



CITTA' DI NICHELINO
PROVINCIA DI TORINO

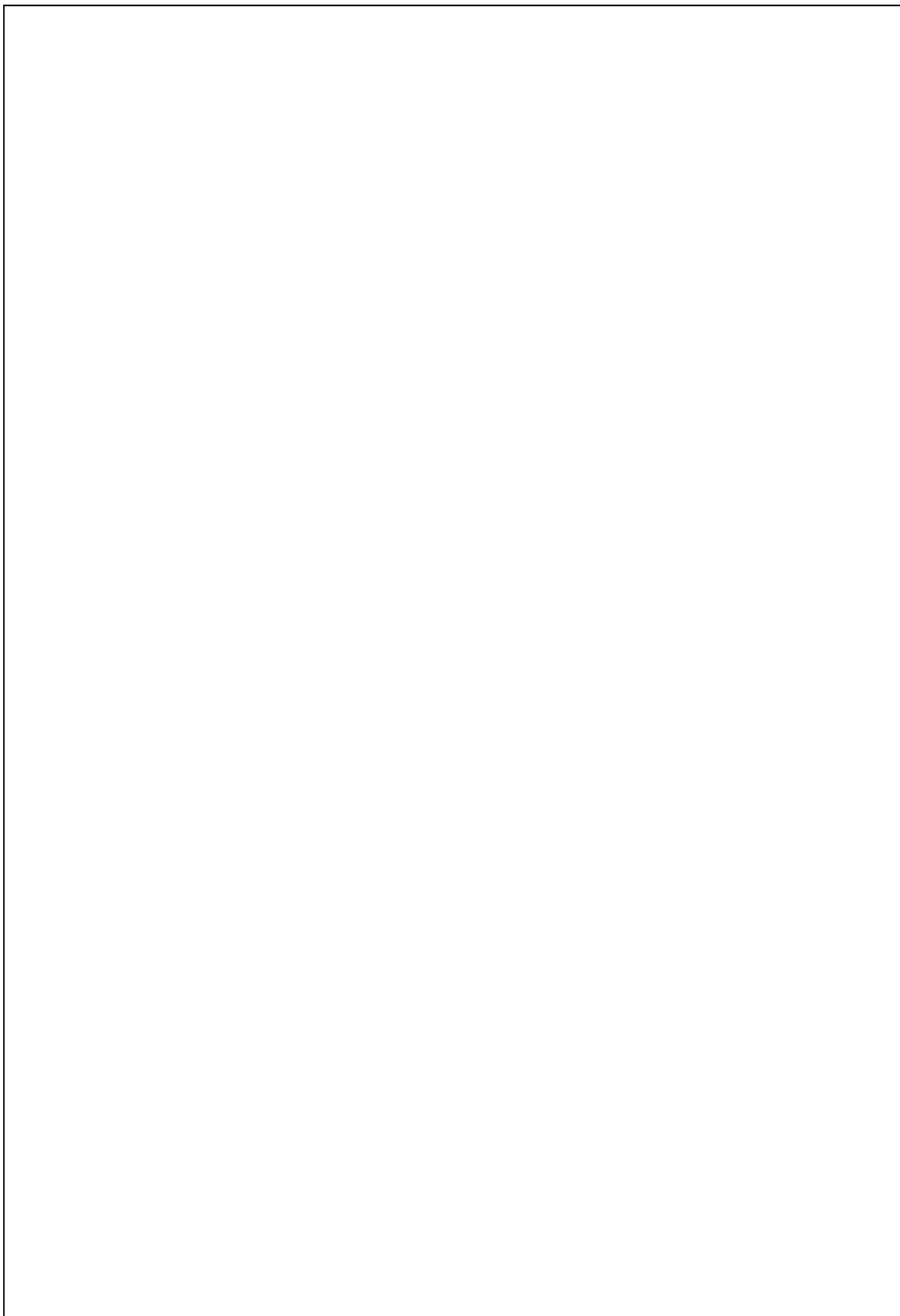
**AGGIORNAMENTO DEL PIANO GENERALE
DEL TRAFFICO URBANO (P.G.T.U.)**

RELAZIONE

ELABORATO n°	SCALA	DATA	REDATTO	-
-	-	NOVEMBRE 2006	CONTROLLATO	-
			APPROVATO	-

REVISIONE N°	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE E RIFERIMENTI DOCUMENTI SOSTITUTIVI
	SETTEMBRE 2006	Emissione

COORDINAMENTO Osservatorio Città Sostenibili - Dipartimento Interdisciplinare Territorio - Politecnico e Università di Torino Prof. C. Sacco	PROGETTISTA ECOPLAN S.r.l. - Torino Arch. P.A. Donna Bianco T.T.A. Studio associato Trasporti, Traffico e Ambiente Ing. M. Dellaeste	Il Sindaco Il Segretario Comunale L'Assessore
---	--	--



Osservatorio Città Sostenibili - Dipartimento Interateneo Territorio
Politecnico e Università di Torino

Prof. C. Socco - Arch. S. M. Guarini - Arch. C. Montaldo - Ing. M. Montrucchio

Ecoplan S.r.l.

**Arch. P.A. Donna Bianco - Arch. N. Frattini - Dott. S. Iacopini
Geom. G. Casadidio - Geom. F. Savant Ros**

TTA Trasporti Territorio Ambiente

**Ing. M. Della Sette – Ing. G. Menotti - Ing. T. Stefanelli - Ing. S. Ferrari
- Ing. S. Spanò**

INDICE

1	PREMESSA - OBIETTIVI DELL'AGGIORNAMENTO DEL P.G.T.U.	4
2	CLASSIFICAZIONE FUNZIONALE DELLA RETE VIARIA	6
2.1	Generalità	6
2.2	Attuale assetto funzionale della viabilità	6
2.3	Assetto funzionale previsto	7
2.4	L'interramento della ferrovia	10
3	ORGANIZZAZIONE E IDENTIFICAZIONE DELLE "ZONE 30"	11
3.1	Identificazione delle "zone 30"	11
3.2	Caratteristiche delle "zone 30"	11
3.3	Criteri basilari	12
3.3.1	<i>La sicurezza</i>	<i>12</i>
3.3.2	<i>La multifunzionalità</i>	<i>14</i>
3.3.3	<i>La qualità del design</i>	<i>14</i>
3.3.4	<i>Efficacia ed efficienza degli interventi</i>	<i>16</i>
3.3.5	<i>Quadro riassuntivo dei criteri tecnici</i>	<i>17</i>
3.4	Indicazioni specifiche di intervento	17
4	ANALISI E VALUTAZIONI DI TRAFFICO	19
4.1	Finalità dello studio	19
4.2	La metodologia e gli strumenti di verifica	19
4.2.1	<i>La micro-simulazione dinamica su rete</i>	<i>20</i>
4.2.1.1	<i>Car-Following - teoria dell'inseguitore</i>	<i>22</i>
4.2.1.2	<i>Lane-Changing - modello di cambio corsia</i>	<i>23</i>
4.2.1.3	<i>Gap-Acceptance</i>	<i>23</i>
4.2.2	<i>Implementazione dei modelli di simulazione</i>	<i>23</i>
4.2.2.1	<i>Definizione dell'area di studio</i>	<i>23</i>
4.2.2.2	<i>Analisi dei rilievi di traffico</i>	<i>24</i>
4.2.2.3	<i>Definizione degli Scenari di analisi</i>	<i>24</i>
4.2.2.4	<i>Codifica del grafo stradale</i>	<i>24</i>
4.2.3	<i>Definizione delle zone di origine/destinazione degli spostamenti e costruzione delle matrici di traffico</i>	<i>25</i>
4.2.3.1	<i>La zonizzazione operata sullo Scenario attuale</i>	<i>25</i>
4.2.3.2	<i>La zonizzazione nello Scenario di progetto</i>	<i>28</i>
4.2.3.3	<i>Le matrici di traffico</i>	<i>28</i>
4.2.4	<i>Definizione dei parametri di simulazione e degli indicatori prestazionali della rete</i>	<i>28</i>
4.2.4.1	<i>I parametri di micro-simulazione</i>	<i>28</i>
4.2.4.2	<i>Gli indicatori prestazionali della rete e la loro corretta interpretazione</i>	<i>29</i>
4.2.5	<i>Calibrazione del modello ed assegnazioni del traffico</i>	<i>31</i>
4.3	Applicazione della micro-simulazione al caso di studio	32
4.3.1	<i>Definizione dell'area di studio e descrizione dello Stato Attuale delle infrastrutture analizzate</i>	<i>33</i>
4.4	Analisi dei rilievi di traffico	35
4.4.1	<i>Manovre censite presso le intersezioni</i>	<i>38</i>
4.4.2	<i>Codifica del grafo stradale</i>	<i>66</i>
4.4.3	<i>Definizione delle zone di origine/destinazione degli spostamenti e costruzione delle matrici O/D</i>	<i>67</i>
4.4.3.1	<i>La matrice del traffico ordinario ora di punta venerdì sera ore 18:00 – 19:00</i>	<i>68</i>

4.4.4	<i>Definizione dei parametri di simulazione e degli indicatori prestazionali della rete</i>	69
4.4.4.1	<i>I parametri di micro-simulazione</i>	69
4.4.4.2	<i>Gli indicatori prestazionali della rete e la loro corretta interpretazione</i>	70
4.4.5	<i>Definizione degli Scenari di analisi ed assegnazione del traffico alla rete</i>	71
4.4.6	<i>Analisi della rete attuale</i>	75
4.4.7	<i>Analisi degli Scenari futuri</i>	76
4.4.7.1	<i>Scenario 01</i>	77
4.4.7.2	<i>Scenario 02</i>	79
4.4.7.3	<i>Scenario 03</i>	81
4.4.7.4	<i>Scenario 04</i>	83
4.4.7.5	<i>Scenario 05</i>	85
4.4.7.6	<i>Scenario 06</i>	87
4.5	<i>Analisi dei parametri prestazionali di rete</i>	89
4.6	<i>Conclusioni</i>	96
5	GLI INTERVENTI PREVISTI	98
5.1	<i>La riqualificazione ambientale di via Torino</i>	98
5.1.1	<i>La situazione attuale</i>	98
5.1.2	<i>L'ipotesi di intervento</i>	98
5.1.3	<i>L'impatto su via S. Matteo, via S. Francesco e via Bengasi</i>	100
5.1.4	<i>L'impatto sugli esercizi commerciali e sulla domanda di sosta di via Torino</i>	101
5.1.5	<i>Le nuove caratteristiche di via Torino e la fase di cantiere</i>	102
5.1.6	<i>Le condizioni della sosta veicolare</i>	103
5.1.7	<i>Il problema cruciale delle fasi di attuazione</i>	104
5.2	<i>Le fasi di intervento sull'assetto della viabilità</i>	105
5.2.1	<i>La prima fase di intervento</i>	105
5.2.1.1	<i>Ambito di intervento 1 - Completamento del semianello tangenziale ovest - Istituzione del doppio senso di marcia nel tratto di via Stupinigi compreso tra via Pallavicino e piazza Stupinigi – XXV Aprile – Interventi connessi</i>	106
5.2.1.2	<i>Direttrice di alleggerimento ovest - Vie San Francesco e San Matteo</i>	108
5.2.1.3	<i>Ambito di intervento 2 - Direttrice di alleggerimento est - Realizzazione di un raccordo diretto via IV Novembre – via Bengasi e complementare organizzazione dei sensi di marcia nell'area compresa tra via IV Novembre – via D'Azeglio – via Torino (zona 30 n.2)</i>	108
5.2.1.4	<i>Ambito di intervento 3 - Completamento della direttrice di alleggerimento est a nord di piazza S. Quirico</i>	109
5.2.1.5	<i>Ambito di intervento 4 - Regolazione delle svolte lungo gli incroci via Giusti – via Bengasi e via Giusti – viale Parco Rimembranza (zona passaggio a livello lungo via Giusti) e organizzazione della zona 30 n. (nella zona compresa tra via Giusti – via Bengasi – via Paesana / San Quirico – via Torino)</i>	110
5.2.1.6	<i>Ambito di intervento 5 - Interventi complementari alla realizzazione del sovrappasso alla ferrovia da via del Colombetto a via Paesana - Tratto di raccordo tra via San Francesco e via Torino</i>	112
5.2.1.7	<i>Inserimento del senso unico lungo via Giacosa da via Torino a via Graf</i>	114
5.2.1.8	<i>Ambito di intervento 6 - Aree di sosta</i>	114
5.2.2	<i>La seconda fase di intervento</i>	115
5.3	<i>Interventi previsti sulla rete di percorsi ciclabili</i>	115
5.4	<i>Interventi sulla rete dei trasporti pubblici</i>	118
5.5	<i>Cronoprogramma attuativo</i>	119

ANNESSO A - LA REDAZIONE DEL REGOLAMENTO VIARIO	121
ANNESSO B - LA PROGETTAZIONE DELLE MISURE DELLE "ZONE 30"	125
B.1. Gli interventi di tipo lineare	125
B.1.1. <i>La rete dei percorsi pedonali</i>	125
B.1.2. <i>L'infrastruttura lineare e gli spazi di polarizzazione</i>	126
B.1.3. <i>La rete dei percorsi ciclabili</i>	128
B.1.4. <i>Caratteristiche costruttive e dimensionali</i>	129
B.1.5. <i>Le intersezioni e le fermate dei mezzi pubblici</i>	130
B.1.6. <i>La rete dei percorsi dei mezzi pubblici</i>	131
B.2. Gli interventi di tipo puntuale: le misure per le intersezioni	138
B.2.1. <i>Le intersezioni rialzate</i>	138
B.2.1.1. <i>Riferimenti normativi e specifiche tecniche</i>	138
B.2.1.2. <i>Effetti della misura</i>	139
B.2.2. <i>Le rotatorie</i>	139
B.2.2.1. <i>Riferimenti normativi e specifiche tecniche</i>	140
B.2.2.2. <i>Effetti della misura</i>	143
B.2.3. <i>Le minirotatorie</i>	144
B.2.3.1. <i>Riferimenti normativi e specifiche tecniche</i>	144
B.2.3.2. <i>Effetti della misura</i>	145
B.3. Gli interventi di tipo puntuale: le misure per i tratti stradali	152
B.3.1. <i>Gli attraversamenti pedonali rialzati</i>	152
B.3.1.1. <i>Riferimenti normativi e specifiche tecniche</i>	152
B.3.1.2. <i>Effetti della misura</i>	153
B.3.2. <i>I dossi</i>	153
B.3.2.1. <i>Riferimenti normativi e specifiche tecniche</i>	153
B.3.2.2. <i>Effetti della misura</i>	154
B.3.3. <i>Le bande trasversali</i>	155
B.3.4. <i>I cuscinetti</i>	155
B.3.4.1. <i>Riferimenti normativi e specifiche tecniche</i>	156
B.3.4.2. <i>Effetti della misura</i>	157
B.3.5. <i>Le strettoie</i>	157
B.3.5.1. <i>Riferimenti normativi e specifiche tecniche</i>	157
B.3.5.2. <i>Effetti della misura</i>	158
B.3.6. <i>Le chicane</i>	158
B.3.6.1. <i>Riferimenti normativi e specifiche tecniche</i>	159
B.3.6.2. <i>Effetti della misura</i>	159
B.4. Le misure combinate.....	170
B.4.1. <i>Le porte degli ambiti residenziali</i>	170
B.4.1.1. <i>Riferimenti normativi e specifiche tecniche</i>	170
B.4.1.2. <i>Effetti della misura</i>	171
B.4.2. <i>La chiusura di tratti stradali</i>	171
B.4.2.1. <i>Riferimenti normativi e specifiche tecniche</i>	172
B.4.2.2. <i>Effetti della misura</i>	172
ANNESSO C. ANALISI E VALUTAZIONI DI TRAFFICO.....	179

1 PREMESSA - OBIETTIVI DELL'AGGIORNAMENTO DEL P.G.T.U.

L'aggiornamento del Piano Generale del Traffico Urbano della Città di Nichelino (PGTU) riguarda le problematiche:

- dei trasporti e della viabilità, con particolare attenzione al tema della sicurezza,
- del miglioramento della qualità dell'ambiente urbano,
- della qualità dell'assetto urbanistico e del paesaggio urbano, coniugando gli interventi riguardanti la gestione della viabilità e dei trasporti con quelli riguardanti l'arredo e le attrezzature della città.

Le finalità generali del PGTU possono essere così definite:

- Miglioramento della sicurezza stradale, acquisita con sistematici interventi riconducibili nella strategia delle "zone 30", ovvero predisponendo le adeguate opere e misure lungo due linee di intervento:
 - separazione del traffico motorizzato da quello pedonale e ciclistico, in particolare con la finalità della protezione delle utenze deboli (bambini, mamme con bambini, persone anziane, persone con limitate capacità motorie);
 - con la moderazione della velocità veicolare, in particolare nelle zone a carattere residenziale ed in corrispondenza dei ricettori di maggiore sensibilità (scuole, servizi assistenziali, servizi sanitari);
- Scoraggiamento e dirottamento del traffico di attraversamento, in particolare lungo l'asse nord – sud costituito da via Torino; oggi tutto il traffico di attraversamento è costretto a passare per le zone centrali; questo fatto è motivo sia di aggravamento delle condizioni di sicurezza della mobilità non pedonale, sia di degrado dell'ambiente urbano.
- Attenuazione della pressione veicolare sulle aree centrali; unitamente alla separazione del traffico di attraversamento da quello destinato in area urbana occorre ridurre la propensione all'accesso veicolare diretto nelle aree centrali offrendo, a corona di queste, parcheggi per la sosta di lungo termine e regolando la sosta nelle zone di maggior attrazione.
- Miglioramento delle condizioni di circolazione, in termini di fluidificazione del traffico veicolare e risoluzione di situazioni di potenziale conflitto; in tale quadro occorre tuttavia evitare di attuare condizioni di agevolazione del traffico veicolare tali da elevarne la potenziale velocità in ambito urbano, che al contrario va in ogni caso contenuta per esigenze di sicurezza.
- Sostegno della mobilità non motorizzata, obiettivo che coniuga diverse esigenze: difesa delle utenze deboli, promozione del risparmio energetico, riqualificazione ambientale della città, caratterizzazione multifunzionale del tessuto urbano.
- Riqualificazione dello spazio viario; l'organizzazione della viabilità, con la delimitazione al suo interno degli spazi dedicati alle diverse funzioni (traffico veicolare, sosta, traffico

non motorizzato) costituisce anche un fattore di riqualificazione dell'ambiente urbano che si attua anche attraverso interventi di organizzazione urbanistica e arredo urbano.

Operativamente il PGTU si propone:

1. la riqualificazione ambientale delle aree centrali, anche mediante la forte limitazione del traffico veicolare privato nel segmento centrale della via Torino;
2. l'organizzazione generale della viabilità urbana, definendo gli interventi di completamento necessari e identificando un sistema di zone 30, ovvero di ambiti urbani a traffico rallentato;
3. la realizzazione di una rete di piste ciclabili.

Il presente documento costituisce la Relazione del PGTU ed affronta con maggior dettaglio, secondo le indicazioni dell'Amministrazione, le problematiche di cui al precedente punto 1, che presentano un elevato grado di complessità per le ricadute in termini di redistribuzione dei flussi veicolari e conseguenti misure di attenuazione degli impatti.

In particolare si affronta il problema di pervenire entro il biennio 2007 - 2008 alla realizzazione degli interventi di riqualificazione di via Torino, o almeno ad una significativa anticipazione di parte di essi, identificando di conseguenza i necessari interventi preparatori e complementari.

Unitamente a questo tema vengono affrontati alcuni altri temi viabilistici di rilievo nel contesto urbano, tra cui si segnalano in particolare alcuni effetti della realizzazione del sovrappasso S. Quirico – Colombetto.

Questo documento, in quanto Relazione di aggiornamento del PGTU, **fornisce**:

- lo **schema strutturale** degli interventi di organizzazione della viabilità urbana; detto schema strutturale si basa sulla riqualificazione della via Torino nel tratto compreso tra le vie D'Azeglio e San Quirico;
- definisce **alcuni interventi specifici**, finalizzati da un lato ad avviare l'attuazione del suddetto schema strutturale, dall'altro a risolvere specifiche problematiche di sicurezza della viabilità;
- definisce i **progetti di dettaglio** che, oltre alla **progettazione esecutiva** degli interventi già definiti, occorre gradualmente attivare per attuare compiutamente gli obiettivi del PGTU.

2 CLASSIFICAZIONE FUNZIONALE DELLA RETE VIARIA

2.1 Generalità

Nel Nuovo Codice della Strada (Decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285) le strade sono classificate, riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali, nei seguenti tipi:

- A - Autostrade;
- B - Strade extraurbane principali;
- C - Strade extraurbane secondarie;
- D - Strade urbane di scorrimento;
- E - Strade urbane di quartiere;
- F - Strade locali.

In aderenza a questa classificazione, le *Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico* pubblicate dal Ministero dei Lavori Pubblici, individuano quattro tipi di strade urbane:

- autostrade;
- strade di scorrimento;
- strade di quartiere;
- strade locali.

2.2 Attuale assetto funzionale della viabilità

Nell'ambito del Comune di Nichelino l'assetto funzionale attuale della viabilità (tavola 1) è dato in primo luogo:

- da una direttrice tangenziale nord - sud, ad ovest del centro urbano, costituita dall'asse di via Debouché (che a sud si collega con la variante alla ex S.S. 23 e alla S.P. 143), da un tratto della Tangenziale di Torino, dalla direttrice di corso Unione Sovietica in Comune di Torino;
- da un insieme di strade che svolgono una funzione di raccolta – distribuzione del traffico urbano e, almeno in parte, accolgono anche quote di traffico in attraversamento della città; questo insieme di strade possono essere classificate come strade di quartiere di primo e secondo livello, in funzione sia delle loro caratteristiche che del ruolo svolto nell'accogliere quote di mobilità urbana.

In direzione di Torino verso la direttrice di corso Unità d'Italia, è identificabile, sul lato est di Nichelino, una seconda direttrice tangenziale, rappresentata principalmente da viabilità del Comune di Moncalieri. A questa direttrice, di livello inferiore alla prima in termini di fluidità e scorrevolezza del traffico, le aree urbane si raccordano con la viabilità di quartiere, ed in particolare, per quanto riguarda le aree centrali, le vie Giusti e Patteri.

Alla viabilità di quartiere di primo livello possono essere assegnati:

- in senso nord – sud:
 - l'asse di via Torino,
 - l'asse di via Debouché – via Cacciatori
 - la direttrice semianulare delle vie Torricelli – Stupinigi – Del Pascolo – Trento, ancorché quest'ultima presenti la discontinuità di un tratto a senso unico;
- in senso est – ovest:
 - la direttrice di via XXV Aprile – via Martiri della Libertà, supportata in direzione di Moncalieri nel settore nord della città da via Cuneo;
 - la via Nenni, che si raccorda, nel settore sud della città, alla via Trento.

La viabilità di quartiere di secondo livello è costituita da un insieme di strade che integrano le precedenti nel ruolo di rete urbana principale di raccolta e distribuzione dei flussi veicolari, ma che si collocano a un livello di funzionalità inferiore delle precedenti.

L'attuale assetto della viabilità presenta notevoli elementi di sovrapposizione funzionale, nonché esigenze di puntuale e univoca organizzazione viaria, sistema di interventi di rallentamento, organizzazione degli accessi, regolazione della sosta, salvaguardia della funzionalità degli assi viari principali, ecc.

Questo complesso di problematiche richiama la necessità della formazione di un Regolamento viario, i cui estremi sono illustrati in Annesso A.

2.3 Assetto funzionale previsto

La tavola 2 illustra l'assetto funzionale previsto per viabilità urbana di Nichelino in funzione di due interventi a carattere strutturale:

- la riqualificazione di via Torino,
- il completamento del sovrappasso S. Quirico – Colombetto alla ferrovia Torino – Pinerolo.

Il primo intervento richiede:

- di dare continuità funzionale alla direttrice semianulare delle vie Torricelli – Stupinigi – Del Pascolo – Trento;
- di organizzare delle direttrici minori di alleggerimento, identificate nella via San Matteo, nella via San Francesco, nell'asse IV Novembre – Bengasi – Alleati / Cagliari, con il supporto, nel settore nord, dell'asse via Roma – via Milano.

All'ingresso sud di Nichelino, sempre in alleggerimento di via Torino, è necessario sostenere, con gli opportuni interventi di segnalamento e alcuni interventi viari complementari, due direttrici di gronda con allacciamento alla direttrice tangenziale est verso Torino, costituite da:

via Scarrone – via Vernea – via Napoli – via Buffa - S.P. 144 (via Vinovo) (intervento immediatamente attuabile con la sola segnaletica);
(viale Matteotti) - via Brescia - via Buffa - S.P. 144 (via Vinovo) (intervento attuabile nel tratto Brescia – S.P. 144 con la sola segnaletica).

Sempre riguardo alla direttrice di gronda sud occorre richiamare il raccordo alla S.R. 20 previsto in zona Carpice dal Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Torino, che sottolinea l'esigenza di attuare in via preventiva queste direttrici di alleggerimento.

Gli interventi viari previsti in relazione al Parco Commerciale conosciuto come Mondo Juve rafforzano la prima direttrice di gronda con il potenziamento della via Scarrone, ed inoltre orientano maggiormente i flussi veicolari all'utilizzo della descritta direttrice tangenziale ovest, che viene significativamente rafforzata.

In relazione alla direttrice di cui alla lettera b) si evidenzia la necessità di definire sotto il profilo progettuale, provvedendo alle necessarie forme di salvaguardia urbanistica, delle modalità di collegamento tra viale Matteotti e via Brescia, intervento che risulta fondamentale ai fini della regolarizzazione della maglia viaria, nonché di un secondo collegamento di gronda più prossimo alle aree centrali. In quest'area gli insediamenti esistenti limitano fortemente le possibilità di realizzazione di nuova viabilità e di conseguenza, definita l'opera, occorre provvedere alla salvaguardia delle sue possibilità realizzative.

In ultimo si osserva che il collegamento tra le vie Matteotti e Brescia si integra con le modalità attuative dell'intervento di interramento della ferrovia di cui al successivo punto.

Per quanto riguarda la **segnaletica di indirizzamento delle direttrici di gronda sud**, occorre effettuare i seguenti interventi:

a) Direttrice Scarrone – Vernea – Napoli - Buffa:

- in corrispondenza dell'incrocio via Torino – Scarrone, direzione nord, porre l'indicazione:

- di svolta a destra in via Vernea con indicazione Moncalieri,
- di svolta a sinistra con indicazione Torino
- ribadire l'indicazione Moncalieri in corrispondenza dei successivi incroci Vernea-Napoli, Napoli – Buffa, Buffa – S.P. 144 (via Vinovo);
- ribadire l'indicazione Torino in corrispondenza dei successivi incroci Scarrone - Debouché, Debouché – Svincolo Tangenziale.

b) Direttrice (Matteotti) - Brescia – Buffa:

- in corrispondenza dell'incrocio via Torino – via Scarrone, direzione nord, porre l'indicazione di svolta a destra con indicazione Moncalieri – Torino;
- ribadire l'indicazione Moncalieri – Torino in corrispondenza di tutti i successivi incroci Buffa – Prali, Buffa – Napoli, Buffa – S.P. 144 (via Vinovo).

Il completamento del sovrappasso S. Quirico – Colombetto per evitare l'attraversamento delle zone densamente abitate gravitanti su via Giusti, richiede di attuare un collegamento attraverso la via Colombetto con la viabilità, in Comune di Moncalieri, che svolge il ruolo, ad est di Nichelino, di direttrice tangenziale est e di raccordo verso l'asse di collegamento con Torino di corso Moncalieri – corso Unità d'Italia.

In merito possono essere delineate due ipotesi:

- realizzazione di una viabilità tangenziale urbana lungo le vie Gioberti e Colombetto, soluzione corrispondente a quanto previsto in PRGC,
- oppure, in alternativa, attuare un raccordo di via Colombetto con la via Bertero in Moncalieri, e attraverso questa raggiungere la suddetta direttrice tangenziale est; in questa seconda ipotesi, ovviamente da concordare con il Comune di Moncalieri, tenendo conto delle caratteristiche delle aree attraversate, la nuova viabilità dovrebbe avere caratteristiche di viale alberato, con viabilità pedonale e ciclabile su sede separata.

La due soluzioni devono essere verificate attraverso uno studio di fattibilità.

Sulla base di quanto esposto si individuano i seguenti **progetti di dettaglio – studi fattibilità** di sviluppo delle indicazioni del PGTU:

- **Regolamento Viario della Città di Nichelino;**
- **Collegamento tra via Matteotti e via Torino/via Brescia;**
- **Studio di fattibilità del collegamento tra via Colombetto e la direttrice tangenziale est in Moncalieri.**

2.4 L'interramento della ferrovia

La tavola 2, riferita ad uno scenario di intervento di medio termine, non riporta il riassetto della viabilità che potrà attuarsi con l'interramento della ferrovia.

Questo intervento strutturale, oltre ad annullare l'effetto barriera determinato dalla presenza della linea ferroviaria, consente di delineare, almeno nel settore a sud della città, un asse effettivamente alternativo alla direttrice via Torino – S.P. 140.

Raccordandosi attraverso viale Matteotti alla direttrice tangenziale ovest di via Debouché, il viale realizzato sull'asse ferroviario permetterà di raggiungere le aree centrali di Nichelino, all'incirca fino al sovrappasso San Quirico.

Il tema da approfondire, con il Comune di Moncalieri, è quello del prosieguo in direzione est, per raccordarsi alla direttrice di ingresso a Torino lungo corso Unità d'Italia.

3 ORGANIZZAZIONE E IDENTIFICAZIONE DELLE “ZONE 30”

3.1 Identificazione delle “zone 30”

La tavola 3 illustra una proposta di articolazione in zone 30 delle zone urbane di Nichelino.

Le zone individuate, con poche eccezioni dettate da condizioni locali, sono tra di loro separate da viabilità di quartiere di primo o secondo livello.

Lungo questa viabilità di relazione interna alla città si collocano le “porte” delle singole zone 30, che al loro interno devono essere puntualmente organizzate le consolidate modalità volte al rallentamento dei flussi veicolari e ad assicurare elevate condizioni di sicurezza al traffico pedonale e ciclabile.

Di seguito si illustrano i criteri metodologici e operativi per l'organizzazione e gestione delle zone 30.

Nelle diverse parti che compongono l'Annesso B sono indicati i criteri progettuali da seguire nella progettazione attuativa delle singole zone 30.

3.2 Caratteristiche delle “zone 30”

Il più delle volte le “zone 30” vengono identificate come aree interessate da azioni di “moderazione del traffico” (*traffic calming*) per la messa in sicurezza delle strade nelle zone residenziali. Tuttavia, il fine della strategia delle “zone 30” è più ampio, perché essa mira anche a rispondere ad una domanda di maggiore multifunzionalità della strada urbana, la quale ha finito per essere ormai quasi esclusivamente lo spazio dedicato alle automobili. Vi è dunque un problema di riequilibrio, all'interno del settore della mobilità, tra spazio dedicato al traffico motorizzato e spazio dedicato alla mobilità pedonale e ciclabile e, all'interno di quello motorizzato, tra spazio dedicato al mezzo pubblico e spazio dedicato al mezzo privato.

Un'azione sistematica di messa in sicurezza e di riequilibrio multifunzionale della viabilità urbana richiede un sensibile ripensamento del disegno dello spazio pubblico, che va colto come opportunità di miglioramento qualitativo del paesaggio urbano.

Come si vede la strategia delle “zone 30” è una complessa azione con molti obiettivi; per cui non può venire ridotta ad una mera azione di moderazione del traffico, ma va inquadrata in una più complessiva politica di miglioramento dell'ambiente urbano e della sua vivibilità, sulla quale il traffico motorizzato esercita una sensibile influenza.

3.3 Criteri basilari

La rete stradale delle “zone 30” è costituita da strade di quartiere e da strade locali. Va affermato che la strategia delle “zone 30” ha in sé insito il concetto di “flessibilità applicativa”, nel senso che, a fronte di una serie di misure standard, ormai consolidate e che costituiscono il kit degli attrezzi del progettista delle “zone 30”, esiste una grandissima varietà di situazioni particolari, alle quali queste misure devono essere adattate. In questo adattamento, tali misure richiedono grande attenzione e abilità tecnica nel trovare la soluzione più efficace ed efficiente per ciascuna particolare situazione.

Vi sono, infatti, moltissime varianti di strade di quartiere e di strade locali: al limite, si può affermare che ogni strada è un caso particolare. A determinare questa varietà concorrono svariati fattori: la sezione, la lunghezza, la quantità e la composizione del traffico, la domanda di sosta, le attività che vi si affacciano e le loro densità, il contesto architettonico e storico, le risorse disponibili, le abitudini di guida consolidate, il grado di accettazione della comunità locale. Non a caso si insiste sul ruolo determinante del coinvolgimento pubblico nel processo di piano delle “zone 30”; poiché l'esperienza quotidiana dei cittadini è utile e il loro consenso è indispensabile.

Ciononostante vi sono alcuni criteri guida che caratterizzano in modo peculiare la progettazione delle “zone 30” e che vanno considerati come un discrimine, nel senso che distinguono ciò che propriamente va inteso come “zona 30” da ciò che non è, in senso proprio, una “zona 30”.

La “zona 30” persegue tre ordini di obiettivi: la sicurezza del traffico, la multifunzionalità della strada e la qualità del design dello spazio pubblico. Questi tre obiettivi costituiscono anche i criteri basilari della progettazione degli interventi della “zona 30”.

3.3.1 La sicurezza

Il criterio della sicurezza può essere sinteticamente espresso nei seguenti termini: **disegnare la strada in modo che il conducente di un veicolo motorizzato sia indotto a mantenere costantemente la velocità di sicurezza.**

Questo criterio si basa sulla constatazione che il comportamento di guida è fortemente condizionato dal disegno della strada¹, per cui la progettazione della “zona 30” fa leva sul disegno stradale, tramite opportune misure di moderazione del traffico, per indurre

¹. La velocità di guida dipende da diversi fattori: il contesto ambientale (disegno della strada, visibilità, presenza di ostacoli, ecc.); la circostanza (notte/giorno, pioggia/bel tempo, congestione, ecc.); il regime sanzionatorio e il modo in cui viene applicato; il comportamento soggettivo (maggiore o minore senso di responsabilità). Per ottenere un comportamento di guida più responsabile bisogna dunque agire su tutti questi fattori; ma è compito specifico della progettazione della “zona 30” fare in modo che la velocità di percorrenza si adegui alla velocità di sicurezza specifica di ogni luogo: e ciò lo si ottiene appunto con il disegno della strada. Si veda: Appleyard D., Lintell M. (1972), “The Environmental Quality of City Streets”, *Journal of the American Institute of Planners*, vol. 38, n. 2, 84-101.

il conducente a mantenere costantemente la velocità di sicurezza, la quale è variabile da luogo a luogo. Le misure di moderazione vengono dunque adottate solo là dove si valuti che la velocità di percorrenza supera quella di sicurezza.

Il progettista della “zona 30” deve essere un attento osservatore del comportamento di guida e di come questo sia influenzato dal modo in cui la strada è disegnata².

In proposito vi sono alcune correlazioni importanti che il progettista deve tenere sempre presenti:

- **longitudinalità della strada/velocità.** La longitudinalità accentua il carattere di canale di traffico della strada ed invoglia alla velocità; pertanto bisogna interrompere le lunghe linee di convergenza orizzontale (quali i fili dei marciapiedi), riducendo la longitudinalità in modo tanto più accentuato quanto più si vuole ridurre la velocità: la moderazione del traffico predilige l'andamento sinuoso evitando il lungo rettilineo;
- **ampiezza della sezione stradale/velocità.** Le corsie veicolari ampie favoriscono la velocità; pertanto bisogna ridurre la larghezza della corsia al minimo strettamente necessario, tenendo conto dell'ingombro dinamico dei veicoli;
- **orizzontalità del piano stradale/velocità.** L'orizzontalità del piano stradale e l'assenza di ogni elemento che, emergendo in verticale, possa apparire come un potenziale ostacolo, favoriscono la velocità; pertanto, l'adozione di misure verticali contribuisce a moderare la velocità;
- **tipo di paesaggio stradale/velocità.** Il paesaggio tipico della strada come canale di traffico induce alla velocità; un paesaggio dove prevalga l'aspetto del cortile-giardino per il gioco dei bambini o per la sosta e l'incontro delle persone induce ad adottare un regime di guida prudente; pertanto occorre, tutto dove ciò è possibile, trasformare il paesaggio stradale in modo da fargli assumere l'aspetto di un luogo non adatto alla circolazione veicolare;
- **visibilità/velocità.** La buona visibilità di pedoni e ciclisti nei punti di potenziale impatto, come sono le intersezioni, consente ai conducenti di regolare tempestivamente la velocità riportandola nei margini di sicurezza; pertanto occorre che i punti di potenziale impatto con gli utenti deboli siano dotati di alta visibilità.

Le migliori pratiche di disegno sono quelle che esercitano il giusto effetto di moderazione della velocità, senza rendere troppo disagiata la guida del veicolo: una buona progettazione induce a moderazione il traffico motorizzato, senza provocare disagi al percorso dei mezzi di emergenza, quali le ambulanze o i vigili del fuoco. Nella progettazione delle misure di moderazione bisogna tener sempre presente il vincolo di non rendere disagiata il transito dei mezzi che svolgono servizi pubblici.

2. «Progettare per la velocità di marcia più adeguata significa prendere in considerazione la psicologia dell'autista» (ITE - Institute of Transportation Engineers, 1993, *Disegno di strade urbane e controllo del traffico*, p. 71).

3.3.2 La multifunzionalità

Il criterio della multifunzionalità può essere espresso nei seguenti termini: **la strada non è solo lo spazio delle automobili, ma anche della vita di quartiere.**

La grande diffusione dell'auto ha posto un problema di maggiore equità nella distribuzione dello spazio pubblico della strada tra le diverse funzioni che in esso possono svolgersi e che renderebbero più libera e gradevole la vita nell'ambito residenziale urbano. Oltre alle forme di mobilità non motorizzata, come quella pedonale e quella ciclabile, vi sono funzioni che i cittadini tendono spontaneamente a svolgere, qualora vi siano le condizioni ambientali appropriate: ad esempio la disponibilità di spazi e arredi adeguati favorisce la sosta, il riposo e l'interazione sociale, in particolare tra gli anziani; così come la presenza di spazi sicuri e adeguatamente attrezzati favorisce lo svolgimento delle attività ludiche di bambini e ragazzi.

Si possono stabilire condizioni di minima non rispettando le quali si produce una situazione di iniquità nei confronti di una o più delle funzioni, che dovrebbero potersi svolgere nello spazio delle strade degli ambiti residenziali.

Come condizioni minime di multifunzionalità, la strada deve assicurare:

- percorsi pedonali continui, sicuri, senza barriere architettoniche, sufficientemente spaziosi, gradevoli;
- percorsi pedonali cadenzati dalla presenza di zone di sosta e di incontro;
- percorsi ciclabili continui, sicuri, gradevoli;
- spazi gioco confortevoli, protetti e facilmente sorvegliabili da parte degli abitanti.

Questa maggiore diversificazione delle funzioni dello spazio stradale è comunque soggetta al vincolo di non ridurre l'offerta di parcheggi per auto al di sotto della domanda effettiva: infatti, non è tra i compiti del piano di "zona 30" quello di intervenire sulla domanda di sosta; per incidere su di essa si richiedono misure di ordine più generale, che sono di competenza del piano strutturale della mobilità e del piano regolatore comunale.

Questo vincolo può costituire un serio ostacolo al perseguimento dell'obiettivo della multifunzionalità là dove vi sia un'elevata domanda di parcheggio: la multifunzionalità è fortemente dipendente dalla pressione ambientale esercitata dalla superficie occupata dalle auto in sosta.

3.3.3 La qualità del design

Il criterio della qualità del design può essere espresso nei seguenti termini: **la strada è lo spazio architettonico fondamentale della città, per questo deve essere bella.**

L'architettura urbana è lo spazio vuoto delimitato dallo spazio pieno delle costruzioni; la qualità architettonica di una città dipende dalla qualità dei suoi spazi i quali sono, in larghissima misura, strade: sono le strade che consentono la percezione dell'architettura di una città.

La progettazione della "zona 30", dal momento che agisce sul disegno della strada, può contribuire a migliorare la qualità architettonica dello spazio pubblico della città. Il disegno delle singole misure di moderazione del traffico dovrebbe essere preceduto da uno studio che fornisca le linee guida del design urbano, al quale i singoli piani di "zona 30" devono attenersi allo scopo di pervenire ad una caratterizzazione unitaria e di qualità delle varie zone in merito alla scelta dei materiali delle pavimentazioni, dei particolari costruttivi, degli elementi di arredo, delle scelte illuminotecniche, della composizione del materiale vegetale. Si possono in proposito fornire alcuni criteri basilari ai quali attenersi:

- le esigenze di unitarietà non devono andare a discapito della varietà dei luoghi;
- materiali, elementi costruttivi ed arredi devono tenere conto delle caratteristiche storiche dell'architettura dei luoghi, senza rinunciare ad introdurre innovazioni estetiche e tecniche nel disegno;
- è opportuno fornire possibili soluzioni alternative entro le quali le comunità locali possano esprimere le proprie preferenze;
- le soluzioni proposte devono presentare elevati standard di qualità sotto tutti i profili: dal disegno, alle prestazioni tecniche, all'efficienza manutentiva.

Nel disegno del paesaggio costruito i particolari sono importanti. Chi osservasse con l'occhio critico del designer le strade che normalmente percorriamo nelle nostre città, non potrebbe fare a meno di provare un senso persistente di fastidio per l'imperizia del disegno dell'insieme come dei particolari costruttivi e del modo di porli in opera, per la scarsa corrispondenza tra forma e funzione, per l'inosservanza dei più elementari criteri della sicurezza per pedoni e ciclisti e dell'agibilità da parte di persone disabili.

Il tema di una buona qualità diffusa sembra essere, a tutti i livelli della progettazione, dell'esecuzione e della manutenzione, il problema principale del disegno dello spazio pubblico della città.

Osservando con lo stesso sguardo critico le strade di Amsterdam, ad esempio, non potremmo fare a meno di notare come, dietro al loro disegno, vi sia, normalmente, un consistente lavoro di progettazione che, conoscendo a fondo il comportamento dell'utente, ha previsto e risolto razionalmente le varie possibili situazioni in cui carreggiata, corsia dedicata al mezzo pubblico, binari del tram, pista ciclabile, marciapiede, fermate dei mezzi pubblici e aree di sosta si possono combinare. Così come risulta evidente la standardizzazione degli elementi costruttivi, che ha consentito di ottenere una produzione in serie con un sensibile abbassamento dei costi di produzione, ma anche con il conseguimento di quell'effetto di unitarietà e di continuità di trattamento dello spazio stradale che finisce per essere un non trascurabile elemento connotativo del paesaggio urbano.

Quanto sopra per dire che sarebbe auspicabile si affermasse in modo diffuso un'arte e una tecnica del design stradale urbano. In questo le amministrazioni locali, specie le più importanti, possono fare molto e un ruolo non secondario può averlo la progettazione delle "zone 30", dalla cui esperienza possono derivare collaudate *best practices*.

3.3.4 Efficacia ed efficienza degli interventi

La trasformazione delle strade degli ambiti residenziali secondo i criteri basilari della sicurezza, della multifunzionalità e della qualità del design, pone un non facile problema di efficacia ed efficienza del piano della "zona 30"; dove l'efficacia degli interventi è in rapporto al grado di perseguimento degli obiettivi e l'efficienza dipende dal costo di realizzazione e di manutenzione degli interventi stessi.

Molti manuali di progettazione sono corredati da valutazioni di costi ed efficacia dei singoli interventi; ma non bisogna dimenticare che l'efficacia dei singoli interventi va valutata complessivamente per l'effetto di sistema che questi esercitano: essi vanno pensati e valutati nella dinamica sequenziale dei possibili percorsi.

Per questo, quasi tutti i manuali consigliano di adottare – specie nelle situazioni più problematiche – misure di carattere provvisorio, da sottoporre ad un congruo periodo di sperimentazione e collaudo, prima di passare alle soluzioni definitive, le quali sono, in genere, costose.

Con riferimento all'efficienza, va tenuto presente che la trasformazione prospettata con il piano di "zona 30" comporta un sensibile aumento dei costi, soprattutto per quanto attiene alla manutenzione. Per questo è particolarmente importante prestare una particolare attenzione alla ricerca di soluzioni tecniche efficaci ma a basso costo; così come non va sottovalutato l'apporto che può derivare dal coinvolgimento delle comunità dei cittadini tramite opportune forme di partenariato, specialmente dove si tratti di gestire strade del tipo a *woonerf*.

In una città, specie se di grandi dimensioni, vi è un'ampia tipologia di ambiti residenziali, che vanno dal centro storico all'estrema periferia, con mix di funzioni che variano dalla predominanza delle abitazioni alla fitta presenza di attività terziarie di tipo commerciale e direzionale, con tessuti edilizi che variano da situazioni di alta densità e compattezza a situazioni di bassa densità e porosità. Ma, nonostante questo ampio ventaglio tipologico, esse sono pur sempre aree dove si abita e si vive e dove dunque si pone un problema di qualità dello spazio pubblico delle strade, al quale il piano della "zona 30" deve saper dare una risposta, adattando, con grande maestria, tecniche e misure alla varietà delle situazioni e ponendosi traguardi di sicurezza, multifunzionalità e qualità del design. Un piano di "zona 30" deve saper valutare le proprie prestazioni in termini di efficacia e di efficienza relativamente ai traguardi che si è posto: per questo esso ha bisogno dei giusti indicatori di efficacia i cui valori vanno rapportati ai costi per valutare le prestazioni, che sono appunto date dal bilancio costi/efficacia.

3.3.5 Quadro riassuntivo dei criteri tecnici

I criteri sopra indicati possono essere formulati in termini più operativi sotto forma di criteri tecnici, che il progettista delle “zone 30” dovrebbe seguire. Questi possono essere così elencati, tenendo conto della sequenza logica delle operazioni di progetto:

ridurre lo spazio di circolazione del traffico motorizzato al minimo necessario, attribuendo l'eccedenza allo spazio pedonale e ciclabile;

garantire l'offerta minima di parcheggi per soddisfare la domanda effettiva, attribuendo l'eccedenza allo spazio pedonale e ciclabile;

disegnare le corsie dedicate al traffico motorizzato in modo tale da indurre il conducente al mantenimento costante della velocità di sicurezza, adottando le misure di moderazione del traffico, le quali vanno studiate non come singoli interventi ma come sistema sequenziale;

assicurare la continuità della rete dei percorsi pedonali, la messa in sicurezza delle intersezioni, l'eliminazione sistematica delle barriere architettoniche, la protezione e il giusto dimensionamento delle aree di affollamento delle persone;

massimizzare i tratti di strada trattati a woonerf;

assicurare la continuità della rete delle piste ciclabili e la loro massima sicurezza;

scegliere una linea stilistica nel design degli elementi di arredo, che tenga conto delle caratteristiche architettoniche delle varie zone e del più generale contesto urbano;

rinverdire il più possibile le strade creando una rete verde nel rispetto delle caratteristiche architettoniche delle strade;

scegliere manufatti e materiali di buone prestazioni tecniche ed efficienti in termini di costi di manutenzione;

definire l'abaco tipologico degli interventi provvisori e di quelli definitivi;

definire gli indicatori per valutare le prestazioni del sistema degli interventi.

3.4 Indicazioni specifiche di intervento

L'attuazione del sistema di zone 30 rimanda a tre livelli di determinazione progettuale:

- la definizione dell'organizzazione della viabilità di quartiere,
- la definizione dell'organizzazione della viabilità interna ad ogni singola zona 30,
- l'identificazione e localizzazione degli interventi puntuali, come ubicazione e tipologia degli interventi di rallentamento e di protezione della mobilità non motorizzata, l'organizzazione della sosta veicolare, l'eventuale collocazione di attrezzature puntuali come fermate bus, ecc.

I primi due punti, allo stato attuale delle scelte di programmazione dell'assetto viario, vengono assolti nell'ambito del PGТУ (si veda in merito quanto già esposto in capitolo 2 e quanto esposto successivamente nel capitolo 5).

Sempre nell'ambito del PGТУ (successivo capitolo 5) vengono identificati gli interventi principali di organizzazione delle zone 30 n. 1, 2, 3, 4, 5 e 25.

