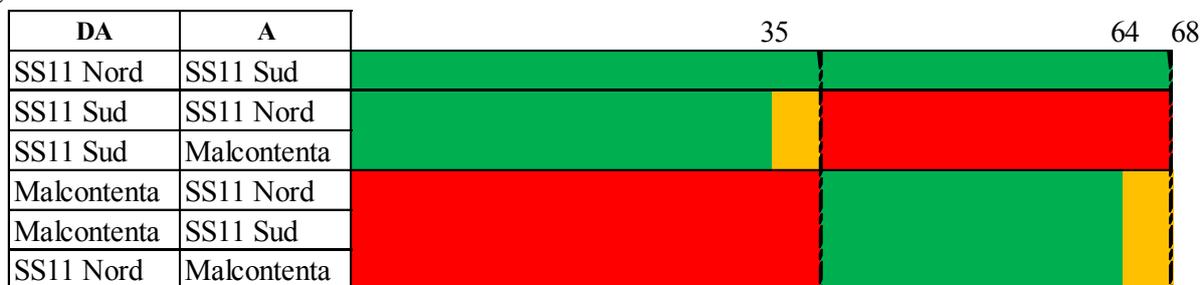
Per l'intersezione in esame non sono previste fasi pedonali quindi tale modulo e le relative conseguenze sui tempi semaforici non vengono considerate.

6) Realizzazione del diagramma di fasatura

Per motivi logici i tempi di verde delle due fasi semaforiche devono essere modificati opportunamente. Nel caso della precedente intersezione tale correzione era stata basata anche sui tempi del ciclo pedonale; nel caso attualmente in esame però questo passaggio non è possibile, quindi vengono momentaneamente assegnati dei valori scelti con ponderazione ai vari tempi. Il successivo calcolo del Livello di Servizio servirà a trovare i tempi ottimi di fasatura.

| FASE | | |
|-------|-----------|----|
| | 1 | 2 |
| V_i | 35 | 25 |
| R_i | 29 | 39 |
| G_i | 4 | 4 |
| C | 68 | |

Il grafico è



Nuovo Livello di Servizio

Con il piano semaforico appena calcolato, è ora possibile determinare il Livello di Servizio dell'intersezione e operare le opportune modifiche per renderlo ottimale.

1)

| DATI | | mattina | | | sera | | |
|---|------------|-------------|------------|--------------------|-------------|------------|--------------------|
| | | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> |
| numero corsie | n | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Larghezza corsia media (m) | b | 3,75 | 3,54 | 3,60 | 3,75 | 3,54 | 3,60 |
| pendenza (%) | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Lunghezze corsie accumulato svolta (m) | Ls | 66,00 | / | / | 66,00 | / | / |
| Volumi di traffico (veic/h) | Q | 301 | 640 | 321 | 475 | 365 | 326 |
| flussi di saturazione (veic7h/corsia) | Fs0 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 |
| Fattore dell'ora di punta | PHP | 0,96 | 0,96 | 0,89 | 0,85 | 0,76 | 0,84 |
| Percentuale veicoli pesanti (%) | P | 15,00 | 11,00 | 11,00 | 7,00 | 14,00 | 7,30 |
| Tipo di arrivo | | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Frazione di veicoli che arrivano durante il verde | | X | X | X | X | X | X |
| Velocità di approccio all'intersezione (km/h) | | X | X | X | X | X | X |
| Larghezza corsie (m) da sinistra dell'approccio | | 3,6 3,9 | 3,54 | 3,6 | 3,6 3,9 | 3,54 | 3,6 |
| Lunghezza ciclo | C | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 |
| Tempo di verde V | V | 25 | 35 | 25 | 25 | 35 | 25 |
| Interverde | Y | 43 | 33 | 43 | 43 | 33 | 43 |
| Funzionamento attuato o fisso | | fisso | fisso | fisso | fisso | fisso | fisso |
| Chiamata pedonale | | X | X | X | X | X | X |
| Tempo di verde esclusivo per pedoni | | X | X | X | X | X | X |
| Periodo di analisi | T | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Tempo di rosso | TR | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Perditempo per l'avvio | P | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Rapporto di verde | RV | 0,36765 | 0,5147 | 0,367647059 | 0,36765 | 0,5147 | 0,367647059 |

2)

| | mattina | | | sera | | |
|-----|-------------|------------|--------------------|-------------|------------|--------------------|
| | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> |
| Qp | 314 | 667 | 361 | 559 | 480 | 388 |
| fu | 0,908 | 0,908 | 0,952 | 0,908 | 0,908 | 0,952 |
| Qgr | 273 | 581 | 306 | 431 | 331 | 310 |

3)

| | mattina | | | sera | | |
|------------|-------------|------------|--------------------|-------------|------------|--------------------|
| | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> |
| FS0 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 | 1750 |
| N | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| fb | 1,017 | 0,993 | 1,000 | 1,017 | 0,993 | 1,000 |
| fvp | 0,870 | 0,901 | 0,901 | 0,935 | 0,877 | 0,932 |
| fi | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| fp | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| fB | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| fa | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| fu | 0,908 | 0,908 | 0,952 | 0,908 | 0,908 | 0,952 |
| fd | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 | 0,85 |
| fs | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 | 0,95 |
| fPD | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| fPS | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| FS | 2042 | 1033 | 1091 | 2194 | 1006 | 1128 |

4)

| | mattina | | | sera | | |
|---------------|-------------|------------|--------------------|-------------|------------|--------------------|
| | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> |
| c | 751 | 532 | 401 | 807 | 518 | 415 |
| X | 0,401 | 1,203 | 0,800 | 0,589 | 0,705 | 0,786 |
| Qi/FSi | 0,147 | 0,619 | 0,294 | 0,216 | 0,363 | 0,289 |
| Xc | 1,119 | | | 0,915 | | |

5) Infine ecco i Livelli di Servizio derivati dal nuovo piano semaforico.

| PERIODO | | mattina | | | sera | | |
|--------------------------|-----------|-------------|------------|--------------------|-------------|------------|--------------------|
| RAMO | | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> | <i>Nord</i> | <i>Sud</i> | <i>Malcontenta</i> |
| RITARDI | <i>d1</i> | 15,9 | 21,0 | 19,3 | 17,4 | 12,6 | 19,1 |
| | <i>PF</i> | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | <i>d2</i> | 1,6 | 108,4 | 15,4 | 3,1 | 7,8 | 13,9 |
| | <i>d3</i> | / | / | / | / | / | / |
| di | | 19 | 130 | 36 | 21 | 21 | 34 |
| dint | | 80 | | | 25 | | |
| LoS per ogni ramo | | B | F | D | C | C | C |
| LoS totale | | E | | | C | | |

I risultati sono interessanti in quanto si nota una forte differenza tra i risultati della mattina e quelli della sera. In particolar modo si nota come l'accesso da SS11 Sud vada notevolmente in crisi la mattina.

Per ovviare a tale problema si opera un processo iterativo per determinare il ciclo semaforico ottimo, optando eventualmente per due differenti cicli, uno mattutino e l'altro pomeridiano.

I risultati sono molto diversi nel caso mattutino e serale; in particolare non si trovano cicli semaforici adatti per garantire un buon livello di Servizio la mattina, mentre la sera il ciclo ideale corrisponderebbe proprio a quello indicato precedentemente.

Si rimandano le conclusioni finale al documento principale.