Le prime 5 zone vengono direttamente interessate dagli effetti di riqualificazione di via Torino, mentre la zona n. 25 risulta coinvolta dall'attuazione del collegamento in sovrappasso tra via Colombetto e via Paesana.

Le indicazioni specifiche di organizzazione viaria e di tipologie realizzative contenute nel PGТУ costituiscono la base di riferimento per la successiva predisposizione dei **progetti esecutivi di attuazione delle zone 30**.

4 ANALISI E VALUTAZIONI DI TRAFFICO

In Annesso C sono riportate le tavole illustrative delle analisi e delle valutazioni di seguito descritte.

4.1 Finalità dello studio

Obiettivo del presente studio è la valutazione dei possibili impatti sulla viabilità nel comune di Nichelino derivanti dalla riorganizzazione della circolazione nell'area centrale, nonché l'agevolazione e la fluidificazione del traffico privato nell'area, minimizzando gli impatti negativi per i cittadini.

Le presenti analisi sono state condotte mediante l'utilizzo di un potente strumento di micro-simulazione dinamica del traffico: Quadstone Paramics 5.2. Tale software è in grado di simulare perfettamente il comportamento di ciascun veicolo circolante sulla rete e perciò di valutare accuratamente la funzionalità della rete stradale sia nelle condizioni attuali che future, prendendo in considerazione gli interventi di modifica della viabilità ipotizzati nell'area, sia in termini di offerta infrastrutturale che in termini di domanda di traffico. Appare pertanto evidente, che per poter valutare correttamente gli Scenari futuri, risulta di fondamentale importanza l'analisi delle condizioni attuali dei flussi sulla rete e delle criticità esistenti.

Sulla base dei dati dei flussi rilevati accuratamente in loco è stato possibile costruire, simulare e calibrare l'attuale situazione di traffico di un generico giorno feriale, nella fascia oraria serale compresa tra le 18:00 – 19:00, in concomitanza, cioè, con i maggiori flussi insistenti nell'area oggetto di studio. Di seguito verranno esplicitati la metodologia di analisi adottata ed i risultati delle simulazioni condotte.

4.2 La metodologia e gli strumenti di verifica

Come già anticipato in premessa, per le presenti analisi è stata utilizzata una metodologia basata sull'utilizzo delle innovative tecniche di micro-simulazione dinamica del traffico ed in particolare il software Quadstone Paramics.

La micro-simulazione dinamica si distingue dalle metodologie classiche di analisi e di simulazione dei fenomeni di mobilità per una serie di motivi:

- precisione: simulare ad un livello di dettaglio "micro" (ossia simulando ciascun veicolo separatamente) fornisce un'estrema aderenza alla realtà;
- flessibilità: maggiore dettaglio significa maggiore possibilità di interazione;
- chiarezza: la rappresentazione è utile per far capire le dinamiche di traffico anche ai "non addetti ai lavori";

- estensibilità: Paramics permette all'utente di personalizzare al massimo le caratteristiche del comportamento di guida;
- approccio per sistemi: il Programmer Module (API) permette l'interazione dinamica con altri hardware e software.

In sintesi, la Micro-simulazione dinamica del traffico offre una serie di vantaggi rispetto alla classica Macro-simulazione, tra cui:

- i veicoli vengono modellati come singole entità contraddistinte da caratteristiche sia comportamentali che fisiche;
- l'iterazione tra veicoli e caratteristiche della rete permette di simulare il reale comportamento dei veicoli;
- l'elaborazione in tempo reale delle informazioni simulate è in grado di determinare in maniera dinamica la scelta del percorso.

4.2.1 La micro-simulazione dinamica su rete

Gli strumenti di micro-simulazione dinamica su rete sono in grado di rappresentare in maniera puntuale, precisa e specifica il traffico e la sua evoluzione istantanea, prendendo in considerazione gli aspetti geometrici di dettaglio dell'infrastruttura ed il comportamento reale dei veicoli, legato all'accoppiamento delle caratteristiche del veicolo e del conducente.

I micro-simulatori dinamici basano il loro funzionamento su modelli in grado di rappresentare singolarmente il movimento di ciascun veicolo sulla base del comportamento del conducente, che segue le regole dettate dalla teoria dell'inseguitore (Car-Following), da quelle del cambio corsia (Lane-Changing) e da quelle dell'intervallo minimo di accesso (Gap-Acceptance). In sostanza, i conducenti tendono a viaggiare con la velocità desiderata, ma l'ambiente circostante (es. i veicoli precedenti, i veicoli adiacenti, la geometria della strada, i segnali stradali ed i semafori, gli ostacoli, ecc.) condiziona il loro comportamento.

Il tempo di simulazione è diviso in piccoli intervalli chiamati cicli o intervalli di simulazione (Δt). In ogni ciclo la posizione e la velocità di ciascun veicolo nel sistema sono aggiornate in accordo con le leggi sopra indicate, di cui si fornisce una breve descrizione nel seguito. Alla fine di ogni ciclo di simulazione si aggiorna la posizione di tutti i veicoli schedati e nel contempo si rinfrescano le informazioni sul comportamento macroscopico della rete.

La micro-simulazione fornisce una visione dinamica del fenomeno in quanto, come sopra accennato, vengono prese in considerazione le caratteristiche istantanee del moto dei singoli veicoli (flusso, densità, velocità, ecc.). Attraverso la micro-simulazione è possibile rappresentare più famiglie di spostamenti, ognuna caratterizzata da differenti parametri comportamentali (accelerazione, decelerazione, aggressività,

tempo di reazione, ecc.) e da diverse tipologie di veicolo (velocità massima, dimensioni, prestazioni, parametri di emissione, ecc.). Conducenti "molto abili", hanno tempi di reazione più brevi; essi possono guidare più vicino ai veicoli precedenti, possono trovare più facilmente intervalli di inserimento, possono accelerare repentinamente e, quindi, hanno molte opportunità di muoversi rapidamente nella rete stradale.



Figura 1 – Il modello di micro-simulazione utilizzato



Figura 2 – Dettaglio di intersezione in ambito urbano



Figura 3 – Dettaglio di intersezione in ambito extraurbano

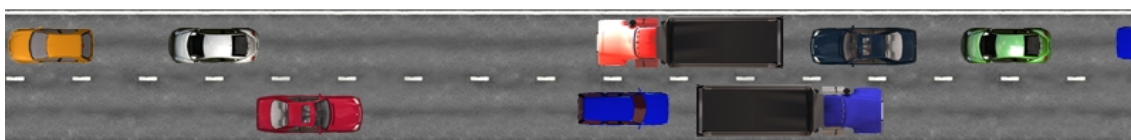


Figura 4 – Visione dinamica dei flussi e varie tipologie di veicoli

Si riporta nel seguito una breve esplicitazione degli algoritmi di base.

4.2.1.1 *Car-Following - teoria dell'inseguitore*

Ciascun conducente tende a raggiungere una velocità prescelta sulla base del suo stile di guida, delle prestazioni del veicolo e delle caratteristiche geometriche della strada che sta percorrendo; se durante la marcia raggiunge un veicolo che lo precede, dovrà rallentare ed adeguare la sua velocità o, se ciò è possibile, cambiare corsia.

Tre parametri sono utilizzati per calcolare, istante per istante, la velocità prescelta:

- la massima velocità desiderata dal conducente in funzione delle proprie capacità di guida;
- la massima velocità ammessa dal veicolo in funzione delle sue prestazioni;
- la velocità limite della tratta stradale e/o della eventuale manovra in corso.

4.2.1.2 Lane-Changing - modello di cambio corsia

Ciascun conducente stabilisce, istante per istante, l'opportunità o meno della manovra di cambio di corsia sulla base della necessità, della desiderabilità e dell'attuabilità della manovra.

4.2.1.3 Gap-Acceptance

Ciascun conducente stabilisce quando eseguire una manovra (cambiare corsia, attraversare un'intersezione, inserirsi in un flusso di traffico, entrare in una rotatoria, ecc.) valutando se esiste l'intervallo temporale minimo necessario per la manovra, sulla base delle velocità relative degli altri veicoli.

4.2.2 Implementazione dei modelli di simulazione

L'applicazione della micro-simulazione viene articolata sulla base delle seguenti operazioni:

- definizione dell'area di studio;
- analisi dei rilievi di traffico;
- definizione degli Scenari di analisi (Stato Attuale e di progetto);
- codifica del grafo stradale;
- definizione delle zone di origine e destinazione degli spostamenti e costruzione delle matrici di traffico;
- definizione dei parametri di simulazione e degli indicatori prestazionali della rete;
- calibrazione del modello ed assegnazioni del traffico nei vari Scenari;
- valutazione dei risultati delle simulazioni e confronto con lo Stato Attuale.

4.2.2.1 Definizione dell'area di studio

In primo luogo occorre procedere alla definizione dell'area di studio: a seconda delle finalità questa potrà essere più o meno estesa, individuando anche aree molto vaste; recenti studi condotti hanno abbracciato interi territori provinciali.

4.2.2.2 Analisi dei rilievi di traffico

I rilevamenti di traffico sono una fonte indispensabile al fine di una corretta taratura del modello; laddove non siano disponibili rilevamenti aggiornati occorrerà procedere a nuovi rilievi delle correnti veicolari, preferibilmente attraverso apparecchiature particolarmente affidabili come i rilevatori ad induzione elettromagnetica, che permettono di rilevare i traffici esistenti suddividendoli secondo categorie di lunghezza e classi di velocità, secondo intervalli di rilevamento che vanno dal quarto d'ora all'ora. Particolare importanza rivestono i rilevamenti delle svolte presso le intersezioni.

4.2.2.3 Definizione degli Scenari di analisi

Dal punto di vista infrastrutturale, la rete stradale di riferimento si configura attraverso due Scenari principali:

- SCENARIO ATTUALE: costituito dalla rete stradale attuale;
- SCENARIO DI PROGETTO: costituito dalla rete stradale comprendente tutti gli interventi in progetto.

Ovviamente gli Scenari di progetto possono essere molteplici, e tenere in considerazione ipotesi diverse o interventi sequenziali, al fine di poter successivamente individuare la miglior soluzione da applicare allo specifico caso in esame.

4.2.2.4 Codifica del grafo stradale

Per l'implementazione del modello viene generalmente codificata una porzione della rete stradale primaria e secondaria di proporzioni adeguate, riproducendo fedelmente la geometria della viabilità. Ovviamente potrà essere applicato un maggiore o minore dettaglio, considerando se necessario anche tutte le arterie ed i nodi di ordine minore.

Per ciascun arco della rete stradale vengono codificate le caratteristiche relative a:

- tipologia funzionale dell'arco;
- velocità massima di percorrenza;
- larghezza della strada;
- numero di corsie.

Per le intersezioni semaforizzate vengono rilevati ed implementati nel modello i cicli semaforici; per le intersezioni non semaforizzate viene implementato il corretto regime di precedenza.

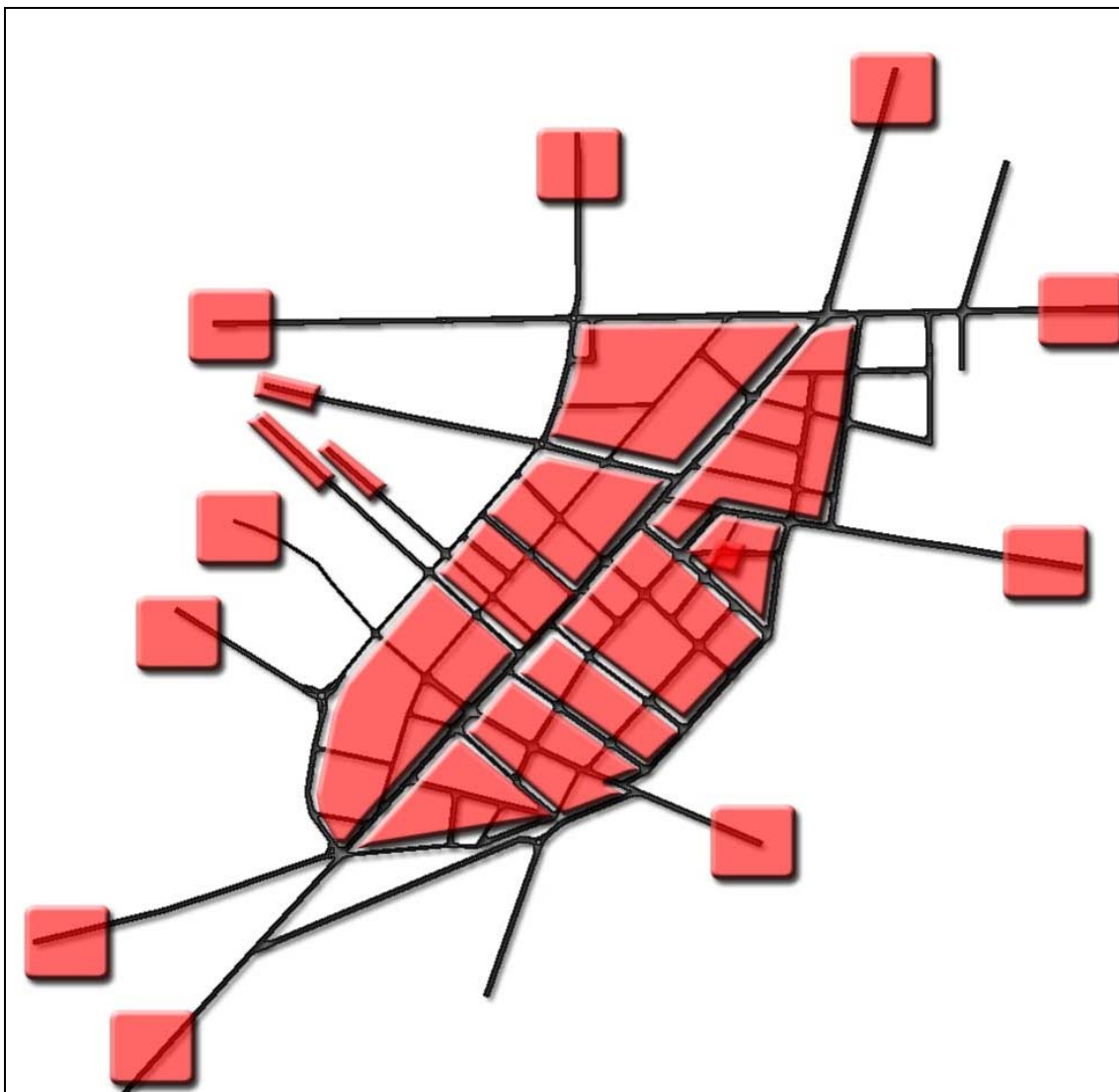


Figura 5 – Esempio di grafo della rete stradale

4.2.3 Definizione delle zone di origine/destinazione degli spostamenti e costruzione delle matrici di traffico

4.2.3.1 La zonizzazione operata sullo Scenario attuale

Per l'implementazione del modello relativamente allo Stato Attuale vengono individuate le zone di origine e destinazione degli spostamenti.

Quanto detto trova riscontro nella successiva Figura 6.

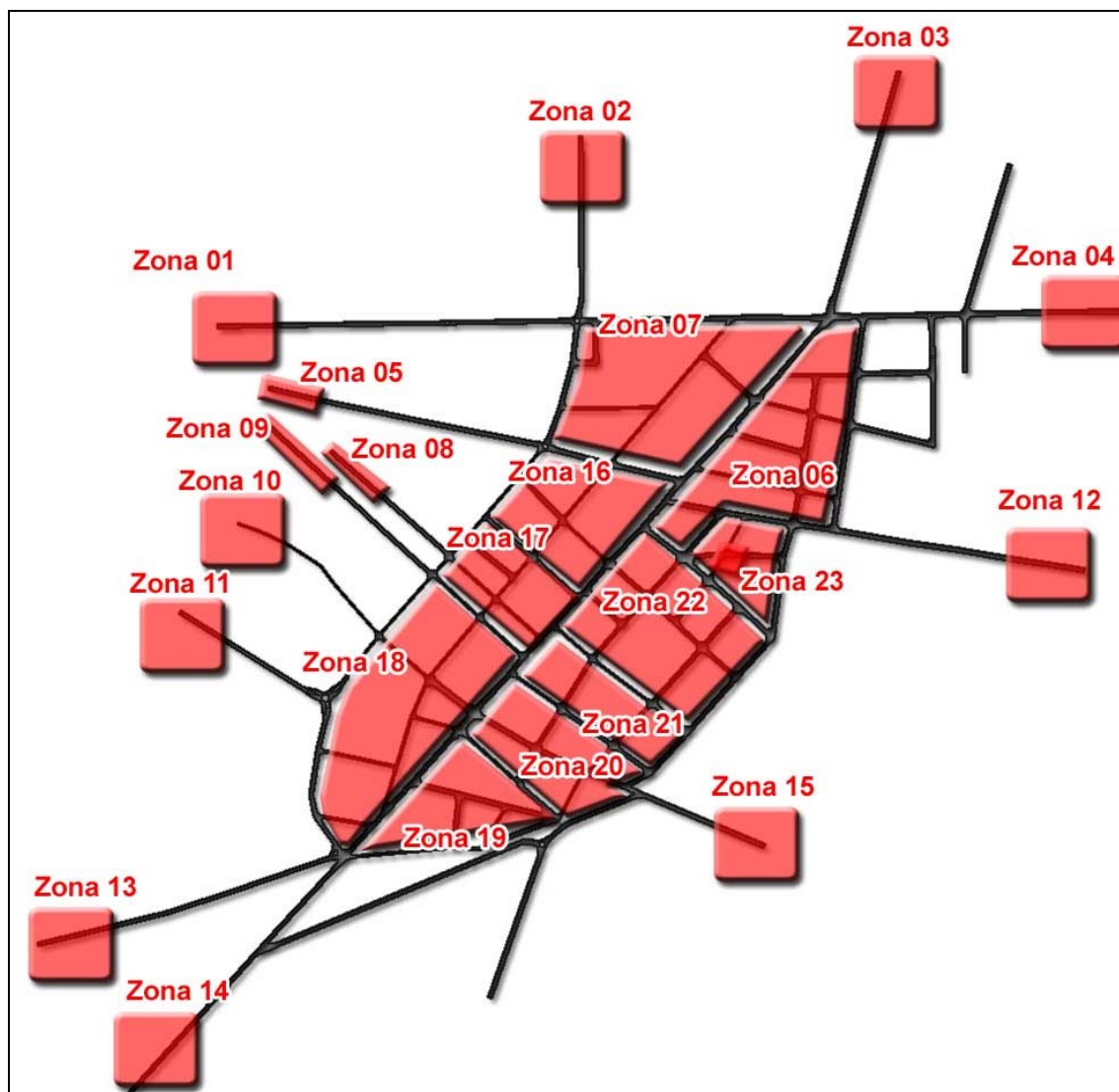


Figura 6 – Esempio di zone associate alle principali direttrici di traffico

Nel caso di simulazioni che possano riguardare, anche marginalmente, centri abitati, particolare attenzione viene rivolta alla viabilità interna del centro, riproducendo tutte le intersezioni e la viabilità principale e secondaria, al fine di definire con il maggior grado di dettaglio anche la quota di spostamenti generati ed attratti all'interno del centro abitato.

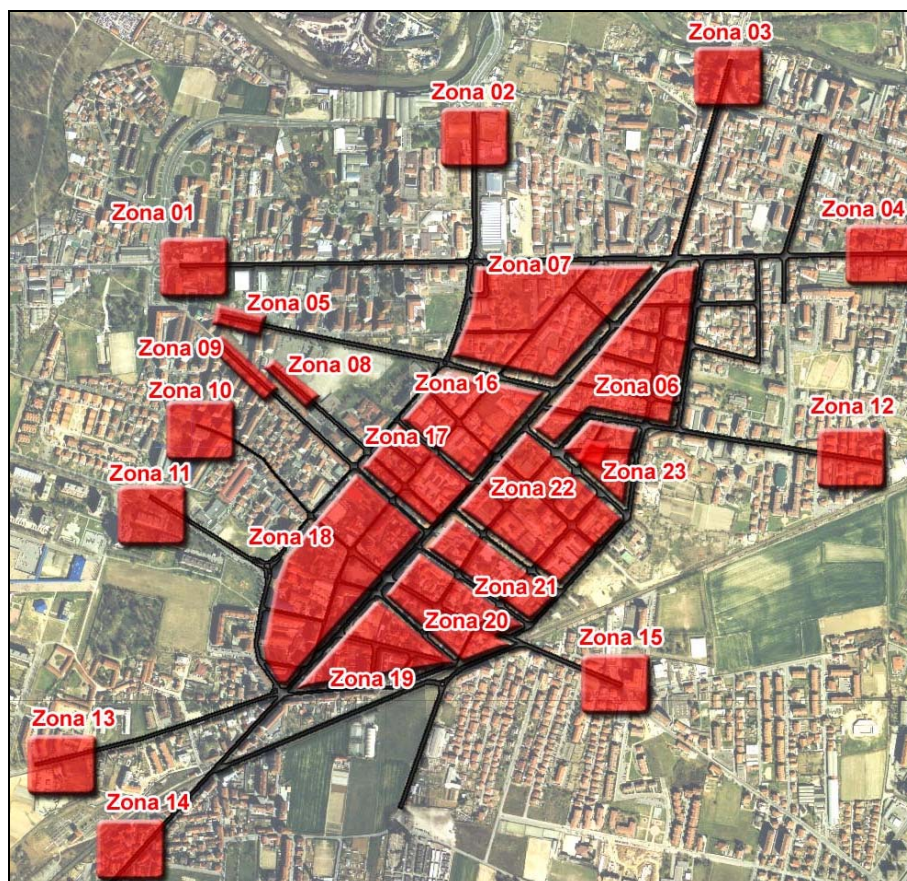


Figura 7 – Esempio di grafo della rete stradale attuale e la zonizzazione operata

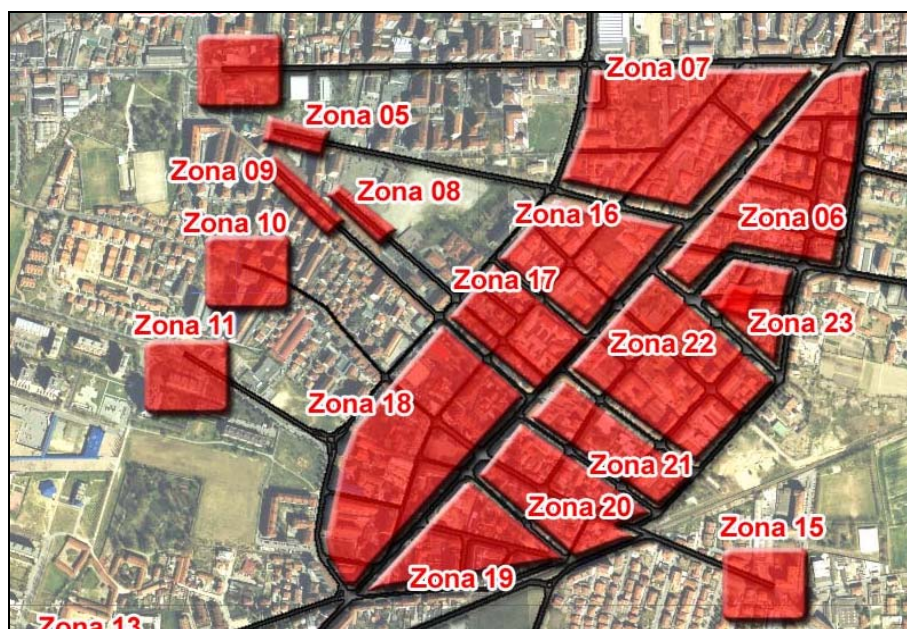


Figura 8 – Esempio di zonizzazione del nucleo centrale di un centro abitato

4.2.3.2 La zonizzazione nello Scenario di progetto

Sulla base della viabilità in progetto e della zonizzazione precedentemente operata sull'area interessata dall'intervento, si procede ad aggiornare la zonizzazione dell'area, aggiungendo, laddove necessario, nuove zone, nuove intersezioni e nuove arterie.

4.2.3.3 Le matrici di traffico

Per l'implementazione del modello vengono ricostruite ed opportunamente calibrate le matrici O/D degli spostamenti del traffico, con particolare cura relativamente alla ripartizione tra le diverse classi veicolari.

4.2.4 Definizione dei parametri di simulazione e degli indicatori prestazionali della rete

4.2.4.1 I parametri di micro-simulazione

Il modello di micro-simulazione richiede, oltre alla codifica dettagliata della rete stradale in esame, informazioni dettagliate sulle caratteristiche dinamiche dei veicoli e sullo stile di guida dei conducenti, come riportato nello schema seguente.

In linea generale vengono inserite tre diverse tipologie di veicoli leggeri con dimensioni pressoché simili (lunghezza di circa 4 m e larghezza di circa 1,70 m), ma con velocità massime rispettivamente di 90, 110 e 140 km/h corrispondenti ad auto utilitarie (40% del parco autoveicoli considerato), auto di media cilindrata (35%) ed auto di grossa cilindrata (25%). Per i veicoli pesanti vengono generalmente implementate due classi: gli autocarri, con lunghezza di 8 m, larghezza 2,50 m, velocità massima di circa 100 km/h ed un peso pari a 2,5 t, ed i mezzi pesanti, aventi lunghezza pari ad 11 m, larghezza 2,70 m, una velocità massima di 90 km/h ed un peso pari a 15 t.

La corretta ripartizione tra le diverse classi deriva dall'analisi dei rilevamenti di traffico condotti lungo le arterie e presso le intersezioni.

Parametri di classificazione dei veicoli circolanti sulla rete	Parametri di classificazione del comportamento dei conducenti
<ul style="list-style-type: none"> - lunghezza - larghezza - altezza - peso in tonnellate - età - velocità massima - accelerazione - decelerazione 	<ul style="list-style-type: none"> - tempo di reazione - esperienza di guida - aggressività di guida - grado di conoscenza della rete stradale

I parametri di tipo comportamentale dei conducenti vengono impostati per riprodurre il reale comportamento degli utenti italiani, così come da sperimentazioni e ricerche condotte³. In particolare, il tempo di reazione di ciascun conducente viene generalmente imposto pari ad 1 sec. e viene inoltre impostata una buona esperienza di guida ed un'alta aggressività. I conducenti vengono poi classificati in due categorie sulla base del grado di conoscenza della rete stradale.

L'insorgenza delle code viene segnalata dal modello allorché la distanza tra i veicoli in coda risulti inferiore ad una prefissata distanza (headway generalmente inferiore a 10 metri) e la velocità scenda al di sotto di un valore di riferimento, solitamente pari a 7 Km/h.

4.2.4.2 Gli indicatori prestazionali della rete e la loro corretta interpretazione

Il micro-simulatore è in grado di evidenziare un'ampia serie di parametri che forniscono indicazioni relative al livello di prestazione della rete in generale e dei singoli componenti (nodi ed archi). In particolare, per ciascuna ora di simulazione effettuata consente di ricavare i seguenti indicatori:

Informazioni generali sulla rete

- flussi orari medi sulla rete
- flussi medi sulla rete nell'intervallo di simulazione (intervallo minimo 1 min)
- velocità media sulla rete
- densità media della rete
- ritardo medio sulla rete
- percentuale di ritardo medio sulla rete
- tempo medio di arresto sulla rete
- velocità media dei veicoli sulla rete

Informazioni sui veicoli

- numero e tipologia di veicoli circolanti sulla rete
- velocità media dei veicoli sulla rete
- velocità media calcolata per ciascuna categoria di veicoli
- distanza totale percorsa

³ In conformità con quanto ricavato dalle analisi sperimentali sul comportamento medio degli utenti italiani nelle manovre di immissione in rotatoria (Vincenza Lange, *"Intersezioni a rotatoria: analisi comparativa sperimentale e calibrazione di modelli adeguati alla realtà italiana"*, Politecnico di Torino, Tesi di Laurea, 2003)

Informazioni sui percorsi

- tracciato dei percorsi alternativi
- tempo minimo, medio e massimo dei viaggi

Informazioni sugli archi stradali ed alle intersezioni

- flussi orari
- flussi nell'intervallo di simulazione (intervallo minimo 1 min)
- flussi di manovra alle intersezioni
- densità veicolari
- velocità media di percorrenza
- tempo medio di ritardo
- percentuale di ritardo medio
- lunghezza media e massima della coda (numero di veicoli)
- tempo medio di arresto
- Livello di Servizio

Informazioni sui parcheggi

- numero di veicoli presenti
- indice di rotazione
- indice di occupazione

Tali parametri vengono calcolati dal modello di micro-simulazione con i criteri indicati nell'*Higway Capacity Manual*.

Giova sottolineare che l'applicazione della micro-simulazione nella determinazione del livello prestazionale di una generica rete stradale rappresenta indubbiamente un approfondimento della metodologia analitica introdotta dall'*HCM*; per contro, l'analisi e l'interpretazione dei risultati del modello dinamico risultano un po' più complesse per una serie di motivazioni nel seguito sintetizzate.

Innanzitutto, il modello fornisce i parametri prestazionali per ogni singolo arco del grafo stradale implementato; alcuni indicatori però risultano significativi soltanto sugli archi di una certa lunghezza; per archi molto brevi, viceversa, essi perdono di rappresentatività. Tale aspetto, molto importante, non può essere trascurato in fase di valutazione dei risultati.

E' chiaro che nell'interpretazione dei risultati occorre prendere in considerazione tali aspetti, valutando e pesando correttamente i valori forniti dal modello, sulla base delle varie direttrici di traffico analizzate.

Con riferimento poi al Livello di Servizio, che è rappresentativo delle condizioni di deflusso che mediamente assume una tratta stradale in determinate condizioni di traffico, essendo lo strumento di analisi di tipo dinamico, risulta anch'esso dinamicamente determinato e, pertanto, variabile istante per istante.

Inoltre, stante la presenza distribuita di elementi di discontinuità della rete (intersezioni, accessi, curve, ecc.), è possibile che il modello fornisca come valutazione globale del LOS orario sulle varie tratte di una stessa direttrice stradale valori differenti.

4.2.5 Calibrazione del modello ed assegnazioni del traffico

Le micro-simulazioni vengono condotte con riferimento ai volumi di traffico di specifico interesse.

Per tenere conto delle reali condizioni di traffico, il periodo di simulazione viene generalmente preceduto da una fase di precarico dei veicoli sulla rete; in tal modo l'assegnazione risulta più realistica in quanto avviene su una rete già caricata dal traffico circolante.

Errore.



Figura 9 – Assegnazione del traffico sulla rete

Inoltre per riprodurre il reale comportamento dell'utente che sceglie il tragitto in base alle condizioni di traffico che incontra sulle strade, per l'assegnazione viene utilizzato un algoritmo di calcolo del percorso di tipo deterministico-dinamico, basato sul ricalcolo del percorso più breve (in termini di distanze e di tempo) sulla base delle effettive condizioni istantanee di traffico sulla rete.

Per quanto concerne la simulazione condotta sullo Scenario attuale, questa viene utilizzata per calibrare il modello, rendendo possibile la stima della matrice O/D e la definizione dei flussi di traffico presenti (flussi ordinari) su tutti gli archi che non è stato possibile censire tramite i rilevamenti.

Negli Scenari di valutazione, i traffici attesi vengono riassegnati dal modello sulla base della nuova viabilità prevista, e quindi dei nuovi percorsi presenti sulla rete.

Tali simulazioni consentono di procedere alla verifica prestazionale dei principali assi stradali e dei nodi, oltre a consentire la scelta degli interventi ottimali ai fini dello studio.



Figura 10 – Assegnazione del traffico sulla rete

4.3 Applicazione della micro-simulazione al caso di studio

L'applicazione della micro-simulazione al caso di studio è stata articolata nelle seguenti fasi:

- definizione dell'area di studio;
- analisi dei rilievi di traffico;
- codifica del grafo stradale della rete;
- definizione delle zone di origine e destinazione degli spostamenti e costruzione delle matrici O/D;

- definizione dei parametri di simulazione e degli indicatori prestazionali della rete analizzata;
- definizione degli scenari di analisi ed assegnazione del traffico alla rete;
- analisi della rete attuale;
- analisi degli scenari futuri.

Nei paragrafi seguenti vengono espone dettagliatamente tutte le fasi dell'attività svolta.

4.3.1 Definizione dell'area di studio e descrizione dello Stato Attuale delle infrastrutture analizzate

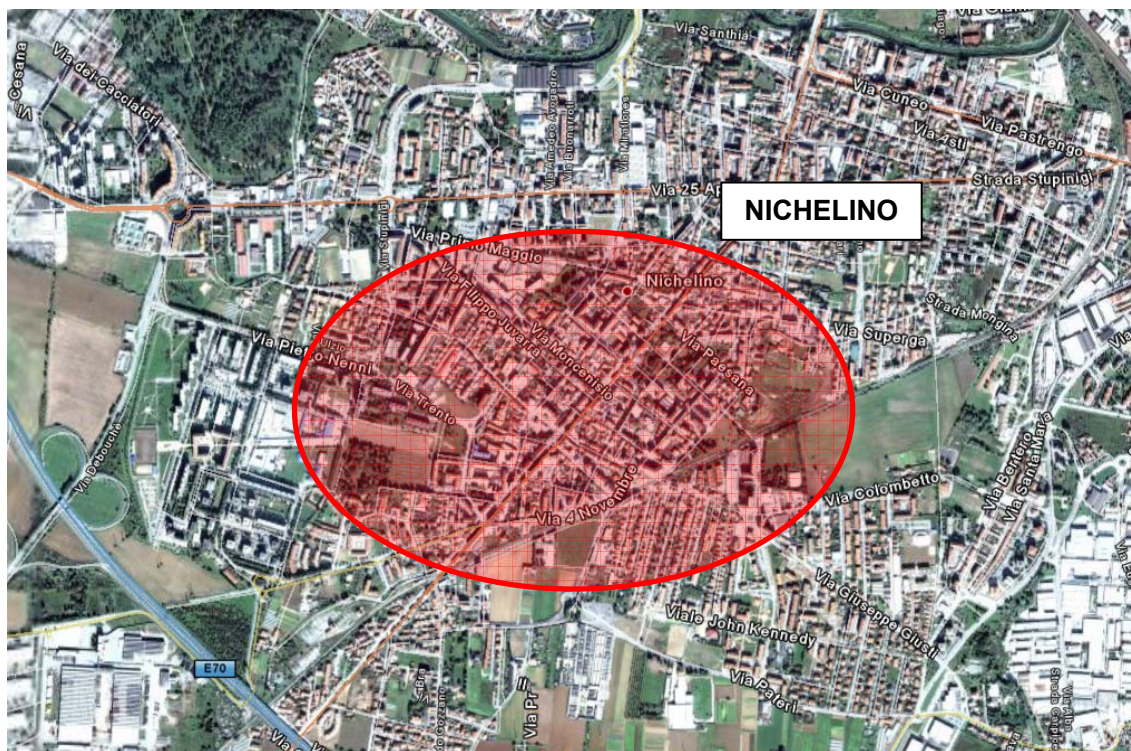


Figura 11 – Localizzazione dell'area di studio

La porzione di territorio analizzata nel presente studio riguarda l'area centrale del Comune di Nichelino comprendente la centrale via Torino e la viabilità principale ad essa connessa.

Nel modello di microsimulazione del traffico sono state implementate le principali arterie e le intersezioni presenti nell'area, ognuna delle quali risulta codificata con i regimi di precedenza rilevati durante i numerosi sopralluoghi.

Si riporta di seguito l'elenco delle vie implementate nel grafo di microsimulazione:

- via Torino nel tratto compreso tra via Giacosa e via XXV Aprile;

- via San Francesco D'Assisi nel tratto compreso tra Piazza Gaspare Basile e via XXV Aprile;
- via Concordia nel tratto compreso tra via Torino e Piazzale Gaspare Basile;
- via Trento nel tratto compreso tra via Torino e via San Matteo;
- via San Matteo nel tratto compreso tra via Trento e via XXV Aprile;
- viale della Solidarietà nel tratto compreso tra via Trento e via Torino;
- via Giuseppe Verdi nel tratto compreso tra via Trento e via Torino;
- via Stupinigi nel tratto compreso tra via Arrigo Boito e via Torino;
- via Filippo Javarra nel tratto compreso tra via Leonardo da Vinci e via Torino;
- via Moncenisio nel tratto compreso tra via Torino e Piazza Carlo Alberto Dalla Chiesa;
- via Susa nel tratto compreso tra via San Matteo e via San Francesco D'Assisi;
- via San Giuseppe nel tratto compreso tra via San Matteo e via Torino;
- via Fabio Filzi nel tratto compreso tra via San Matteo e via Torino;
- via I Maggio nel tratto compreso tra via Amerigo Vespucci e via Torino;
- via Amerigo Vespucci nel tratto compreso tra via I Maggio e via San Francesco D'Assisi;
- via Rocciamelone nel tratto compreso tra via San Francesco e via Torino;
- via IV Novembre nel tratto compreso tra via Torino e via Giuseppe Giusti;
- via Bengasi nel tratto compreso tra via Giuseppe Giusti e Piazza San Quirino;
- via Cagliari nel tratto compreso tra via Superga e via Martiri della Libertà;
- via Sassari nel tratto compreso tra via Po e via Martiri della Libertà;
- via Guglielmo Oberdan nel tratto compreso tra via IV Novembre e via Giuseppe Giusti;
- via Damiano Chiesa nel tratto compreso tra via Giuseppe Giusti e via Superga;
- via Mondovì nel tratto compreso tra via Giacomo Puccini e via Po;
- via Dante di Nanni nel tratto compreso tra via Giuseppe Giusti e via Tancredi Galimerti;
- via degli Alleati nel tratto compreso tra via Superga e via Gioacchino Rossini;
- via Silvio Pellico nel tratto compreso tra via Paesana e via Superga;
- via Cavour nel tratto compreso tra via Torino e via IV Novembre;
- via Massimo D'Azeglio nel tratto compreso tra via Torino e via IV Novembre;
- via Vittorio Veneto nel tratto compreso tra via Torino e via IV Novembre;
- via Giuseppe Giusti nel tratto compreso tra via Torino e via Rimembranza;
- via Nazario Sauro nel tratto compreso tra via Torino e via Bengasi;
- via Armando Diaz nel tratto compreso tra via Torino e via Damiano Chiesa;
- via Enrico Toti nel tratto compreso tra via Torino e via Bengasi;
- via Tancredi Galimerti nel tratto compreso tra via Torino e via Bengasi;

- P11, P12 e P14 ad ovest di via Torino, intersezioni tra via Sauro e via Chiesa e tra via di Nanni e via Toti, e più a nord l'intersezione tra via Martiri della Libertà e via Cagliari;
- con le lettere A, B e B1, C, D ed E sono state indicate le postazioni lungo l'asse di via Torino rispettivamente in prossimità delle intersezioni con via VI Novembre, via Giusti e via Vittorio Veneto (B e B1), via Superga, via I Maggio ed infine con l'importante intersezione tra via Torino, via XXV Aprile e via Martiri della Libertà.

La sessione di rilievo è stata condotta il giorno di giovedì 6 aprile 2006 e sono state analizzate le ore di maggior traffico della mattina (tra le 7.30 e le 8.30) e della sera (tra le 18.00 e le 19.00).



Figura 13 - Localizzazione delle postazioni di rilievo

Nel medesimo giorno, nella fascia mattutina, tra le 7.30 e le 9.30 e serale tra le 17.00 e le 19.00, sono state analizzate alcune sezioni stradali localizzate nei principali punti di ingresso e uscita dalla zona oggetto di studio.

- Sez A localizzata su via XXV Aprile tra le rotatorie che insistono su via Evangelista Torricelli e via Debouché in modo da raccogliere i dati dei veicoli provenienti e diretti verso la tangenziale. In questa sezione sono stati contati oltre 1100 veicoli che si dirigono verso il comune di Nichelino e circa 1000 in direzione opposta verso la tangenziale;
- Sez B: via Martiri della Libertà ad est dell'intersezione con la stessa e via Torino. In questa sezione i flussi risultano essere bilanciati; sono stati, infatti, registrati circa

- 350 veicoli per senso di marcia;
- Sez C: via Torino nei pressi del confine comunale in direzione nord. Anche in questa sezione i flussi nelle due direzioni sono bilanciati e di poco superiori ai 400 veicoli per senso di marcia;
- Sez D: via Torino verso sud, tra via Alba e via Guido Gozzano, sono stati censiti circa 500 veicoli in direzione Nichelino e circa 450 in uscita dal centro abitato;
- Sez E: via Santhià per intercettare i veicoli provenienti e diretti verso l'abitato di Torino. Si sono registrati circa 1350 tra veicoli leggeri e pesanti in direzione sud e 903 in direzione nord.

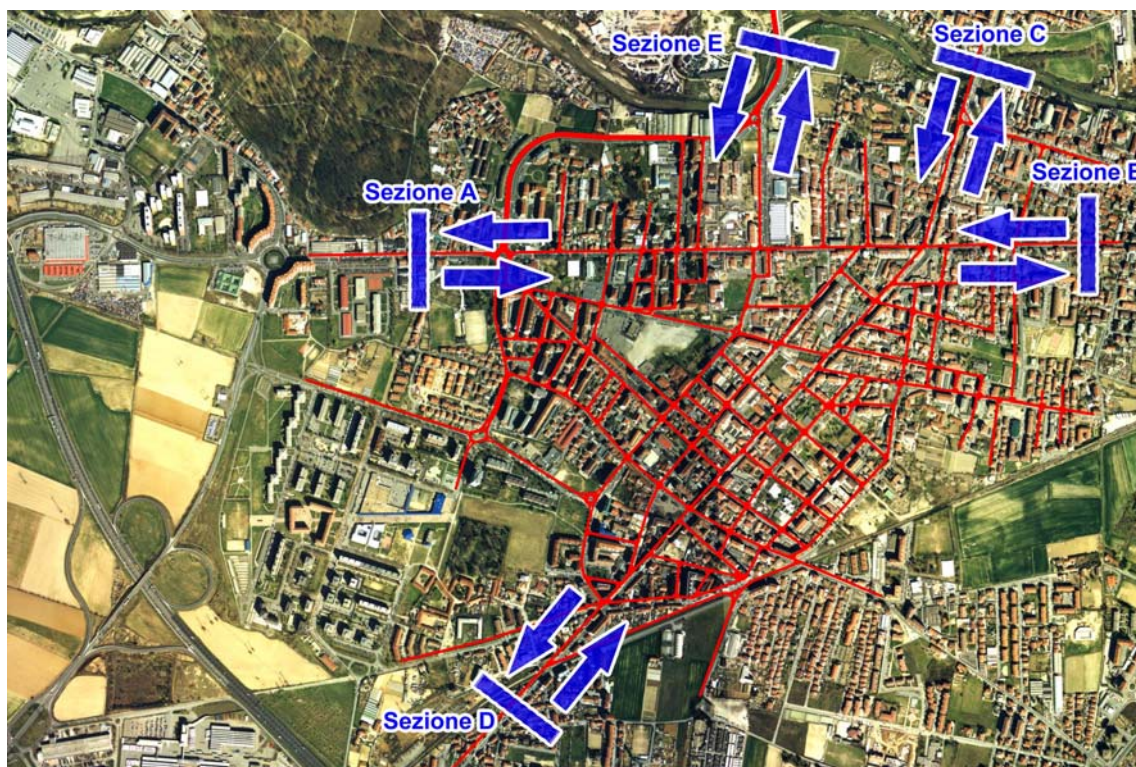


Figura 14 - Localizzazione delle sezioni di rilievo

Dopo aver analizzato tutte le rilevazioni effettuate presso le intersezioni è stata individuata l'ora di punta: i maggiori flussi veicolari sono stati censiti tra le 18.00 e le 19.00; pertanto si è proceduto ad effettuare le verifiche prendendo tali flussi come valori di riferimento.

I flussi censiti sono stati ripartiti secondo due tipologie di veicoli: leggeri e pesanti. Per lo svolgimento delle indagini ci si è avvalsi di apposite schede per il riepilogo dei conteggi effettuati; al fine di procedere al calcolo del fattore dell'ora di punta, i rilevamenti sono stati riferiti al quarto d'ora.

Nella classificazione dei veicoli sono stati considerati come appartenenti alla categoria "pesanti" tutti i veicoli commerciali aventi peso totale a terra superiore a 35 quintali.

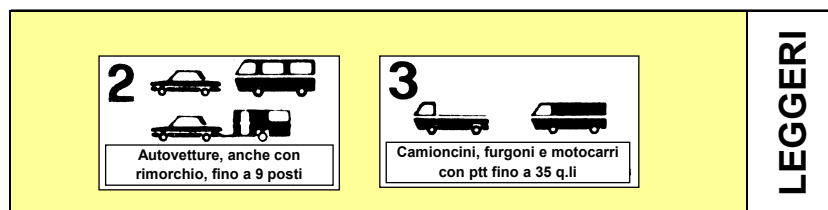


Figura 15 - Autoveicoli appartenenti alla categoria "leggeri"

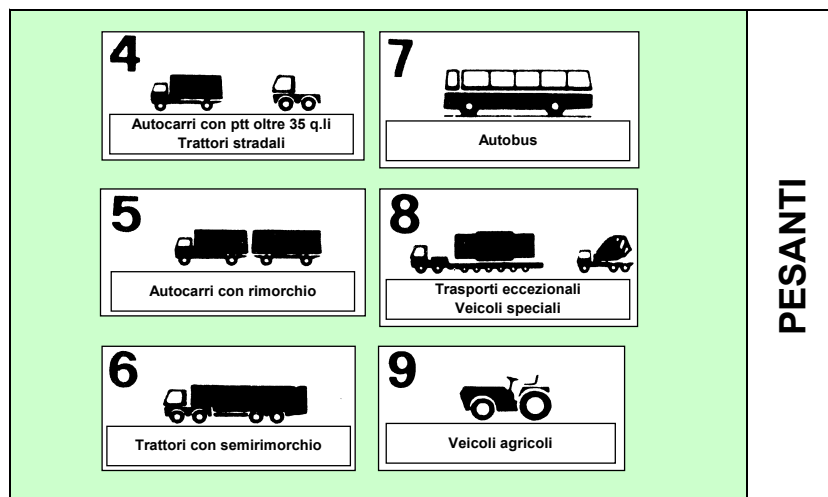


Figura 16 - Autoveicoli appartenenti alla categoria "pesanti"

4.4.1 Manovre censite presso le intersezioni

Nelle tabelle seguenti sono riportati, per ciascuna postazione di rilievo, i valori di traffico per ogni manovra di svolta, disaggregati per quarto d'ora e per classe veicolare.

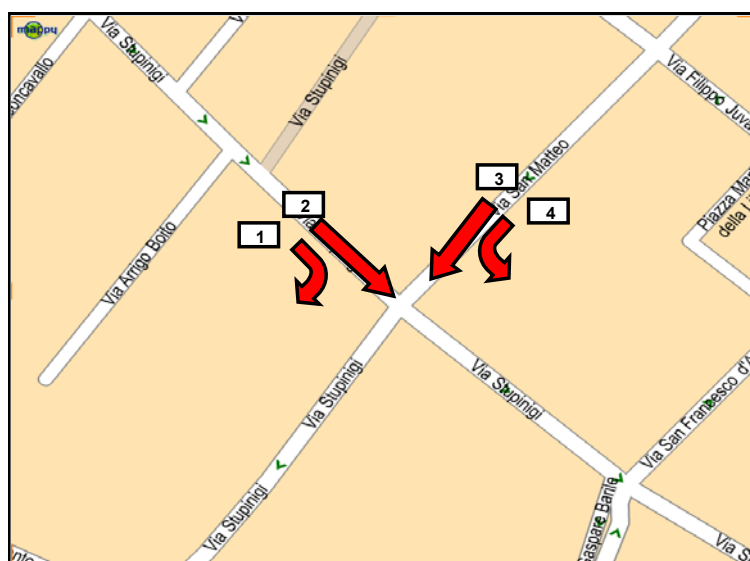


Figura 17 - Postazione 1

Tabella 1 – Flussi rilevati presso la postazione 1

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	16	0	65	6	82	1	18	1
7,45	8,00	17	0	53	1	73	2	23	0
8,00	8,15	31	0	83	1	91	2	32	0
8,15	8,30	20	0	80	4	53	0	26	0
TOT		84	0	281	12	299	5	99	1
18,00	18,15	54	0	80	1	127	1	28	0
18,15	18,30	47	0	75	1	96	1	20	0
18,30	18,45	40	0	70	1	104	1	15	0
18,45	19,00	39	0	60	1	100	0	20	0
TOT		180	0	285	4	427	3	83	0

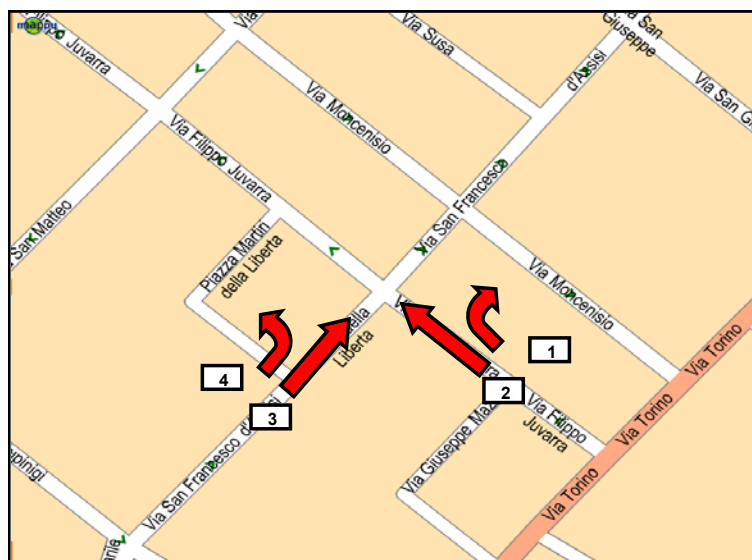


Figura 18 - Postazione 2

Tabella 2 – Flussi rilevati presso la postazione 2

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	7	0	22	1	57	4	22	6
7,45	8,00	6	1	52	0	80	4	51	6
8,00	8,15	12	0	33	0	97	1	57	3
8,15	8,30	5	0	28	0	102	2	53	1
TOT		30	1	135	1	336	11	183	16
18,00	18,15	6	0	31	0	77	0	67	0
18,15	18,30	10	0	45	0	126	0	65	1
18,30	18,45	15	0	34	0	76	0	57	1
18,45	19,00	6	0	45	1	116	0	84	1
TOT		37	0	155	1	395	0	273	3

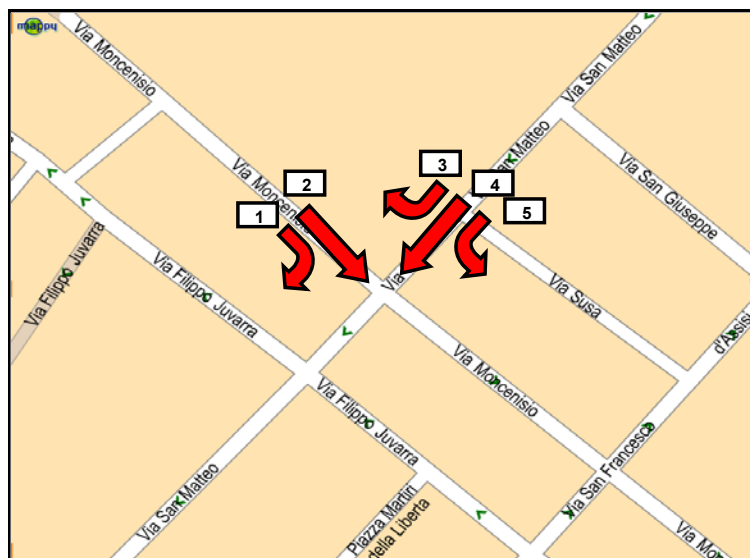


Figura 19 - Postazione 3

Tabella 3 – Flussi rilevati presso la postazione 3

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4		manovra 5	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	4	0	5	0	0	1	63	6	6	0
7,45	8,00	6	2	1	1	0	1	72	7	11	1
8,00	8,15	0	0	4	0	0	0	98	4	25	0
8,15	8,30	12	0	12	1	0	0	74	4	12	0
TOT		22	2	22	2	0	2	307	21	54	1
18,00	18,15	10	0	9	0	0	0	122	8	21	0
18,15	18,30	10	2	8	1	0	0	121	6	16	0
18,30	18,45	9	0	10	0	0	0	108	6	16	0
18,45	19,00	12	0	21	0	0	0	109	5	13	1
TOT		41	2	48	1	0	0	460	25	66	1

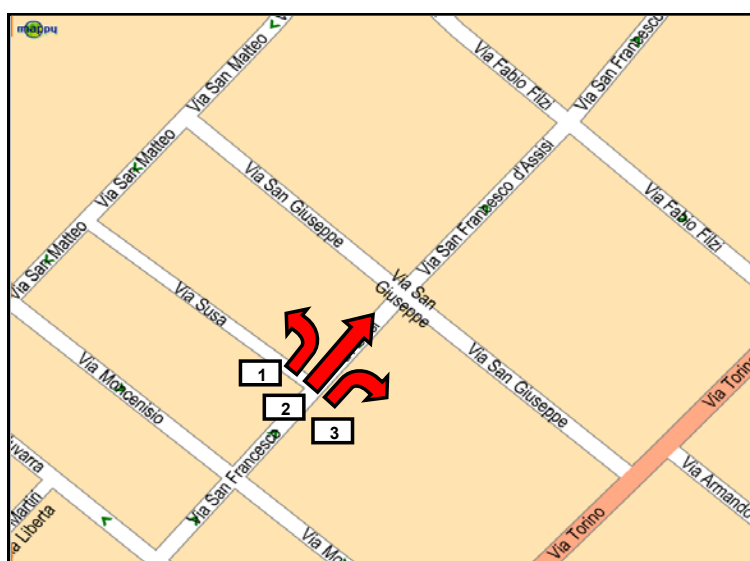


Figura 20 - Postazione 4

Tabella 5 – Flussi rilevati presso la postazione 4

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	14	0	7	0	12	0	5	0
7,45	8,00	17	0	23	0	8	0	4	0
8,00	8,15	13	0	23	0	13	0	1	0
8,15	8,30	8	0	18	0	20	0	11	0
TOT		52	0	71	0	53	0	21	0
18,00	18,15	16	0	12	0	23	0	5	0
18,15	18,30	11	0	12	0	26	0	8	0
18,30	18,45	20	0	14	0	20	0	9	0
18,45	19,00	19	0	18	0	32	0	4	0
TOT		66	0	56	0	101	0	26	0



Tabella 5 – Flussi rilevati presso la postazione 4

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	14	0	7	0	12	0	5	0
7,45	8,00	17	0	23	0	8	0	4	0
8,00	8,15	13	0	23	0	13	0	1	0
8,15	8,30	8	0	18	0	20	0	11	0
TOT		52	0	71	0	53	0	21	0
18,00	18,15	16	0	12	0	23	0	5	0
18,15	18,30	11	0	12	0	26	0	8	0
18,30	18,45	20	0	14	0	20	0	9	0
18,45	19,00	19	0	18	0	32	0	4	0
TOT		66	0	56	0	101	0	26	0



Figura 22 - Postazione 5

Tabella 6 – Flussi rilevati presso la postazione 5

		manovra 1		manovra 2		manovra 3	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	24	0	29	0	21	1
7,45	8,00	14	0	35	0	16	1
8,00	8,15	19	0	30	1	24	0
8,15	8,30	29	1	57	0	36	0
TOT		86	1	151	1	97	2
18,00	18,15	23	0	57	0	36	0
18,15	18,30	28	0	43	0	30	0
18,30	18,45	19	0	52	0	27	0
18,45	19,00	30	1	65	0	12	0
TOT		100	1	217	0	105	0

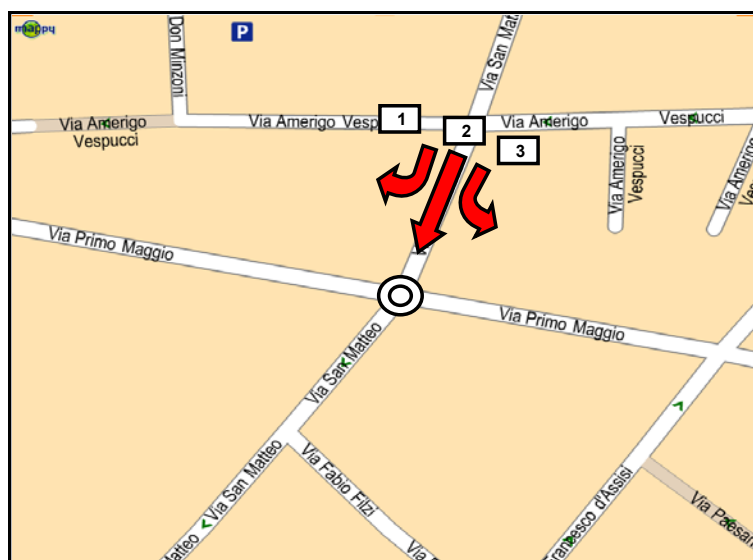


Figura 23 - Postazione 5

Tabella 7 – Flussi rilevati presso la postazione 5

		manovra 1		manovra 2		manovra 3	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	11	1	81	3	17	0
7,45	8,00	9	2	91	1	12	1
8,00	8,15	17	1	96	4	11	0
8,15	8,30	10	1	81	1	21	0
TOT		47	5	349	9	61	1
18,00	18,15	24	0	143	1	38	0
18,15	18,30	18	1	165	2	24	0
18,30	18,45	17	0	142	1	34	0
18,45	19,00	18	0	123	0	34	0
TOT		77	1	573	4	130	0

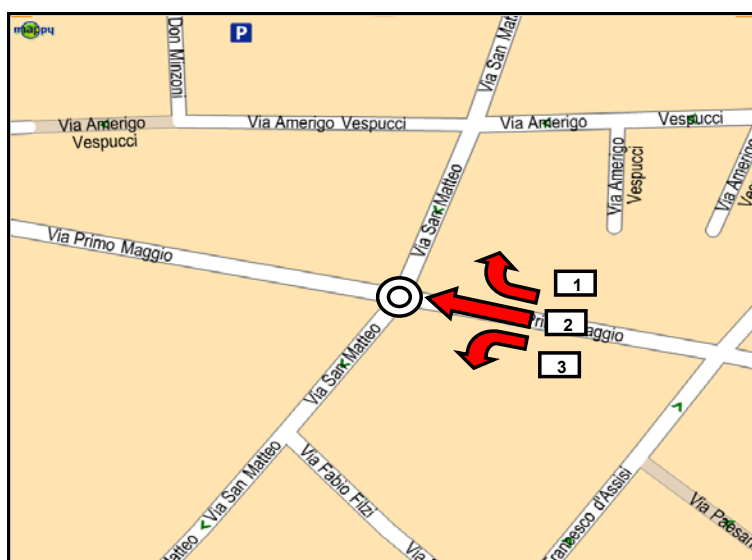


Figura 24 - Postazione 5

Tabella 8 – Flussi rilevati presso la postazione 5

		manovra 1		manovra 2		manovra 3	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	120	2	41	3	6	0
7,45	8,00	124	3	74	2	7	2
8,00	8,15	118	0	53	1	20	0
8,15	8,30	89	0	54	4	7	0
TOT		451	5	222	10	40	2
18,00	18,15	66	0	76	0	12	0
18,15	18,30	77	0	73	0	7	0
18,30	18,45	31	0	36	0	9	0
18,45	19,00	49	0	66	0	13	0
TOT		223	0	251	0	41	0

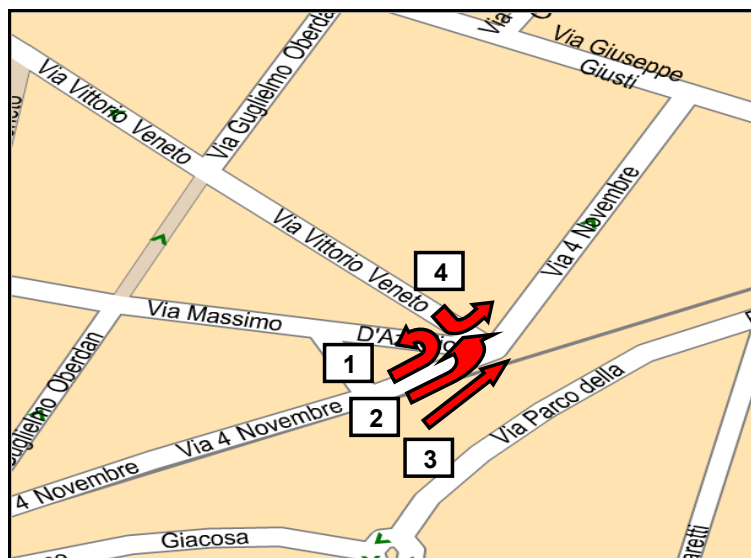


Figura 25 - Postazione 7

Tabella 9 – Flussi rilevati presso la postazione 7

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	0	0	8	1	26	1	4	0
7,45	8,00	0	0	5	0	26	0	1	0
8,00	8,15	1	0	7	1	22	1	3	0
8,15	8,30	0	0	8	0	23	0	1	0
TOT		1	0	28	2	97	2	9	0
18,00	18,15	1	0	14	0	36	0	5	0
18,15	18,30	1	0	13	0	27	0	3	0
18,30	18,45	0	0	13	0	23	0	1	0
18,45	19,00	1	0	8	0	28	0	2	0
TOT		3	0	48	0	114	0	11	0

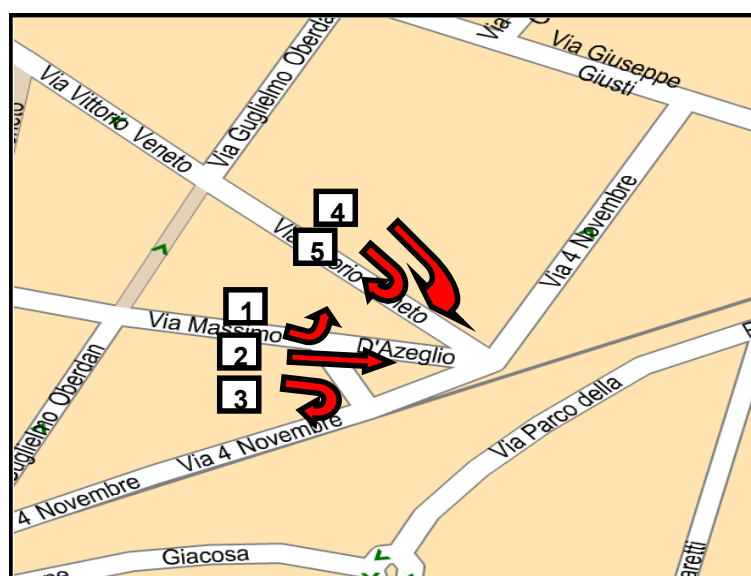


Figura 26 - Postazione 7

Tabella 10 – Flussi rilevati presso la postazione 7

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4		manovra 5	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	0	0	7	0	3	0	2	1	3	1
7,45	8,00	6	1	8	0	1	1	0	0	6	0
8,00	8,15	5	0	7	0	1	0	3	0	11	1
8,15	8,30	3	0	4	0	1	0	5	0	7	0
TOT		14	1	26	0	6	1	10	1	27	2
18,00	18,15	3	0	8	0	6	1	3	0	8	0
18,15	18,30	2	0	9	0	1	0	5	0	15	0
18,30	18,45	6	0	4	0	3	0	2	0	7	0
18,45	19,00	3	0	7	0	0	0	5	0	8	0
TOT		14	0	28	0	10	1	15	0	38	0

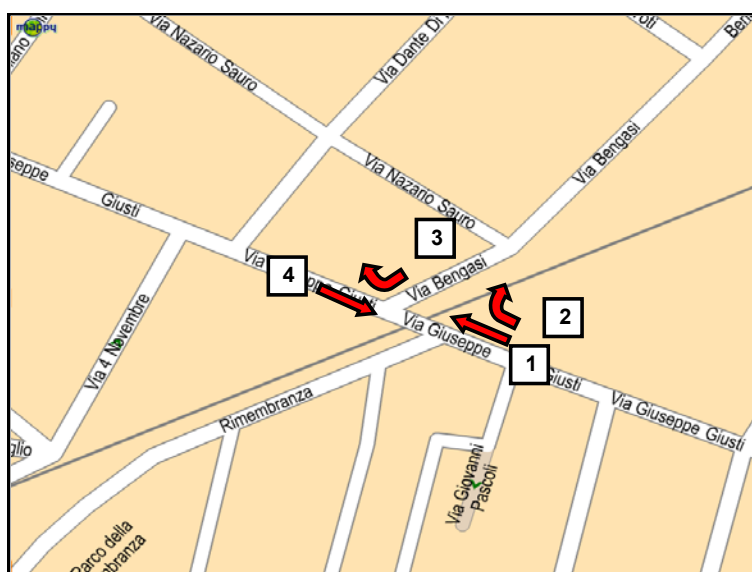


Figura 27 - Postazione 8

Tabella 11 – Flussi rilevati presso la postazione 8

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	106	5	48	2	10	1	124	3
7,45	8,00	87	2	47	0	13	1	123	5
8,00	8,15	71	3	53	3	9	0	107	2
8,15	8,30	78	3	59	1	16	1	88	6
TOT		342	13	207	6	48	3	442	16
18,00	18,15	49	2	32	0	12	0	74	3
18,15	18,30	52	3	35	1	9	0	78	3
18,30	18,45	77	5	48	3	15	0	115	5
18,45	19,00	90	3	59	1	18	0	135	6
TOT		268	13	174	5	54	0	402	17

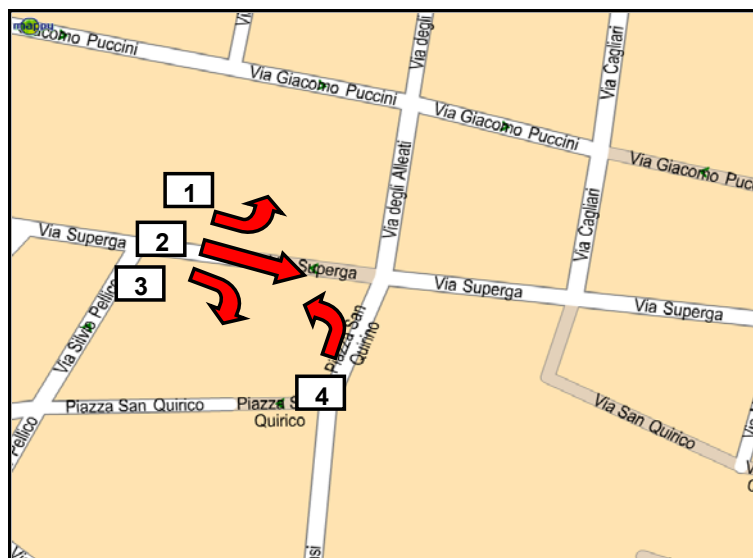


Figura 28 - Postazione 9

Tabella 12 – Flussi rilevati presso la postazione 9

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	0	0	39	3	2	0	7	0
7,45	8,00	3	0	53	2	1	2	11	2
8,00	8,15	0	0	51	1	1	0	12	2
8,15	8,30	1	0	48	1	5	1	11	1
TOT		4	0	191	7	9	3	41	5
18,00	18,15	2	0	32	0	6	0	3	0
18,15	18,30	2	0	39	4	5	0	4	0
18,30	18,45	1	0	42	0	10	0	2	0
18,45	19,00	0	0	37	0	2	0	7	0
TOT		5	0	150	4	23	0	16	0

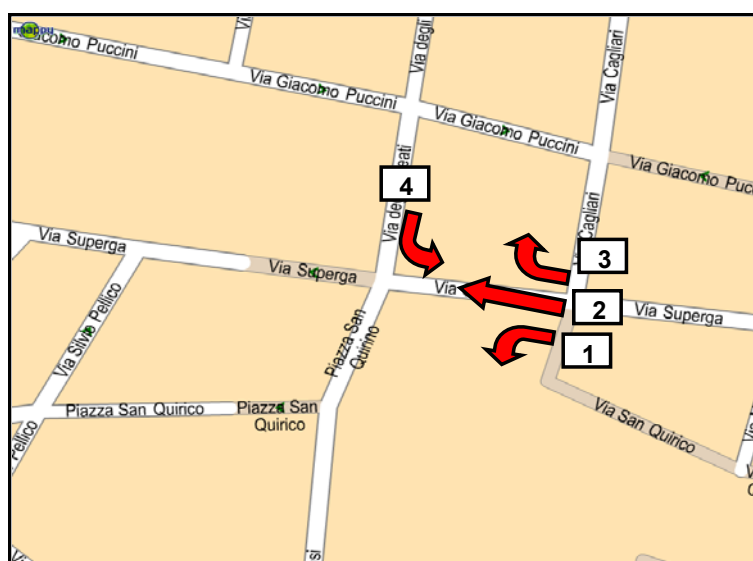


Figura 29 - Postazione 9

Tabella 13 – Flussi rilevati presso la postazione 9

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	22	0	52	1	1	0	1	0
7,45	8,00	42	0	57	3	2	0	2	1
8,00	8,15	36	1	61	2	0	0	3	1
8,15	8,30	37	2	60	2	5	0	2	1
TOT		137	3	230	8	8	0	8	3
18,00	18,15	53	0	48	0	1	0	1	0
18,15	18,30	49	1	45	1	1	0	2	0
18,30	18,45	59	0	35	0	1	0	5	0
18,45	19,00	90	1	52	1	5	1	0	0
TOT		251	2	180	2	8	1	8	0

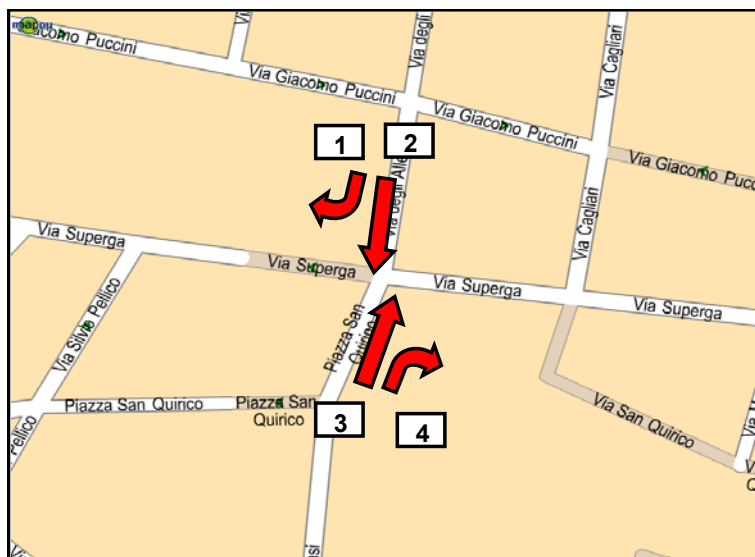


Figura 30 - Postazione 9

Tabella 14 – Flussi rilevati presso la postazione 9

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	0	0	6	0	8	0	46	1
7,45	8,00	2	1	9	0	14	1	45	2
8,00	8,15	2	0	2	0	16	0	40	2
8,15	8,30	2	0	2	0	21	0	47	2
TOT		6	1	19	0	59	1	178	7
18,00	18,15	7	0	7	0	7	0	35	2
18,15	18,30	5	0	4	0	11	0	52	1
18,30	18,45	3	0	8	0	5	0	52	2
18,45	19,00	2	0	13	0	17	0	25	1
TOT		17	0	32	0	40	0	164	6

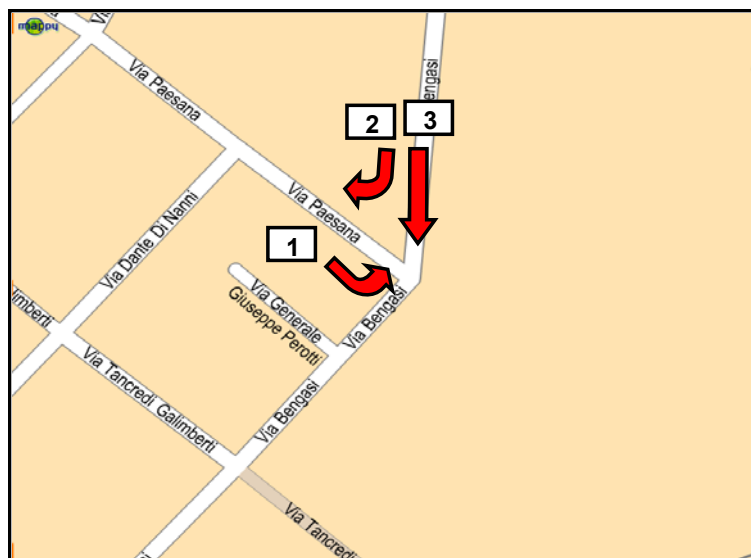


Figura 31 - Postazione 10

Tabella 15 – Flussi rilevati presso la postazione 10

		manovra 1		manovra 2		manovra 3	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	4	1	28	1	85	1
7,45	8,00	7	4	15	2	123	6
8,00	8,15	4	2	13	0	112	3
8,15	8,30	4	0	16	1	98	6
TOT		19	7	72	4	418	16
18,00	18,15	9	0	16	0	115	3
18,15	18,30	10	0	10	1	96	1
18,30	18,45	2	0	9	0	133	4
18,45	19,00	8	0	25	0	134	1
TOT		29	0	60	1	478	9

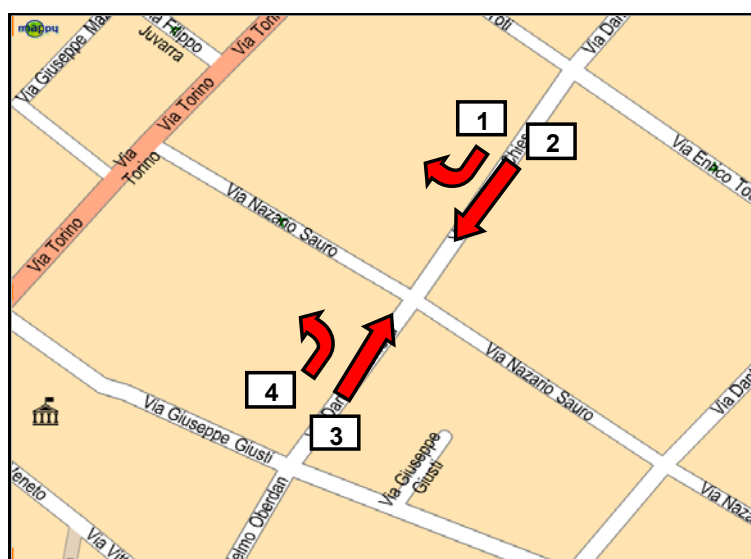


Figura 32 - Postazione 11

Tabella 16 – Flussi rilevati presso la postazione 11

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	3	0	13	0	15	5	22	0
7,45	8,00	3	0	17	3	16	0	26	0
8,00	8,15	2	0	7	2	15	1	27	0
8,15	8,30	1	1	13	1	20	0	22	0
TOT		9	1	50	6	66	6	97	0
18,00	18,15	10	0	35	0	15	0	14	0
18,15	18,30	9	0	45	0	16	0	11	0
18,30	18,45	5	0	19	0	12	0	13	0
18,45	19,00	6	0	38	0	16	0	6	0
TOT		30	0	137	0	59	0	44	0

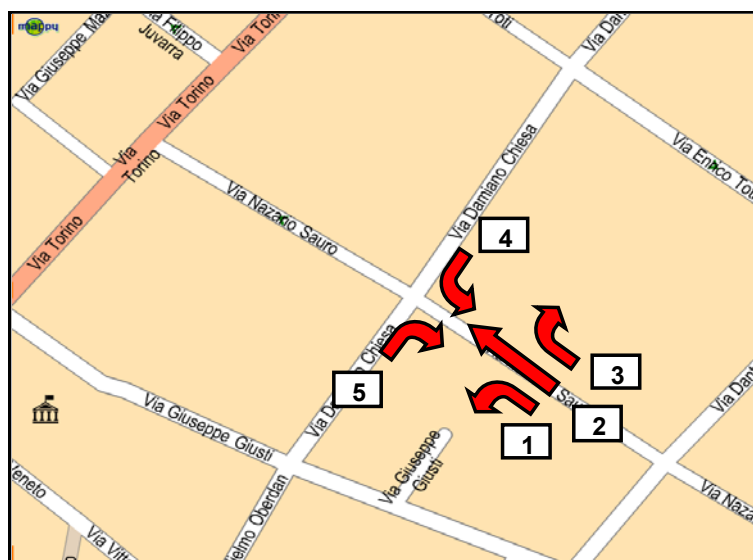


Figura 33 - Postazione 11

Tabella 17 – Flussi rilevati presso la postazione 11

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4		manovra 5	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	3	1	7	0	4	0	1	0	2	0
7,45	8,00	2	1	21	0	1	0	0	1	1	0
8,00	8,15	2	0	12	1	1	0	2	0	1	0
8,15	8,30	1	0	6	0	4	0	1	1	0	0
TOT		8	2	46	1	10	0	4	2	4	0
18,00	18,15	3	0	21	0	9	0	5	0	3	0
18,15	18,30	4	0	26	0	8	0	4	0	6	0
18,30	18,45	3	0	28	0	2	0	2	0	3	0
18,45	19,00	5	0	34	0	7	0	7	0	7	0
TOT		15	0	109	0	26	0	18	0	19	0

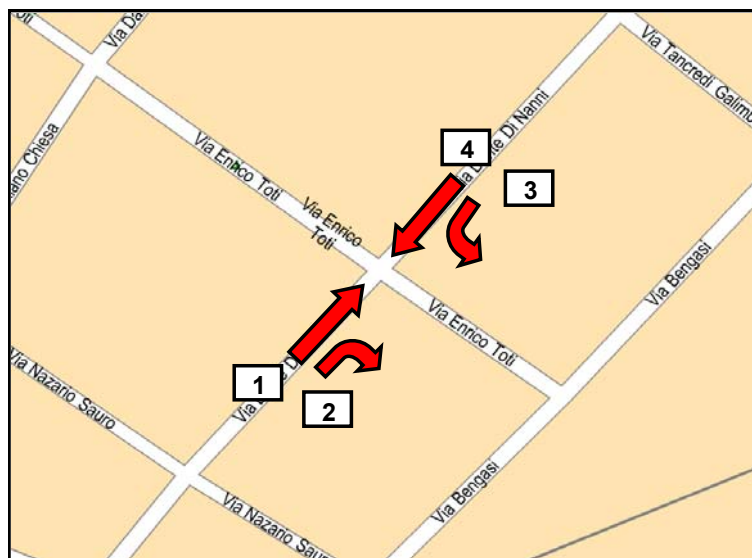


Figura 34 - Postazione 12

Tabella 18 – Flussi rilevati presso la postazione 12

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	12	0	2	0	0	0	8	0
7,45	8,00	5	0	3	0	0	0	18	0
8,00	8,15	9	0	2	0	1	0	11	0
8,15	8,30	7	1	3	0	2	0	7	0
TOT		33	1	10	0	3	0	44	0
18,00	18,15	12	0	3	0	2	0	13	0
18,15	18,30	15	0	2	0	4	0	10	0
18,30	18,45	8	0	5	0	2	0	12	0
18,45	19,00	4	0	2	0	4	0	14	0
TOT		39	0	12	0	12	0	49	0

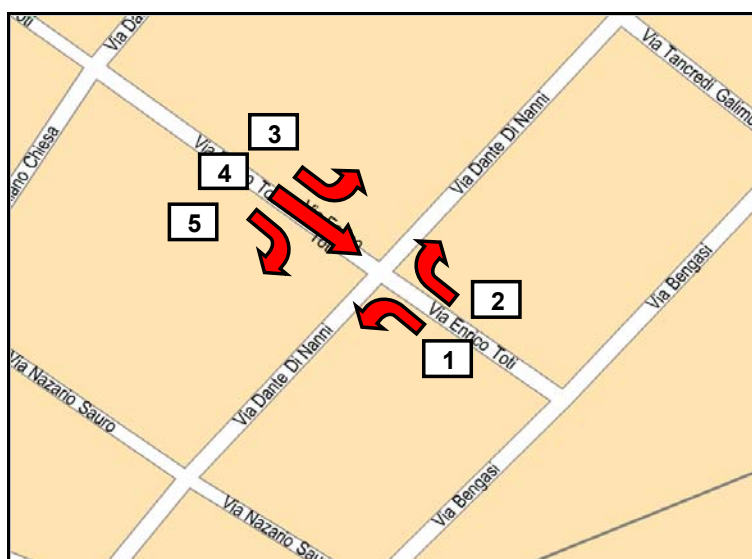


Figura 35 - Postazione 12

Tabella 19 – Flussi rilevati presso la postazione 12

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4		manovra 5	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	6	0	6	0	0	0	12	0	0	0
7,45	8,00	7	0	0	0	5	1	6	1	6	0
8,00	8,15	1	0	0	0	8	0	8	0	5	0
8,15	8,30	1	0	3	0	1	0	0	0	2	0
TOT		15	0	9	0	14	1	26	1	13	0
18,00	18,15	9	1	3	0	0	0	5	0	0	0
18,15	18,30	7	0	3	0	0	0	2	0	0	0
18,30	18,45	6	0	2	0	0	0	6	0	1	0
18,45	19,00	9	0	1	0	1	0	4	0	1	0
TOT		31	1	9	0	1	0	17	0	2	0

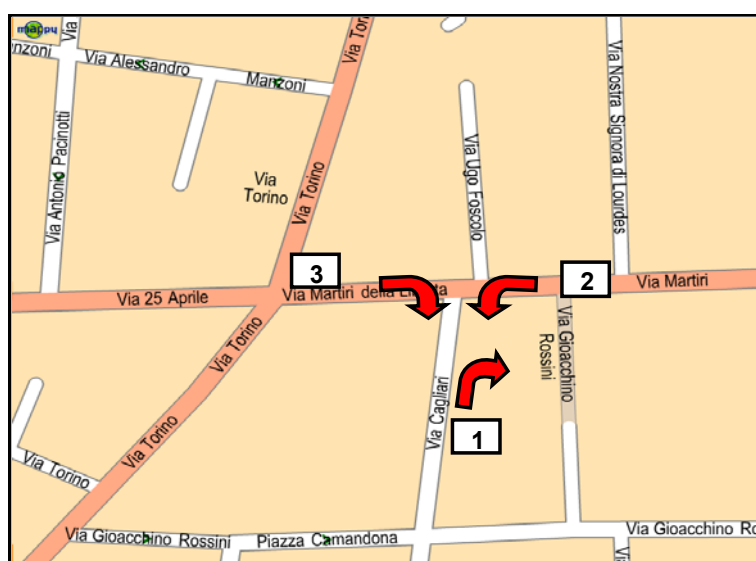


Figura 36 - Postazione 13

Tabella 20 – Flussi rilevati presso la postazione 13

		manovra 1		manovra 2		manovra 3	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	10	0	11	0	6	1
7,45	8,00	16	1	15	0	10	0
8,00	8,15	18	0	26	0	17	0
8,15	8,30	16	0	14	0	6	0
TOT		60	1	66	0	39	1
18,00	18,15	24	1	20	0	15	0
18,15	18,30	8	1	28	0	18	0
18,30	18,45	21	0	16	0	16	0
18,45	19,00	19	0	10	0	17	0
TOT		72	2	74	0	66	0

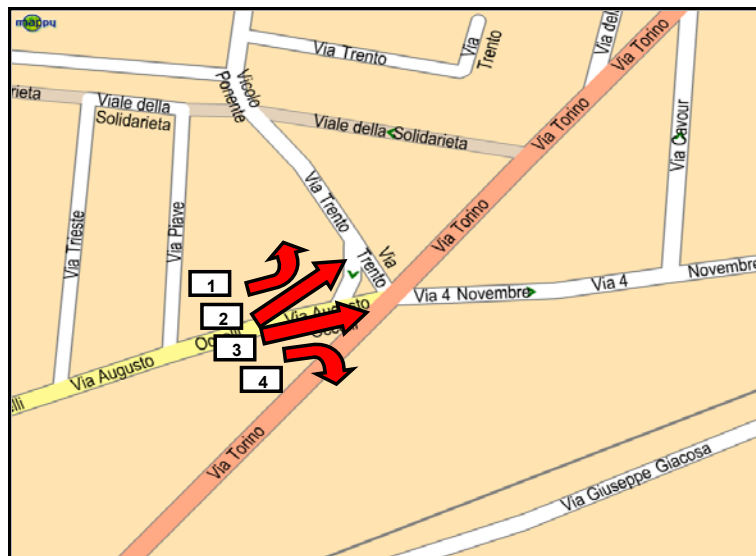


Figura 37 - Postazione A

Tabella 21 – Flussi rilevati presso la postazione A

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	1	0	20	4	6	0	1	0
7,45	8,00	1	0	34	3	13	0	2	0
8,00	8,15	3	0	33	3	15	0	3	0
8,15	8,30	5	0	26	3	0	15	4	0
TOT		10	0	113	13	34	15	10	0
18,00	18,15	4	0	40	3	24	0	3	0
18,15	18,30	1	0	32	2	15	0	3	0
18,30	18,45	3	0	31	2	23	0	3	0
18,45	19,00	2	0	43	2	23	0	2	0
TOT		10	0	146	9	85	0	11	0

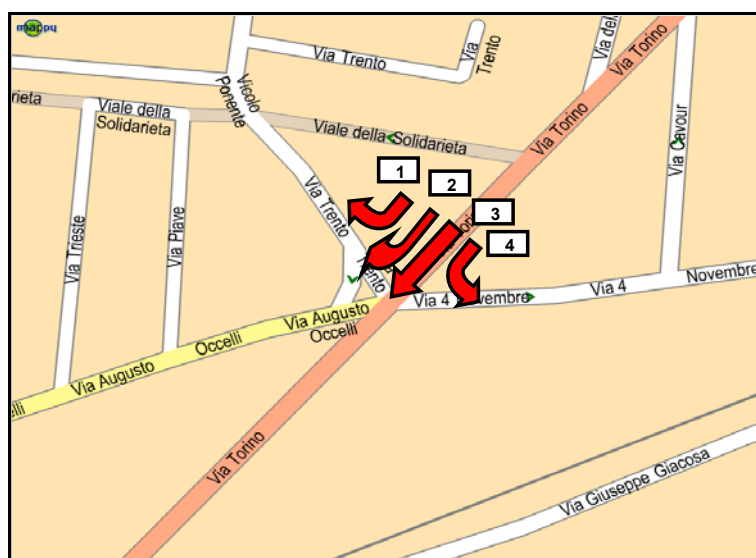


Figura 38 – Postazione A

Tabella 22 – Flussi rilevati presso la postazione A

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	4	4	11	1	41	3	0	0
7,45	8,00	13	4	40	1	62	3	1	0
8,00	8,15	17	4	33	1	59	5	2	0
8,15	8,30	28	6	15	0	57	2	1	1
TOT		62	18	99	3	219	13	4	1
18,00	18,15	20	1	24	0	56	1	10	0
18,15	18,30	28	3	31	1	57	1	6	1
18,30	18,45	37	2	10	0	46	0	1	0
18,45	19,00	19	5	22	0	74	2	6	0
TOT		104	11	87	1	233	4	23	1

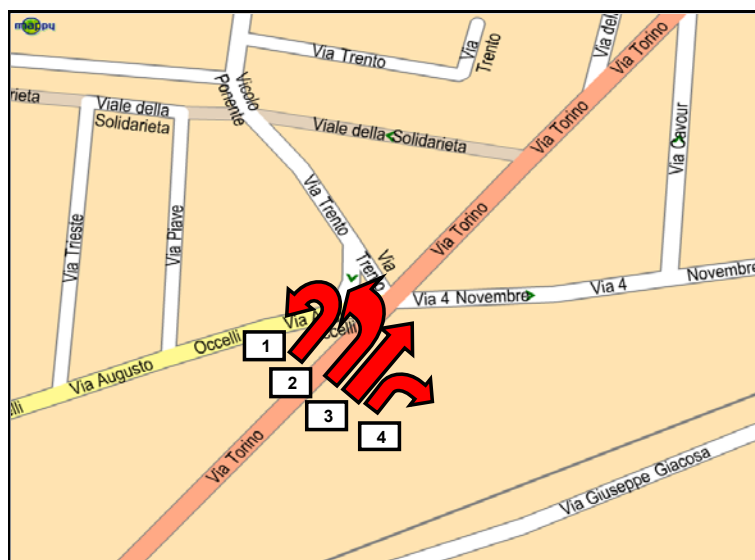


Figura 39 – Postazione A

Tabella 23 – Flussi rilevati presso la postazione A

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	0	0	10	0	36	1	1	0
7,45	8,00	13	0	34	0	91	1	5	0
8,00	8,15	15	0	20	0	83	2	7	0
8,15	8,30	10	0	24	0	107	1	14	0
TOT		38	0	88	0	317	5	27	0
18,00	18,15	14	0	34	0	83	2	13	0
18,15	18,30	18	0	36	0	87	2	15	0
18,30	18,45	9	0	9	1	84	2	11	0
18,45	19,00	17	0	25	0	121	3	10	0
TOT		58	0	104	1	375	9	49	0

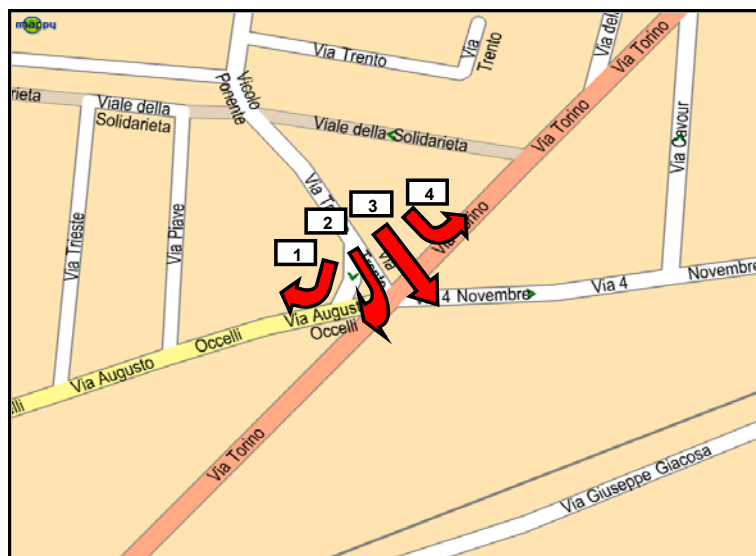


Figura 40 - Postazione A

Tabella 24 – Flussi rilevati presso la postazione A

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	6	0	42	0	11	0	2	0
7,45	8,00	14	0	62	1	7	0	5	3
8,00	8,15	14	0	36	0	12	0	14	2
8,15	8,30	9	0	30	1	8	0	13	3
TOT		43	0	170	2	38	0	34	8
18,00	18,15	17	0	50	0	29	0	15	2
18,15	18,30	5	0	44	0	27	0	27	2
18,30	18,45	19	0	24	0	20	0	25	2
18,45	19,00	18	0	32	0	24	0	18	2
TOT		59	0	150	0	100	0	85	8

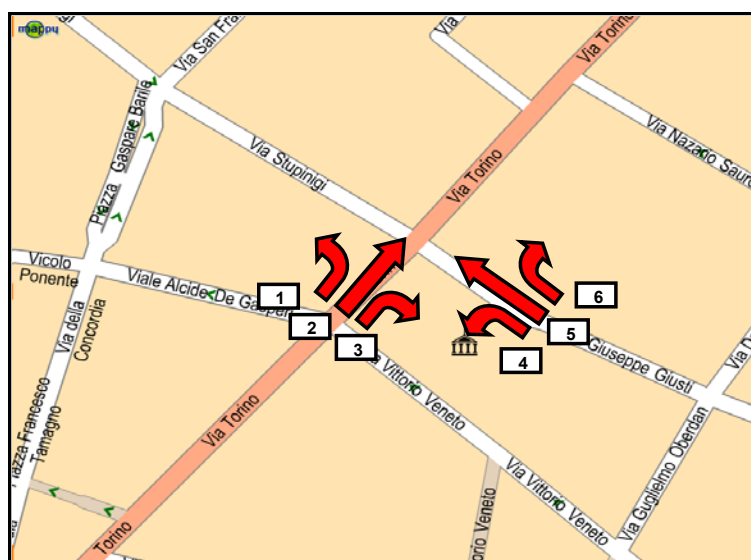


Figura 41 - Postazione B

Tabella 25 – Flussi rilevati presso la postazione B

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4		manovra 5		manovra 6	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	0	0	43	7	8	1	12	0	27	1	10	1
7,45	8,00	7	0	45	3	6	1	15	1	30	2	8	0
8,00	8,15	3	0	79	6	9	2	15	0	35	0	17	0
8,15	8,30	2	0	86	5	14	0	13	0	39	2	12	0
TOT		12	0	253	21	37	4	55	1	131	5	47	1
18,00	18,15	6	0	98	4	16	1	21	0	23	1	14	0
18,15	18,30	8	0	113	4	6	0	16	0	42	1	17	1
18,30	18,45	8	0	60	2	20	0	13	0	13	0	15	0
18,45	19,00	6	0	90	4	19	0	21	0	22	1	12	0
TOT		28	0	361	14	61	1	71	0	100	3	58	1

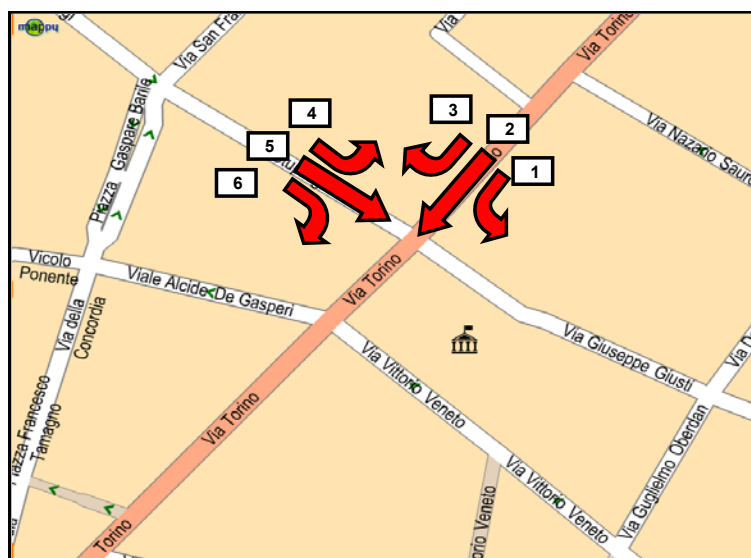


Figura 42 - Postazione B

Tabella 26 – Flussi rilevati presso la postazione B

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4		manovra 5		manovra 6	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	18	1	38	5	6	0	4	0	56	0	16	3
7,45	8,00	22	0	79	7	4	0	10	0	68	1	15	3
8,00	8,15	21	0	60	5	4	1	16	0	39	1	13	1
8,15	8,30	18	0	50	6	6	0	23	0	50	2	7	3
TOT		79	1	227	23	20	1	53	0	213	4	51	10
18,00	18,15	30	0	76	4	9	0	14	0	79	1	25	2
18,15	18,30	17	0	77	1	9	0	20	0	65	1	20	2
18,30	18,45	14	0	50	2	9	0	23	0	32	0	16	2
18,45	19,00	36	0	76	5	4	0	20	1	63	1	16	2
TOT		97	0	279	12	31	0	77	1	239	3	77	8

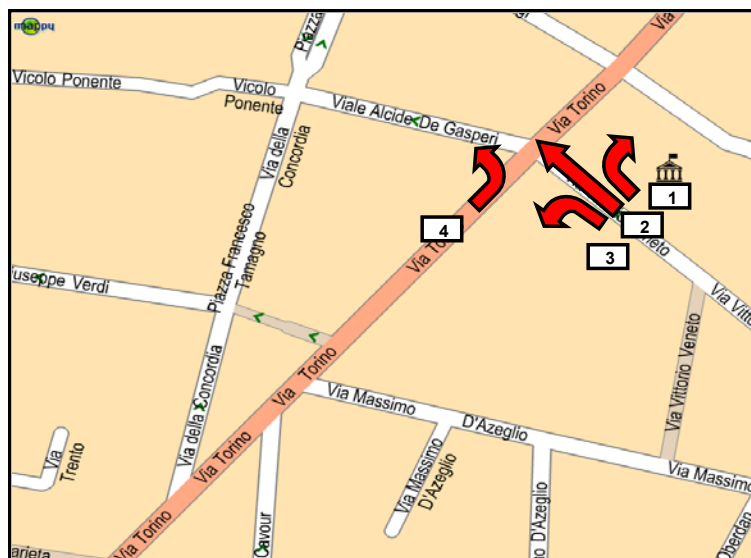


Figura 43 - Postazione B

Tabella 27 – Flussi rilevati presso la postazione B

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	1	0	1	0	5	0	0	0
7,45	8,00	3	0	5	0	22	0	1	0
8,00	8,15	1	0	7	0	21	0	1	0
8,15	8,30	5	0	6	0	13	0	2	0
TOT		10	0	19	0	61	0	4	0
18,00	18,15	6	0	3	0	32	0	0	0
18,15	18,30	1	0	5	0	44	0	1	0
18,30	18,45	9	0	1	0	13	0	2	0
18,45	19,00	2	0	1	0	26	0	2	0
TOT		18	0	10	0	115	0	5	0

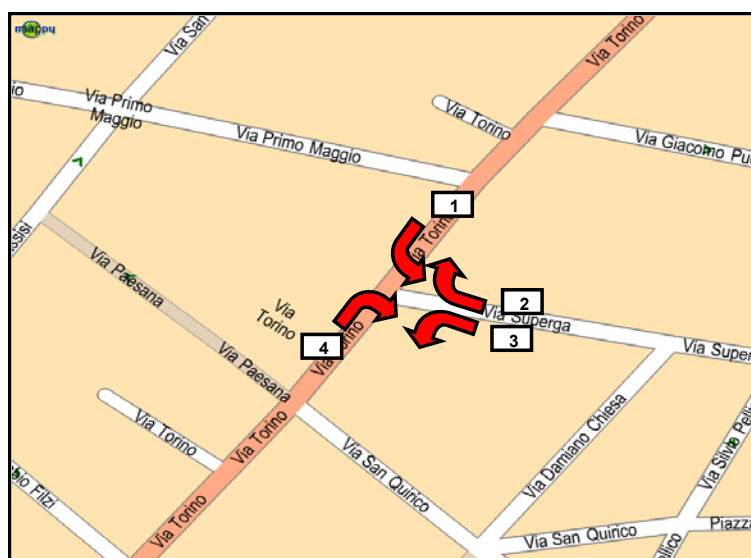


Figura 44 - Postazione C

Tabella 28 – Flussi rilevati presso la postazione C

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	15	0	40	0	8	0	11	1
7,45	8,00	32	0	65	0	21	0	14	0
8,00	8,15	35	0	51	1	15	1	17	2
8,15	8,30	44	1	52	1	16	0	21	2
TOT		126	1	208	2	60	1	63	5
18,00	18,15	41	1	29	0	11	1	29	0
18,15	18,30	33	1	25	0	7	0	20	1
18,30	18,45	42	0	26	0	5	0	13	1
18,45	19,00	29	0	28	0	10	0	8	1
TOT		145	2	108	0	33	1	70	3



Figura 45 - Postazione D

Tabella 29 – Flussi rilevati presso la postazione D

		manovra 1		manovra 2		manovra 3	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	116	0	38	12	14	1
7,45	8,00	94	17	75	6	17	2
8,00	8,15	88	0	76	6	31	0
8,15	8,30	88	4	80	5	38	0
TOT		386	21	269	29	100	3
18,00	18,15	68	4	52	6	40	1
18,15	18,30	60	1	44	0	42	0
18,30	18,45	52	7	45	1	69	0
18,45	19,00	88	1	48	3	56	1
TOT		268	13	189	10	207	2



Figura 46 - Postazione D

Tabella 30 – Flussi rilevati presso la postazione D

		manovra 1		manovra 2		manovra 3	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	15	0	83	8	9	0
7,45	8,00	19	0	73	11	7	0
8,00	8,15	18	0	77	7	10	0
8,15	8,30	12	0	83	6	7	0
TOT		64	0	316	32	33	0
18,00	18,15	17	0	98	6	15	0
18,15	18,30	12	0	107	5	18	1
18,30	18,45	10	0	99	4	20	0
18,45	19,00	16	0	101	4	16	0
TOT		55	0	405	19	69	1

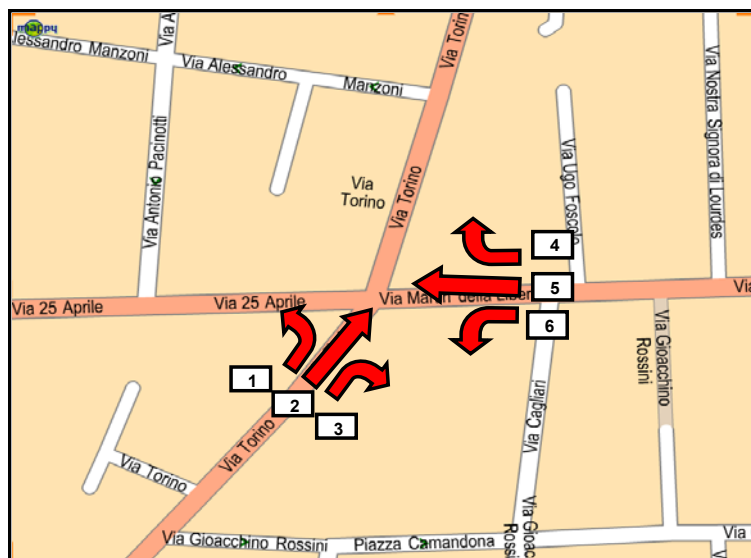


Figura 47 - Postazione E

Tabella 31 – Flussi rilevati presso la postazione E

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4		manovra 5		manovra 6	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	18	2	69	8	8	0	7	0	49	1	8	0
7,45	8,00	15	2	73	0	9	0	9	0	51	2	15	1
8,00	8,15	11	6	69	4	8	0	7	0	33	4	7	2
8,15	8,30	22	1	70	6	9	0	16	2	47	5	16	1
TOT		66	11	281	18	34	0	39	2	180	12	46	4
8,30	8,45	21	3	72	7	24	0	18	0	56	3	10	2
8,45	9,00	8	0	66	8	8	0	16	0	57	4	9	1
9,00	9,15	8	0	78	4	15	0	8	0	42	4	17	0
9,15	9,30	27	1	78	2	19	0	18	0	29	2	19	0
TOT		64	4	294	21	66	0	60	0	184	13	55	3
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
17,00	17,15	26	1	81	4	18	0	15	0	50	5	12	0
17,15	17,30	34	1	61	4	13	2	4	0	47	4	14	0
17,30	17,45	27	2	90	8	22	0	12	0	43	6	27	2
17,45	18,00	20	2	70	4	10	1	6	0	62	1	14	0
TOT		107	6	302	20	63	3	37	0	202	16	67	2
18,00	18,15	35	3	76	2	15	0	4	0	59	3	26	0
18,15	18,30	20	2	64	4	19	1	9	0	42	4	18	0
18,30	18,45	16	4	72	3	26	0	7	0	62	0	14	0
18,45	19,00	23	3	48	3	28	2	10	0	48	3	13	2
TOT		94	12	260	12	88	3	30	0	211	10	71	2

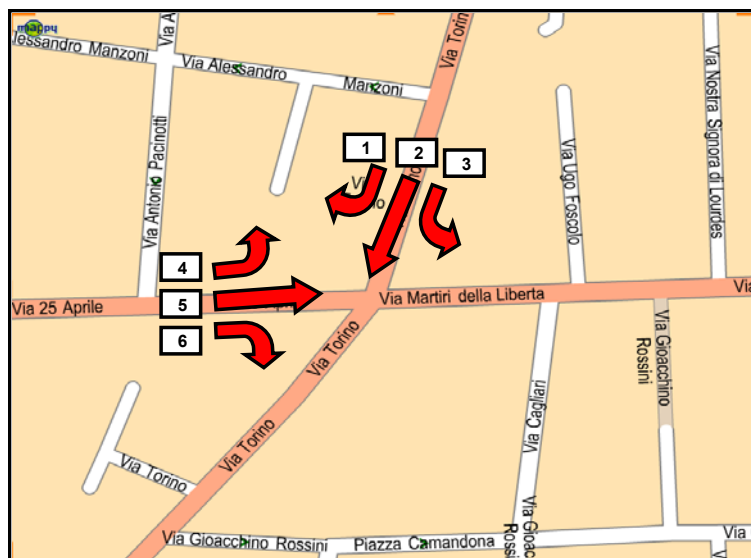


Figura 48 - Postazione E

Tabella 32 – Flussi rilevati presso la postazione D

		manovra 1		manovra 2		manovra 3		manovra 4		manovra 5		manovra 6	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	18	4	82	11	8	0	16	0	28	2	14	0
7,45	8,00	10	2	48	12	6	0	20	5	38	6	14	3
8,00	8,15	12	3	61	7	8	0	31	2	59	8	8	6
8,15	8,30	8	1	43	9	4	0	16	1	51	10	37	2
TOT		48	10	234	39	26	0	83	8	176	26	73	11
8,30	8,45	5	0	51	11	2	0	17	0	30	5	15	3
8,45	9,00	11	1	60	6	1	0	17	2	51	4	8	2
9,00	9,15	15	5	66	8	9	2	8	2	52	2	32	2
9,15	9,30	14	5	49	11	7	7	38	0	37	5	22	0
TOT		45	11	226	36	19	9	80	4	170	16	77	7
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
17,00	17,15	21	1	82	4	24	0	27	0	65	5	35	1
17,15	17,30	21	4	50	3	6	0	14	0	31	5	17	2
17,30	17,45	18	3	70	5	10	2	19	0	45	2	13	2
17,45	18,00	15	0	81	8	14	3	30	0	59	4	24	2
TOT		75	8	283	20	54	5	90	0	200	16	89	7
18,00	18,15	24	0	66	6	5	0	16	2	54	5	10	4
18,15	18,30	24	2	87	5	7	0	38	1	62	3	24	3
18,30	18,45	15	0	49	3	6	0	18	1	39	1	18	0
18,45	19,00	18	1	72	3	19	0	30	1	47	5	28	2
TOT		81	3	274	17	37	0	102	5	202	14	80	9



61
DICEMBRE 2006

		flusso 1		flusso 2	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	175	22	264	21
7,45	8,00	272	14	283	12
8,00	8,15	289	15	264	11
8,15	8,30	272	13	228	8
TOT		1008	64	1039	52
8,30	8,45	232	10	254	4
8,45	9,00	284	6	256	11
9,00	9,15	169	6	196	13
9,15	9,30	221	0	208	0
TOT		906	22	914	28
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
17,00	17,15	264	16	233	14
17,15	17,30	299	13	243	9
17,30	17,45	320	11	231	6
17,45	18,00	222	14	248	11
TOT		1105	54	955	40
18,00	18,15	275	5	253	7
18,15	18,30	237	7	202	6
18,30	18,45	299	8	266	7
18,45	19,00	325	0	259	0
TOT		1136	20	980	20

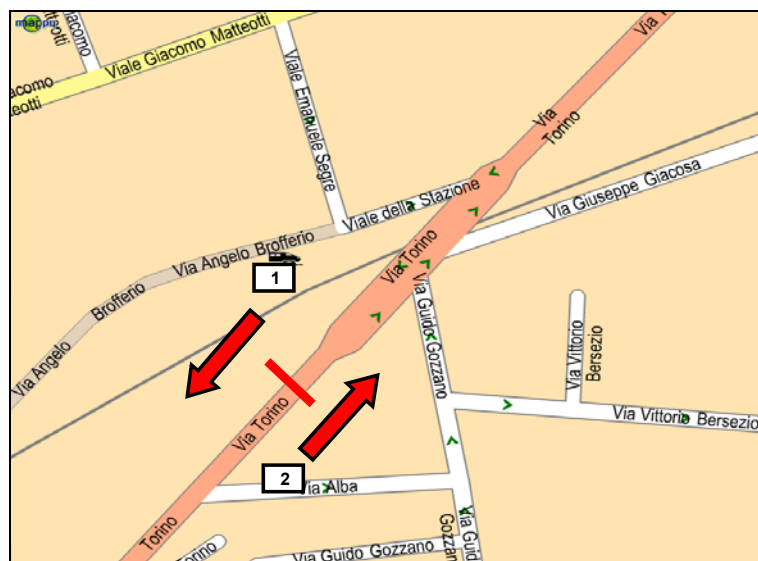


Figura 50 - Sezione E

Tabella 34 – Flussi rilevati presso la sezione E

		flusso 1		flusso 2	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	78	10	155	20
7,45	8,00	111	12	175	5
8,00	8,15	99	11	101	12
8,15	8,30	115	13	81	9
TOT		403	46	512	46
8,30	8,45	104	17	87	7
8,45	9,00	103	10	103	11
9,00	9,15	96	8	97	9
9,15	9,30	72	8	64	5
TOT		375	43	351	32
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
17,00	17,15	173	5	176	9
17,15	17,30	143	12	104	5
17,30	17,45	116	6	115	9
17,45	18,00	140	8	118	6
TOT		572	31	513	29
18,00	18,15	132	4	129	5
18,15	18,30	158	8	136	5
18,30	18,45	39	5	65	2
18,45	19,00	93	6	154	3
TOT		422	23	484	15

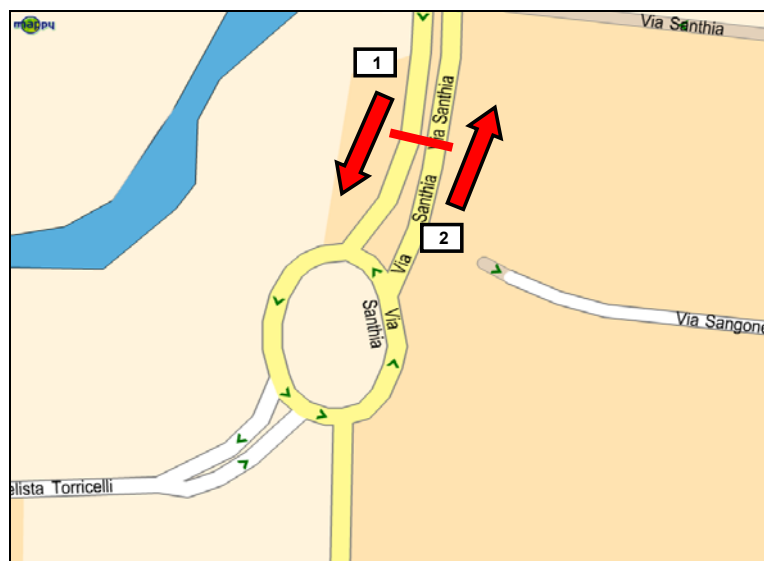


Figura 51 - Sezione D

Tabella 35 – Flussi rilevati presso la postazione D

		flusso 1		flusso 2	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	179	17	418	15
7,45	8,00	220	10	461	17
8,00	8,15	153	10	428	14
8,15	8,30	197	14	433	17
TOT		749	51	1740	63
8,30	8,45	166	7	402	12
8,45	9,00	176	7	361	13
9,00	9,15	135	6	280	13
9,15	9,30	146	7	192	11
TOT		623	27	1235	49
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
17,00	17,15	237	7	211	7
17,15	17,30	268	6	219	7
17,30	17,45	264	20	231	8
17,45	18,00	281	10	253	4
TOT		1050	43	914	26
18,00	18,15	322	13	212	9
18,15	18,30	313	6	233	5
18,30	18,45	326	6	222	6
18,45	19,00	355	5	211	5
TOT		1316	30	878	25

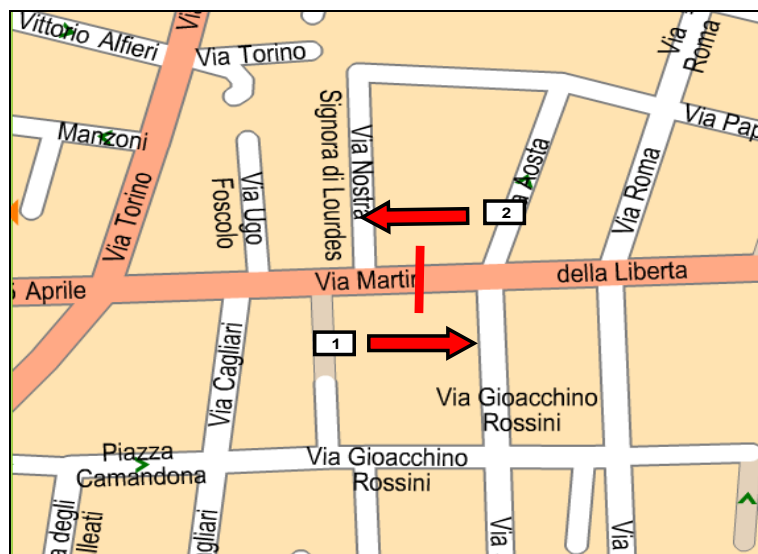


Figura 52 - Sezione B

Tabella 36 – Flussi rilevati presso la postazione B

		flusso 1		flusso 2	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	44	2	64	1
7,45	8,00	53	6	75	3
8,00	8,15	75	8	47	6
8,15	8,30	64	10	79	8
TOT		236	26	265	18
8,30	8,45	56	5	84	5
8,45	9,00	60	4	82	5
9,00	9,15	76	4	67	4
9,15	9,30	63	12	66	2
TOT		255	25	299	16
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
17,00	17,15	107	5	67	5
17,15	17,30	50	7	75	4
17,30	17,45	77	4	82	8
17,45	18,00	83	8	82	1
TOT		317	24	306	18
18,00	18,15	74	5	89	3
18,15	18,30	88	4	69	4
18,30	18,45	71	1	84	0
18,45	19,00	94	7	71	5
TOT		327	17	313	12



Figura 53 - Sezione C

Tabella 37 – Flussi rilevati presso la postazione C

		flusso 1		flusso 2	
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
7,30	7,45	108	15	92	8
7,45	8,00	64	14	102	5
8,00	8,15	81	10	107	6
8,15	8,30	55	10	102	9
TOT		308	49	403	28
8,30	8,45	58	11	107	7
8,45	9,00	72	7	99	10
9,00	9,15	90	12	94	6
9,15	9,30	70	16	134	2
TOT		290	46	434	25
		leggeri	pesanti	leggeri	pesanti
17,00	17,15	127	5	123	4
17,15	17,30	77	7	79	4
17,30	17,45	98	10	121	8
17,45	18,00	110	11	106	4
TOT		412	33	429	20
18,00	18,15	95	6	96	4
18,15	18,30	118	7	111	5
18,30	18,45	70	3	97	4
18,45	19,00	109	4	88	4
TOT		392	20	392	17

4.4.2 Codifica del grafo stradale

Per l'implementazione del modello è stata codificata una porzione di rete sufficientemente ampia per permettere una corretta valutazione dei fenomeni analizzati. L'area si estende quindi a nord fino a via XXV Aprile-via Martiri della Libertà, ad ovest fino a via San Matteo, a sud fino all'intersezione di via Torino con via Giacosa e ad est fino a via Bengasi.

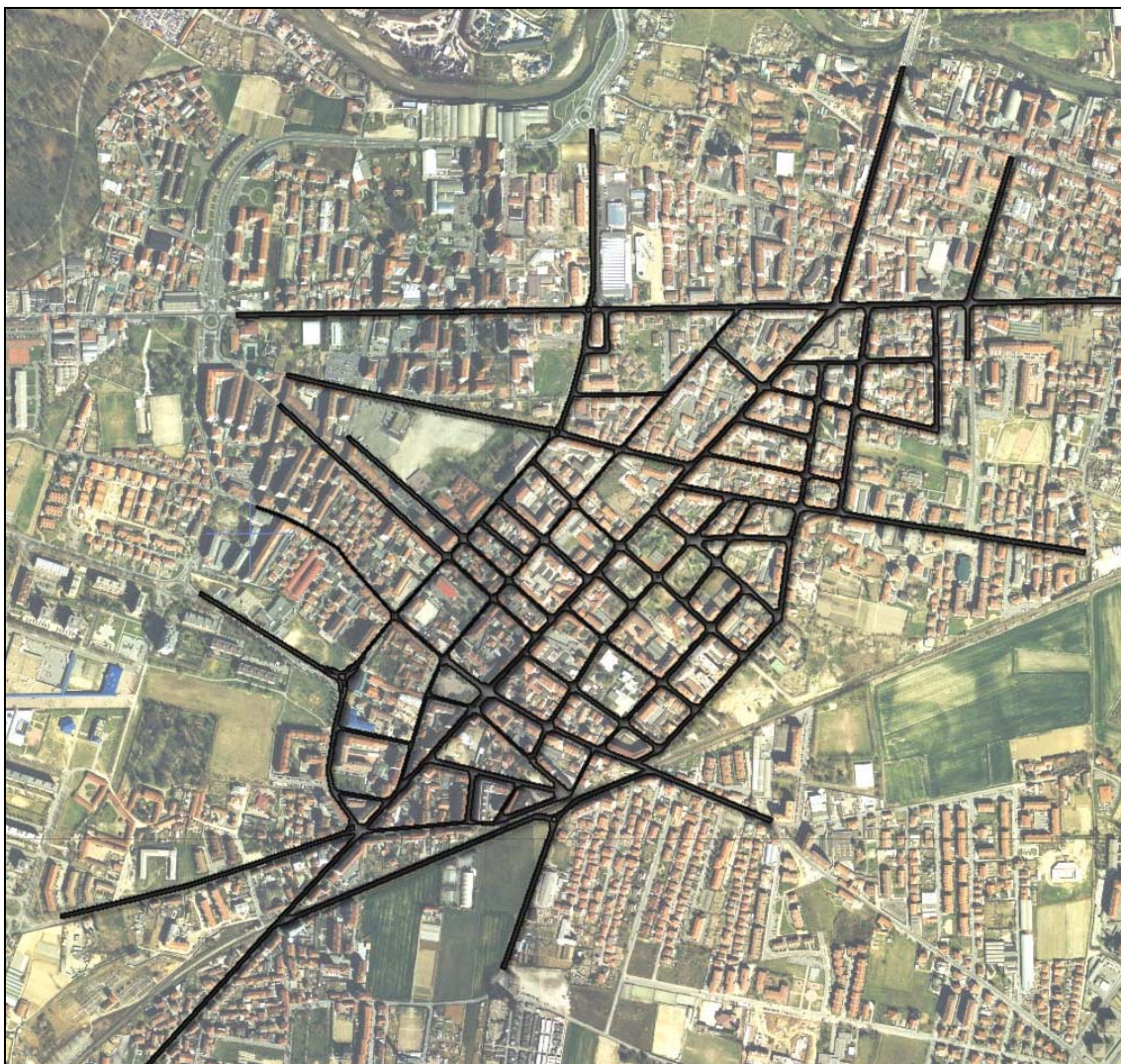


Figura 54 – Rappresentazione della rete implementata allo Stato Attuale

Come già spiegato in precedenza si è provveduto alla costruzione dettagliata dell'intera rete viaria analizzata, inserendo per ciascun arco della rete dello Stato Attuale le caratteristiche relative a:

- tipologia funzionale dell'arco;
- velocità di percorrenza a vuoto;
- larghezza della strada;
- numero di corsie.

Le intersezioni semaforizzate sono state implementate con le fasi semaforiche rilevate sul posto.

4.4.3 Definizione delle zone di origine/destinazione degli spostamenti e costruzione delle matrici O/D

Per l'implementazione del modello dello Stato Attuale sono state individuate 13 zone di origine e destinazione degli spostamenti, corrispondenti alle principali direttrici di traffico e 10 zone di origine e destinazione interne al centro abitato; in particolare sono state codificate le zone:

- Zona 01: direttrice via XXV Aprile;
- Zona 02: direttrice via Miraflores;
- Zona 03: direttrice via Torino/via Sestriere;
- Zona 04: direttrice via Martiri della Libertà;
- Zona 05: direttrice via I Maggio;
- Zona 06: isolato delimitato da via Torino, via Martiri della Libertà, via Cagliari e via Superga;
- Zona 07: isolato delimitato da via San Matteo, via XXV Aprile, via Torino e via I Maggio;
- Zona 08: direttrice via Moncenisio;
- Zona 09: direttrice via Filippo Juvarra;
- Zona 10: direttrice via Stupinigi;
- Zona 11: direttrice via Trento;
- Zona 12: direttrice via Superga;
- Zona 13: direttrice via Augusto Occelli;
- Zona 14: direttrice via Torino lato sud;
- Zona 15: direttrice via Giuseppe Giusti;
- Zona 16: isolato delimitato da via San Matteo, via I Maggio, via Torino e via San Giuseppe;
- Zona 17: isolato delimitato da via San Matteo, via San Giuseppe, via Torino e via Filippo Juvarra;
- Zona 18: isolato delimitato da via Trento, via San Matteo, via San Giuseppe e via Torino;
- Zona 19: isolato delimitato da via Torino, via Vittorio Veneto e via IV Novembre;
- Zona 20: isolato delimitato da via Torino, via Nazario Sauro, via Bengasi, via Giusti, via IV Novembre e via Vittorio Veneto;
- Zona 21: isolato delimitato da via Torino, via Enrico Toti, via Bengasi e via Nazario Sauro;

- Zona 22: isolato delimitato da via Torino, via San Quirico, via Paesana, via Bengasi e via Enrico Toti;
- Zona 23: isolato delimitato da via Silvio Pellico, via Superga, via Bengasi e via San Quirico, via Paesana.

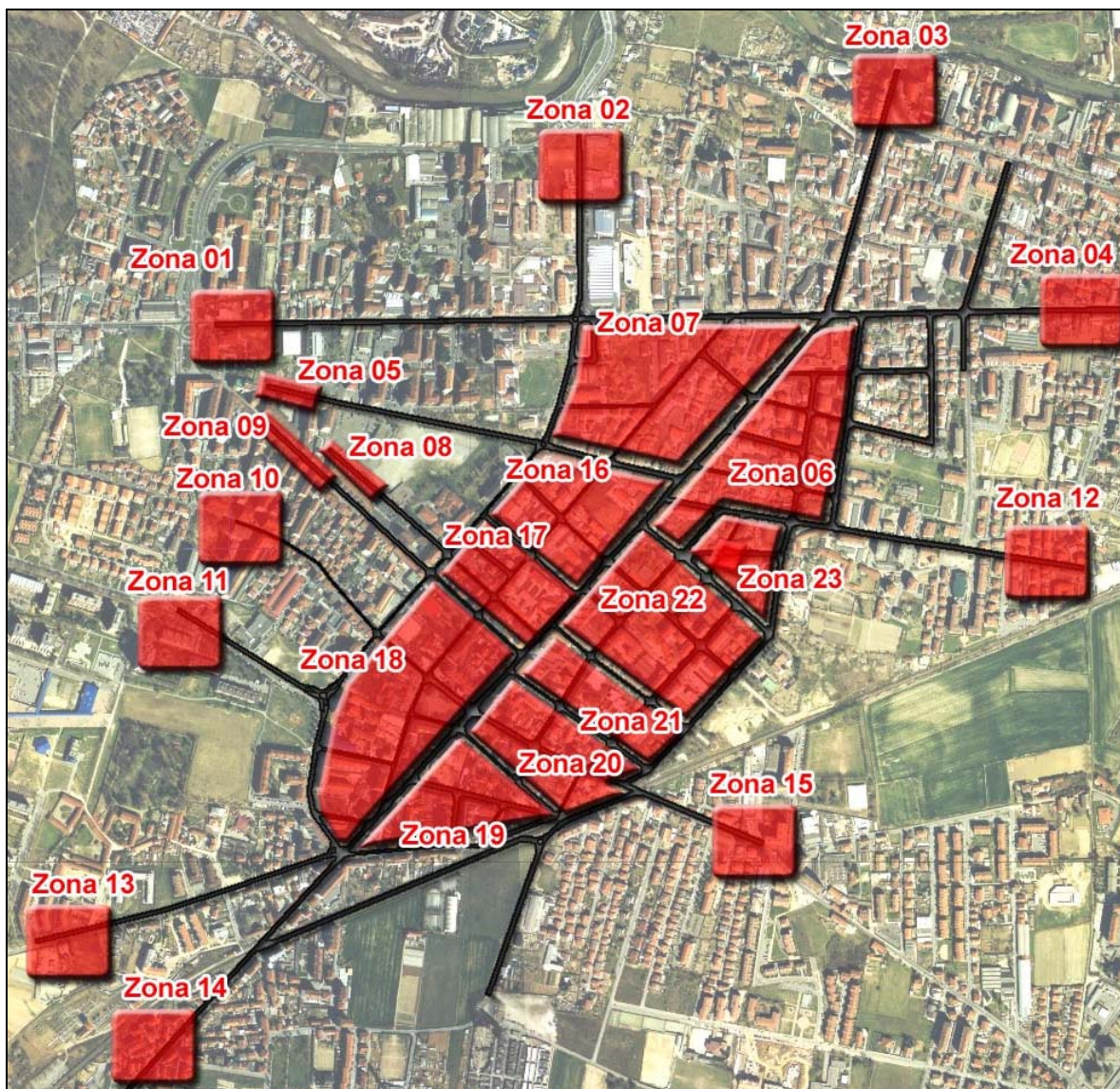


Figura 55 – Zonizzazione dell'area di studio

4.4.3.1 *La matrice del traffico ordinario ora di punta venerdì sera ore 18:00 – 19:00*

Per l'implementazione del modello sono state ricostruite ed opportunamente calibrate le matrici O/D degli spostamenti del traffico ordinario dei veicoli leggeri e dei veicoli pesanti nell'ora di punta del serale tra le 18:00 e le 19:00.

L'adeguato numero di informazioni disponibili, conseguente all'accurato rilievo delle manovre di svolta effettuato, ha consentito una ottimale calibrazione dello stato di fatto: il confronto tra i dati rilevati e quelli restituiti dalla simulazione ha mostrato uno scostamento massimo inferiore al 5%.

4.4.4 Definizione dei parametri di simulazione e degli indicatori prestazionali della rete

4.4.4.1 I parametri di micro-simulazione

Il modello di micro-simulazione richiede, oltre alla codifica dettagliata della rete stradale in esame, informazioni dettagliate sulle caratteristiche dinamiche dei veicoli e sullo stile di guida dei conducenti, come riportato nello schema seguente.

Parametri di classificazione dei veicoli circolanti sulla rete	Parametri di classificazione del comportamento dei conducenti
<ul style="list-style-type: none"> - lunghezza - larghezza - altezza - peso in tonnellate - età - velocità massima - accelerazione - decelerazione 	<ul style="list-style-type: none"> - tempo di reazione - esperienza di guida - aggressività di guida - grado di conoscenza della rete stradale

Nel caso in esame sono state inserite tre diverse tipologie di veicoli leggeri con dimensioni pressoché simili (lunghezza di circa 4 m e larghezza di circa 1,70 m), ma con velocità massime rispettivamente di 90, 110 e 140 km/h corrispondenti ad auto utilitarie (40% del parco autovetture considerato), auto di media cilindrata (35%) ed auto di grossa cilindrata (25%).

Per i veicoli pesanti sono state implementate due classi: gli autocarri, con lunghezza di 8 m, larghezza 2,50 m, velocità massima di circa 100 km/h ed un peso pari a 2,5 t, che rappresentano il 85% del parco commerciale considerato, ed i mezzi pesanti, aventi lunghezza pari ad 11 m, larghezza 2,70 m, una velocità massima di 90 km/h ed un peso pari a 15 t, per il rimanente 15%.

I parametri di tipo comportamentale dei conducenti sono stati impostati per riprodurre il reale comportamento degli utenti italiani, così come da sperimentazioni e ricerche condotte negli anni passati. In particolare, il tempo di reazione di ciascun conducente è stato imposto pari ad 1 sec ed è stata impostata una buona esperienza di guida ed una

aggressività media. I conducenti sono poi stati classificati in due categorie sulla base del grado di conoscenza della rete stradale.

L'insorgenza delle code viene segnalata dal modello allorché la distanza tra i veicoli in coda risulti inferiore ai 10 m e la velocità scenda al di sotto dei 7 Km/h.

4.4.4.2 Gli indicatori prestazionali della rete e la loro corretta interpretazione

Il micro-simulatore Quadstone *Paramics* 5.2 è in grado di evidenziare un'ampia serie di parametri che forniscono indicazioni relative al livello di prestazione della rete in generale e dei singoli componenti (nodi ed archi). In particolare, per ciascuna ora di simulazione effettuata li modello consente di ricavare i seguenti indicatori:

Informazioni sui singoli veicoli

- numero e tipologia di veicoli circolanti sulla rete
- velocità media di ciascun veicolo
- ritardo medio
- distanza totale percorsa
- tempo totale di arresto

Informazioni sui percorsi

- tracciato dei percorsi alternativi
- tempo medio di viaggio

Informazioni sugli archi stradali ed alle intersezioni

- flusso orario
- flussi di manovra alle intersezioni
- densità veicolari
- velocità media di percorrenza
- tempo medio di ritardo
- lunghezza media della coda
- tempo medio di arresto

Tali parametri vengono calcolati dal modello di micro-simulazione con i criteri indicati nel già citato *Highway Capacity Manual*.

Giova sottolineare che l'applicazione della micro-simulazione nella determinazione del livello prestazionale di una generica rete stradale rappresenta indubbiamente un approfondimento della metodologia analitica introdotta dall'*HCM*; per contro, l'analisi e l'interpretazione dei risultati del modello dinamico risultano un po' più complesse per una serie di motivazioni nel seguito sintetizzate.

Innanzitutto, il modello fornisce i parametri prestazionali per ogni singolo arco del grafo stradale implementato; tali valori però risultano significativi soltanto sugli archi di una certa lunghezza; per archi molto brevi, viceversa, essi perdono di rappresentatività. Tale aspetto, molto importante, non può essere trascurato in fase di valutazione dei risultati.

In ultima analisi, nel caso in esame sono stati individuati e valutati i seguenti indicatori prestazionali:

per gli archi stradali

- il flusso orario;
- la velocità media, che rappresenta la velocità di percorrenza dell'arco in condizioni di carico della rete;
- il tempo medio di ritardo, che fornisce la differenza in secondi tra il tempo medio di percorrenza a rete scarica (in assenza di traffico) ed il tempo medio di percorrenza a rete carica;

per le principali intersezioni

- i flussi di manovra;
- la lunghezza massima delle code.

4.4.5 Definizione degli Scenari di analisi ed assegnazione del traffico alla rete

Al fine di effettuare le valutazioni necessarie, sono stati definiti ed analizzati i seguenti Scenari di analisi:

SCENARIO ATTUALE: rappresentativo della realtà rilevata in un giorno feriale medio nella fascia oraria serale 18:00 – 19:00;

SCENARIO 1: la configurazione del presente scenario prevede:

- la limitazione del traffico in via Torino, nel tratto compreso tra via D'Azeglio e via Superga, attraverso l'istituzione di una zona a traffico limitato;
- la costruzione del cavalcavia di collegamento tra via Paesana e via del Colombetto;
- la realizzazione di una rotatoria presso l'intersezione di via Torino, via Trento e via IV Novembre;
- la realizzazione di una nuova tratta stradale che permetterà di connettere l'intersezione di via IV Novembre, via D'Azeglio e via Vittorio Veneto con l'intersezione di via Giusti con via Bengasi. La nuova intersezione, prossima al passaggio a livello esistente, sarà regolata da un impianto semaforico;
- la realizzazione di una nuova tratta stradale, in proseguimento di via S.Quirico, che

- permetterà di connettere via S. Francesco d'Assisi e via Torino;
- la variazione del senso di marcia in via S. Matteo e via S. Francesco d'Assisi: rispetto alla situazione attuale infatti, è stato invertito il senso di marcia in via San Matteo, nel tratto compreso tra via Stupinigi e via I Maggio, e in via San Francesco d'Assisi per l'intera sua estensione;
 - le variazioni di senso di marcia rispetto alla gestione attuale di tratte stradali implementate nel grafo;
 - l'istituzione di un unico senso di marcia per alcuni archi implementati nel grafo che, allo stato attuale, vengono gestiti come archi bidirezionali.

SCENARIO 2: la configurazione del presente scenario prevede:

- la limitazione del traffico in via Torino, nel tratto compreso tra via D'Azeglio e via Superga, attraverso l'istituzione di una zona a traffico limitato;
- la costruzione del cavalcavia di collegamento tra via Paesana e via del Colombetto;
- la realizzazione di una rotatoria presso l'intersezione di via Torino, via Trento e via IV Novembre;
- la realizzazione di una nuova tratta stradale che permetterà di connettere l'intersezione di via IV Novembre, via D'Azeglio e via Vittorio Veneto con l'intersezione di via Giusti con via Bengasi; la nuova intersezione, prossima al passaggio a livello esistente, sarà regolata da un impianto semaforico;
- la realizzazione di una nuova tratta stradale, proseguimento di via San Quirico, che permetterà di collegare via San Francesco d'Assisi e via Torino;
- le variazioni di senso di marcia rispetto alla gestione attuale di altre tratte stradali implementate nel grafo;
- l'istituzione di un senso unico di marcia per alcune vie attualmente a doppio senso.

SCENARIO 3: la configurazione del presente scenario prevede:

- la limitazione del traffico in via Torino, nel tratto compreso tra via D'Azeglio e via Superga, attraverso l'istituzione di una zona a traffico limitato;
- la costruzione del cavalcavia di collegamento tra via Paesana e via del Colombetto;
- la creazione di una rotatoria presso l'intersezione di via Torino con via XXV Aprile;
- la realizzazione di una seconda rotatoria presso l'intersezione di via Torino, via Trento e via IV Novembre;
- la realizzazione di una nuova tratta stradale che permetterà di connettere l'intersezione di via IV Novembre, via D'Azeglio e via Vittorio Veneto con l'intersezione di via Giusti con via Bengasi. La nuova intersezione, prossima al passaggio a livello esistente, sarà regolata da un impianto semaforico;
- la realizzazione di una nuova tratta stradale, proseguimento di via San Quirico, che permetterà di connettere via San Francesco d'Assisi e via Torino;
- le variazioni di senso di marcia rispetto alla gestione attuale di altre tratte stradali

- implementate nel grafo;
- l'istituzione di un senso unico di marcia per alcune vie attualmente a doppio senso.

SCENARIO 4: la configurazione del presente scenario prevede:

- la costruzione del cavalcavia di collegamento tra via Paesana e via del Colombetto;
- la creazione di una rotatoria presso l'intersezione di via Torino con via XXV Aprile;
- la realizzazione di una seconda rotatoria presso l'intersezione di via Torino, via Trento e via IV Novembre;
- la realizzazione di una nuova tratta stradale che permetterà di connettere l'intersezione di via IV Novembre, via D'Azeglio e via Vittorio Veneto con l'intersezione di via Giusti con via Bengasi. La nuova intersezione, prossima al passaggio a livello esistente, sarà regolata da un impianto semaforico;
- la realizzazione di una nuova tratta stradale, proseguimento di via S.Quirico, che permetterà di connettere via S. Francesco d'Assisi e via Torino;
- la limitazione del traffico in via Torino, nel tratto compreso tra via D'Azeglio e via Superga, attraverso l'istituzione di una zona a traffico limitato;
- la variazione del senso di marcia in via S. Matteo e via S.Francesco d'Assisi; rispetto alla situazione attuale infatti, è stato invertito il senso di marcia in via S. Matteo, nel tratto compreso tra via Stupinigi e via I Maggio, e in via S.Francesco d'Assisi per l'intera sua estensione;
- le variazioni di senso di marcia rispetto alla gestione attuale di altre tratte stradali implementate nel grafo;
- l'istituzione di un unico senso di marcia per alcuni archi implementati nel grafo che allo stato attuale vengono gestiti come archi bidirezionali.

SCENARIO 5: la configurazione del presente scenario prevede:

- la costruzione del cavalcavia di collegamento tra via Paesana e via del Colombetto;
- la creazione di una rotatoria presso l'intersezione di via Torino con via XXV Aprile;
- la realizzazione di una seconda rotatoria presso l'intersezione di via Torino, via Trento e via IV Novembre;
- la realizzazione di una nuova tratta stradale che permetterà di connettere l'intersezione di via IV Novembre, via D'Azeglio e via Vittorio Veneto con l'intersezione di via Giusti con via Bengasi. La nuova intersezione, prossima al passaggio a livello esistente, sarà regolata da un impianto semaforico;
- la realizzazione di una nuova tratta stradale, proseguimento di via S.Quirico, che permetterà di connettere via S. Francesco d'Assisi e via Torino;
- il completamento di via Boccardo che consentirà di connettere via S.Francesco d'Assisi con via XXV Aprile;
- la limitazione del traffico in via Torino, nel tratto compreso tra via D'Azeglio e via Superga, attraverso l'istituzione di una zona a traffico limitato;

- le variazioni di senso di marcia rispetto alla gestione attuale di altre tratte stradali implementate nel grafo;
- l'istituzione di un senso unico di marcia per alcune vie attualmente a doppio senso.

SCENARIO 6: la configurazione del presente scenario prevede:

- la costruzione del cavalcavia di collegamento tra via Paesana e via del Colombetto;
- la creazione di una rotatoria presso l'intersezione di via Torino con via XXV Aprile;
- la realizzazione di una seconda rotatoria presso l'intersezione di via Torino, via Trento e via IV Novembre;
- la realizzazione di una nuova tratta stradale che permetterà di connettere l'intersezione di via IV Novembre, via D'Azeglio e via Vittorio Veneto con l'intersezione di via Giusti con via Bengasi. La nuova intersezione, prossima al passaggio a livello esistente, sarà regolata da un impianto semaforico;
- la realizzazione di una nuova tratta stradale, proseguimento di via S. Quirico, che permetterà di connettere via S. Francesco d'Assisi e via Torino;
- il completamento di via Boccardo che consentirà di connettere via S. Francesco d'Assisi con via XXV Aprile.
- la limitazione del traffico in via Torino, nel tratto compreso tra via D'Azeglio e via Superga, attraverso l'istituzione di una zona a traffico limitato;
- la variazione del senso di marcia in via Juvarra e via Stupinigi: rispetto alla situazione attuale infatti, è stato invertito il corrispettivo senso di marcia nelle tratte comprese tra via Torino e via S. Matteo;
- le variazioni di senso di marcia rispetto alla gestione attuale di altre tratte stradali implementate nel grafo;
- l'istituzione di un senso unico di marcia per alcune vie attualmente a doppio senso.

Le micro-simulazioni sono state condotte con riferimento ai volumi di traffico di un giorno medio feriale nella fascia oraria serale 18:00 – 19:00.

Per tenere conto delle reali condizioni di traffico, l'ora di simulazione è stata preceduta da una fase di precarico dei veicoli sulla rete; in tal modo l'assegnazione risulta più realistica in quanto avviene su una rete già caricata del traffico circolante prima delle ore 18:00.

Inoltre per riprodurre il reale comportamento dell'utente, che sceglie il tragitto in base alle condizioni di traffico che incontra sulle strade, per l'assegnazione è stato utilizzato un algoritmo di calcolo del percorso di tipo deterministico-dinamico, basato sul ricalcolo del percorso più breve (in termini di tempo) sulla base delle effettive condizioni istantanee del traffico sulla rete.

4.4.6 Analisi della rete attuale

Prima di procedere alle simulazioni dei diversi scenari progettuali di intervento è stato necessario costruire la matrice O/D degli spostamenti e calibrare il modello allo stato attuale. A tal fine sono stati utilizzati i dati provenienti dalla campagna di rilevamento effettuata sulla rete viaria e in prossimità delle principali intersezioni insistenti nell'area oggetto di studio.

La calibrazione dello stato attuale ha consentito di tarare i parametri del modello in modo da riprodurre le effettive condizioni di circolazione osservate sulla rete durante la campagna di rilievo e durante i numerosi sopralluoghi.

Le simulazioni condotte per lo Stato Attuale hanno messo in luce quei fenomeni di congestione riscontrati anche durante i periodi di rilevazione dei flussi in sezione e delle manovre di svolta. Si evidenziano, infatti, forti rallentamenti in corrispondenza di gran parte delle arterie analizzate e si riscontrano diffusi fenomeni di accodamento che rallentano il transito degli autoveicoli.

Nello specifico il modello ha restituito i lunghi rallentamenti lungo via Torino, osservati durante le rilevazioni. Questi fenomeni sono quasi sempre causati non tanto dall'elevato numero di veicoli transitanti, ma dalla presenza di frequenti soste dei veicoli in doppia fila, dall'elevato numero di intersezioni presenti lungo l'asse di via Torino e dalla presenza di diverse svolte a sinistra non regolate da impianti semaforizzati. Inoltre la presenza di passaggi a livello nei pressi dell'intersezione tra via Torino e via Giacosa, e nei pressi dell'intersezione tra via Giuseppe Giusti, via Bengasi e via Parco della Rimembranza, provoca gravi difficoltà alla circolazione soprattutto durante l'ora di punta con la conseguente creazione di lunghi accodamenti di veicoli.

Lunghe code si formano anche in prossimità dell'intersezione semaforizzata di via Torino – via Martiri della Libertà – via XXV Aprile.

Diffusi fenomeni di rallentamento veicolare con il conseguente accodamento di veicoli si verificano in prossimità delle principali intersezioni lungo via San Matteo e via I Maggio.

Anche via San Matteo, in prossimità dell'intersezione con via Torino, risulta molto trafficata essendo una alternativa a via Torino per le percorrenze Nord-Sud: l'intersezione regolata da impianto semaforico non risulta sufficiente per smaltire i veicoli.

La Tavola 4.1, allegata alla presente relazione, mostra i flussi veicolari simulati nello stato attuale. Si noti come via Torino risulti essere la direttrice di attraversamento di Nichelino in direzione nord-sud e sud - nord. Molto trafficate risultano essere anche tutte le direttrici di ingresso ed uscita dal centro di Nichelino. Elevati flussi veicolari si riscontrano lungo via XXV Aprile e via Martiri della Libertà in entrambe le direzioni e lungo via San Matteo in direzione nord-sud.

La Tavola 4.2 riporta le code simulate nello stato attuale nell'ora di punta: lungo via Torino si formano lunghi e continui fenomeni di accodamento.

La Tavola 4.3 riporta i valori della velocità media simulata nell'ora di punta; come si può facilmente osservare dalla rappresentazione grafica, i valori bassi della velocità lungo via Torino evidenziano forti rallentamenti. Valori bassi delle velocità si riscontrano anche nella maggior parte della rete stradale cittadina. Velocità maggiori si rilevano lungo via XXV Aprile e via Martiri della Libertà in direzione est-ovest, mentre in direzione opposta si verificano dei rallentamenti in prossimità dell'impianto semaforico all'intersezione con via Torino.

La Tavola 4.4 rappresenta i ritardi medi simulati nell'ora di punta allo stato attuale: i valori di ritardo più elevati si riscontrano lungo via Torino in ingresso alla città di Nichelino provenendo da sud, nei rami di accesso all'intersezione semaforizzata di via Torino - via XXV Aprile - via Martiri della libertà ed infine lungo via Bengasi in direzione nord.

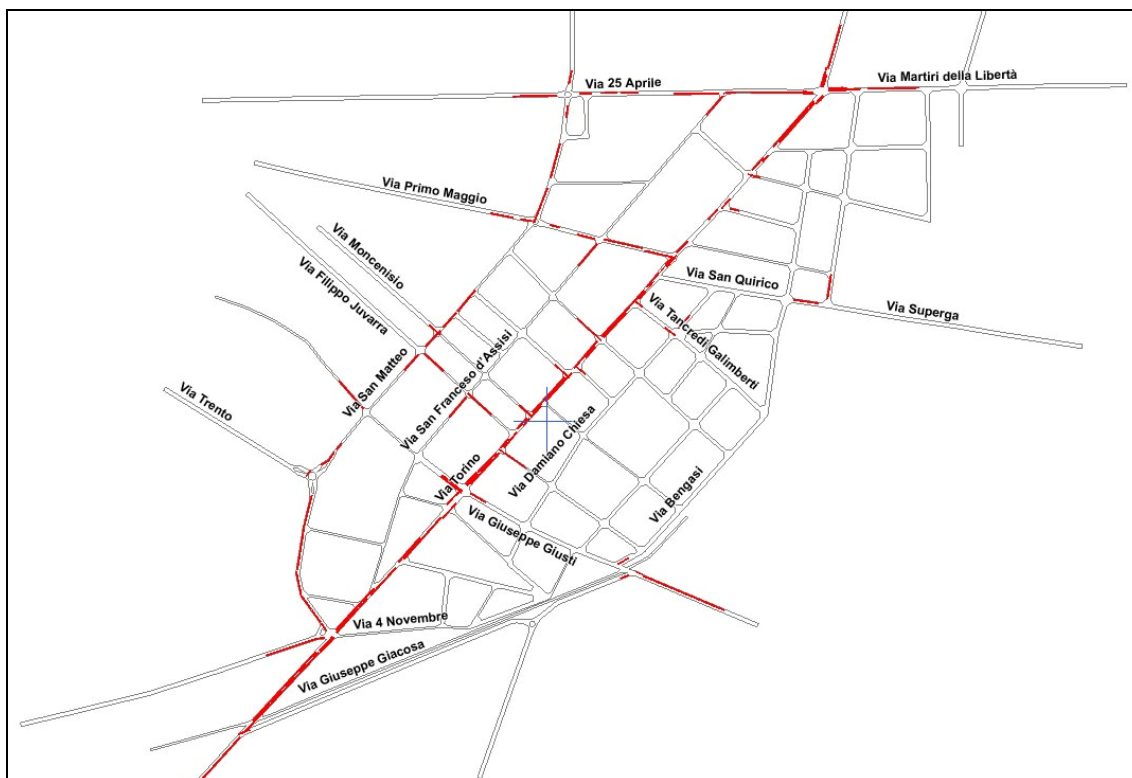


Figura 56 – Rappresentazione della code simulate nell'ora di punta

4.4.7 Analisi degli Scenari futuri

Per poter minimizzare e valutare correttamente i possibili impatti negativi sulla circolazione conseguenti all'istituzione di una zona a traffico limitato in via Torino, nel tratto compreso tra via D'Azeglio e via Superga, sono state condotte diverse microsimulazioni dinamiche del traffico sugli scenari precedentemente descritti. Tra tutti gli scenari analizzati lo Scenario 5 risulta essere migliore dal punto di vista sia

della fluidità della circolazione che della compatibilità con gli interventi di riorganizzazione della viabilità previsti. Di seguito si riportano i grafici dei principali parametri analizzati per lo Scenario 1, lo Scenario 2, lo Scenario 3, lo Scenario 4 e lo Scenario 6 confrontati con lo Stato Attuale. Lo Scenario 5 verrà analizzato con maggiore dettaglio alla fine del capitolo.

4.4.7.1 Scenario 01

Il grafico in Figura 57 mette a confronto il ritardo istantaneo simulato nello Stato Attuale e nello Scenario 1: come si può facilmente intuire dal grafico i ritardi simulati nello Scenario 1 di progetto risultano essere molto simili a quelli simulati nello Stato Attuale.

Il grafico riportato in Figura 58 mostra il confronto della velocità media simulata nello Stato Attuale e nello Scenario 1: anche questo parametro evidenzia come la soluzione progettuale analizzata non comporti sostanziali miglioramenti rispetto allo Stato Attuale.

Infine l'immagine riportata in Figura 59 riporta la localizzazione delle principali code simulate nello Scenario 1.

Nella Tavola 4.5, allegata alla presente relazione, sono riportati i valori dei ritardi simulati nello Scenario 1: ponendoli a confronto con quelli dello Stato Attuale, questi ultimi risultano molto inferiori lungo via Torino, mentre si registrano forti fenomeni di ritardo in prossimità del semaforo posto all'intersezione tra via XXV Aprile e via Torino, e lungo via Giusti e via San Giuseppe in prossimità dell'intersezione con via San Matteo.

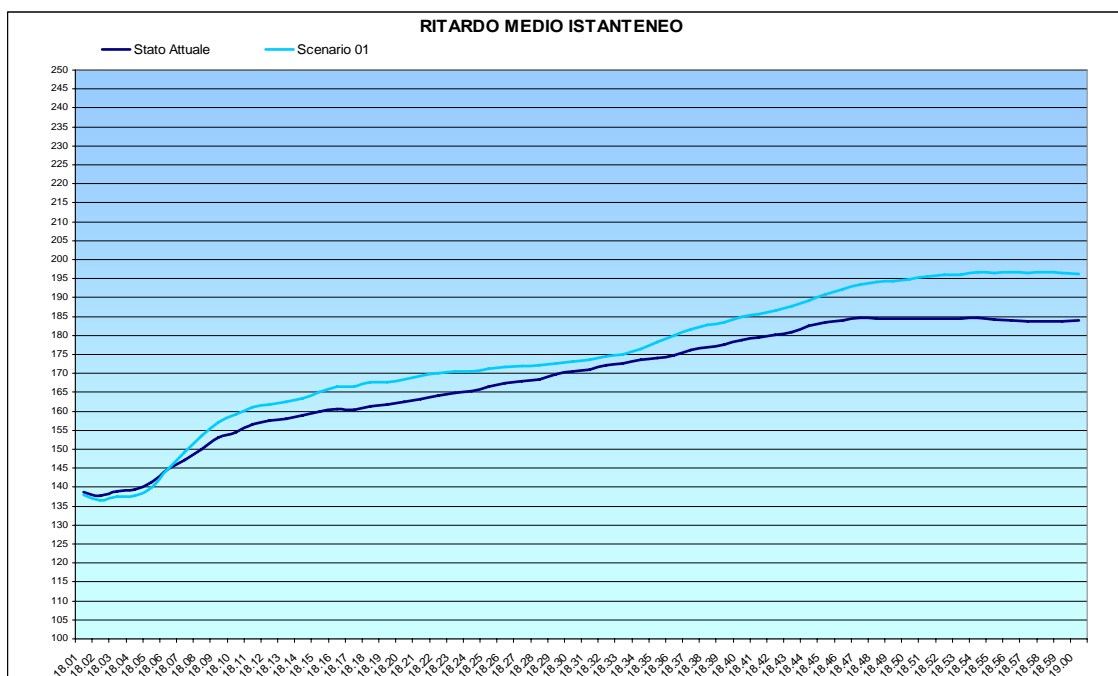


Figura 57 – Rappresentazione del ritardo medio istantaneo dei veicoli sulla rete ad ogni istante della simulazione

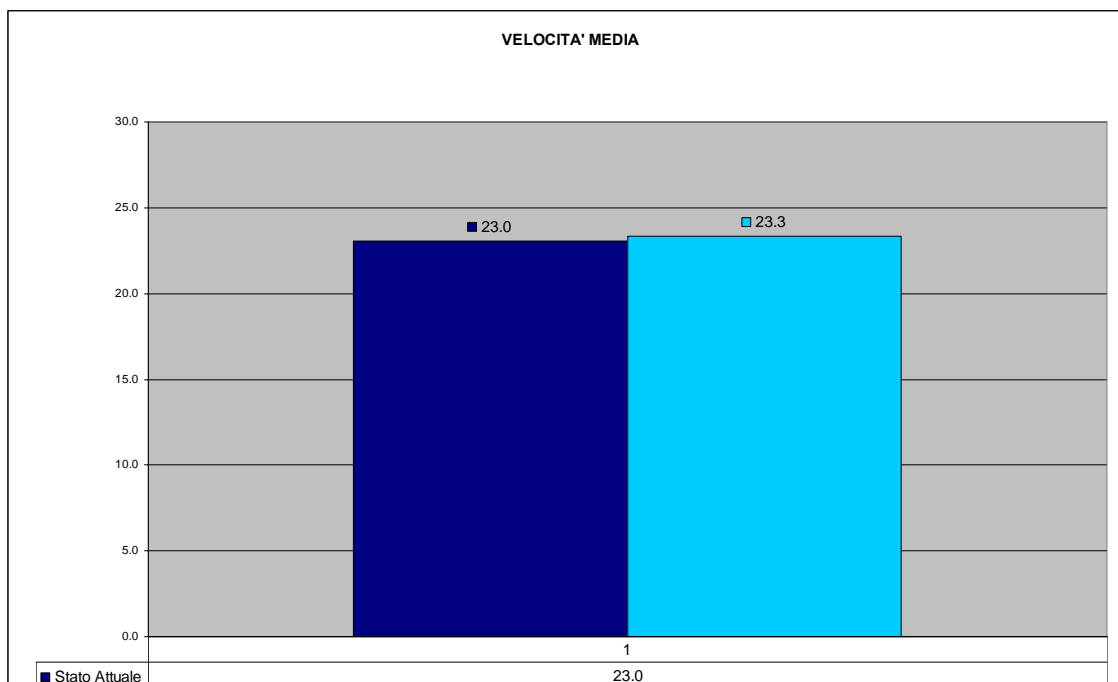


Figura 58 – Rappresentazione della Velocità media simulata nell'ora di punta

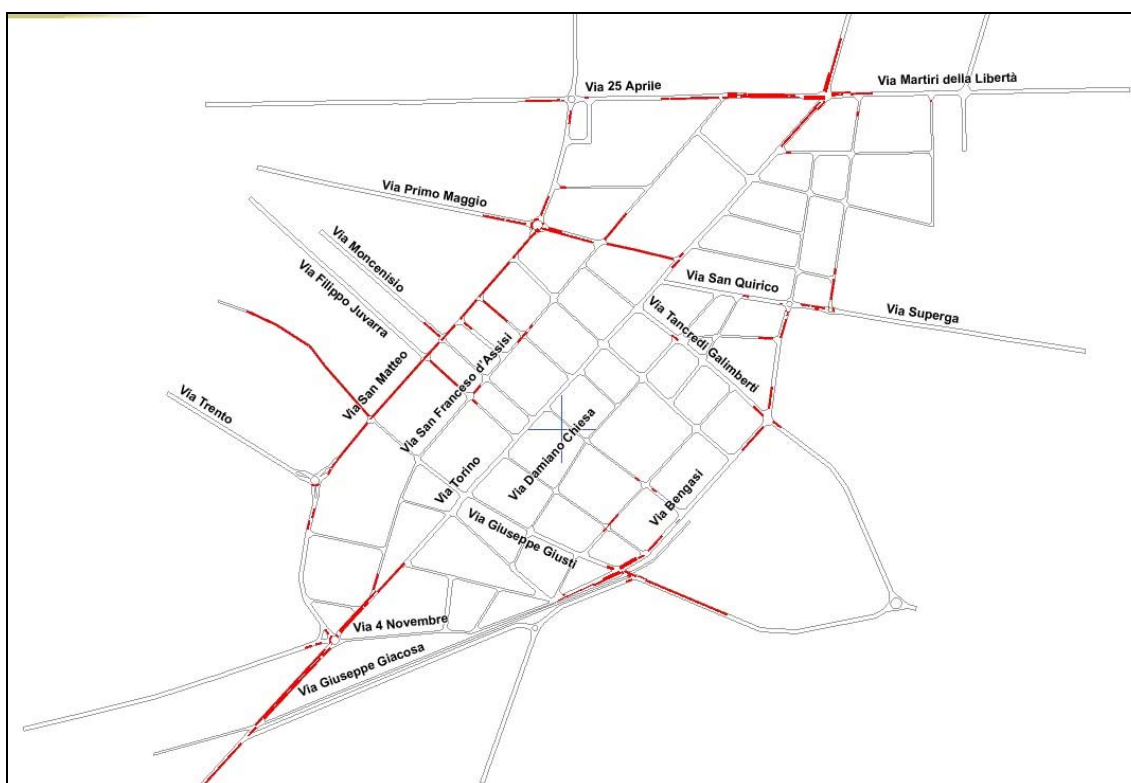


Figura 59 – Rappresentazione della code simulate nell'ora di punta

4.4.7.2 Scenario 02

Il grafico rappresentato in

Figura 60, analogamente a quello prodotto per il precedente scenario, rappresenta il confronto tra il ritardo istantaneo simulato nello Stato Attuale e quello simulato nello Scenario 2. Lo Scenario 2 presenta quindi caratteristiche prestazionali simili allo Stato Attuale, e si riscontrano inoltre dei piccoli miglioramenti.

Il grafico in Figura 61 rappresenta il confronto tra la velocità media simulata nello Stato Attuale e quella simulata nello Scenario 2: anche in questo caso le due simulazioni risultano essere molto simili, evidenziando inoltre dei valori della velocità media migliori nello Scenario 2.

In Figura 62 vengono riportate le principali code evidenziate dalle simulazioni condotte nello Scenario 2.

La Tavola 4.6 riporta i valori dei ritardi simulati nello Scenario 2 di progetto: in questo caso i valori risultano sensibilmente più contenuti e in prossimità dell'intersezione di via Torino con via XXV Aprile, lungo via Giusti e lungo via I Maggio in avvicinamento all'intersezione con via San Francesco.

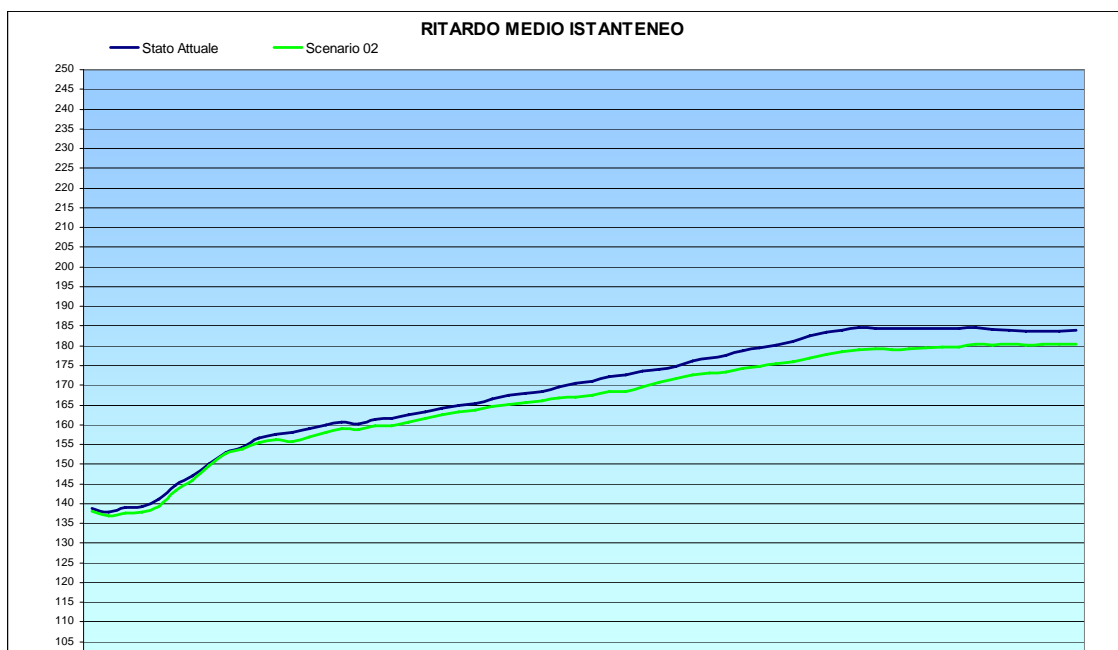


Figura 60 – Rappresentazione del ritardo medio istantaneo dei veicoli sulla rete ad ogni istante della simulazione

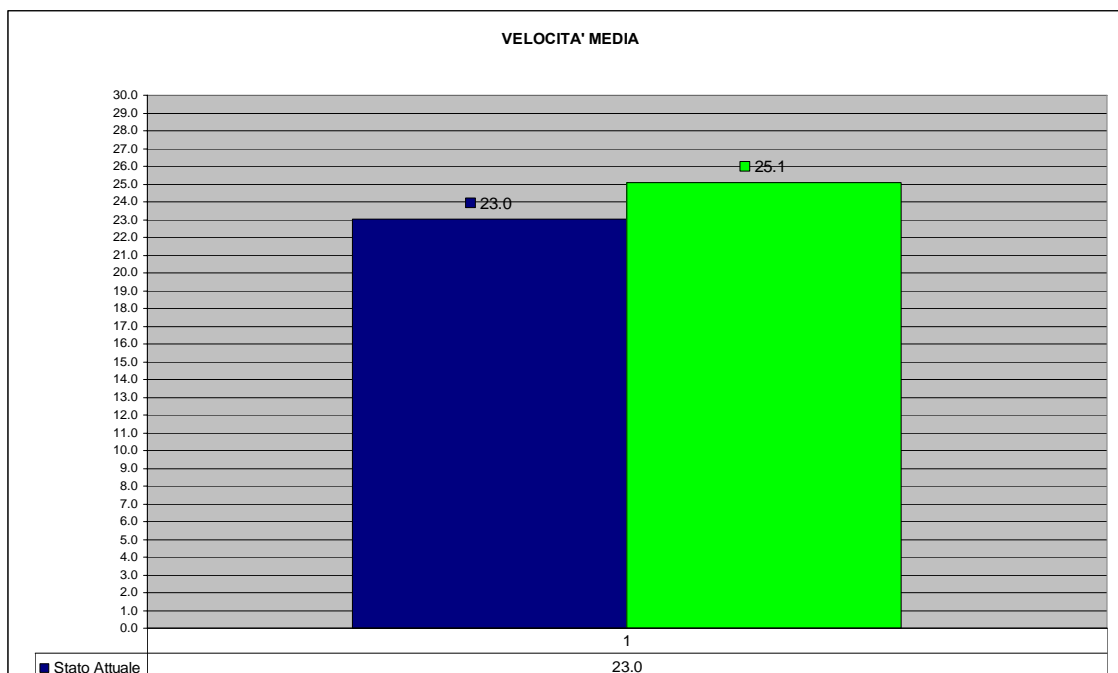


Figura 61 – Rappresentazione della Velocità media simulata nell'ora di punta

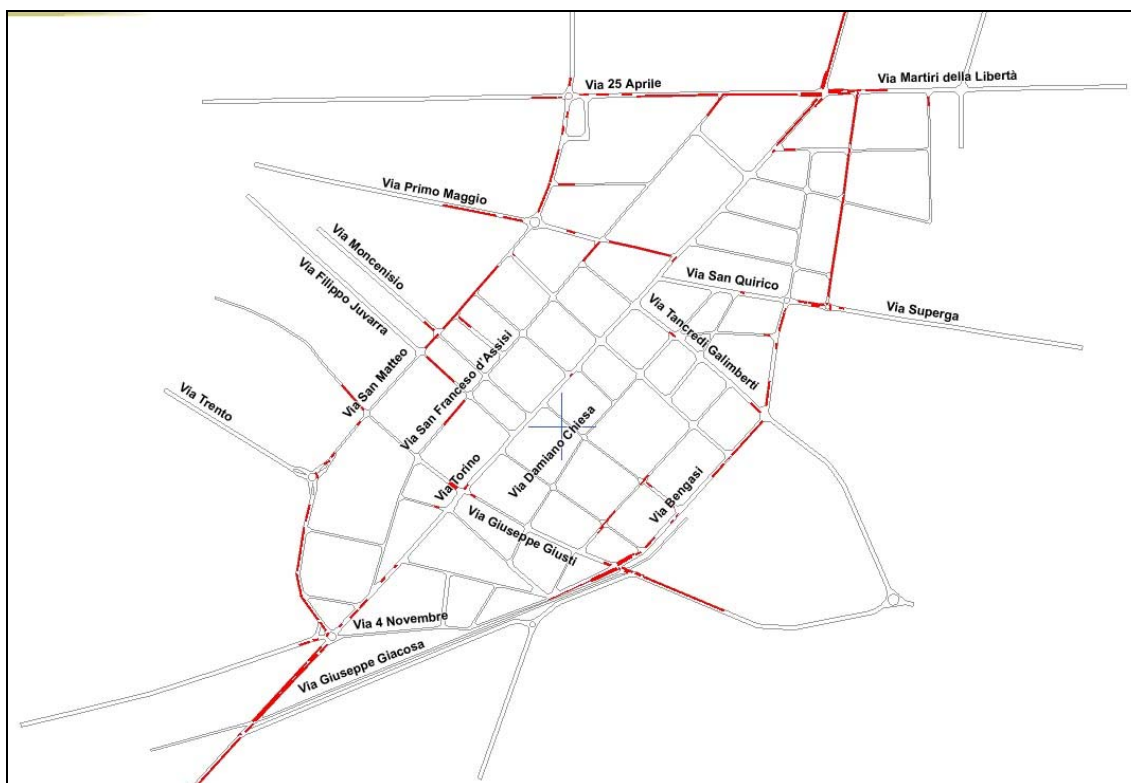


Figura 62 – Rappresentazione della code simulate nell'ora di punta

4.4.7.3 Scenario 03

Come per gli scenari progettuali precedenti anche il grafico in Figura 63 confronta i valori dei ritardi medi istantanei simulati nello Stato Attuale e nello Scenario 3: come si può notare il presente Scenario 3 di progetto risulta essere migliore dello Stato Attuale.

Il grafico in Figura 64 confronta la velocità media simulata nello Stato Attuale e nello Scenario 3: anche questo parametro dimostra come lo Scenario 3 di progetto sia migliore dello Stato Attuale.

La Figura 65 mostra la localizzazione e la lunghezza delle principali code simulate nello Scenario 3.

La Tavola 4.7 evidenzia come in questo scenario i valori dei ritardi medi simulati siano contenuti lungo la maggior parte della viabilità cittadina.

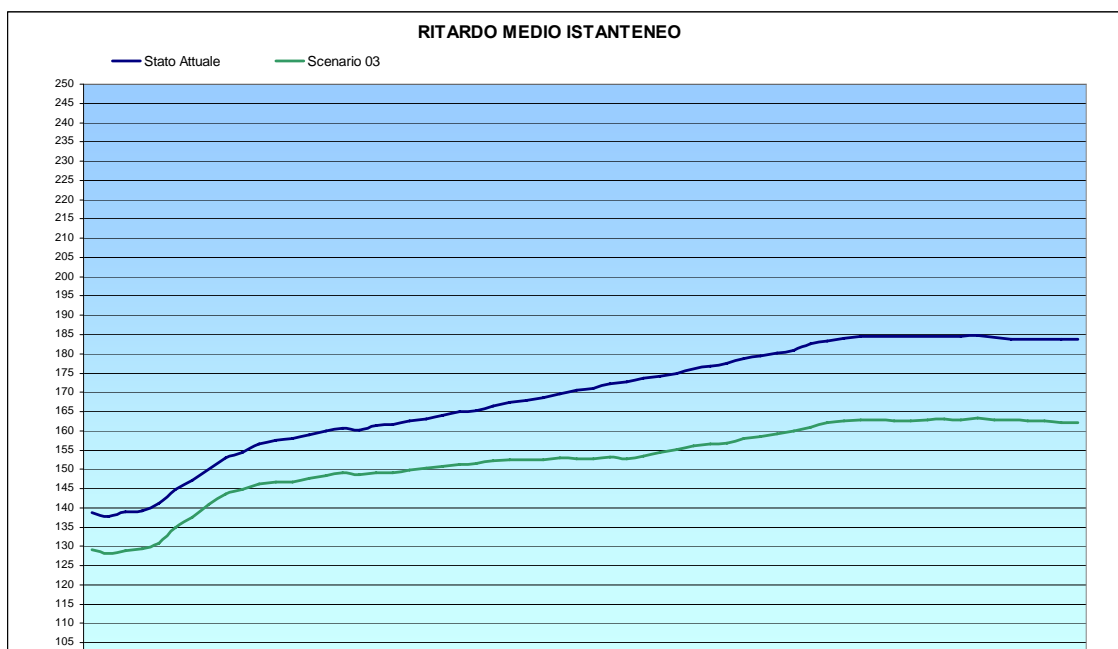


Figura 63 – Rappresentazione del ritardo medio istantaneo dei veicoli sulla rete ad ogni istante della simulazione

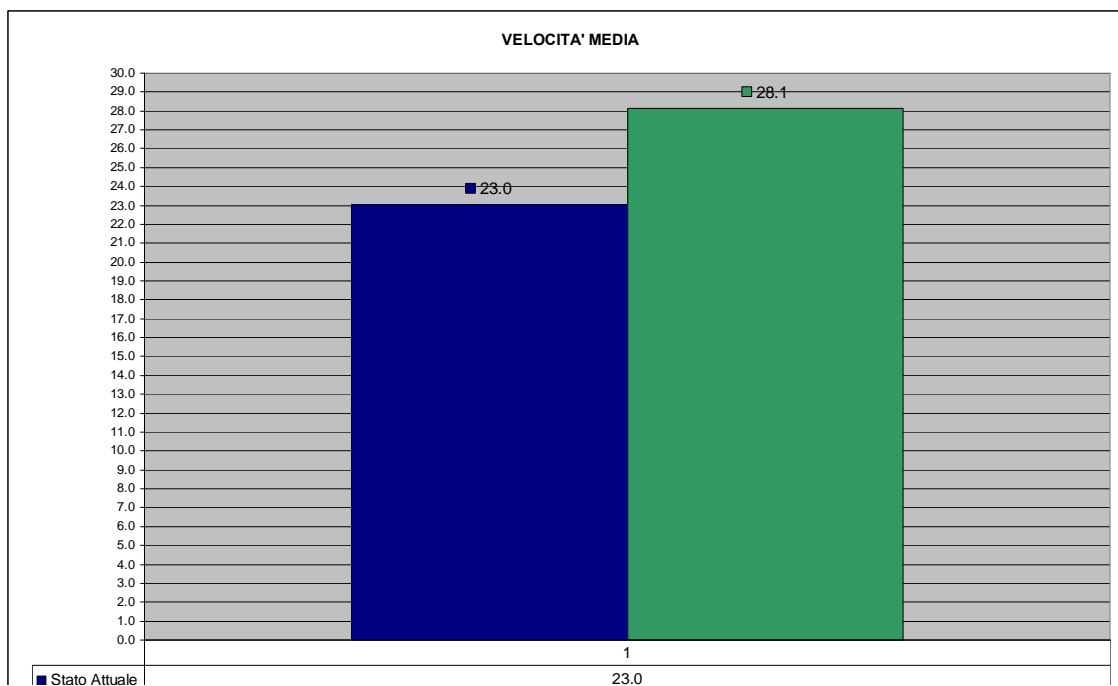


Figura 64 – Rappresentazione della Velocità media simulata nell'ora di punta

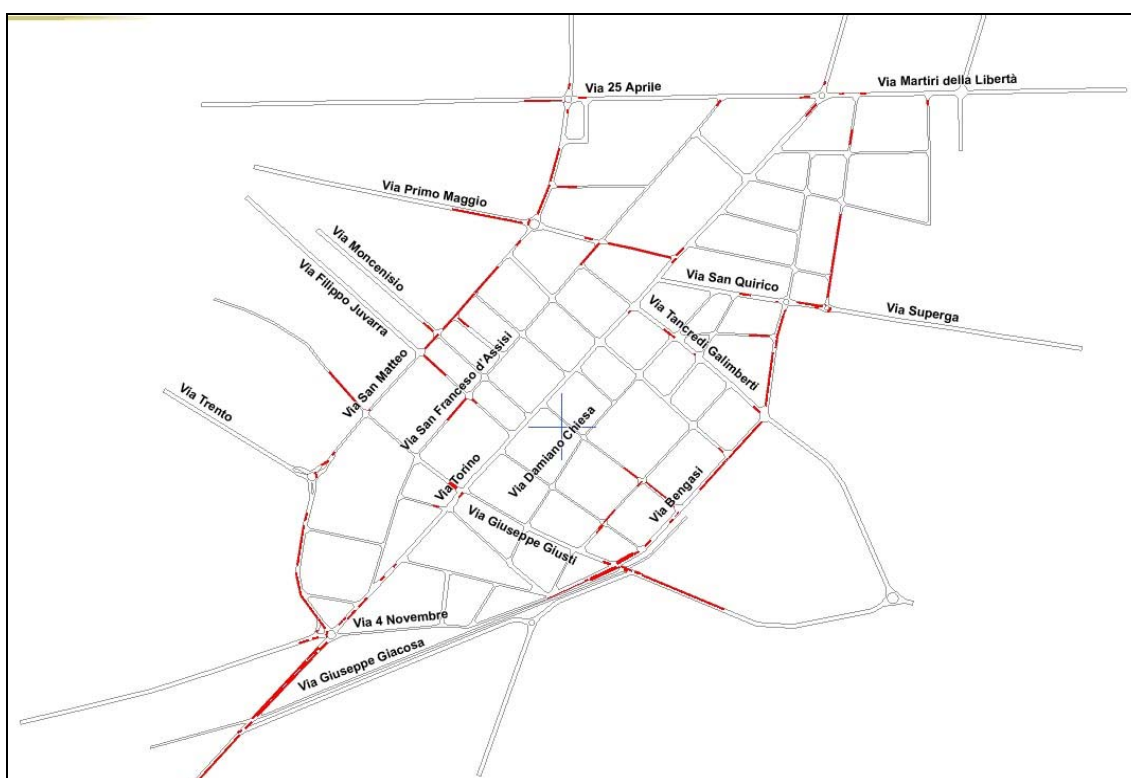


Figura 65 – Rappresentazione della code simulate nell'ora di punta

4.4.7.4 Scenario 04

Il grafico dei ritardi medi istantanei riportato in Figura 66 confronta il ritardo istantaneo simulato nello Stato Attuale con quello simulato nello Scenario 4. La rete prevista nello scenario 4 mostra delle caratteristiche prestazionali migliori rispetto allo stato attuale.

Il grafico della velocità media riportato in Figura 67 mostra come nello Scenario 4 tale caratteristica prestazionale risulti più alta rispetto a quella simulata nello Stato Attuale.

In

Figura 68 è riportata l'ubicazione delle principali code simulate nello Scenario 4.

La Tavola 4.8, mostra i ritardi medi simulati alla fine dell'ora di simulazione.

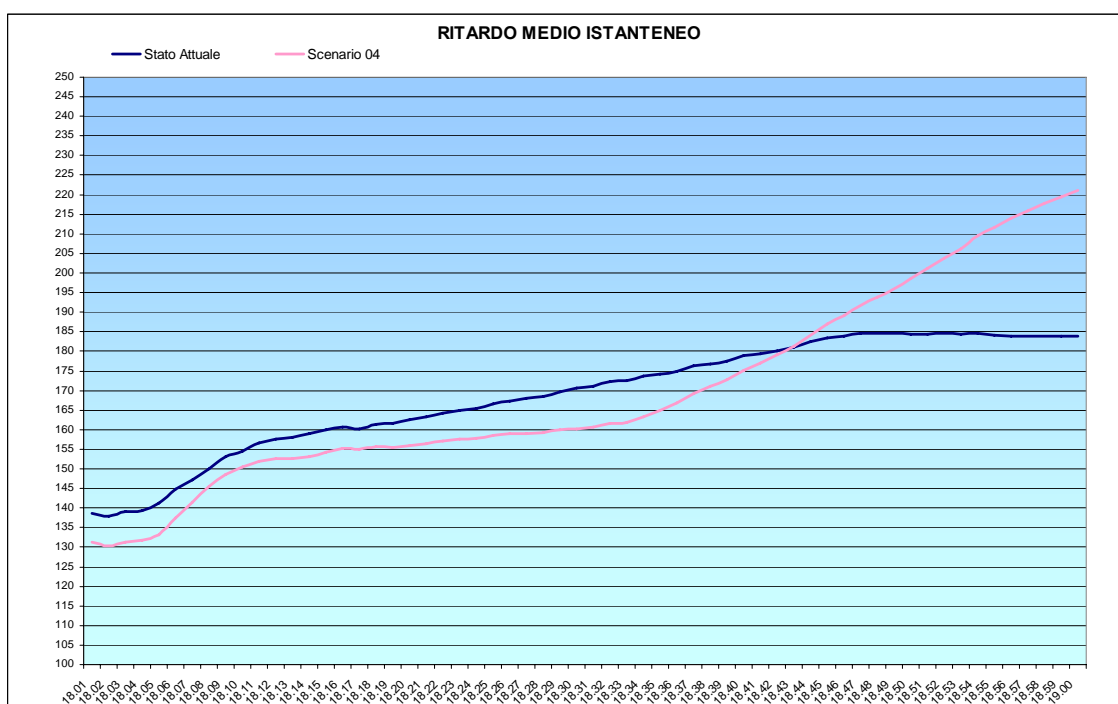


Figura 66 – Rappresentazione del ritardo medio istantaneo dei veicoli sulla rete ad ogni istante della simulazione

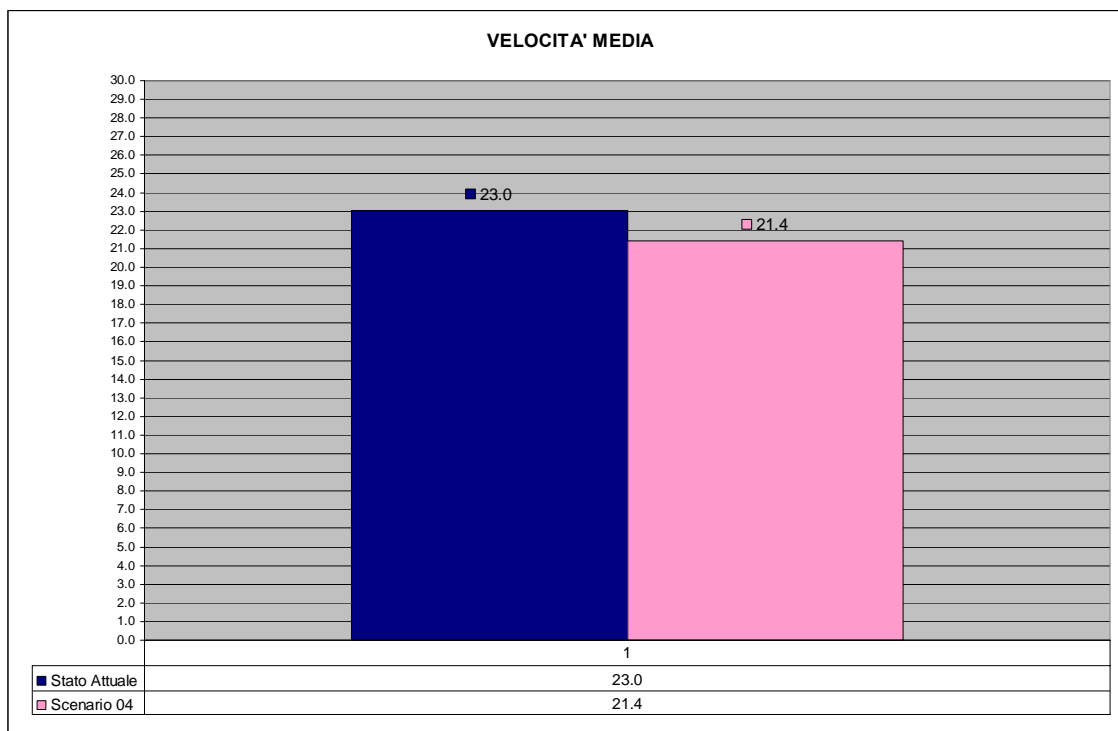


Figura 67 – Rappresentazione della Velocità media simulata nell'ora di punta

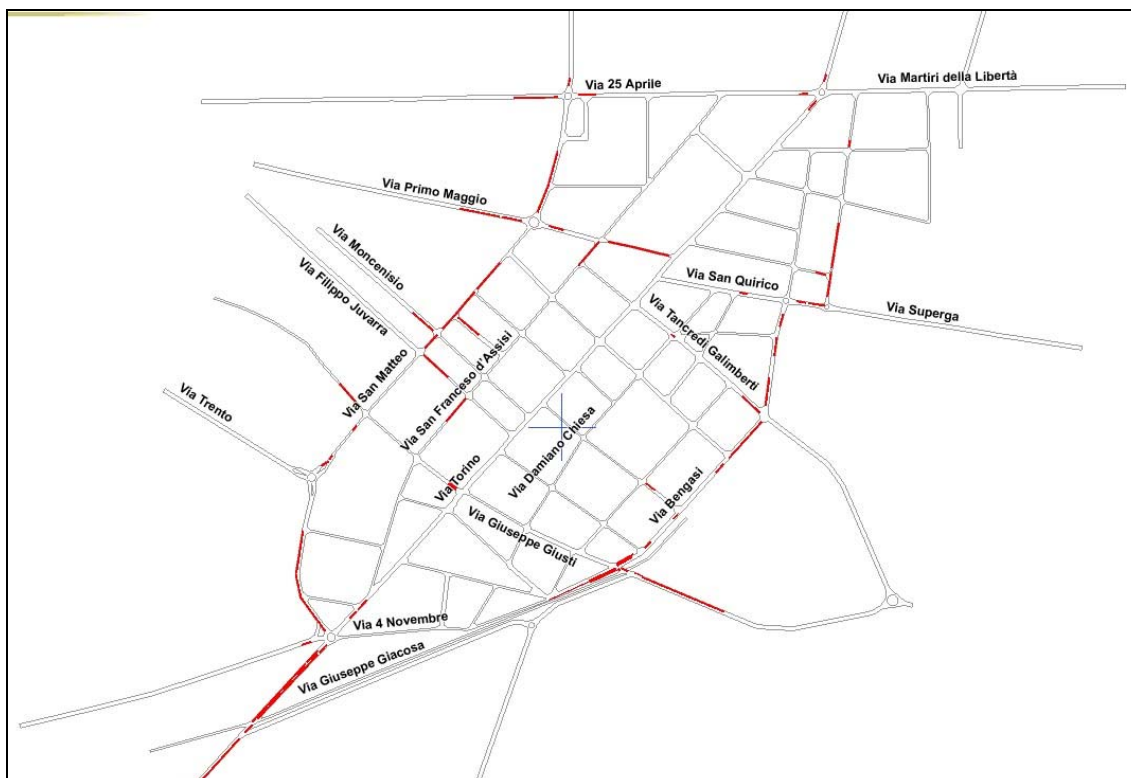


Figura 68 – Rappresentazione della code simulate nell'ora di punta

4.4.7.5 Scenario 05

Le analisi condotte per tale scenario mostrano come quest'ultimo risulti essere il migliore tra quelli analizzati.

Non si registrano accodamenti lungo via Torino, la rotatoria presso l'intersezione tra via Torino, via XXV Aprile e via Martiri della Libertà risulta adatta a smaltire i flussi veicolari stimati ed i fenomeni di accodamento riscontrati nei precedenti scenari progettuali lungo via San Matteo e via San Francesco d'Assisi risultano ora limitati e localizzati in prossimità delle intersezioni principali. Tuttavia permangono alcuni fenomeni di accodamento in prossimità dei passaggi a livello.

Il grafico in Figura 69 confronta il ritardo istantaneo simulato nello Stato Attuale e nello Scenario 5: come riscontrabile, i ritardi dei veicoli simulati nello Scenario di progetto risultano essere sensibilmente minori rispetto allo Stato Attuale, evidenziando quindi una maggiore fluidità della circolazione.

Il grafico in Figura 70 confronta la velocità media nell'ora di simulazione dello Stato Attuale con quella simulata nello Scenario 5: nuovamente lo Scenario 5 di progetto si dimostra migliore dello Stato Attuale, infatti la velocità media simulata nell'ora di punta serale passa da circa 23 km/h a circa 28 km/h.

In Figura 71 è riportata l'ubicazione delle principali code simulate nello Scenario 5.

La Tavola 4.10 mostra i flussi veicolari nell'ora di simulazione allo Scenario 5 di progetto; dalla rappresentazione grafica risulta evidente come i flussi lungo via Torino siano di gran lunga diminuiti rispetto allo Stato Attuale; di contro sono aumentati lungo via San Matteo in direzione nord - sud, lungo via San Matteo in direzione sud - nord e lungo via Bengasi in entrambe le direzioni; i flussi veicolari lungo via Cagliari risultano essere più elevati rispetto allo Stato Attuale in direzione nord - sud: questo fenomeno si spiega con la chiusura al traffico di via Torino e l'utilizzo dell'asse via Cagliari - via Bengasi come direttrice alternativa a via Torino in direzione nord - sud.

La Tavola 4.11 evidenzia le code rilevate nell'ora di simulazione.

La Tavola 4.12 riporta la velocità media simulata nell'ora di punta e si può facilmente notare come i valori siano decisamente più elevati rispetto a quelli simulati allo Stato Attuale: questo significa che la circolazione nello Scenario 5 di progetto risulta essere maggiormente fluida.

La Tavola 4.13 evidenzia i ritardi medi simulati nell'ora di punta: come si può notare dalla rappresentazione grafica, questi valori sono estremamente contenuti su tutta l'estensione della rete stradale analizzata. Solamente lungo via Susa e via Giusti, in prossimità del passaggio a livello, in direzione centro città, si evidenziano fenomeni di ritardo.

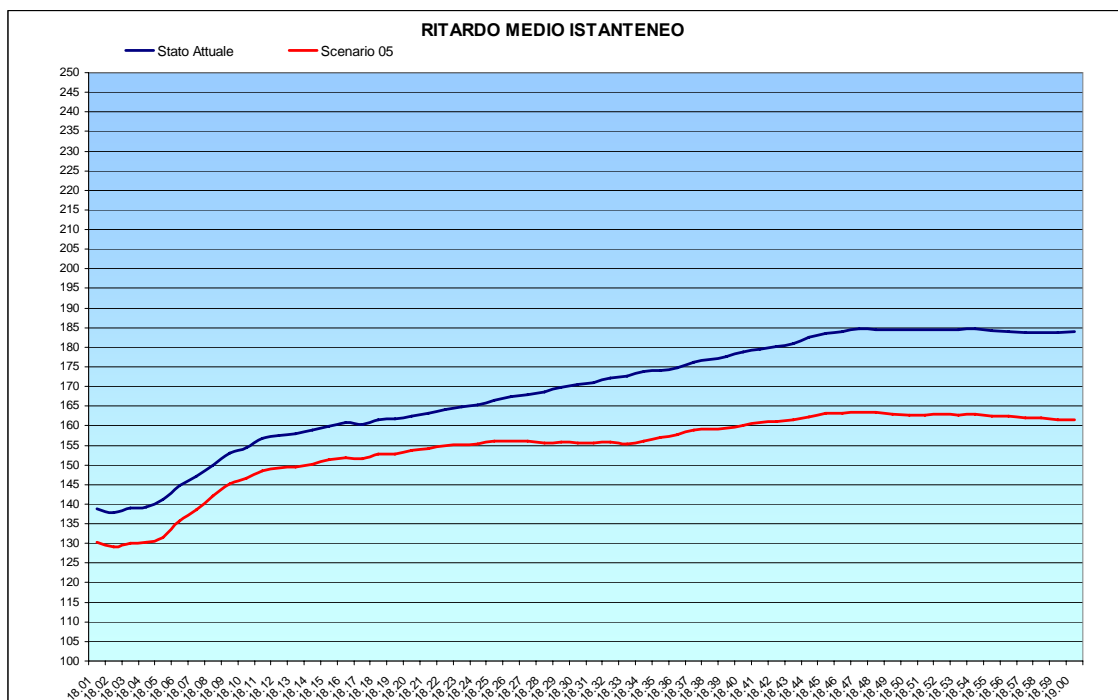


Figura 69 – Rappresentazione del ritardo medio istantaneo dei veicoli sulla rete ad ogni istante della simulazione

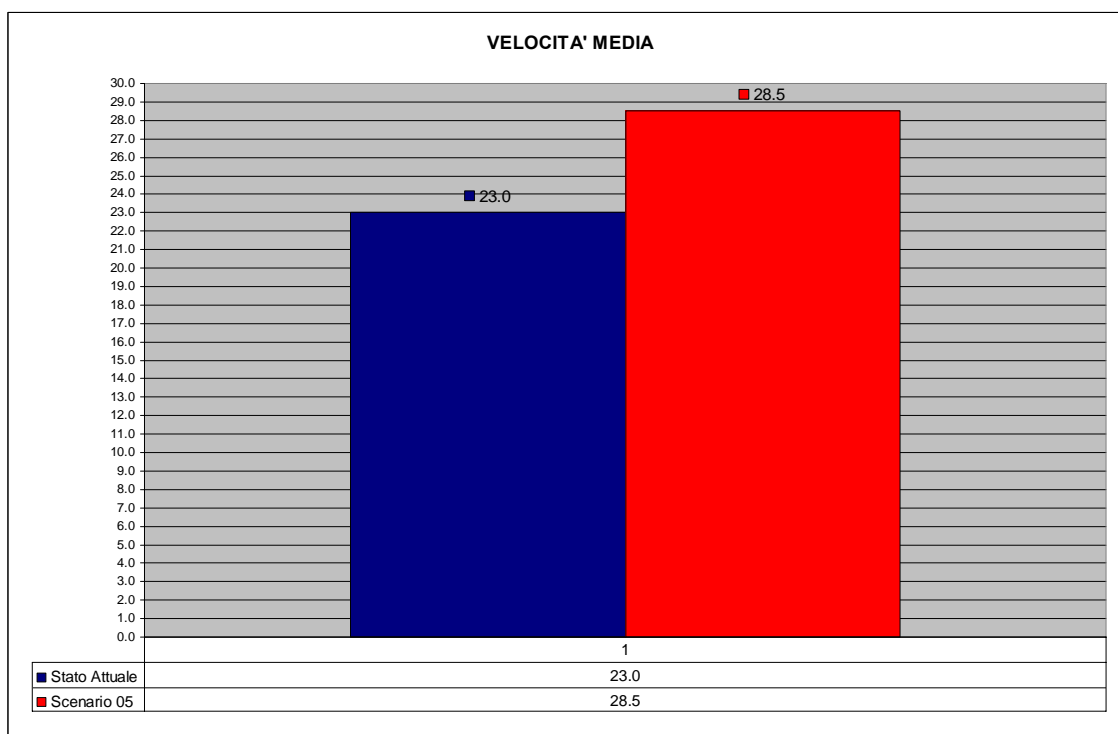


Figura 70 – Rappresentazione della Velocità media simulata nell'ora di punta

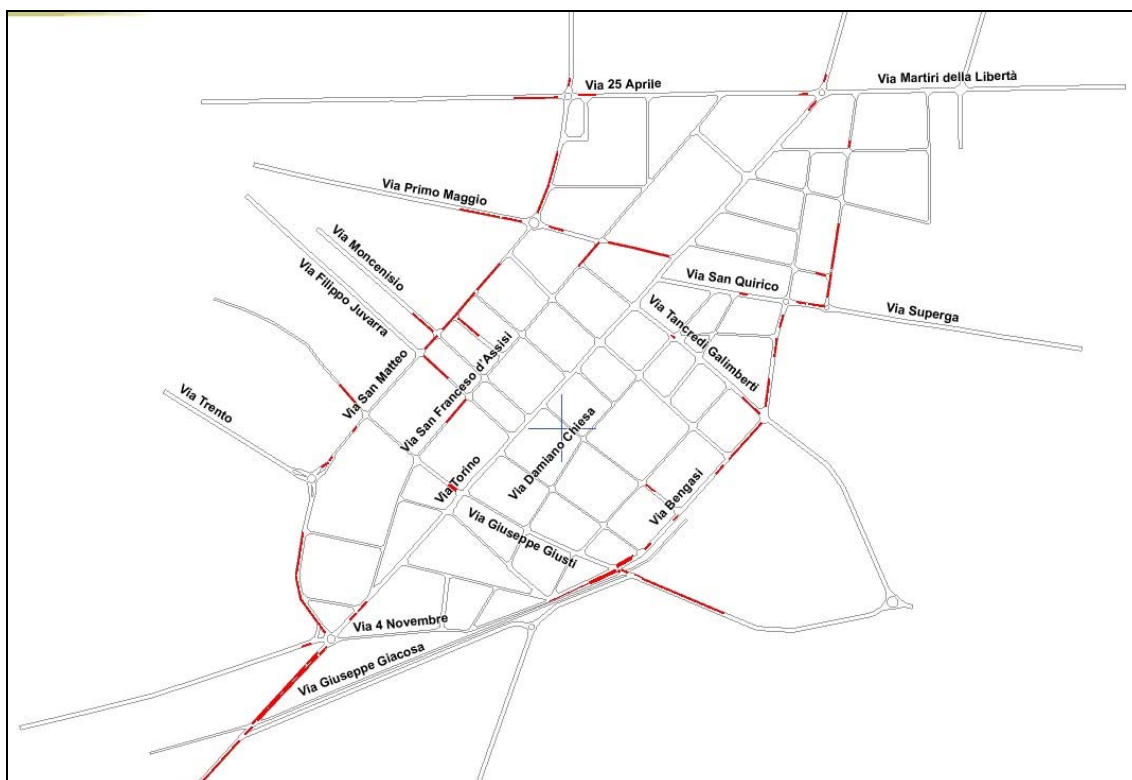


Figura 71 – Rappresentazione della code simulate nell'ora di punta

4.4.7.6 Scenario 06

Il grafico in Figura 72 confronta anche in questo caso il ritardo medio istantaneo simulato sia nello Stato Attuale che nello Scenario 6: analogamente a quanto accade per lo Scenario 3, anche in questo caso lo scenario di progetto risulta essere sensibilmente migliore dello Stato Attuale.

Similmente a quanto descritto poco sopra il grafico in Figura 73 confronta la velocità media simulata nello Stato Attuale e nello Scenario 6: questo parametro dimostra come lo Scenario 6 di progetto risulti essere migliore dello Stato Attuale.

In Figura 74 è riportata l'ubicazione delle principali code simulate nello Scenario 6.

La Tavola 4.9 dimostra come i valori dei ritardi simulati nello Scenario 6 di progetto risultino essere contenuti.

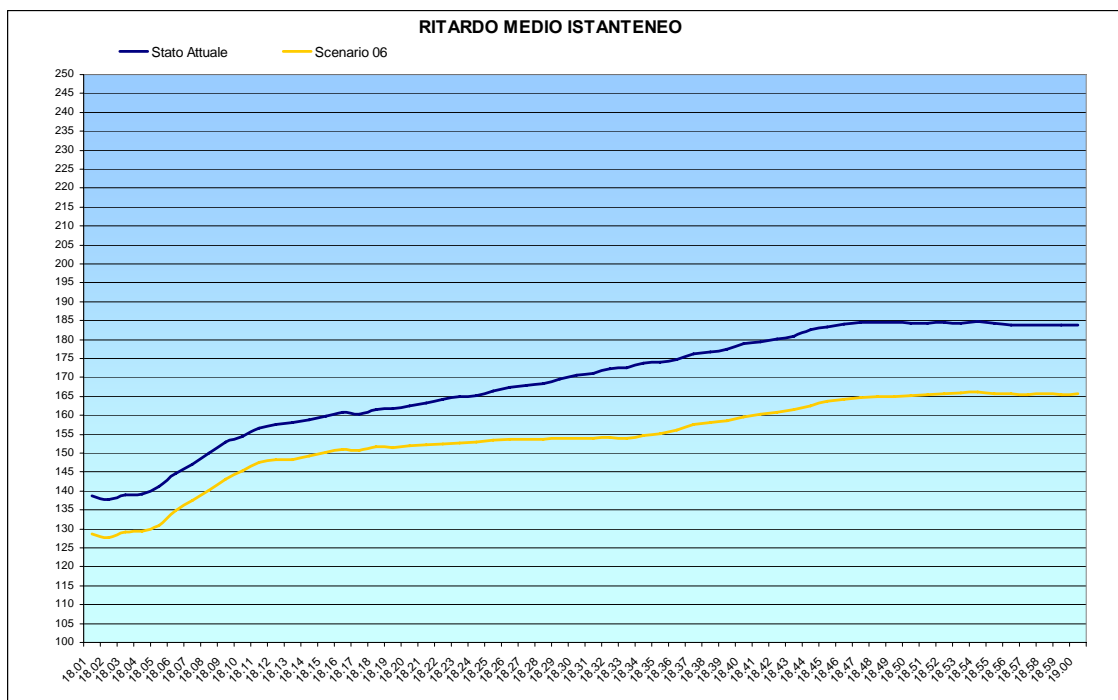


Figura 72 – Rappresentazione del ritardo medio istantaneo dei veicoli sulla rete ad ogni istante della simulazione

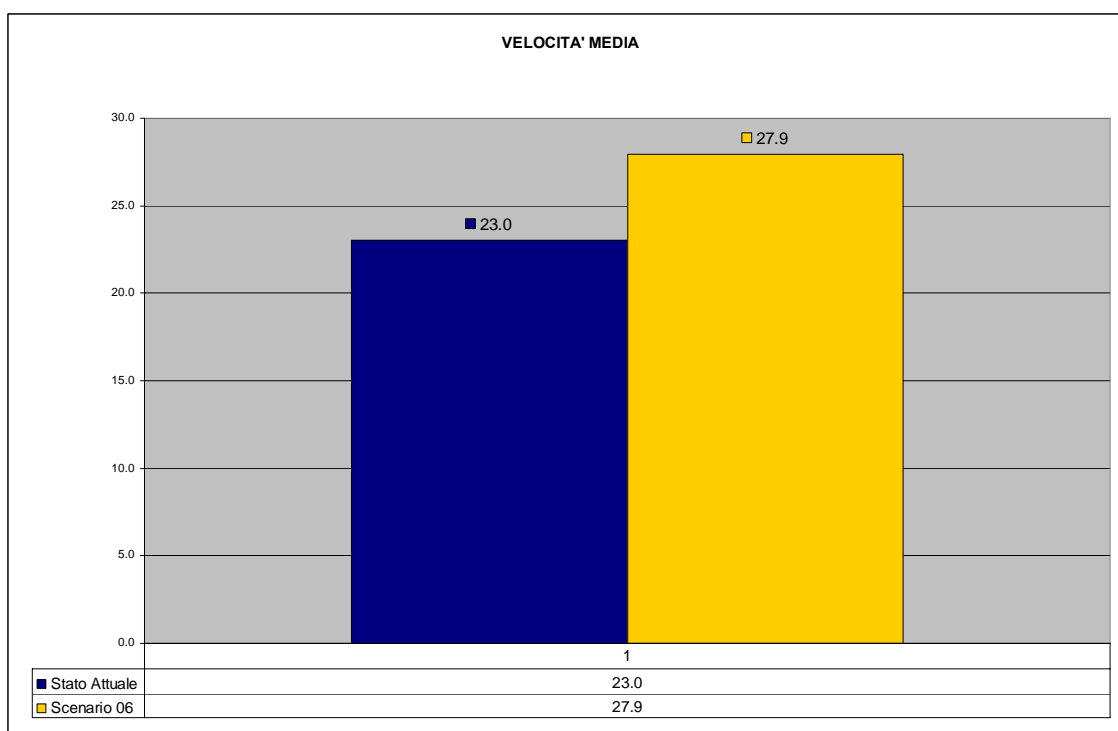


Figura 73 – Rappresentazione della Velocità media simulata nell'ora di punta

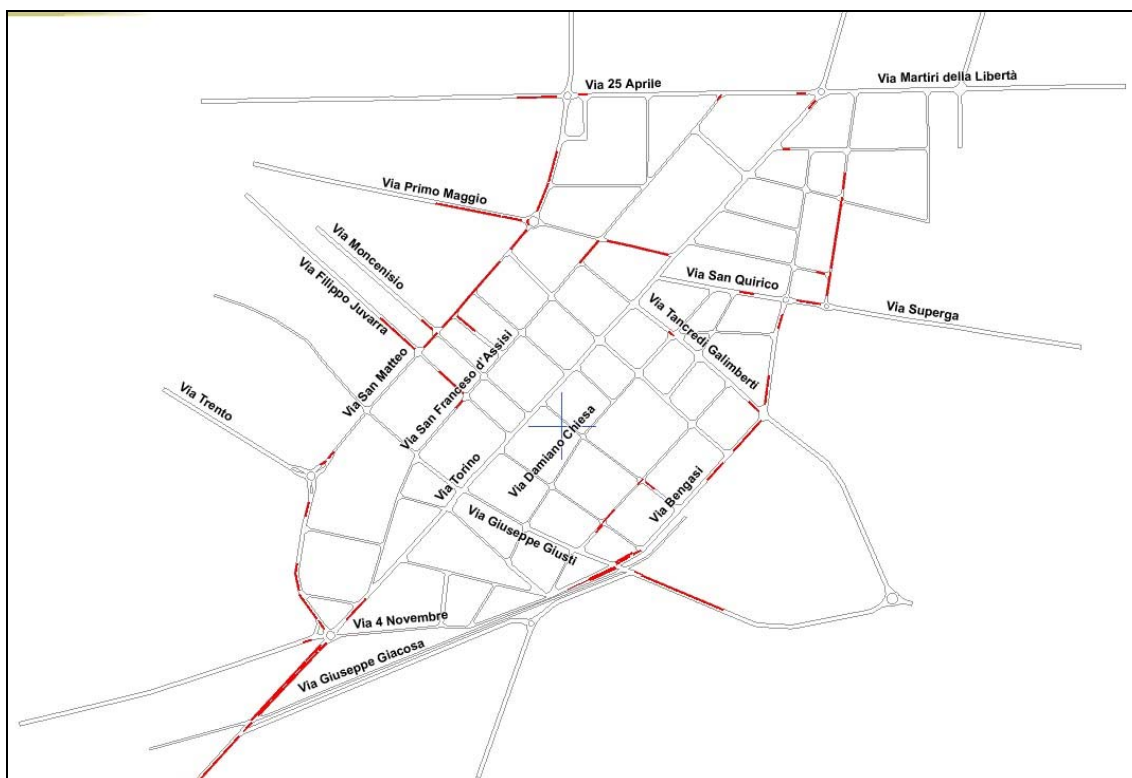


Figura 74 – Rappresentazione della code simulate nell'ora di punta

4.5 Analisi dei parametri prestazionali di rete

Per completare l'analisi in oggetto e fornire un confronto più immediato tra lo scenario dello Stato Attuale e tutti gli Scenari infrastrutturali alternativi analizzati, vengono riportati di seguito i diagrammi rappresentativi dell'andamento, durante l'ora di simulazione, di alcuni parametri prestazionali calcolati su tutta la rete. Tali parametri fanno riferimento:

- alla velocità media istantanea di tutti i veicoli presenti sulla rete in ogni minuto di simulazione;
- al numero di veicoli presenti sulla rete in ogni minuto di simulazione;
- al grafico di confronto del ritardo veicolare per ogni minuto di simulazione;
- al grafico della velocità media oraria calcolata nell'intera ora di simulazione.

Da ultimo viene riportato un istogramma di confronto della media dei ritardi cumulati alla fine delle simulazioni: questo parametro permette di valutare la prestazionalità dei vari scenari simulati.

Il grafico riportato in Figura 75, rappresenta il confronto tra la media delle velocità istantanee di tutti i veicoli presenti sulla rete calcolato per ogni minuto di simulazione.

Dall'analisi di questo parametro emerge come lo Scenario 5, come anche lo Scenario 3 e lo Scenario 6, risultino essere quelli con velocità media più elevata.

Il grafico riportato in Figura 76 mostra il numero di veicoli contemporaneamente presenti sulla rete in ogni minuto della simulazione. Questo parametro permette di valutare il grado di congestione di una rete nel senso che maggiore è il numero di veicoli contemporaneamente presente sulla rete in un dato istante, maggiore risulterà la densità e la congestione dei veicoli. Il grafico riportato conferma quanto anticipato poco sopra: anche in questo caso, infatti, lo Scenario 5, lo Scenario 3 e lo Scenario 6 risultano fornire migliori prestazioni.

Il grafico riportato in Figura 77 mette a confronto la media dei ritardi istantanei dei veicoli presenti sulla rete per ogni minuto di simulazione: ancora una volta si conferma come nello Scenario 5, Scenario 3, Scenario 4 e Scenario 6 i ritardi siano molto confrontabili e minori rispetto agli altri scenari di progetto.

In Figura 78 vengono confrontati i valori delle velocità medie simulate nell'ora di punta: ancora una volta nello Scenario 5, Scenario 3, Scenario 4 e Scenario 6 si evidenziano velocità medie più elevate.

Infine si riporta il grafico di Figura 79 che mette a confronto i ritardi medi cumulati dai veicoli sulla rete per ogni minuto di simulazione. Questo parametro permette di confrontare facilmente tutti gli scenari simulati.

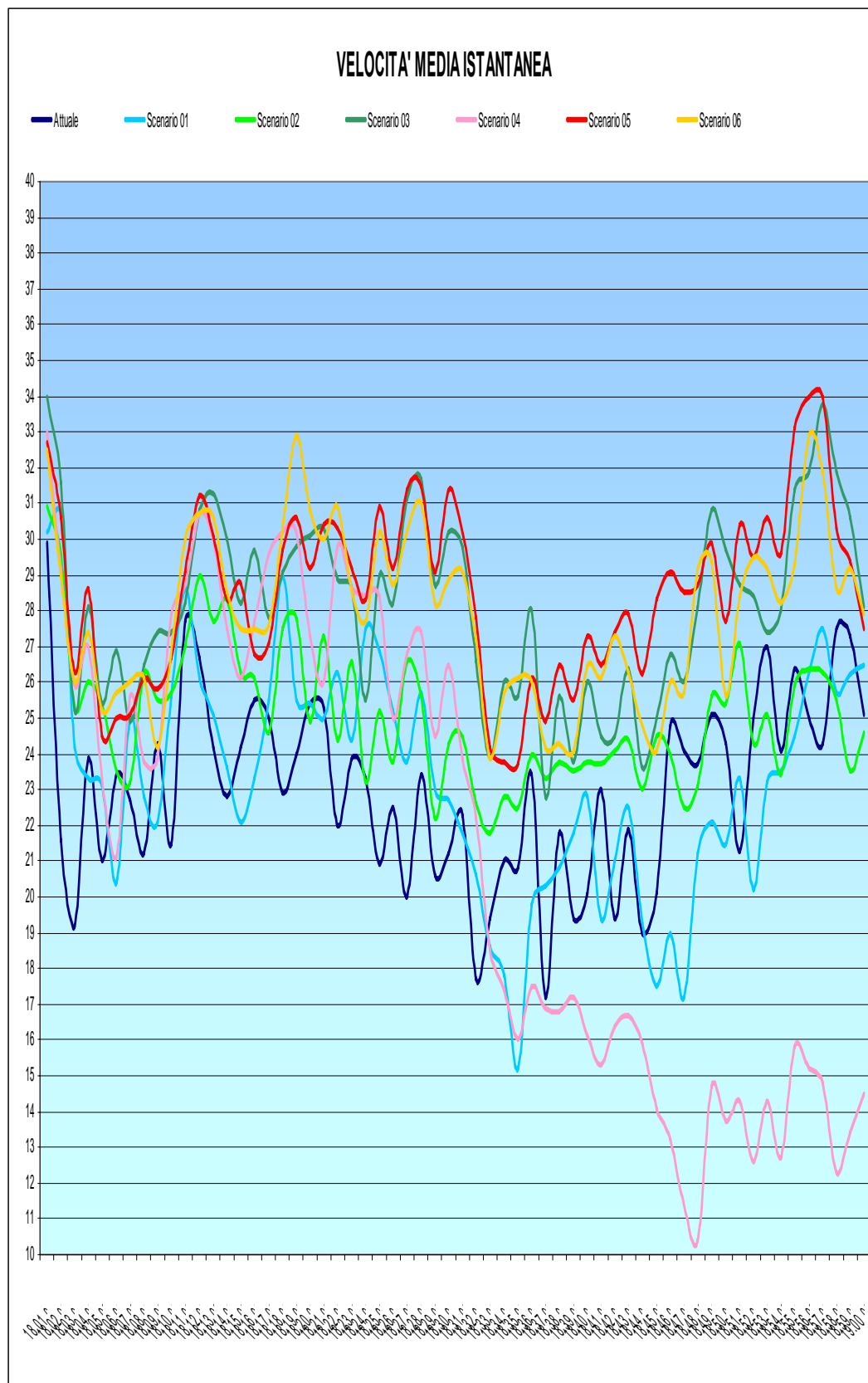


Figura 75 – Rappresentazione della velocità media istantanea dei veicoli presenti sulla ad ogni istante della simulazione

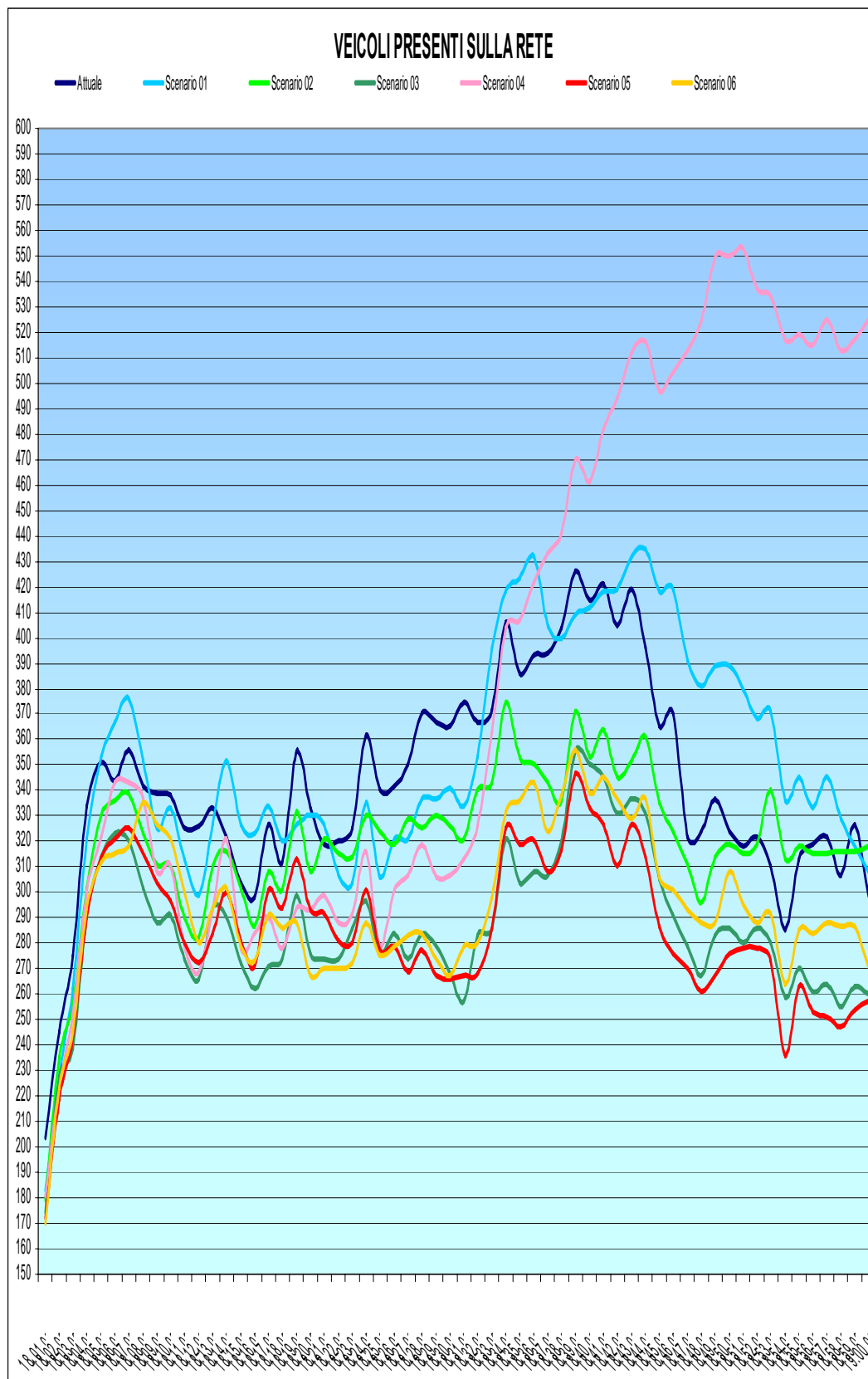


Figura 76 – Rappresentazione del numero dei veicoli presenti sulla rete ad ogni istante della simulazione

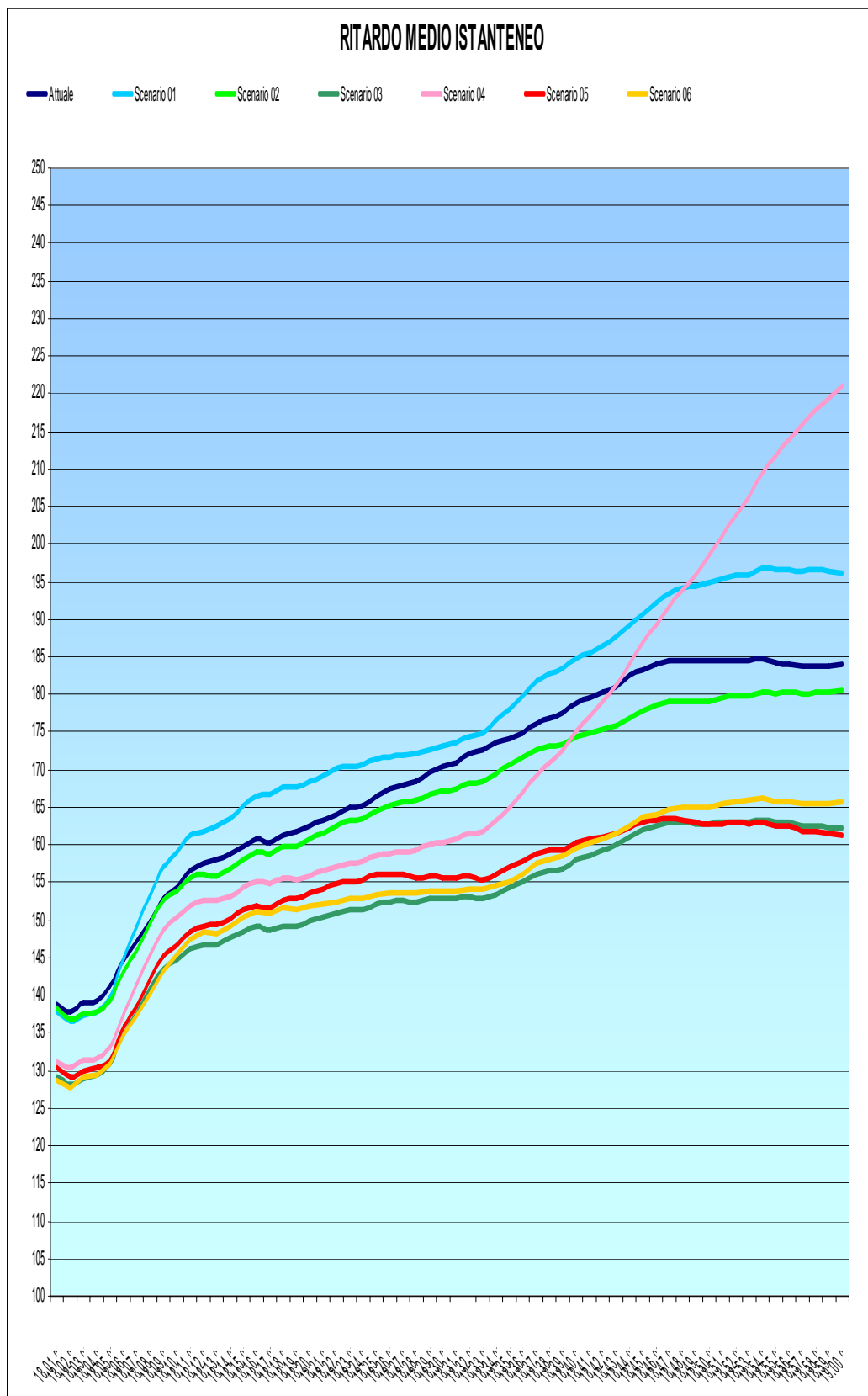


Figura 77 – Rappresentazione del ritardo medio istantaneo dei veicoli sulla rete ad ogni istante della simulazione

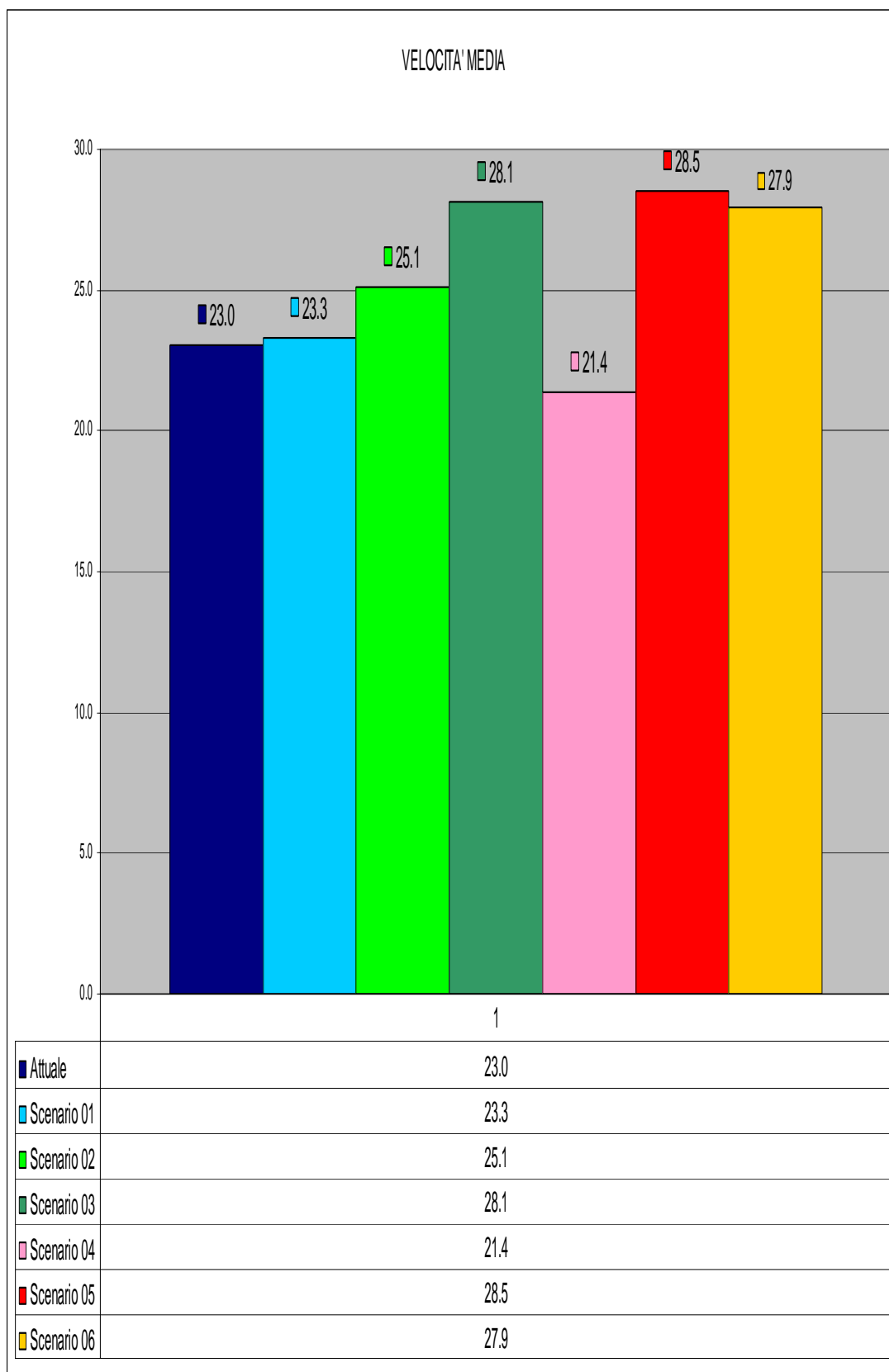


Figura 78 – Rappresentazione della Velocità media simulata nell'ora di punta

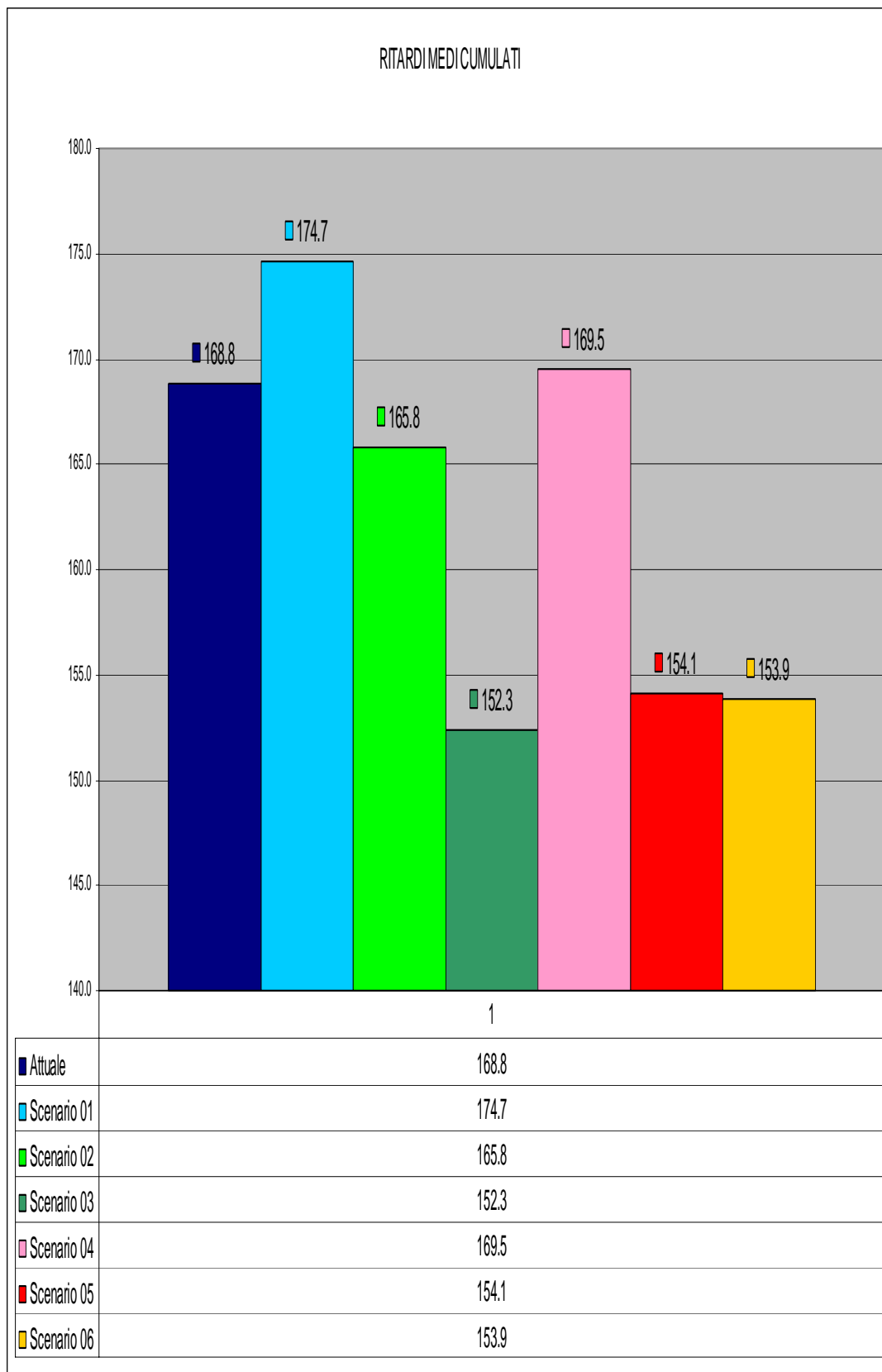


Figura 79 – Rappresentazione dei Ritardi Medi Cumulati

4.6 Conclusioni

Il presente studio ha voluto esplorare diverse alternative progettuali per valutare qual fosse la migliore configurazione della viabilità di Nichelino conseguente alla chiusura al traffico di via Torino nel tratto compreso tra via D'Azeglio e via Superga.

Come descritto nelle pagine precedenti sono stati analizzati 6 scenari di progetto differenti e i risultati delle analisi hanno evidenziato come gli Scenari 4, 5 e 6 risultino essere pressoché equivalenti e migliori rispetto agli altri sia dal punto di vista strettamente funzionale sia dal punto di vista di compatibilità e della fattibilità degli interventi infrastrutturali previsti.

Tra i tre scenari in questione le differenze di prestazioni sono del tutto marginali, per cui la scelta potrà essere dettata da altre considerazioni che esulano dalla mera analisi di traffico.

*Tutte le simulazioni di traffico del presente studio sono state effettuate con il modello di micro-simulazione **Quadstone Paramics**⁴ della Quadstone Limited - Edinburgh (UK).*

Il modello di micro-simulazione implementato è disponibile presso gli uffici di Torino della T.T.A. che si rende disponibile a esibirlo in qualsiasi momento su richiesta degli Enti competenti.

⁴ www.paramics.it

5 GLI INTERVENTI PREVISTI

Come si è detto ci si propone di pervenire entro il biennio 2007 - 2008 alla realizzazione degli interventi di riqualificazione di via Torino, identificando di conseguenza i necessari interventi preparatori e complementari riguardanti

Unitamente a questo l'aggiornamento del PGTU affronta alcuni temi viabilistici volti a riguardanti in particolare la realizzazione del sovrappasso S. Quirico - Colombetto

Di seguito si provvede:

- ad una preliminare valutazione dei potenziali impatti conseguenti alla riqualificazione ambientale di via Torino;
- ad una descrizione degli interventi previsti che vengono articolati in due fasi temporali: 2007 e 2008.

5.1 La riqualificazione ambientale di via Torino

5.1.1 La situazione attuale

Come illustrato nell'ambito dello studio di traffico, a cui si rimanda per le indicazioni di dettaglio, nella situazione attuale via Torino risulta interessata da una delle correnti veicolari più consistenti e svolge anche il ruolo di arteria di attraversamento e distribuzione del traffico all'interno della città.

Da questa funzione deriva il peso rilevante del traffico esterno, dove con questo termine si intende il traffico non generato dai residenti nell'area.

Questa funzione non è chiaramente compatibile con la riqualificazione ambientale della via, che richiede di alleggerire questo asse viario del traffico esterno al fine di poterla dedicare alla libera fruizione da parte del traffico non motorizzato, ed innanzitutto pedonale.

5.1.2 L'ipotesi di intervento

L'ipotesi sottoposta a valutazione riguarda la trasformazione di via Torino nel tratto tra via D'Azeglio e via S. Quirico in Zona a Traffico Limitato (ZTL).

La ZTL comprende oltre al tratto indicato i corrispondenti tratti delle strade traverse tra via Torino e la prima parallela sui due lati di questa.

E' implicito che questo intervento non si limita alla ridefinizione del sistema di gestione della viabilità, ma si estende ad una complessiva riorganizzazione dello spazio viario e dell'arredo urbano, integrandosi con la ristrutturazione della piazza Di Vittorio, già oggetto di specifica progettazione.

Nella ZTL le tipologie di traffico consentite sono:

- il traffico generato dai residenti,
- quello generato dai mezzi pubblici e mezzi di soccorso,
- quello generato da altre categorie soggette ad autorizzazione comunale, quali gestori di esercizi commerciali, medici, ecc.

Nella ZTL viene esclusa la possibilità di sosta.

In particolare, per quanto riguarda i residenti, sono da intendersi coloro per cui è strettamente necessaria la percorrenza di un tratto della via, ovvero coloro che abitano nei fronti residenziali della via e del tratto di traverse tra via Torino e la prima parallela sui due lati di questa. Sarà oggetto di successiva valutazione se a questa categoria di persone potrà essere consentita la percorrenza dell'intero tratto riqualificato.

La viabilità individuata per accogliere la diversione di traffico indotta dal l'intervento di riqualificazione ambientale è la seguente (tavola 4):

- semianello tangenziale ovest, nel percorso Trento – del Pascolo – Stupinigi – Torricelli – ponte sul Sangone;
- direttrice viaria complementare ovest, costituita dalle vie a senso unico San Francesco e San Matteo, che operano in modo integrato per soddisfare le esigenze di percorso direzione nord e direzione sud;
- direttrice viaria complementare est, costituita dalle vie IV Novembre / D'Azeglio – Bendasi - Superga – Milano – Roma – Cuneo.

La prima direttrice si caratterizza per una maggiore capacità e un maggior livello di scorrevolezza, mentre le direttrici complementari mantengono in ampia misure le caratteristiche di strade residenziali diffusamente dotate di interventi di rallentamento del traffico veicolare.

La riqualificazione di via Torino nel tratto indicato, ed in senso più lato l'attuazione della ZTL, dovrà essere oggetto di uno specifico **progetto attuativo**.

Nell'ambito di questo una specifica situazione da gestire è rappresentata dal supermercato Standa localizzato tra le vie Juvarra e Moncenisio, il cui parcheggio sul tetto viene raggiunto con rampa in ingresso da via Torino, mentre l'uscita è sul retro in

via Chiesa. L'accessibilità a tale rampa potrà essere mantenuta attraverso via Juvarra (di cui si prevede, come descritto poco oltre l'inversione del senso di marcia).

La riqualificazione del tratto di via indicato genera due principali effetti:

- il primo riguarda la deviazione dell'attuale flusso veicolare su altra viabilità e, in particolare su via S. Matteo, su via S. Francesco e su via Bengasi;
- il secondo riguarda l'accessibilità agli esercizi commerciali che si addensano su via Torino e l'eliminazione dei parcheggi presenti sulla stessa via.

5.1.3 L'impatto su via S. Matteo, via S. Francesco e via Bengasi

Relativamente al primo tipo di impatto, l'indagine e la previsione dei flussi di traffico ha rivelato (ma potremmo dire che ha confermato) che l'incremento di traffico, che si determinerebbe sulle vie S. Francesco e Bengasi, è apprezzabile (oltre il 50% su via S. Francesco, mentre i flussi su via Bengasi si attesterebbero attorno agli 800 v/h bidirezionali), per quanto riguarda via S. Matteo nel complesso della sua lunghezza non si riscontrano variazioni medie apprezzabili. Esso è destinato a produrre un certo peggioramento ambientale sullo spazio residenziale afferente alle citate vie, più marcato su via Bengasi, oltre che possibili situazioni di congestione e di criticità.

Di contro, la qualità ambientale dello spazio residenziale afferente a via Torino ne avrebbe un sensibile miglioramento. Ovviamente questo effetto positivo non può essere considerato compensativo del peggioramento che riguarda aliquote diverse di popolazione.

L'impatto dovuto all'incremento di traffico sulle vie S. Matteo, S. Francesco e Bengasi si manifesta in forma di:

- incremento dell'inquinamento acustico;
- incremento dell'inquinamento atmosferico;
- incremento della congestione e formazione di punti critici (code, attraversamenti di punti sensibili).

Si può stimare che i primi due tipi di impatto non siano tali da causare situazioni di criticità.

Il problema potenzialmente più critico riguarda il terzo tipo di impatto; cioè il manifestarsi di situazioni in cui non si riesce a mantenere la fluidità del traffico.

Non va trascurato il fatto che la formazione di situazioni di congestione costituisce anche il fenomeno attraverso cui la popolazione avverte più direttamente il peggioramento della situazione.

Va osservato che, a meno delle limitazioni dovute alla presenza di regolazioni semaforiche, la capacità delle strade è tale da assicurare un buon deflusso anche nelle ore di punta.

Vanno dunque evitati tutti quei fattori che limitano la fluidità del traffico, poiché se, a seguito dell'incremento di traffico, si dovessero formare code, si potrebbero creare situazioni percepite come critiche.

Occorre dunque garantire la fluidità del traffico, evitando però di ridurre la sicurezza delle strade. Ciò comporta l'adozione di adeguate misure di moderazione del traffico atte a garantire la sicurezza prioritariamente per gli utenti deboli, quali i pedoni e i ciclisti.

Una particolare attenzione dovrà essere posta sia nel posizionamento degli stalli per la sosta, in modo da agevolare le manovre senza provocare eccessivi disagi al traffico, sia nel trattamento delle intersezioni dove si prevede un più intenso flusso di attraversamento o di immissione (via 1° Maggio, ad esempio, costituisce uno di questi potenziali punti critici).

Da quanto sopra deriva che, prima di procedere alla riqualificazione di via Torino, è opportuno sistemare le vie S. Matteo, S. Francesco e Bengasi secondo misure che ne assicurino l'efficiente e sicuro funzionamento anche in presenza del prevedibile incremento di traffico.

5.1.4 L'impatto sugli esercizi commerciali e sulla domanda di sosta di via Torino

Con riferimento all'impatto sugli esercizi commerciali, va considerato che via Torino è la principale via commerciale di Nichelino e che questa sua funzione spiega anche in buona misura il flusso di traffico locale. Una riqualificazione della strada rende meno agevole l'accessibilità veicolare agli esercizi commerciali, con possibili diseconomie esterne sui medesimi, a causa della eventuale perdita di quella aliquota di clientela non disponibile a modificare la modalità di accesso.

Di contro, la riqualificazione potrebbe avere un sensibile effetto di incremento della frequentazione pubblica e, conseguentemente, della domanda di servizi commerciali. Per prevedere i due tipi di effetti e la misura in cui il possibile incremento di utenza dovuto alla riqualificazione compensi la perdita, occorrerebbe svolgere un'apposita indagine.

Ciò che ci si può attendere è che questi effetti non si distribuiscano equamente sui diversi tipi di esercizi, essendo più penalizzati quelli per i quali la propensione all'accessibilità automobilistica è più rigida (come, ad esempio, i centri commerciali di alimentari).

In ogni caso, si dovrà garantire un'offerta di parcheggi sostitutivi di quelli oggi presenti in via Torino che verranno resi indisponibili. La domanda di sosta su via Torino presenta le due componenti, relative l'una ai residenti, l'altra ai fruitori degli esercizi commerciali. Quella dei residenti privi di autorimesse è rigida, quella dei fruitori degli esercizi commerciali presenta, come si è detto, gradi di elasticità diversi a seconda del tipo di acquirente.

È comunque evidente che la mitigazione del disagio, provocato dall'eliminazione della sosta veicolare su via Torino, comporta la preventiva realizzazione di parcheggi sostitutivi distribuiti in modo appropriato nelle fasce a lato di via Torino, in modo da assicurare una buona accessibilità da parte dell'utenza.

Da quanto sopra deriva che, prima di procedere alla riqualificazione di via Torino, è necessario realizzare i parcheggi sostitutivi di quelli oggi presenti in via Torino, ed è opportuno svolgere un apposito studio per una più attenta previsione dell'impatto sugli esercizi commerciali presenti su via Torino.

5.1.5 Le nuove caratteristiche di via Torino e la fase di cantiere

La riqualificazione di via Torino comporta un consistente cambiamento tipologico della strada e un suo radicale ridisegno.

Il nuovo disegno dovrà comunque tenere conto dei seguenti vincoli:

- è opportuno che il mezzo di trasporto pubblico continui a transitare per via Torino;
- dovrà essere garantito l'accesso veicolare agli aventi diritto;
- si dovrà prevedere, secondo opportune modalità, l'accesso dei fornitori degli esercizi commerciali;
- andranno mantenuti quegli attraversamenti che sono necessari per assicurare le opportune connessioni tra le reti stradali delle due parti di città separate da via Torino;
- dovrà essere consentita la ciclabilità.

Tenendo conto di tali vincoli, si possono tratteggiare le caratteristiche salienti della nuova strada (di cui si dovrà valutare se sia più opportuno qualificarla come "zona a traffico limitato" o come "area pedonale" ai sensi del Nuovo Codice della Strada):

- si dovrà mantenere una carreggiata centrale per il transito dei mezzi motorizzati a cominciare da quelli del trasporto pubblico o dei mezzi di emergenza;
- si dovranno prevedere posti di sosta per i veicoli addetti alla fornitura degli esercizi commerciali;
- dovrà essere garantita l'agibilità degli accessi carrai che ne hanno diritto;
- dovranno essere consentiti gli attraversamenti veicolari di quelle vie, che garantiscono la necessaria continuità della rete stradale.

È evidente come questi requisiti funzionali condizionino fortemente il disegno della nuova strada, la scelta dei materiali del manto stradale, la scelta degli arredi, dei lampioni, la ricollocazione di caditoie e chiusini, ecc.

Peraltro, va preventivato il fatto che, in concomitanza con un intervento di questo tipo, si ponga l'esigenza di un intervento di manutenzione straordinaria e di rinnovo delle infrastrutture sotterranee.

È altrettanto evidente come il nuovo disegno comporti un rifacimento della strada e, conseguentemente, una fase di cantiere di rilevante impatto sul traffico, sull'accesso agli immobili e agli esercizi commerciali: ciò richiede un'attenta programmazione della fase di cantiere, volta alla minimizzazione di impatti e disagi.

L'impatto del cantiere si riduce nella misura in cui l'intervento viene realizzato dopo che la riqualificazione è stata sperimentata ed attuata, in modo che i lavori possano procedere senza dover interrompere o ostacolare il traffico.

In ogni caso, nella misura in cui – come sarà probabile specie se si interviene anche sulle reti sotterranee – il cantiere procederà per segmenti a sezione piena, si dovrà deviare il transito dei mezzi del trasporto pubblico. Ciò consentirà di sperimentare questo tipo di configurazione e di valutare se non possa essere adottata come soluzione definitiva, anche se vi sono buoni motivi a favore del mantenimento del trasporto pubblico su via Torino anche dopo la riqualificazione. Infatti esso garantisce l'accessibilità diretta del trasporto pubblico dalla zona pedonale e la liberazione dei mezzi pubblici dal traffico veicolare privato (pur dovendo i mezzi pubblici procedere a velocità moderata nell'ambito pedonalizzato).

5.1.6 Le condizioni della sosta veicolare

Nell'ambito delle valutazioni preliminari relative all'intervento di riqualificazione ambientale di via Torino si è provveduto ad una verifica dei posti auto a parcheggio lungo la viabilità esistenti lungo il tratto di intervento.

Si tratta nel complesso di circa 130 posti auto che risultano compensati, con significativo margine cautelativo, dai parcheggi individuati nell'ambito del paragrafo 5.2.1.7 e denominati P1 via Trento, P2 nuovo tratto di via San Quirico, P3 via San Matteo.

Si è inoltre provveduto a verificare le condizioni generali della sosta veicolare in ora di punta, con due rilevamenti nelle ore di punta del mattino (dalle 10 alle 12) ed un rilevamento in ora di punta serale (dalle 18 alle 19).

I rilevamenti hanno riguardato il tratto di via Torino di proposta riqualificazione ed i tratti viari immediatamente limitrofi.

I rilevamenti hanno evidenziato:

- percentuali di occupazione dei posti auto mai inferiori all'80 % e sovente prossime al 100 %;

- una maggiore variabilità per i parcheggi esterni, in particolare per il parcheggio via Diaz-via Chiesa;
- percentuali più ridotte e talora non elevate di utilizzo del parcheggio sopraelevato Standa su via Torino.

Nei rilevamenti si sono anche verificate le condizioni di occupazione di p.za Dalla Chiesa, che risultano in genere ridotte (mai superiori ad un terzo dello spazio disponibile).

Da quanto osservato ne derivano le seguenti considerazioni:

- l'importanza fondamentale di realizzare le aree di sosta P1 e P2, da cui è rapidamente accessibile il settore di via Torino di prevista riqualificazione;
- in questo quadro il parcheggio P3 può svolgere un ruolo di supporto ma non di azione di base;
- la necessità di avviare un'azione sistematica di organizzazione della viabilità orientata ad ampliare l'offerta di sosta veicolare; in tal senso gli interventi di trasformazione di viabilità locale da doppio senso a senso unico e contestuale rallentamento del flusso veicolare offrono opportunità che occorre utilizzare compiutamente;
- la necessità di ricercare, per le diverse direttrici di ingresso in area centrale, interventi complementari a quelli indicati nei suddetti primi due punti.

5.1.7 Il problema cruciale delle fasi di attuazione

Come si è visto, il problema cruciale della riqualificazione di via Torino è rappresentato dai potenziali impatti negativi che da essa possono derivare e che coinvolgono una molteplicità di soggetti: i residenti (quelli di via Torino a causa della eliminazione dei parcheggi sotto casa; quelli delle vie su cui defluirà il traffico espulso da via Torino a causa dell'incremento di traffico), i commercianti (di via Torino, in modo differenziato, per cui una parte sarà penalizzata ed un'altra vedrà aumentare le vendite), gli automobilisti (che oggi usano via Torino come asse di attraversamento o come distributore locale, o per accedere agli esercizi commerciali).

Per quanto in sede tecnica ci si sforzi di eseguire corrette valutazioni di impatto, rimane pur sempre un margine di incertezza, che si fa tanto più ampio se si pensa al fatto che la valutazione degli impatti, alla fine, dipende dal modo in cui i cittadini li percepiscono soggettivamente: per cui questa percezione varia da situazione a situazione.

È dunque opportuno assumere tutte le misure che in sede tecnica si possono prevedere per minimizzare gli impatti e i disagi, ma è necessario seguire un percorso che consenta di garantire, in ogni fase, il consenso della popolazione, coinvolgendola

direttamente nella valutazione (ciò vale in particolare per i gestori degli esercizi commerciali).

I sintesi, onde minimizzare i potenziali impatti occorre, prima dell'avvio dei lavori per il rifacimento di via Torino:

- intervenire sulle vie S. Matteo, S. Francesco e Bengasi, per metterle nelle condizioni di smaltire con efficienza e sicurezza il traffico, che defluirà su di esse a seguito della chiusura di via Torino. **Per cui non si può limitare il traffico in via Torino fintanto che queste vie non siano state adeguatamente sistemate;**
- realizzare i parcheggi che devono ospitare le auto, che non potranno più sostare in via Torino. **Per cui non si può eliminare la sosta da via Torino fintanto che non siano resi disponibili i parcheggi sostitutivi;**
- sperimentare la riqualificazione di via Torino con semplici interventi di gestione del traffico e della sosta (segnaletica stradale, dissuasori, ecc.). **Per cui non si dà avvio al cantiere fintanto che la fase di gestione sperimentale non abbia dato buon esito** (nella gestione sperimentale converrà provare anche a deviare il trasporto pubblico da via Torino, in modo da valutarne gli effetti che si produrranno durante la fase di cantiere);
- passare alla realizzazione, previa formazione di un progetto delle fasi di cantierizzazione avendo cura di minimizzare impatti e disagi del cantiere e di informare preventivamente commercianti e cittadini. **Per cui non si dà avvio al cantiere fintanto che non si sia attuata una efficace comunicazione pubblica sulle misure adottate per ridurre i disagi.**

Va richiamata l'attenzione sulla fase di gestione sperimentale, poiché, se ben condotta, consente di minimizzare gli impatti. Ad esempio, la gestione sperimentale consente di **pervenire per gradi alla configurazione finale**, procedendo alla riduzione dell'offerta di parcheggi su via Torino, di mano in mano che vengono aperti i nuovi parcheggi sostitutivi (ciò consente di attutire l'effetto d'urto di quella che è generalmente considerata la misura più penalizzante per l'attività commerciale).

5.2 Le fasi di intervento sull'assetto della viabilità

5.2.1 La prima fase di intervento

Nella prima fase di intervento sono previsti interventi di organizzazione e regolazione del traffico veicolare propedeutici all'attuazione degli interventi più incisivi di riqualificazione ambientale dell'asse viario di Via Torino previsti in seconda fase.

Gli interventi previsti vengono descritti per ambito di intervento e comprendono nel loro insieme più opere e provvedimenti; in ogni caso la loro attuazione assume valenza

autonoma, in quanto costituiscono di per sé misure migliorative rispetto alla situazione attuale.

L'orizzonte temporale di questa fase è l'anno 2007 e la prima parte del 2008.

Gli interventi previsti, di seguito descritti e commentati nel dettaglio, sono riportati in tavola 5.

5.2.1.1 Ambito di intervento 1 - Completamento del semianello tangenziale ovest - Istituzione del doppio senso di marcia nel tratto di via Stupinigi compreso tra via Pallavicino e piazza Stupinigi – XXV Aprile – Interventi connessi

Le vie Trento – del Pascolo – Stupinigi – Torricelli – ponte sul Sangone costituiscono potenzialmente un percorso semianulare di attraversamento, raccolta e distribuzione interna alla città alternativo alla percorrenza di via Torino.

All'interno di questo percorso il tratto Stupinigi compreso tra via Pallavicino e piazza Stupinigi – XXV Aprile costituisce attualmente un elemento di discontinuità, in quanto è a senso unico in direzione nord – sud (da piazza Stupinigi – XXV Aprile fino a via del Pascolo).

Il doppio senso di marcia, accompagnato da misure complementari atte a prevenire situazioni di insicurezza, realizza condizioni di percorribilità continua lungo il semianello viario descritto che può così assolvere compiutamente la funzione prevista.

Nel tratto di intervento la situazione di maggiore criticità è rappresentata dal segmento compreso tra via Giordano e via Pallavicino, dove via Stupinigi presenta dimensioni più ridotte e dove si affacciano direttamente su di essa abitazioni e alcuni esercizi commerciali in prossimità dell'incrocio tra le vie Stupinigi e Pallavicino. Le frequenti situazioni di sosta breve in doppia fila di fronte a questi ultimi rappresentano nella situazione attuale un fattore di insicurezza.

In tal senso gli interventi complementari previsti sono:

istituzione del divieto di sosta sui due lati di via Stupinigi tra via Giordano e via Pallavicino,

istituzione del divieto di sosta lato ovest di via Stupinigi tra via XXV Aprile e via Giordano e riorganizzazione delle condizioni di sosta lato est,

l'incrocio via Stupinigi – via del Pascolo – via Pallavicino presenta, nel tratto nord di via Stupinigi, una ridotta sezione veicolare che non consente l'introduzione di una corsia riservata alla svolta a sinistra; si prevede pertanto l'inversione dell'attuale senso unico di marcia lungo via Stupinigi nel tratto in area centrale, che diventa senso unico in uscita tra Piazza Di Vittorio – via del Pascolo;

in relazione all'intervento di cui al punto c) si prevede l'inversione del senso unico di marcia lungo via Juvarra, che diventa viabilità di ingresso nelle aree centrali da via I° Maggio a via Torino, nonché lungo via Moncenisio, che diventa senso unico in uscita nel tratto tra via Torino e il tratto della stessa via oggi a senso unico.

A complemento degli interventi descritti si prevede:

l'istituzione del senso unico lungo via Giordano da via Palestrina a via Stupinigi,

l'istituzione del senso unico lungo via Paisiello da via Stupinigi a via Cimarosa,

l'istituzione del senso unico lungo le vie Pallavicino (da via Stupinigi a via Ulzio) e Ulzio (da via Pallavicino a via del Pascolo), come fattore di semplificazione degli incroci con il percorso semianulare.

Gli interventi complementari descritti, unitamente alla verifica di funzionalità di piazza Stupinigi – XXV Aprile, consentono di attivare nel breve periodo l'intervento principale indicato.

Successivamente, il tratto di via Stupinigi tra via Pallavicino e via XXV Aprile dovrebbe essere oggetto di un progetto unitario di organizzazione viaria che comprenda:

la riorganizzazione della suddetta piazza al fine di separare le zone di circolazione dalle zone di sosta, ottimizzando le opportunità di parcheggio;

l'ampliamento dei marciapiedi sui due lati di via Stupinigi tra via Giordano e via Pallavicino e di quello lato ovest (lato campi sportivi) fino alla piazza Stupinigi – XXV Aprile,

l'organizzazione dei raccordi via Giordano – via Stupinigi e via Stupinigi – via Paisiello come porte a zone residenziali (restringimento e sopraelevazione della carreggiata in continuità con i marciapiedi).

Con gli interventi descritti il semianello tangenziale ovest può compiutamente accogliere una ampia quota di traffico deviata dall'intervento di riqualificazione del tratto centrale di via Torino.

Al fine di incentivare l'utilizzo del semianello occorrerà attuare gli opportuni interventi sulla segnaletica, da collocarsi:

- nell'incrocio via Torino – via Trento (direzione nord),
- su tutta l'estensione indicata del semianello,
- ed anche, in accordo con il Comune di Moncalieri, nell'incrocio via Torino – via Palli (direzione sud).

5.2.1.2 Direttrice di alleggerimento ovest - Vie San Francesco e San Matteo

La direttrice di alleggerimento ovest è costituita dalle due vie a senso unico San Francesco (direzione nord) e San Matteo (direzione sud da via Primo Maggio).

L'assetto delle due vie è confermato nell'aggiornamento del PGTU, in quanto, ancorché siano inevitabilmente interessate da una quota del traffico deviato da via Torino, esse devono mantenere le caratteristiche di vie a traffico rallentato con gli interventi già presenti, ed eventualmente da completare, soprattutto in corrispondenza degli incroci a protezione degli attraversamenti pedonali.

Un elemento di evoluzione nell'assetto di via San Francesco è dato dalla prevista apertura della via Boccardo su via XXV Aprile nell'ambito di una locale trasformazione urbanistica.

A completamento di questo intervento si prevede:

- l'inserimento di una piccola rotatoria in corrispondenza dell'incrocio Boccardo – XXV Aprile – Galvani, come elemento di controllo e regolazione del flusso su via XXV Aprile;
- l'inserimento del senso unico in direzione nord lungo via Boccardo;
- l'inversione del senso di marcia lungo via Vespucci (oggi nella direzione San Francesco – San Matteo, trasformato in San Matteo – San Francesco);
- l'inserimento, alle estremità delle due vie, di restringimenti della carreggiata e attraversamenti rialzati.

L'inserimento dei due sensi unici, oltre a costituire elemento di organizzazione dello spazio viario, si inquadra nell'obiettivo di alleggerire l'asse di via Torino anche a nord di via XXV Aprile, indirizzando verso il percorso alternativo del nuovo ponte sul Sangone.

5.2.1.3 Ambito di intervento 2 - Direttrice di alleggerimento est - Realizzazione di un raccordo diretto via IV Novembre – via Bengasi e complementare organizzazione dei sensi di marcia nell'area compresa tra via IV Novembre – via D'Azeglio – via Torino (zona 30 n.2)

La realizzazione di un raccordo diretto via IV Novembre – via Bengasi consiste nella realizzazione, a lato della ferrovia tra via Vittorio Veneto e via Giusti, di un tratto viario della lunghezza di circa 130 metri a doppio senso di marcia.

La realizzazione di questo segmento viario costituisce l'intervento di base per dare luogo ad una efficace direttrice viaria di alleggerimento nel settore urbano a est di via Torino. Attualmente questa funzione è preclusa dalla strozzatura rappresentata dal

tratto terminale di via IV Novembre convergente su via Giusti nelle prossimità del passaggio a livello della ferrovia Torino – Pinerolo.

Nell'ambito della progettazione di questo intervento deve rientrare l'organizzazione dell'incrocio Bengasi - Giusti.

A complemento di questo intervento sono previste alcune misure viabilistiche volte anche a razionalizzare le condizioni di circolazione e sosta nella viabilità direttamente interessata:

- estensione del senso unico lungo via IV novembre al tratto compreso tra via Torino e via D'Azeglio,
- conferma del senso unico in via Oberdan nella direzione IV Novembre – D'Azeglio,
- istituzione del senso unico in via D'Azeglio in direzione via Torino,
- istituzione del senso unico nella traversa di via D'Azeglio nella direzione D'Azeglio – IV Novembre,
- istituzione del senso unico in via Cavour nella direzione Torino – IV Novembre,

La regolazione degli innesti sulle vie traverse di via D'Azeglio e via IV Novembre costituiscono ulteriori elementi di organizzazione di questo settore della città come zona 30.

5.2.1.4 Ambito di intervento 3 - Completamento della direttrice di alleggerimento est a nord di piazza S. Quirico

A nord di piazza San Quirico, la direttrice di alleggerimento est trova oggi un prosieguo spontaneo in via Alleati, le cui caratteristiche (dimensioni, residenzialità, chiusura a nord sul retro degli edifici di piazza Camandona) evidenziano l'opportunità di identificare un percorso alternativo.

Tale percorso non può essere rappresentato da via Cagliari che confluisce in via Martiri in stretta prossimità dell'incrocio con via Torino, in condizioni precarie dal punto di vista del traffico.

Si prevede pertanto di definire tale percorso alternativo, attraverso un idoneo sistema di indirizzamento, lungo le vie Superga – Milano – Roma – Cuneo. Via Cuneo costituisce un efficace collegamento verso Moncalieri e permette di raggiungere agevolmente le direttrici di collegamento verso Torino.

Nel tratto descritto anche le vie Superga, Milano e Roma hanno le caratteristiche adeguate ad assolvere il ruolo indicato.

Si evidenziano tuttavia i seguenti interventi complementari:

- realizzazione di una rotatoria in corrispondenza dell'incrocio Superga – Milano (piazzetta Macario; stanti le caratteristiche della piazza e la presenza del teatro, questo intervento dovrebbe avere le caratteristiche di elemento di rilievo nell'arredo urbano del contesto locale);

- controllo della sosta abusiva lungo via Milano nel tratto Martiri – Palermo; peraltro le auto in sosta lungo la via possono trovare accoglienza nelle limitrofe aree a parcheggio;
- realizzazione di una rotatoria in corrispondenza dell'incrocio Roma – Cuneo.

A supporto del sistema di indirizzamento, per indurre i flussi veicolari ad utilizzare il suddetto percorso, occorre scoraggiare la percorrenza del traffico esterno di via Alleati e via Cagliari, che costituiscono gli assi viari nord – sud della Zona 35 n. 5.

Questa viabilità deve pertanto essere trattata come viabilità residenziale, attraverso:

- interventi di restrizione alle porte (punti di confluenza in via Superga e via Martiri),
- intervento di rallentamento dei flussi veicolari,
- riorganizzazione dei sensi di marcia.

Sotto questo profilo si prevede

- l'inserimento del senso unico direzione nord lungo via Alleati,
- l'inserimento del senso unico direzione sud lungo via Cagliari

L'attuazione di questo secondo intervento consente anche in parte di affrontare le problematiche di accodamento e conflitto dei flussi veicolari che oggi si osservano in corrispondenza dell'incrocio Martiri – Cagliari.

Ulteriori interventi di organizzazione della viabilità riguardano:

- l'estensione del senso unico lungo via Po in direzione via Torino da via Cagliari a via Alleati,
- l'inversione del senso di marcia lungo via Puccini, da via Cagliari e via Torino,
- l'inversione del senso unico di marcia lungo via Rossini da via Alleati a via Torino, ponendolo in direzione via Torino; questo intervento, ancorché problematico ai fini dello scoraggiamento della percorrenza di via Alleati da parte del traffico esterno, è necessario per evitare percorsi tortuosi alle residenze collocate nel tratto terminale della via stessa.

5.2.1.5 Ambito di intervento 4 - Regolazione delle svolte lungo gli incroci via Giusti – via Bengasi e via Giusti – viale Parco Rimembranza (zona passaggio a livello lungo via Giusti) e organizzazione della zona 30 n. (nella zona compresa tra via Giusti – via Bengasi – via Paesana / San Quirico – via Torino)

Sono attualmente in fase di sperimentazione, mediante new jersey temporanei, gli interventi di impedimento della svolta a sinistra :

- lungo via Giusti in direzione via Bengasi,

- lungo via Bengasi in via Giusti direzione est (Moncalieri),
- lungo via Giusti in direzione via Parco Rimembranza,
- lungo via Parco Rimembranza in via Giusti direzione ovest (Nichelino centro).

Questi interventi, oggi necessari, verranno reconsiderati, come già detto, nell'ambito della progettazione del descritto raccordo diretto via IV Novembre – via Bengasi.

L'attuazione di queste misure richiede nel frattempo di realizzare un raccordo tra via IV Novembre e via Bengasi, che potrebbe essere attuato con l'inserimento del senso unico, direzione nord, lungo via Di Nanni. Lungo via Sauro, tra via Di Nanni e via Bengasi, viene mantenuto il doppio senso di marcia.

L'attuazione di questi interventi può essere più correttamente attuata con la completa ridefinizione dei sensi di marcia nella zona compresa tra via Giusti – via Bengasi – via Paesana / San Quirico – via Torino.

Questa zona si configura come specifica zona 30 (zona 30 n. 1) ed inoltre al suo interno, lungo le strade a doppio senso di marcia, si riscontrano in ampia misura precarie condizioni di circolazione e sosta, dettate dalla mancanza di spazio viario per accogliere doppio senso di marcia e auto in sosta sui due lati.

Le misure di ristrutturazione complessiva della viabilità di seguito descritte delineano l'assetto organizzativo di base di quest'area come zona 30.

In questa zona sono già oggi a senso unico le vie Toti (direzione est) da via Torino a via Bengasi, e via Sauro (direzione ovest) da via Chiesa a via Torino.

Inoltre è stata realizzata un'ampia zona a giardino pubblico con pedonalizzazione di un tratto di via Galimberti e di via Chiesa. Nelle prossimità dell'area a giardino, all'angolo tra via Diaz e via Chiesa, è stato realizzato un parcheggio di notevole estensione che può assolvere il ruolo, in misura più marcata di quanto oggi avvenga, di parcheggio di attestamento di flussi veicolari esterni diretti alle aree centrali.

Gli interventi previsti riguardano:

l'inserimento del senso unico, direzione nord, lungo via Di Nanni da via Giusti a via Paesana,

l'inserimento del senso unico, direzione sud, lungo via Chiesa, da via Diaz a via V. Veneto,

l'inserimento del senso unico, direzione ovest, lungo via Diaz, da via Bengasi a via Torino,

l'estensione del senso unico, direzione ovest, lungo via Sauro al tratto via Di Nanni - via Chiesa,

collocazione di piattaforme rialzate in corrispondenza di tutti gli incroci interni alla zona indicata,

collocazione di porte di ingresso o uscita dalla zona 30 in corrispondenza di:

- via Di Nanni uscita su via Paesana,
- via Di Nanni ingresso da via Sauro,
- via Chiesa uscita su via Giusti,
- via Galimberti ingresso-uscita su via Bengasi,
- via Sauro uscita su via Torino,
- via Toti ingresso da via Torino,
- via Diaz uscita su via Torino,
- in via preliminare non si prevedono porte in corrispondenza di via Diaz ingresso da via Bengasi e via Toti uscita su via Bengasi al fine di agevolare, anche con idonea segnalazione, il percorso diretto e proveniente dal parcheggio di attestamento all'angolo delle vie Diaz e Chiesa.

5.2.1.6 Ambito di intervento 5 - Interventi complementari alla realizzazione del sovrappasso alla ferrovia da via del Colombetto a via Paesana - Tratto di raccordo tra via San Francesco e via Torino

Il sovrappasso alla ferrovia Torino – Pinerolo di prossima realizzazione si raccorda, lato sud, mediante rotatoria, a via del Colombetto ed a nord a via Paesana. Sempre lato nord, alla realizzazione del sovrappasso, la cui attuazione avviene nell'ambito della costruzione di un complesso residenziale, la viabilità locale al servizio dei nuovi insediamenti si raccorda a quella esistente attraverso via Galimberti.

Il nuovo sovrappasso, per i flussi di traffico che fanno capo alle aree centrali della Città e percorrono la direttrice est (Moncalieri), offre una alternativa di percorso a via Giusti, evitando in particolare il transito in corrispondenza del passaggio a livello.

Lato nord i flussi veicolari possono distribuirsi nella rete viaria urbana in primo luogo attraverso la direttrice di via Bengasi.

Va segnalato al riguardo l'**incrocio via Bengasi – via Paesana**, già oggi problematico per le condizioni di ridotta visibilità determinate da un edificio immediatamente a ridosso della viabilità. Queste condizioni di pericolosità aumenteranno con l'incremento dei flussi.

Questa situazione richiede di essere esaminata attraverso uno **specifico approfondimento progettuale**, che valuti la possibilità di realizzazione di una piccola rotatoria oppure, in alternativa, di semaforizzare l'incrocio.

Sempre lato nord, da un lato via Paesana ed il nuovo sovrappasso, dall'altro la via l° Maggio, offrono la possibilità di attuare una direttrice di attraversamento est – ovest della Città.

Opera in questo senso il **nuovo tratto viario di raccordo tra via San Francesco e via Torino**, in asse con via San Quirico. Questo tratto viario, alla cui estremità lato via San Francesco è previsto un parcheggio di attestamento, è previsto a senso unico in direzione via San Francesco.

Con questo intervento si definisce un percorso continuo est - ovest attraverso sovrappasso ferroviario - via Paesana - via San Quirico - nuovo tratto viario – via San Francesco – via I° Maggio.

Il percorso ovest - est è dato da via I° Maggio (posta a senso unico nel tratto San Francesco - Torino) - via Torino - via Superga - via Bengasi - sovrappasso ferroviario.

L'inserimento del senso unico nel tratto di via I° Maggio tra via San Francesco e via Torino, in direzione via Torino è finalizzato ad affrontare diverse problematiche:

- risolvere le precarie condizioni di circolazione e sosta determinate dalle ridotte dimensioni di questo tratto viario,
- accogliere il prevedibile incremento di flussi lungo la direttrice est – ovest che verrà generato dal sovrappasso ferroviario.

Si prevede anche l'inserimento del senso unico in via Superga nel tratto Torino – Bengasi, direzione via Bengasi; questo intervento è previsto attuato congiuntamente alla realizzazione di una nuova linea urbana circolare a navetta, e costituisce anche un elemento di indirizzamento dei flussi generati dal settore est della città verso la descritta direttrice di alleggerimento Bengasi – Superga – Milano – Roma.

Sul lato sud del sovrappasso il percorso da sostenere, nell'attuale assetto della viabilità, è il seguente: sovrappasso ferroviario – via del Colombetto – largo Giusti – via Giusti.

Non è tuttavia da trascurare il rischio di percorrenza che offrono, per la riduzione del percorso, le vie Cellini (sud – nord) e Pavese (nord – sud). Le due vie sono oggi a senso unico, date le loro caratteristiche residenziali.

Si pone pertanto la necessità, in questi due casi e nella vicina via Ariosto (attuale senso unico sud – nord), di prevenire questo rischio, che costituirebbe elemento di degrado per queste zone residenziali.

In tal senso la misura di sicura efficacia è quella di trasformarle in vie chiuse ad un'estremità (lato via Colombetto, al pari della limitrofa via Canova e via Vittime di Cernobyl (aperta solo su via Colombetto). Questo le trasforma in vie ad esclusivo servizio dei residenti e richiede di provvedere all'estremità nord di assicurare la possibilità di inversione di marcia.

Questi intervento, con altri a carattere di dettaglio di arredo urbano costituiscono l'elemento di base per l'organizzazione di questo specifico settore della città come zona 30 (zona 30 n. 25).

In ultimo lungo via Colombetto, nel tratto più prossimo a via Giusti, si osservano situazioni di sosta incontrollata. Con l'apertura del sovrappasso si pone l'esigenza di prevedere rigorose condizioni di divieto o impossibilità di sosta, ad esempio con l'allargamento dei marciapiedi, in questo tratto di via.

5.2.1.7 Inserimento del senso unico lungo via Giacosa da via Torino a via Graf

Il doppio senso di marcia lungo via Giacosa nel tratto di raccordo con via Torino evidenzia condizioni problematiche nella svolta obbligata in direzione nord lungo via Torino.

Si prevede pertanto l'inserimento del senso unico nel tratto via Torino – via Graf in direzione di quest'ultima.

Questo provvedimento consente di razionalizzare le condizioni di circolazione e sosta, ed inoltre risulta inoltre maggiormente coerente con le ipotesi di riservare, nel tratto indicato, una parte della viabilità ad un percorso ciclabile (itinerario ciclabile n. 8 nel piano dei percorsi ciclabili).

L'intervento, da attuarsi nel breve termine, potrà essere integrato con la realizzazione di una rotatoria di rallentamento dei flussi veicolari in corrispondenza dell'incrocio via Giacosa – via Graf.

5.2.1.8 Ambito di intervento 6 - Aree di sosta

Si prevede la realizzazione delle seguenti aree a parcheggio:

- P1 via Trento
- P2 nuovo tratto di via San Quirico
- P3 via San Matteo
- P4 Stazione FS
- P5 viale Segre
- P6 via del Castello

Le aree di sosta P1, P2, P3 hanno rilevanza strategica in quanto sono localizzate a breve distanza pedonale dal tratto di via Torino di prevista riqualificazione.

Esse devono essere disponibili in tempi quanto più possibile rapidi per poter avviare degli interventi di alleggerimento della pressione veicolare sulle zone del centro cittadino, preparatori dell'intervento esteso di riqualificazione.

Il parcheggio di via Trento, di particolare importanza per la sua vicinanza a piazza Di Vittorio, dovrà essere dotato di un collegamento pedonale diretto, da realizzarsi con passaggi pubblici attraverso gli isolati esistenti.

L'area di sosta P4 è finalizzata, unitamente ad altri interventi riguardanti la linea bus 35 più oltre descritti, ad attuare un nodo attrezzato di interscambio in corrispondenza della Stazione FS.

5.2.2 La seconda fase di intervento

Gli interventi previsti sono illustrati nella tavola 6.

L'orizzonte temporale della seconda fase di intervento è il 2008. Entro questa data sono previsti completati gli interventi strutturali su cui si basa la riorganizzazione della viabilità e la riqualificazione delle aree centrali, ovvero:

piazza Di Vittorio;

tratto centrale di via Torino.

A completamento di questi interventi, per favorire la circolazione veicolare, indirizzando opportunamente i flussi verso le direttrici di aggiramento delle aree centrali, si prevede la realizzazione di rotatorie in corrispondenza:

dell'incrocio via Torino – via XXV Aprile / via Martiri;

dell'incrocio via Torino - via IV Novembre – via Trento – via Occelli.

In relazione a questo secondo incrocio si identifica un intervento di risistemazione del primo tratto di via IV Novembre, che andrebbe riorganizzato unitariamente (circolazione viaria, circolazione pedonale, regolazione della sosta veicolare), con particolare attenzione alle condizioni di sicurezza nel tratto in cui la via presenta dimensioni ridotte.

Elemento strutturale per l'incanalamento dei flussi veicolari verso la viabilità di aggiramento è costituito dall'inserimento di due tratti a senso unico lungo la via Torino, direzione uscita dalla città; i due tratti si collocano

nel settore sud, tra via d'Azeglio e via Concordia;

nel settore nord, tra via Po e via XXV Aprile – via Martiri.

A ulteriore supporto della domanda di sosta veicolare posta dalla riqualificazione delle aree centrali, si prevede la realizzazione di due parcheggi :

- nelle aree comunali di prevista dismissione tra via V. Veneto e via Giusti,
- lungo via Trento – viale della Solidarietà.

5.3 Interventi previsti sulla rete di percorsi ciclabili

Il Comune di Nichelino ha in corso di attuazione un programma di intervento comprendente la realizzazione di una serie di itinerari ciclabili.

Gli interventi previsti sono illustrati nella tavola 7, dove per ciascun itinerario sono indicate le parti già attuate e le parti di prossima attuazione.

Il seguente prospetto riepiloga la situazione di ciascun itinerario e il quadro complessivo

▪ Itinerario ciclabile n° 1.....	L 877.10 (m)
▪ Itinerario ciclabile n° 1 di prevista realizzazione	7493.35 (m)
▪ Itinerario ciclabile n° 2.....	L 5101.92 (m)
▪ Itinerario ciclabile n° 3 di prevista realizzazione	L 3400.30 (m)
▪ Itinerario ciclabile n° 6 di prevista realizzazione	L 2616.7 (m)
▪ Itinerario ciclabile n° 7 di prevista realizzazione	L 4344.33 (m)
▪ Itinerario ciclabile n° 8.....	L 7782.83 (m)
▪ Itinerario ciclabile n° 9.....	L 3459.15 (m)
▪ Itinerario ciclabile n° 10.....	L 1750.42 (m)
▪ Itinerario ciclabile n° 10 di prevista realizzazione	L 1158.24 (m)
<hr/>	
▪ Totale piste ciclabili esistenti	L 18971.42 (m)
▪ Totale piste ciclabili di prevista realizzazione	L 19012.92 (m)

Nella citata tavola 7 sono riportati anche una serie di interventi integrativi alla suddetta rete di progetto previsti nell'ambito dell'aggiornamento del PGTU.

Gli interventi integrativi previsti sono i seguenti:

collegamento da via Trento – a piazza Di Vittorio, da realizzarsi con passaggi pubblici attraverso gli isolati esistenti; questo collegamento, come già esposto, è di particolare importanza per la vicinanza del previsto parcheggio P1 a piazza Di Vittorio.

In questo settore della città, le estese aree a verde di fronte al Castello, la Piazza Aldo Moro, la via Spadolini, le aree a verde tra via Berlinguer e via Debouché configurano una direttrice est – ovest pressoché continua per la mobilità non motorizzata, servita da una ramificati percorsi pedonali e ciclabili separati dalla viabilità veicolare.

La riqualificazione di piazza Di Vittorio e del tratto centrale di via Torino offre l'opportunità di estendere questa direttrice pedonale e ciclabile a tutto il centro di Nichelino, raccordandosi anche alle aree a giardino pubblico che gravitano su via Galimberti e via Damiano Chiesa.

Per mantenere la continuità pedonale e ciclabile è già stato realizzato, lungo vicolo Ponente e con un tratto di raccordo attuato con passaggi pubblici attraverso gli isolati esistenti, un collegamento diretto delle citate aree a verde con piazza Di Vittorio. L'intervento proposto opera a complemento di questo.

Sempre lungo questa direttrice pedonale – ciclabile, si pone l'esigenza di provvedere alla protezione della viabilità non motorizzata tratto di viale della Solidarietà tra via Torino e via Trento, in cui si verificano ordinariamente situazioni di sosta veicolare abusiva sulla pista pedonale e ciclabile presente nel viale. Per evitare questa situazione, che compromette la continuità del percorso non motorizzato lungo il viale che collega il centro cittadino con il complesso delle aree verdi del Parco del Castello, si prevede l'inserimento, ai lati della pista, di elementi di protezione invalicabili da parte delle auto;

lungo via Amendola, in corrispondenza di piazza Aldo Moro – via Spadolini, tenendo conto della notevole continuità di flussi pedonali che raggiungono le aree a verde pubblico e le vicine zone commerciali, si prevede la realizzazione di un attraversamento pedonale e ciclabile rialzato, con funzione di rallentamento del flusso veicolare e protezione del traffico non motorizzato;

collegamento da via Torino – a piazza Dalla Chiesa; nell'ambito dei programmi di intervento dell'Amministrazione si colloca la riqualificazione di Piazza Dalla Chiesa, con la realizzazione di un'ampia area a verde pubblico; questo intervento offre l'opportunità di estendere le direttrici pedonali e ciclabili realizzando un raccordo via Torino – piazza Dalla Chiesa, che potrebbe essere ottenuto lungo la via San Giuseppe, in cui vanno ridefiniti gli spazi veicolari e di sosta, e realizzando un passaggio attraverso le aree di pertinenza del complesso scolastico di via San Matteo; l'intervento comprende un tratto lungo via Primo Maggio;

collegamento da via Primo Maggio – a via Torricelli; raccordandosi da un lato alla piazza Della Chiesa e dall'altro in via Torricelli con l'itinerario 7 in progetto, il collegamento pone in relazione le aree centrali con le aree a verde lungo il Sangone;

collegamento da via Vespucci – a via Torricelli; questo tratto, sviluppandosi lungo via San Matteo e via Miraflores, svolge una funzione analoga al precedente interessando anche il complesso di aree a verde e sport di via Miraflores;

collegamento da via Stupinigi – a via Fenestrelle; questo tratto, sviluppandosi lungo via XXV Aprile, raccorda la rete ciclabile urbana, con l'esistente itinerario n. 7, in direzione del Parco di Stupinigi; da questo collegamento si dirama un tratto tra via XXV Aprile e via Pallavicino attraverso il complesso dei campi sportivi comunali in sostituzione di un breve tratto di itinerario in progetto lungo via Stupinigi;

collegamento largo Giusti – complesso della piscina comunale; questo collegamento costituisce una diramazione degli itinerari (in progetto) n. 3 e n. 7 che attraversano la città lungo l'asse Stupinigi – Giusti.

Nel complesso i nuovi tratti di collegamento ciclabile si estendono per 4410 metri e sostituiscono 890 m di itinerario in progetto.

5.4 Interventi sulla rete dei trasporti pubblici

Nella tavola 8 viene riportata la rete dei percorsi di mezzi pubblici in area urbana e le proposte di intervento.

Concordata con il GTT, è di prossima attuazione una ristrutturazione della linea 35 N che prevede:

- l'attestamento della attuale linea in piazza di Vittorio;
- la realizzazione di una linea urbana circolare unidirezionale lungo il percorso Torino – Superga – Milano – XXV Aprile – San Matteo – Stupinigi – Giusti – Parini – Pateri – Gozzano – Torino.

La linea 35 effettua, da via Torino, segue attualmente il percorso Trento – Nenni – Debouché – XXV Aprile – Debouché – Nenni – Amendola (capolinea) – Matteotti. Le vie Trento e Nenni (parte) sono percorse solo in direzione periferia, mentre le vie Amendola e Matteotti sono percorse solo in direzione centro.

Si propone, nel settore urbano indicato, lo sdoppiamento dei percorsi con realizzazione di una linea sbarrata, mantenendo la doppia direzione lungo entrambi.

I due percorsi sarebbero i seguenti:

- Trento – Nenni – Debouché – XXV Aprile – Debouché – Nenni - Trento;
- Torino – Stazione – Segre – Matteotti – Amendola – Matteotti - Ocelli – Torino.

Questa ristrutturazione consente:

- di mantenere il doppio senso di marcia lungo i due percorsi migliorando il collegamento verso il principale asse urbano (via Torino);
- di realizzare l'interscambio con la ferrovia.

Al riguardo occorre:

- invertire il senso di marcia lungo via Stazione e via Segre; questo provvedimento consente di risolvere le condizioni di difficoltà e pericolosità che oggi si riscontrano per l'immissione da via Stazione in via Torino (presenza di new – jersey, senso vietato direzione centro, svolta difficoltosa direzione Vinovo);
- realizzare un tratto di pista riservata al mezzo pubblico in avvicinamento al semaforo Torino – Stazione, al fine di risolvere il problema della sosta abusiva delle auto e assicurare la regolarità al mezzo pubblico.

Il miglioramento dell'integrazione tra linea bus e ferrovia, unitamente alla già richiamata realizzazione di un parcheggio di interscambio in corrispondenza della stazione ferroviaria, qualifica l'area come nodo intermodale.

Si osserva inoltre che il nuovo assetto del raccordo via Torino - via Stazione risulta maggiormente coerente con le ipotesi di riservare, nel tratto indicato, una parte della viabilità ad un percorso ciclabile (itinerario ciclabile n. 10 nel piano dei percorsi ciclabili).

5.5 Cronoprogramma attuativo

Di seguito si riporta il cronoprogramma attuativo (Figura 80) degli interventi previsti. In sintesi si prevede di attuare nel corso del 2007 tutti gli interventi propedeutici alla riqualificazione di via Torino, al fine di poter attuare, nella seconda parte del 2008, l'intervento previsto sull'asse centrale.

CITTA' DI NICHELINO - AGGIORNAMENTO DEL PGTU - CRONOPROGRAMMA INTERVENTI									
	2007				2008				2009
	I trim.	II trim.	III trim.	IV trim.	I trim.	II trim.	III trim.	IV trim.	I trim.
Verifica PGTU e progettazione primi interventi									
Fase 1 - Istituzione doppio senso di marcia nel tratto di via Stupinigi compreso tra via Pallavicino e piazza Stupinigi-XXV Aprile e interventi connessi									
Fase 1 - Ristrutturazione sensi di marcia via Stupinigi, via Juvarrà, via Moncenisio									
Fase 1 - Inversione senso unico Stazione - Segre e istituzione su v. Giacosa									
Fase 1 - Completamento sovrappasso Colombetto e interventi connessi									
Fase 1 - Riorganizzazione come zona 30 vie Cellini - Pavese - Ariosto									
Fase 1 - Nuovo tratto viario S.Quirico (da v. Torino a v. S.Francesco)									
Fase 1 - Senso unico nel tratto di via I° Maggio tra via San Francesco e via Torino									
Fase 1 - Senso unico in via Superga da via Torino a via Bengasi									
Fase 1 - Realizzazione di un raccordo diretto IV Novembre - Bengasi									
Fase 1 - Organizzazione sensi di marcia area IV Novembre - d'Azeglio - Torino									
Fase 1 - Riorganizzazione come zona 30 area Giusti-Bengasi-Paesana-Torino									
Fase 1 - Completamento della direttrice di alleggerimento est a nord di p.za S. Quirico									
Fase 1 - Area di sosta v. Trento - San Matteo e collegam. pedonale P.za Di Vittorio									
Fase 1 - Area di sosta v. San Quirico									
Fase 1 - Area di sosta via San Matteo									
Fase 1 - Area di sosta Stazione									
Fase 1 - Aree di sosta Segre e Castello									
Fase 2 - Rotatoria Torino - XXV Aprile - Martiri									
Fase 2 - Rotatoria Torino-IV Novembre-Trento-Occelli									
Fase 2 - P.za Di Vittorio (Periodo di lavorazione con inaugurazione 15-12-2008)									
Fase 2 - Via Torino (Periodo di lavorazione con inaugurazione 15-12-2008)									
Fase 2 - Raccordo Torino - Dalla Chiesa e riqualificazione v. San Giuseppe									
Fase 2 - Parcheggio Trento-Solidarietà									
Fase 2 - Parcheggio area comunale V. Veneto-Giusti									

Figura 80 - Cronoprogramma attuativo.

ANNESSO A - LA REDAZIONE DEL REGOLAMENTO VIARIO

Lo strumento del Regolamento viario è stato introdotto dalle *Direttive per la redazione e attuazione dei piani urbani del traffico* (Gazzetta Ufficiale del 24 giugno 1995), nelle quali si specifica che, oltre ad integrare la classificazione funzionale delle strade, il Regolamento “determina le caratteristiche geometriche e di traffico e la disciplina d'uso di ogni tipo di strada”. Secondo le Direttive del 1995, il Regolamento viario può diventare un repertorio di linee guida per la classificazione, progettazione, gestione e riqualificazione dello spazio stradale, facendo in modo che ogni elemento viario assolvere adeguatamente la funzione attribuitagli e, di conseguenza, venga garantito un omogeneo grado di sicurezza e di regolarità d'uso delle infrastrutture stradali.

Tra i contenuti previsti per il Regolamento viario, le Direttive del PUT annoverano l'elaborazione di specifici standard tecnici che riguardino tutte le componenti del traffico (con particolare attenzione alle utenze deboli della strada), la determinazione delle caratteristiche geometriche delle sezioni stradali e del tracciato, la regolamentazione delle intersezioni stradali, il dimensionamento e l'organizzazione della sosta. Pertanto, nelle intenzioni ministeriali, è importante che le Amministrazioni locali si dotino del Regolamento viario, in quanto strumento necessario per l'attuazione del PUT e parte integrante delle norme urbanistiche relative all'utilizzo della sede stradale e degli spazi pubblici a servizio della mobilità.

Ad oggi, non essendo state emanate specifiche norme cogenti riguardanti il Regolamento viario, esso viene spesso ignorato e solo poche Amministrazioni hanno proceduto alla sua realizzazione. Tuttavia, di fronte alla complessità, e a volte alla confusione, delle normative che si sovrappongono e si rimandano nel campo della progettazione di strade e delle politiche di governo della mobilità, il Regolamento viario può costituire un valido strumento nel campo della progettazione e gestione dello spazio stradale, in grado di assicurare le migliori soluzioni ai problemi ordinari di gestione della mobilità e di uso dello spazio stradale.

Poiché sono numerose le mancanze della normativa e della manualistica italiane su aspetti importanti della progettazione stradale e della gestione della mobilità, quali la moderazione del traffico, la progettazione delle intersezioni, il trattamento delle rotatorie, la tutela dell'utenza debole della strada, la valorizzazione del trasporto pubblico, il Regolamento viario può all'occorrenza fare riferimento a normative, manualistica, esperienze progettuali e realizzazioni europee su questi stessi temi.

A titolo esemplificativo, si presenta qui di seguito un'ipotesi di indice di un Regolamento viario destinato a un'Amministrazione locale.

1. RIFERIMENTI GENERALI

- 1.1. Oggetto e contenuti del Regolamento Viario
- 1.2. Riferimenti normativi e bibliografia

2. DEFINIZIONI DEGLI ELEMENTI DELLA SPAZIO STRADALE

- 2.1. Definizioni dal Nuovo Codice della Strada
- 2.2. Definizioni integrative (Zona 30, isola ambientale, itinerario ciclopedonale, pista ciclabile, barriere architettoniche, utenza debole, moderazione del traffico, marciapiede a penisola, a pellicano, cul de sac, isola salvagente, boulevard, cluster, woonerf, parkway, piazza, ecc.)

3. CLASSIFICAZIONE FUNZIONALE DELLA RETE STRADALE

- 3.1. Definizione e funzioni dei tipi principali di strada urbana
- 3.2. Caratteristiche della rete stradale in funzione dei flussi di traffico da servire
- 3.3. Standards normativi e dimensionali di riferimento
- 3.4. Le componenti di traffico
- 3.5. Misure di controllo e gestione del traffico

4. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE SEZIONI STRADALI

- 4.1.1. Standard di riferimento
 - 4.1.1.1. *Larghezza delle corsie*
 - 4.1.1.2. *Numero delle corsie per senso di marcia*
 - 4.1.1.3. *Spartitraffico centrale*
 - 4.1.1.4. *Spartitraffico laterali*
 - 4.1.1.5. *Corsie per fermate di emergenza*
 - 4.1.1.6. *Banchine*
 - 4.1.1.7. *Marciapiedi e passaggi pedonali*
 - 4.1.1.8. *Fasce laterali di pertinenza stradale e di rispetto*
 - 4.1.1.9. *Muri di cinta*
 - 4.1.1.10. *Cunicoli per sottoservizi e fognature*

5. CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI TRACCIATI STRADALI

- 5.1. Standard di riferimento
 - 5.1.1. *Pendenza massima trasversale in curva*
 - 5.1.2. *Raggi minimi di curvatura planimetrici ed altimetrici*
 - 5.1.3. *Pendenza longitudinale massima*

6. ORGANIZZAZIONE DELLE INTERSEZIONI STRADALI

- 6.1. Organizzazione delle intersezioni
 - 6.1.1. *Criteri generali*
 - 6.1.2. *Tipologia delle intersezioni a raso*
 - 6.1.3. *Disciplina delle intersezioni e passi carrabili*
 - 6.1.4. *Ulteriori criteri generali di progettazione delle intersezioni*
 - 6.1.4.1. Configurazione planimetrica
 - 6.1.4.2. Configurazione altimetrica
 - 6.1.4.3. Visibilità planimetrica
 - 6.1.5. *Elementi complementari della progettazione*
 - 6.1.5.1. Pedoni
 - 6.1.5.2. Mezzi pubblici
 - 6.1.5.3. Piste ciclabili
 - 6.1.5.4. Segnaletica
 - 6.1.5.5. Illuminazione
 - 6.1.5.6. Pubblicità
- 6.2. Intersezioni a rotatoria
 - 6.2.1. *Campo di applicazione potenziale delle rotatorie*
 - 6.2.2. *Principali limitazioni all'impiego delle rotatorie*
 - 6.2.3. *Classificazione delle rotatorie*
 - 6.2.4. *Disciplina delle precedenza nelle rotatorie*
 - 6.2.5. *Segnaletica e modalità realizzative finalizzate alla sicurezza*

6.2.6. *Geometria delle rotatorie*

7. MISURE DI MODERAZIONE DEL TRAFFICO

- 7.1. Moderazione del traffico entro il Centro Abitato
 - 7.1.1. Adozione della segnaletica a zone
 - 7.1.2. Aree pedonali
 - 7.1.3. Zone a traffico limitato
 - 7.1.4. Zona residenziale
 - 7.1.5. Zona a traffico pedonale privilegiato
 - 7.1.6. Isola ambientale
 - 7.1.7. Zona 30 (zona a velocità limitata)
- 7.2. Moderazione del traffico sulle strade principali
- 7.3. Elementi fisici per la moderazione del traffico
 - 7.3.1. 7.3.1 Porte degli ambiti residenziali
 - 7.3.2. 7.3.2 Intersezioni rialzate
 - 7.3.3. 7.3.3 Attraversamenti pedonali rialzati
 - 7.3.4. 7.3.4 Dossi
 - 7.3.5. 7.3.5 Cuscini
 - 7.3.6. 7.3.6 Strettezze e isole spartitraffico
 - 7.3.7. 7.3.7 Chicane
 - 7.3.8. 7.3.8 Rotatorie e minirotatorie

8. PERCORSI PEDONALI E CICLABILI

- 8.1. Disciplina dei percorsi pedonali
- 8.2. Mobilità ciclistica
 - 8.2.1. Tipologie e caratteristiche di piste e percorsi ciclabili

9. SPAZI PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

- 9.1. La pianificazione delle reti e delle linee del TPL
- 9.2. Le corsie
- 9.3. Le fermate
- 9.4. Le intersezioni
- 9.5. L'illuminazione e la segnaletica

10. SPAZI PER LA SOSTA

- 10.1. Organizzazione della sosta
- 10.2. La sosta in carreggiata
- 10.3. La sosta fuori della carreggiata
- 10.4. La politica della sosta a tariffazione
- 10.5. I parcheggi di interscambio
- 10.6. Carico e scarico delle merci

11. VERDE, ARREDI E ALBERATURE STRADALI

- 11.1. Considerazioni generali
- 11.2. Alberi
- 11.3. Siepi e cespugli
- 11.4. Piante tappezzanti e tappeti erbosi
- 11.5. Verde privato

12. DISCIPLINA DELLE OCCUPAZIONI

- 12.1. Occupazioni permanenti delle sedi stradali
 - 12.1.1. Posizionamento di cartelli, insegne e pubblicità
 - 12.1.2. Chioschi, edicole
 - 12.1.3. Attrezzature
 - 12.1.4. Raccolta rifiuti solidi urbani
 - 12.1.5. Impianti di distribuzione dei carburanti
- 12.2. Occupazioni temporanee delle sedi stradali
 - 12.2.1. Occupazioni temporanee per uso dello spazio stradale
 - 12.2.2. Occupazione della sede per lavori su strada e cantieri
- 12.3. Ubicazione e modalità di posa dei sottoservizi

13. SEGNALAMENTO E CATASTO STRADALI

- 13.1. Il Piano del segnalamento
- 13.2. Il Catasto stradale e la manutenzione programmata delle strade

14. ANALISI PREVENTIVA DELLA SICUREZZA STRADALE

- 14.1. L'analisi preventiva di sicurezza per le strade in progetto (Safety Audit)
- 14.2. L'analisi preventiva di sicurezza per le strade in esercizio (Safety Review)

15. RAPPORTI FRA REGOLAMENTO VIARIO E ALTRE DISCIPLINE

- 15.1. Verifiche sul rapporto tra uso del suolo ed effetti indotti sulla circolazione e sull'ambiente
- 15.2. Verifiche sulle possibili integrazioni fra regolamento viario e regolamento edilizio

16. 16 MODALITA' DI ATTUAZIONE DEL REGOLAMENTO VIARIO

- 16.1. Lavori di manutenzione della sede stradale
- 16.2. Lavori di riqualificazione della sede stradale
- 16.3. Lavori di nuova costruzione di strade
- 16.4. Verifica delle condizioni di applicazione del regolamento
- 16.5. Ufficio Tecnico del Traffico

ANNESSO B - LA PROGETTAZIONE DELLE MISURE DELLE “ZONE 30”

B.1. Gli interventi di tipo lineare

B.1.1. La rete dei percorsi pedonali

In gran parte della manualistica sulla moderazione del traffico, lo spazio su cui si appunta l'attenzione è quello dedicato al traffico motorizzato, essendo la moderazione una misura rivolta a tale componente della mobilità urbana. Tuttavia, sebbene il traffico motorizzato sia il problema predominante in quanto fattore prevalente di impatto e di rischio, ciò non deve far perdere di vista il fine principale della strategia delle “zone 30”, che è quello di una vera e propria rigenerazione ambientale e sociale della strada urbana per consentirne una più diffusa, libera e piacevole fruizione.

Le misure delle “zone 30” devono essere rivolte alla messa in sicurezza dello spazio pedonale, al suo ampliamento, all'innalzamento della qualità e del comfort, per favorire lo sviluppo di quelle attività di relazione sociale che spontaneamente si manifestano là dove lo spazio fra le case si fa vivibile. Infatti, gran parte degli spostamenti quotidiani interni allo spazio residenziale avvengono a piedi; lo spostamento a piedi è inoltre il necessario anello di congiunzione tra i luoghi di partenza e di arrivo e le fermate dei mezzi pubblici o i parcheggi dei mezzi privati: i chilometri percorsi a piedi sono una quota consistente e indispensabile della mobilità urbana.

Inoltre, bisogna considerare che lo spazio pedonale non può essere ridotto ad una questione di marciapiedi. Limitare l'attenzione alla sola funzione della mobilità pedonale significherebbe già di per sé un'arbitraria riduzione della più articolata e molteplice problematica della fruizione sociale dello spazio pubblico della città.

Le attività che possono svolgersi a piedi nello spazio pubblico aperto sono di diversi tipi. In proposito è interessante riferirsi alla classificazione proposta da Jan Gehl (*Vita in città. Spazio urbano e relazioni sociali*, 1991, Maggioli Editore, Rimini), il quale distingue tra attività necessarie, attività volontarie e attività sociali conseguenti alle precedenti.

Quelle necessarie sono legate alle funzioni quotidiane che si devono obbligatoriamente svolgere, come l'andare al lavoro, a scuola, a far la spesa quotidiana. Esse dunque si manifestano tutte in forma di mobilità e si devono svolgere comunque, indipendentemente dalle condizioni ambientali più o meno favorevoli, lasciando poca libertà di scelta.

Le attività volontarie sono invece legate alla fruizione del tempo libero. Sono le attività del passeggio, della ricreazione, dell'incontrarsi, degli acquisti occasionali, del sostare, del conversare, del pranzare fuori, del gioco, del far festa. Tali attività si svolgono solo se le condizioni ambientali sono favorevoli; se il percorso della passeggiata è piacevole; se lo spazio aperto offre luoghi adatti alla ricreazione, ecc.

Infine, le attività sociali conseguenti alle prime due sono sostanzialmente legate all'osservazione, all'ascolto e ai rapporti intersoggettivi occasionali. Vanno dai contatti visivi e uditivi passivi a bassa intensità, alle interazioni sociali più intense, quali i contatti occasionali tra conoscenti e gli incontri tra amici. Queste attività sono derivate dalle precedenti, in particolare da quelle volontarie, e sono fortemente favorite dalla piacevolezza dell'ambiente.

Secondo Gehl, quest'ultimo tipo di funzioni risponde ad un bisogno di socializzazione molto sentito e molto diffuso e riveste un'importanza socio-culturale troppo spesso sottovalutata. È infatti provato che esiste una domanda compressa di spazi di relazioni sociali: in tutte le situazioni dove si sono realizzate aree pedonali ricche di funzioni terziarie, si è dato vita a luoghi

di intensa polarizzazione sociale dove le funzioni prevalenti sono quelle di tipo volontario e, soprattutto, quelle sociali conseguenti.

Nella sua analisi delle modalità di fruizione pedonale dello spazio aperto, Jan Gehl suggerisce di analizzare le attività in cui questa fruizione si manifesta e che sono: camminare, sostare e sedersi, vedere, sentire e conversare.

Camminare è il più delle volte funzionale ad attività necessarie, ma è comunque occasione di scoperta, di incontro e di tutte quelle attività di relazione sociale di cui si è detto. Affinché però queste relazioni, e lo stesso atto dinamico della deambulazione possano avvenire in modo adeguato, occorre che gli eventuali fattori di disturbo, incontrati lungo il percorso, siano contenuti entro livelli di tollerabilità. I percorsi ombreggiati e un poco discosti dalle corsie veicolari, ad esempio, possono aumentare il comfort dei pedoni (Figura B.1). Una particolare attenzione va dedicata al dimensionamento degli spazi di addensamento dei flussi pedonali e alle esigenze dei disabili, il cui diritto alla mobilità è purtroppo largamente misconosciuto.

Sostare e sedersi costituiscono altre attività di base che, per manifestarsi, devono trovare luoghi adeguati nello spazio stradale. Le ragioni che inducono a sostare e a sedersi sono soprattutto quelle dell'osservazione, dell'incontro e del riposo, che sono poi funzionali al godersi lo spettacolo della città costituito dal movimento delle persone e dalle loro attività.

Nella percezione dell'ambiente sono coinvolti tutti i sensi, ma rivestono una particolare importanza **la vista e l'udito**: la condizione minima di accettabilità dell'ambiente si ha quando ciò che si vede e ciò che si sente non producono disturbo percettivo; è questa la condizione in cui ci si può predisporre all'ascolto e all'osservazione attiva. La moderazione del traffico deve tener conto del fatto che il traffico motorizzato è diventato il principale fattore di disturbo percettivo.

Goffman (*Behaviour in Public Places: Notes on the Social Organization of Gatherings*, 1963) ha analizzato le varie modalità attraverso cui si manifesta **la conversazione** nello spazio pubblico, da quella tra gruppi di amici o tra la madre e il bambino, a quella dell'incontro casuale tra conoscenti o tra sconosciuti, evidenziando l'importanza che la possibilità della conversazione riveste quale indicatore di qualità dello spazio pedonale, sia che la si eserciti camminando o stando.

Il piano di "zona 30" dovrà dunque dedicare un apposito studio al tema della fruizione pedonale, non limitandosi solo all'aspetto della mobilità. Lo studio dovrà essere mirato a fare il "punto zero" dello stato della fruizione pedonale, per consentire di comparare il "prima" e il "dopo" del piano, in modo da poter valutare i risultati raggiunti in termini di maggiore dispiegamento delle varie attività in cui tale fruizione consiste.

B.1.2. L'infrastruttura lineare e gli spazi di polarizzazione

Uno dei punti di forza del progetto della "zona 30" è costituito dalla continuità della rete dei marciapiedi: nella "zona 30" la nozione di "attraversamento pedonale della strada" viene sostituita da quella di "attraversamento veicolare dei marciapiedi". Ad ogni intersezione, grazie all'utilizzo di intersezioni e piattaforme rialzate, i veicoli a motore si trovano a dover "salire sul marciapiede", cioè ad invadere un'area in cui il pedone ha la precedenza.

Per quanto concerne lo spazio della pedonalità, la normativa in vigore fornisce una serie di

indicazioni, contenute sia nelle norme relative ai trasporti in generale (*Nuovo codice della strada, Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico*, ecc.), sia in norme specifiche, relative soprattutto all'accessibilità e alla mobilità delle persone disabili (Figura B.2).

Uno dei primi documenti rilevanti in materia di barriere architettoniche è il d.p.r. 384/1978 (regolamento di attuazione della legge 118/1971), che è stato sostituito nel 1996 dal d.p.r. 503/1996. Ad esso hanno fatto seguito la circolare del Ministero dei lavori pubblici n. 1030 del 13 giugno 1983, sull'eliminazione delle barriere architettoniche, e le direttive del Ministero dei lavori pubblici emanate nell'aprile 1985, sulla mobilità per gli invalidi.

Si segnala poi la legge 41/1986 (legge finanziaria), che ha introdotto l'obbligo, per tutti gli enti pubblici, di dotarsi di un *piano per l'eliminazione delle barriere architettoniche*, senza tuttavia fissare un limite massimo di tempo entro cui provvedere all'adeguamento degli spazi in questione.

Il d.m. 236/1989 (regolamento di esecuzione della legge 13/1989, "Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati"), pur riferendosi prevalentemente agli edifici privati e alle loro pertinenze, è utile perché fornisce una rassegna di criteri di "buona progettazione", finalizzati non solo all'eliminazione delle barriere architettoniche, ma anche al comfort ambientale e alla sicurezza, cioè alla diminuzione delle fonti di disagio e di pericolo.

Un altro importante provvedimento legislativo relativo all'eliminazione delle barriere architettoniche è costituito dalla legge 104/1992 "Legge Quadro sull'handicap", integrata e modificata dalla legge 17/1999.

Il *Nuovo codice della strada* (d.lgs. 285/1992) e il d.p.r. 495/1992, contenente il suo regolamento di attuazione, definiscono gli elementi che compongono i percorsi pedonali (area pedonale, attraversamento pedonale, marciapiede, passaggio pedonale, ecc.), i segnali verticali, orizzontali e luminosi, e le regole di comportamento che i pedoni e i conducenti dei veicoli devono osservare. La legge 214/2003, che modifica il d.lgs. 285/1992, aggiunge alla classificazione esistente un tipo di strada: l'itinerario ciclopedonale, definito come «strada locale, urbana, extraurbana o vicinale, destinata prevalentemente alla percorrenza pedonale e ciclabile e caratterizzata da una sicurezza intrinseca a tutela dell'utenza debole della strada» (art. 1, comma 1).

Le *Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico* del 1995, nell'elencare le componenti di traffico, pongono la circolazione dei pedoni al primo posto per importanza. Nel documento si afferma che lo spazio libero per i pedoni all'interno dei marciapiedi non deve essere inferiore a 2 m.

Il d.p.r. 503/1996, "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici", ha sostituito (come si è già osservato) integralmente il d.p.r. 384/1978. Secondo le indicazioni della norma, ai "requisiti essenziali" che vengono prescritti per gli spazi pubblici devono corrispondere conseguenti soluzioni con "caratteristiche prestazionali" adeguate, che siano in grado di consentire una concreta fruibilità degli spazi da parte di tutti i cittadini. Con riferimento agli spazi per la mobilità pedonale, vengono fornite queste indicazioni:

- il dislivello tra il piano del marciapiede e le zone carrabili ad esso adiacenti non deve superare i 15 cm;
- la larghezza dei marciapiedi realizzati in interventi di nuova urbanizzazione deve essere tale da consentire la fruizione anche da parte di persone su sedia a ruote;
- nelle strade ad alto volume di traffico gli attraversamenti pedonali devono essere illuminati nelle ore notturne o di scarsa visibilità;

- le piattaforme salvagente devono essere accessibili alle persone su sedia a ruote (Figura B.3).

I percorsi pedonali all'interno dell'ambito residenziale vanno concepiti come un reticolo connettivo di spazi di polarizzazione pedonale, destinati ad ospitare le varie funzioni in cui si esplica la fruizione pedonale.

Lo spazio minimo di polarizzazione pedonale è quello che si può ricavare dall'*allargamento* di un tratto di marciapiede: con riferimento al canale veicolare, esso corrisponde alla misura della strettoia della carreggiata stradale. L'allargamento del marciapiede viene realizzato là dove è più opportuno per accrescere la fruizione pedonale; dunque può essere posto in corrispondenza di esercizi commerciali (minimarket, bar, ristoranti, ecc.), associato a dehors o a zone di panchine.

Un altro tipo di spazio di polarizzazione pedonale è costituito dalla *piattaforma rialzata* che attraversa completamente la carreggiata unificando i due marciapiedi sui lati opposti della strada: essa serve soprattutto a moderare il traffico veicolare di fronte ad edifici pubblici o di alta affluenza del pubblico.

Un ulteriore livello di intensificazione dell'uso pedonale lo si ha nel caso della *chiusura parziale* di un tratto di strada, con la formazione di un *cul-de-sac*: la chiusura parziale consente di trasformare il tratto stradale in una "strada-corte" secondo il modello del *woonerf* olandese o della *home zone* inglese. In questo caso lo spazio stradale dovrebbe essere accessibile ai veicoli a motore dei soli residenti, a condizione che la domanda di sosta occupi una porzione modesta della superficie stradale, in modo da lasciare la prevalenza all'uso pedonale, che generalmente viene destinato ad attrezzature di gioco per bimbi e di sosta per adulti. La qualità delle strade-corte è fortemente dipendente dalla presenza del verde.

In alcuni casi si può procedere alla *chiusura totale* del tratto di strada, che viene integralmente pedonalizzato. La chiusura totale consente di trasformare la strada in una "strada-piazza", con esercizi commerciali (Figura B.4), oppure in una "strada-giardino". Nel caso della chiusura totale non dovrebbe essere consentita la sosta dei veicoli a motore, mentre potrebbe essere mantenuta la servitù di accesso ai passi carrai delle proprietà.

B.1.3. La rete dei percorsi ciclabili

Per quanto costituisca una categoria di utenza della strada molto importante, soprattutto in un'ottica di mobilità sostenibile, la ciclabilità è stata oggetto, in passato, di scarsa attenzione da parte della normativa italiana relativa alla mobilità urbana. Il che non è tra le ultime cause della grave carenza dell'infrastruttura ciclabile nelle nostre città e della conseguente difficoltà di una sensibile espansione della domanda, ostacolata dalla generale ridotta sicurezza in cui la mobilità ciclabile viene esercitata.

La legge 19 ottobre 1998, n. 366, "Norme per il finanziamento della mobilità ciclistica", ha tentato di porre rimedio a questa situazione, prescrivendo che la maggior parte delle strade di nuova costruzione debbano avere una pista ciclabile per l'intero sviluppo.

In realtà, la realizzazione di piste ciclabili riservate non è l'unica misura possibile per la messa in sicurezza della ciclabilità, né necessariamente quella più adatta a tutte le situazioni. In particolare, si profilano due tipi di intervento distinti, l'uno da adottare per la viabilità principale, l'altro per le strade locali:

- nel caso della rete viaria principale, le velocità consentite alle automobili (50 e talvolta anche 70 km/h) rendono le strade poco sicure per i ciclisti. Diventa dunque necessaria la presenza di un'infrastruttura ad essi appositamente dedicata, attuabile con modalità differenziate;

- nel caso delle strade locali appartenenti agli ambiti residenziali, in cui le misure di moderazione della velocità dovrebbero ridurre fortemente la pericolosità della circolazione promiscua di veicoli a motore e biciclette, in genere non è necessario predisporre piste ciclabili riservate.

A questo proposito, il d.m. 30 novembre 1999, n. 557, proponendo le linee guida per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili, ha distinto quattro tipi di itinerari ciclabili, che vengono riportati in ordine crescente rispetto alla sicurezza offerta all'utenza ciclistica:

- percorsi promiscui ciclabili e veicolari;
- percorsi promiscui pedonali e ciclabili;
- piste ciclabili su corsia riservata (Figura B.5);
- piste ciclabili in sede propria.

Il primo tipo di percorso non è generalmente consigliabile per la rete viaria principale, a causa delle alte velocità e dei consistenti flussi di veicoli che vi transitano. Poiché invece le strade locali devono essere trattate con opportune misure di moderazione della velocità, esse possono essere considerate percorsi promiscui ciclabili e veicolari, utilizzabili dai ciclisti sia per la circolazione interna agli ambiti residenziali, sia per connettere in rete la viabilità principale, qualora essa presenti tratti privi di misure di sicurezza idonee.

I percorsi promiscui pedonali e ciclabili, oltre ad essere istituiti all'interno di parchi e di zone a traffico prevalentemente pedonale, possono essere utilizzati qualora sia necessario dare continuità alla rete ciclabile: tuttavia è opportuno ricorrere a questa soluzione solo se i flussi pedonali e ciclabili non sono troppo elevati, perché in caso contrario la promiscuità tra pedoni e ciclisti può essere conflittuale, anche se difficilmente può costituire una seria minaccia per la sicurezza degli utenti.

Le strade della rete viaria principale che abbiano dimensioni adeguate dovrebbero riservare una porzione della loro sezione alla circolazione esclusiva dei ciclisti tramite la realizzazione di una pista ciclabile (Figura B.6), che può essere in sede propria, su corsia ricavata dalla carreggiata o su corsia ricavata dal marciapiede (Figura B.7).

Le piste ciclabili in sede propria, essendo delimitate da elementi in elevazione, offrono una maggiore protezione rispetto alle corsie ricavate sulla carreggiata, che sono invece separate dalla parte di strada destinata alle automobili solo tramite segnaletica orizzontale. Le corsie delineate solo tramite segnaletica orizzontale presentano inoltre il problema della sosta abusiva delle automobili, che spesso si posizionano sulla pista per fermate più o meno lunghe.

Lungo la rete viaria principale, dunque, possono essere realizzati differenti tipi di itinerari ciclabili: piste in sede propria nelle strade più trafficate, corsie riservate su marciapiede nelle strade di minor flusso pedonale, corsie riservate su carreggiata nelle strade con scarso traffico veicolare. È fondamentale, però, che tutti gli itinerari siano interconnessi tra loro, in modo da costituire una rete continua e facilmente riconoscibile, che copra tutta la rete viaria principale: proprio tale continuità è ormai universalmente considerata come una delle condizioni indispensabili per promuovere un maggior uso della bicicletta.

B.1.4. Caratteristiche costruttive e dimensionali

Secondo le indicazioni del d.m. 557/1999, in tutte le piste ciclabili, siano esse in sede propria o su corsia riservata, «la larghezza minima della corsia ciclabile, comprese le strisce di margine, è

pari ad 1,50 m; tale larghezza è riducibile ad 1,25 m nel caso in cui si tratti di due corsie contigue, dello stesso od opposto senso di marcia, per una larghezza complessiva minima pari a 2,50 m [...]. La larghezza della corsia ciclabile può essere eccezionalmente ridotta fino ad 1,00 m, sempreché questo valore venga protratto per una limitata lunghezza dell'itinerario ciclabile e tale circostanza sia opportunamente segnalata» (d.m. 557/1999, art. 7, commi 1 e 2). Le piste ciclabili, soprattutto se poste su corsia riservata, devono preferibilmente avere, in aggiunta ai simboli prescritti, una pavimentazione di colore differente rispetto a quella delle parti contigue di sede stradale destinate ai veicoli a motore e ai pedoni (Figura B.8). Inoltre, sulle piste deve essere curata la regolarità delle superfici per garantire condizioni di agevole transito ai ciclisti, specialmente con riferimento alle pavimentazioni realizzate con elementi autobloccanti e alle griglie di raccolta delle acque.

Lo spartitraffico invalicabile che separa la pista ciclabile in sede propria dalla carreggiata destinata ai veicoli deve essere sufficientemente largo (almeno 0,50 m, in base al d.m. 557/1999, art. 7, comma 4) da impedire che l'apertura delle portiere degli autoveicoli affiancati alla pista possa risultare pericolosa per i ciclisti; tale separazione deve essere prevista anche per le piste su corsia riservata ricavata dalla carreggiata stradale. Se lo spartitraffico che separa la pista ciclabile in sede propria dalla carreggiata costituisce una barriera visiva, come nel caso delle siepi, esso deve essere interrotto alcuni metri prima delle intersezioni, per garantire che i ciclisti siano adeguatamente visibili agli automobilisti dalla strada adiacente.

B.1.5. Le intersezioni e le fermate dei mezzi pubblici

Nella progettazione di dettaglio della rete ciclabile, particolare attenzione deve essere dedicata alle intersezioni, che rappresentano i punti più critici in termini di sicurezza, poiché sono aree in cui lo spazio non può essere riservato e risulta necessariamente condiviso. Dalle esperienze europee emergono due approcci possibili:

- interrompere piste e corsie prima delle intersezioni, in modo che i ciclisti attraversino la strada in promiscuo con le automobili. La soluzione della "casa avanzata" può in questa situazione aumentare la sicurezza e il comfort dei ciclisti (Figura B.9);
- far proseguire "idealmente" la corsia ciclabile riservata (o la pista in sede propria, trasformandola in corsia) all'interno dell'area di intersezione tramite la segnaletica orizzontale e un'opportuna colorazione della superficie stradale. Questo approccio è da preferire, poiché garantisce maggiore sicurezza per l'utente più debole. Inoltre, dato che l'intersezione spesso viene a cadere in corrispondenza di una porta di "zona 30", la corsia ciclabile può essere posta sulla piattaforma rialzata, in affiancamento all'attraversamento pedonale, aumentando così la visibilità degli utenti deboli (Figura B.10).

Un tipo particolare di intersezione è rappresentato dalle rotatorie, in cui la promiscuità tra veicoli e biciclette presenta un grado di pericolosità elevato, tale da rendere in genere necessaria la predisposizione di percorsi riservati per i ciclisti

Oltre alle intersezioni, un altro punto della rete ciclabile, che deve essere progettato con attenzione, è quello in cui le piste ciclabili si affiancano alle fermate del trasporto pubblico. La soluzione migliore, ove possibile, consiste nel far passare la pista ciclabile sul retro della pensilina per i passeggeri in attesa, in modo da non ostacolare le operazioni di salita e discesa dai mezzi. Se, invece, la pista o corsia ciclabile deve essere collocata davanti alla pensilina della fermata, a causa degli spazi ridotti, occorre indurre i ciclisti a rallentare e a prestare maggiore attenzione in prossimità della fermata, mediante l'introduzione di deflessioni, strettoie o segnaletica orizzontale.

B.1.6. La rete dei percorsi dei mezzi pubblici

I mezzi pubblici transitano prevalentemente nelle strade di scorrimento e nelle strade di quartiere. Per quanto possibile, le linee dei mezzi di trasporto collettivo che interessano le strade urbane dovrebbero usufruire di corsie riservate. Secondo le *Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*, tali corsie devono avere una larghezza minima di 3,50 m e possono essere delimitate semplicemente tramite segnaletica orizzontale.

L'uso della sola segnaletica orizzontale non garantisce però che la corsia non venga utilizzata anche dalle automobili private: si raccomanda pertanto di ricorrere ad elementi separatori in elevazione sulla pavimentazione, che, pur se insufficienti ad impedire l'accesso alle automobili in corrispondenza degli imbocchi della corsia, costituiscono una protezione maggiore.

Le corsie riservate al trasporto pubblico dovrebbero essere ubicate vicino ai marciapiedi, al fine di consentire che le operazioni di salita e di discesa dei passeggeri si svolgano in condizioni di sicurezza. Qualora invece esse siano collocate al centro della carreggiata, occorre disporre, in corrispondenza delle fermate, isole salvagente tra la corsia riservata e il resto della carreggiata; è raccomandabile collegare tali isole al marciapiede tramite attraversamenti pedonali rialzati.

Nel caso in cui la strada non presenti una sezione sufficientemente ampia per ospitare corsie riservate e corsie veicolari in entrambi i sensi di marcia, e si voglia comunque privilegiare il trasporto collettivo, si possono prendere in considerazione due ipotesi:

- consentire il traffico automobilistico a senso unico, e creare corsie riservate ai mezzi pubblici nei due sensi di marcia. Una delle due corsie riservate, pertanto, sarà del tipo contraflow, ossia opposta rispetto al senso di marcia del traffico veicolare sulla stessa carreggiata;
- rendere l'intera strada a senso unico, realizzando la corsia riservata ai mezzi pubblici in un solo senso di marcia e disponendo la corsia riservata nel senso opposto su una strada parallela vicina.

I vantaggi assicurati dalla disponibilità di una corsia riservata rischiano di essere poco significativi se, in corrispondenza delle intersezioni, non è garantita adeguata priorità al mezzo pubblico. Occorre pertanto che:

- alle intersezioni tra le strade di scorrimento o di quartiere e le altre strade di pari livello, sia garantita una semaforizzazione (se necessario anche in caso di rotatorie) con fasatura che attribuisca la priorità ad autobus e tram;
- alle intersezioni tra le strade di scorrimento o di quartiere e le strade locali, le corsie riservate proseguano ininterrotte ovunque sia possibile. Devono invece essere garantiti gli attraversamenti pedonali, attraverso la disposizione di isole salvagente tra la corsia riservata e quella veicolare, e di attraversamenti, eventualmente rialzati, tra le isole e i marciapiedi.

Qualora non vi sia la possibilità di riservare un'apposita corsia ai mezzi del trasporto collettivo (ad esempio nel caso di strade con sezione troppo stretta), essi devono condividere la carreggiata con il traffico veicolare privato. In questo caso, occorre prestare particolare cura allo studio delle fermate, ricavando ove possibile golfi di fermata dei mezzi pubblici esterni rispetto alle corsie di marcia. Le fermate devono essere progettate in modo da non consentire la sosta delle automobili, da garantire la sicurezza della salita e della discesa dei passeggeri (ad esempio, tramite protezione con transenne verso le aree di traffico pedonale) e da non presentare barriere architettoniche che rendano difficoltoso l'accesso (Figura B.11).

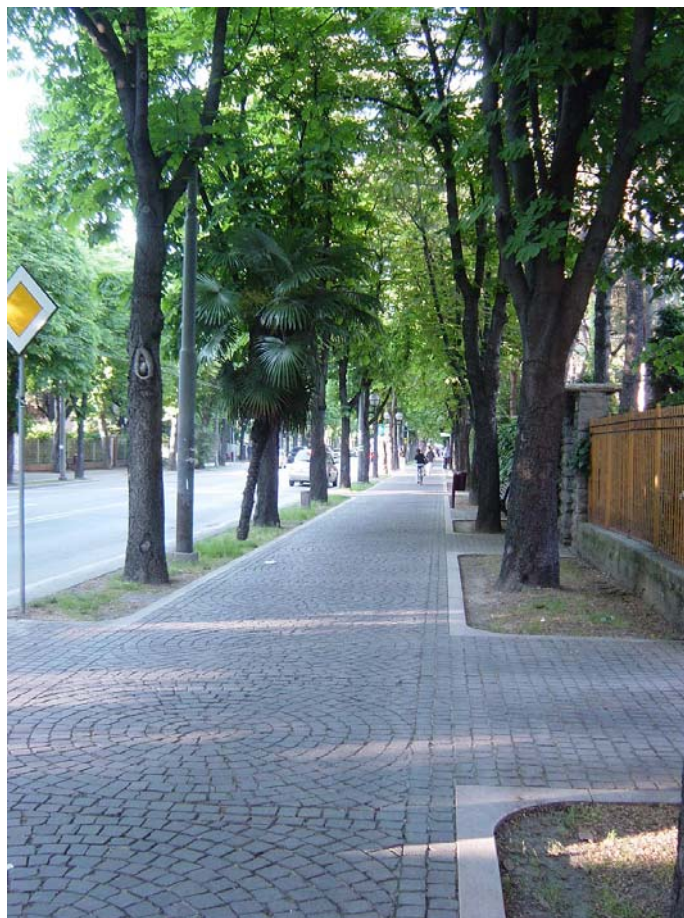


Figura B.1 - Un percorso pedonale confortevole perché ampio, pavimentato con cura, ombreggiato e un po' discosto dalla carreggiata

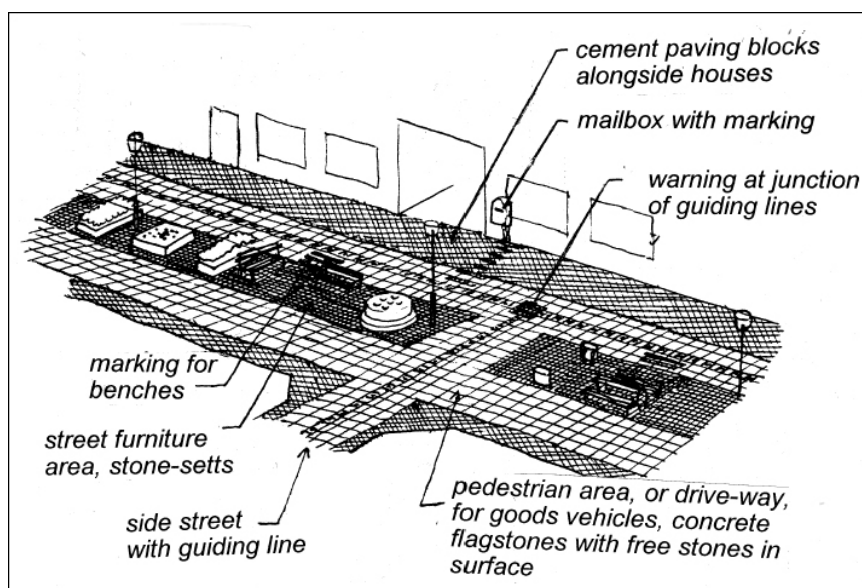


Figura B.2 - Esempio di una strada con pavimentazione per i disabili (fonte: European Commission, 1998, *Adonis - Analysis and Development of New Insight into Substitution of Short Car Trips by Cycling and Walking*)

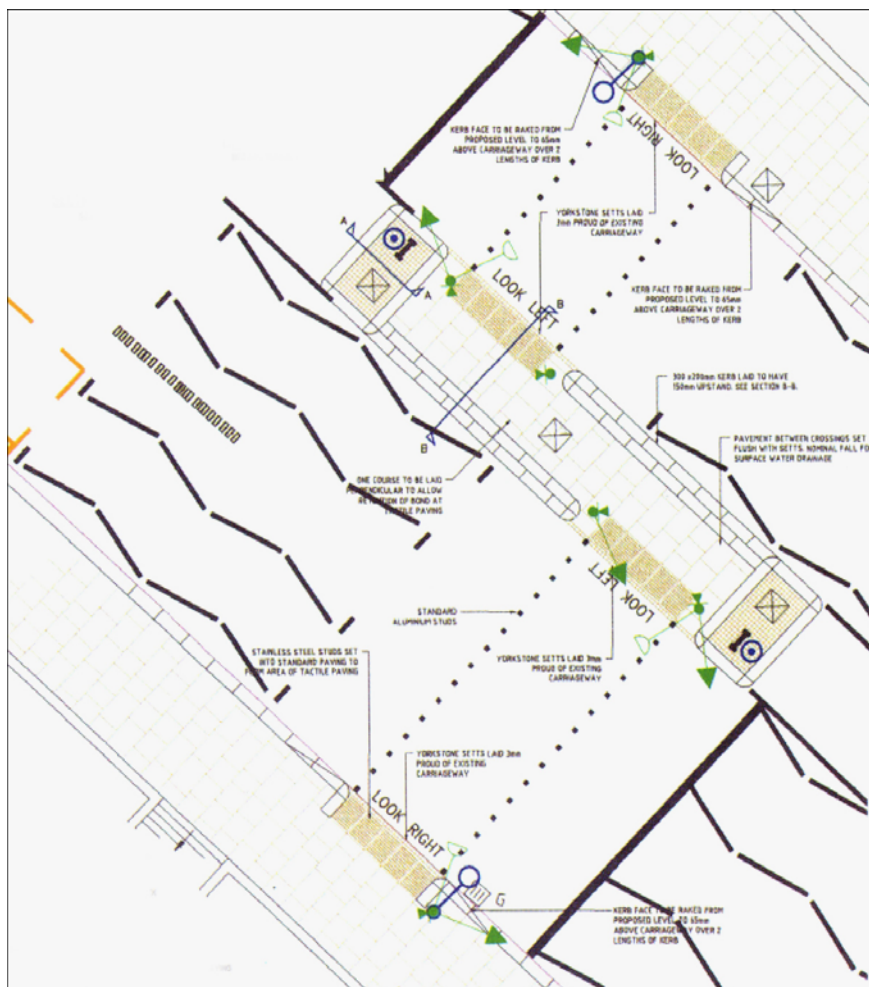


Figura B.3 - Specifiche tecniche per la realizzazione di un'isola salvagente a "pellicano", accessibile anche su sedia a ruote



Figura B.4 - Una strada commerciale resa pedonale e trasformata in una "strada-piazza"

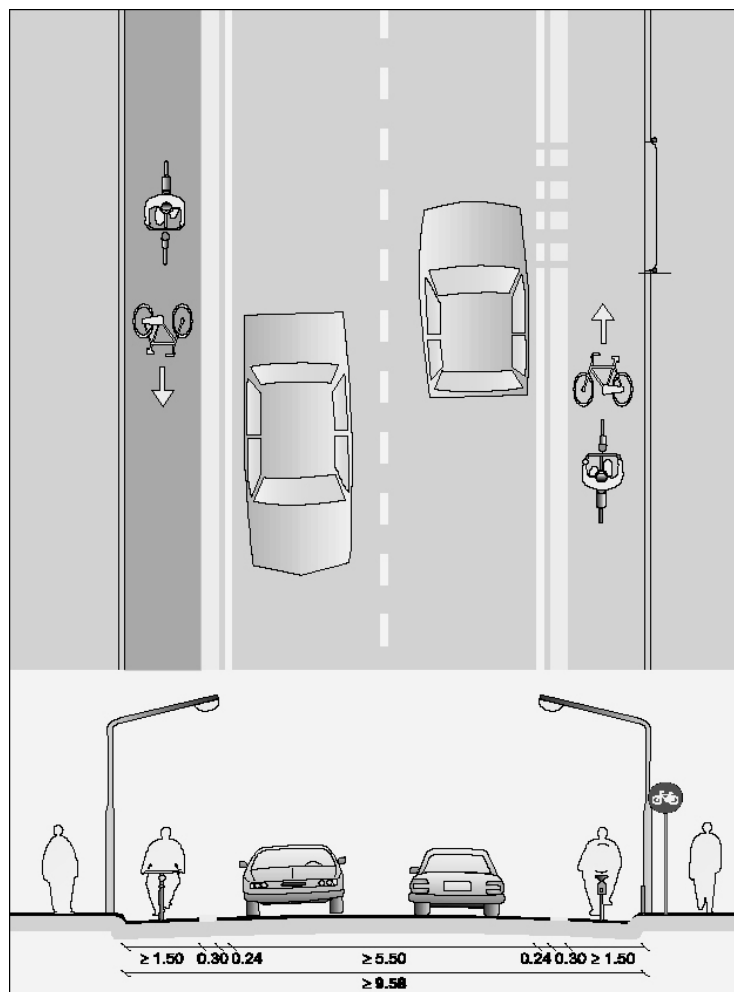


Figura B.5 - Una strada con corsie ciclabili monodirezionali sui due lati, delimitate tramite segnaletica orizzontale (verniciatura) ed eventuale colorazione in pasta della pavimentazione della pista (come nella corsia di sinistra)

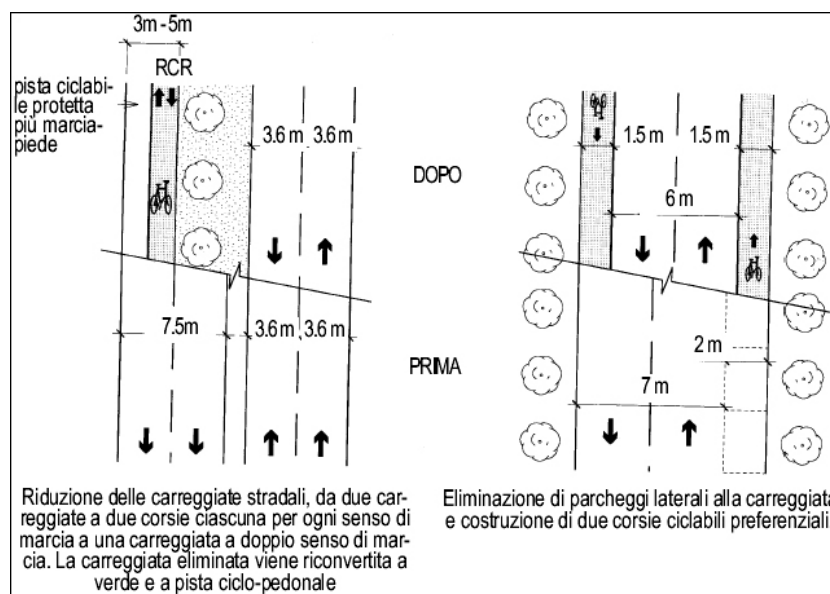


Figura B.6 - Esempi di trasformazione di strade preesistenti, al fine di ricavare corsie o piste ciclabili (fonte: Regione Lombardia, 2002, *Manuale per la realizzazione della rete ciclabile regionale*)

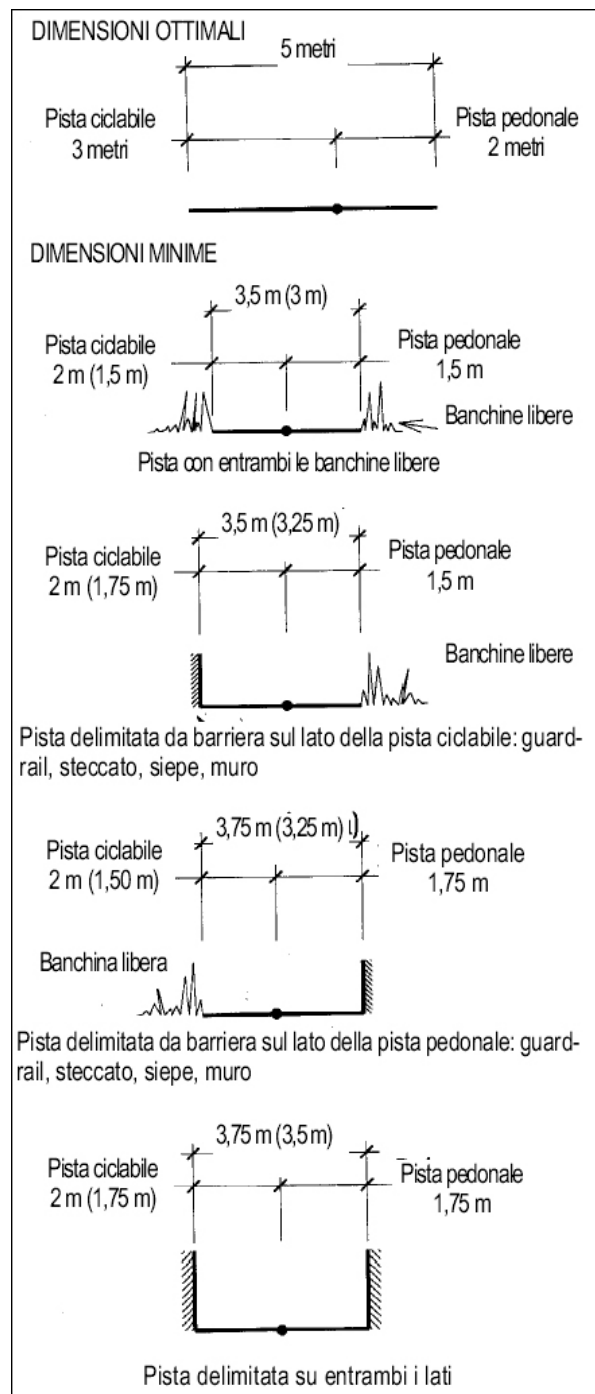


Figura B.7 - Dimensioni ottimali e minime per la realizzazione di corsie ciclabili su marciapiede (fonte: Regione Lombardia, 2002, *Manuale per la realizzazione della rete ciclabile regionale*)



Figura B.8 - È consigliabile che le piste ciclabili abbiano una pavimentazione colorata, ben visibile rispetto alle altre parti della strada

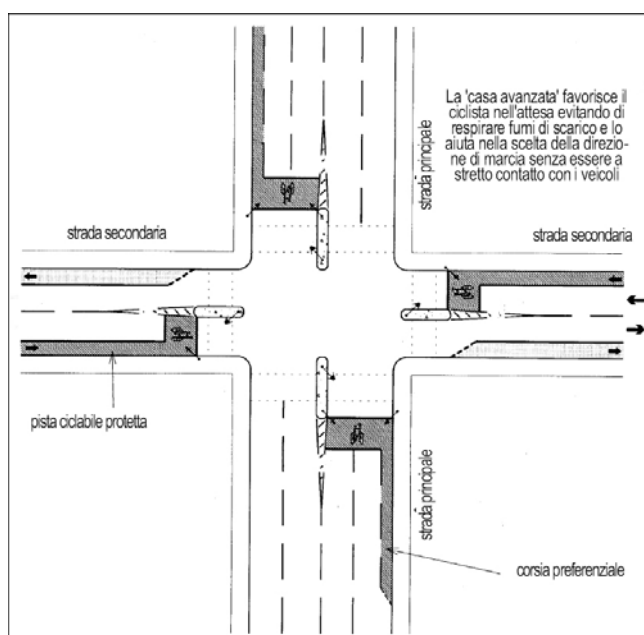


Figura B.9 - Schema di intersezione con le “case avanzate” per i ciclisti (fonte: Regione Lombardia, 2002, *Manuale per la realizzazione della rete ciclabile regionale*)

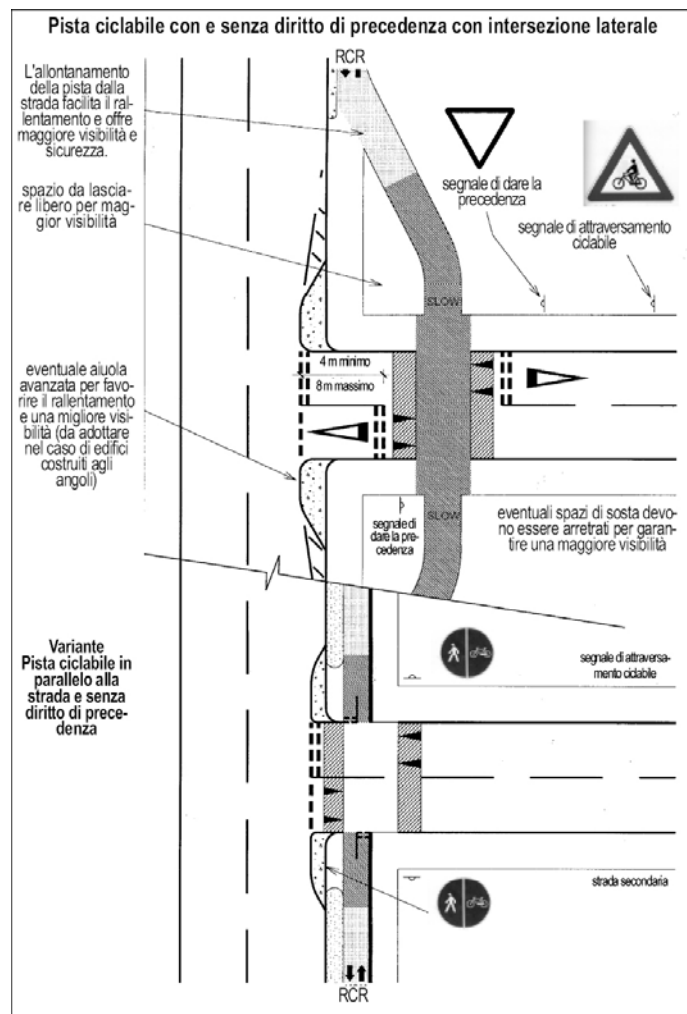


Figura B.10 - Schema di intersezioni con corsia ciclabile su piattaforma (fonte: Regione Lombardia, 2002, *Manuale per la realizzazione della rete ciclabile regionale*)



Figura B.11 - Le fermate dei mezzi pubblici dovrebbero essere esterne alla carreggiata veicolare, protette da transenne e prive di barriere architettoniche

B.2. Gli interventi di tipo puntuale: le misure per le intersezioni

B.2.1. Le intersezioni rialzate

L'intersezione rialzata è un'area piana sopraelevata che copre l'intero spazio dell'intersezione, con rampe in tutti i punti di approccio. Essa permette di ridurre (o talvolta di eliminare del tutto) il dislivello presente fra la carreggiata e i marciapiedi, garantendo la continuità della rete pedonale da cui vengono eliminate le barriere architettoniche costituite dai gradini dei marciapiedi.

L'intersezione rialzata è sempre accompagnata da un allargamento dei marciapiedi, volto a produrre un restringimento della carreggiata (*chocker*) tale da impedire la sosta dei veicoli in corrispondenza dell'intersezione. Essa, dunque, si presenta come una misura duplice di continuità dei marciapiedi e di liberazione dell'intersezione dalla sosta delle auto (Figura B.12). L'intersezione rialzata e le rampe devono essere evidenziate con una pavimentazione diversa per colore e/o per materiale dal resto della strada.

Le intersezioni rialzate hanno la finalità di diminuire l'incidentalità non solo fra veicoli e pedoni, ma anche tra gli stessi veicoli: dovendo questi accostarsi alle intersezioni rialzate a velocità moderata e offrendo l'intersezione una buona visibilità, si riducono la probabilità e la gravità degli incidenti.

Riferimenti normativi e specifiche tecniche

La normativa italiana non esprime una posizione netta riguardo alle intersezioni sopraelevate. L'unico riferimento specifico relativo a tale misura è contenuto nelle *Linee guida per la redazione dei piani della sicurezza stradale urbana*, le quali affermano che «sulle strade locali delle zone con elevati flussi pedonali (sia residenziali che terziarie) le eventuali intersezioni con i flussi veicolari saranno realizzate attraverso incroci rialzati (i veicoli salgono sul marciapiede e ne ridiscendono) con priorità al traffico pedonale e ciclistico» (pp. 125-126).

Le *Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico*, pur non facendo riferimento in modo esplicito alle intersezioni rialzate, raccomandano di tutelare in modo particolare la sicurezza dei pedoni alle intersezioni, introducendo «l'ampliamento dei marciapiedi in corrispondenza degli attraversamenti pedonali ed in detrazione degli spazi di sosta (laddove consentita e tenuto comunque conto delle esigenze di capacità per il deflusso veicolare sulle intersezioni)» (p. 59).

Per le intersezioni rialzate si presenta il problema del disegno delle strisce zebraate, in corrispondenza dei passaggi pedonali.

In alcuni Stati che hanno adottato le intersezioni rialzate, la normativa ha attribuito la precedenza ai pedoni sull'intera superficie della piattaforma: essi possono dunque attraversare liberamente l'intersezione in tutte le direzioni, anche in diagonale, senza che sia necessario collocare le apposite strisce. In Francia, ad esempio, alcuni simboli colorati, posti sull'intersezione rialzata, invitano talvolta i pedoni ad attraversare anche in diagonale (Figura B.13).

In Italia, al contrario, la normativa prescrive generalmente il disegno delle strisce pedonali in corrispondenza degli attraversamenti. Nella prassi, tuttavia, anche in Italia le strisce vengono talvolta omesse, soprattutto nei centri storici e in luoghi di particolare pregio storico e artistico, oppure qualora il *Regolamento viario* adottato dal Comune ammetta l'uso di simboli diversi.

Non vi sono specifiche tecniche italiane per le intersezioni rialzate. Si fa dunque riferimento alle indicazioni elaborate in ambito europeo, sebbene anch'esse non siano numerose e dettagliate.

La maggioranza delle rampe realizzate in Europa ha un profilo diritto, con una pendenza compresa tra il 7% e il 10% e un'altezza di 8-10 cm (Figura B.14). Una rampa di 10 cm di altezza per 100 cm di larghezza è anche un segnalatore di limite di velocità, in quanto un veicolo che la superi ad una velocità di poco superiore ai 30 km/h subisce un effetto di "salto". Si sconsiglia di realizzare le rampe in materiale discontinuo (come autobloccanti o blocchetti di pietra) poiché si agevola la deformazione della rampa in corrispondenza del passaggio delle ruote dei veicoli. La soluzione più efficiente è costituita da piastre prefabbricate in calcestruzzo ben ancorate al sottofondo in conglomerato cementizio.

Effetti della misura

Non sono state finora condotte valutazioni sistematiche degli effetti dell'introduzione di piattaforme rialzate in corrispondenza delle intersezioni. Un motivo di tale carenza può essere riscontrato nella complessità che un'analisi degli effetti comporterebbe, a causa dell'interazione di molti fattori diversi, variabili da intersezione a intersezione: le dimensioni e la geometria della piattaforma, la consistenza e la direzione dei flussi veicolari, la quantità di flussi pedonali, il comportamento di automobilisti e pedoni all'intersezione, la presenza di altre misure di moderazione della velocità nella zona, ecc.

Dall'analisi delle intersezioni rialzate esistenti, emerge chiaramente l'importanza del colore per evidenziarne la presenza e per renderle così immediatamente riconoscibili. Il cambiamento del materiale della pavimentazione, ma non del colore, non è in grado, da solo, di ottenere lo stesso risultato (sebbene talvolta questa soluzione possa essere consigliata nei centri storici).

Una soluzione sicuramente efficace, ma anche efficiente per la resistenza al logoramento, è quella di ricorrere ad un manto di conglomerato bituminoso colorato per la piattaforma, realizzando le rampe con piastre prefabbricate di calcestruzzo.

Oltre al costo dei materiali, una voce di spesa da non trascurare è rappresentata dalla necessità di ricollocare le caditoie per lo smaltimento dell'acqua piovana.

B.2.2. Le rotatorie

La rotatoria è un tipo di sistemazione delle intersezioni a raso, costituita da un anello nel quale confluiscono i bracci dell'intersezione; l'anello viene percorso dal flusso proveniente da ciascun braccio nel tratto compreso fra la sezione di immissione di quest'ultimo e quella del braccio di uscita (figure B.15 e B.16).

I veicoli circolanti nell'anello (che può avere una o più corsie di marcia) hanno la precedenza rispetto a quelli che devono ancora impegnare l'intersezione: in questo modo, nessuna strada ha la priorità sulle altre e tutti i veicoli sono costretti a rallentare in prossimità dell'intersezione. La rotatoria è pertanto particolarmente idonea in quelle situazioni in cui le strade sono dello stesso livello gerarchico.

Le rotatorie possono essere adottate nei casi in cui vi siano spazi sufficienti per il loro inserimento e i flussi di traffico non risultino così elevati da produrre inaccettabili code di ingresso; va precisato che le rotatorie sono misure che interessano la viabilità di scorrimento e, talvolta, le strade di quartiere.

Le rotatorie hanno molteplici finalità:

- aumentare la sicurezza alle intersezioni, costringendo tutti i veicoli a rallentare e, all'occorrenza, a fermarsi in prossimità della rotatoria, e forzandoli a percorrere una traiettoria non rettilinea;

- rendere la circolazione veicolare più fluida, in particolare fra strade dello stesso livello gerarchico, permettendo di eliminare i semafori alle intersezioni;
- evidenziare visivamente la presenza di un'intersezione, interrompendo la linearità delle strade rettilinee.

In Italia, l'obiettivo della fluidificazione del traffico ha finito per risultare prevalente, specie là dove la rotatoria ha consentito di eliminare la regolazione semaforica. Va tuttavia subito osservato che spesso questo obiettivo ha messo in ombra la finalità di agevolare la mobilità debole costituita da pedoni e da ciclisti. Infatti, se la rotatoria non viene progettata con grande attenzione agli attraversamenti pedonali e ciclabili, si dimostra più rischiosa dell'attraversamento semaforico proprio per l'utenza debole: questo errore va evitato nel modo più assoluto.

Riferimenti normativi e specifiche tecniche

Le *Linee guida per la redazione dei piani della sicurezza stradale urbana* forniscono una definizione delle rotatorie, focalizzando l'attenzione sugli effetti (positivi e negativi) del dispositivo: «la loro efficacia sulle velocità è molto significativa e tale riduzione dipende dalla variazione di traiettoria imposta ai veicoli dalla geometria del dispositivo e dai livelli di velocità precedenti l'installazione. Nella fase di progettazione va posta particolare attenzione alle necessità delle utenze deboli, infatti i percorsi pedonali risultano relativamente più lunghi e le distanze non sono sempre accettate dal pedone, che tende ad effettuare attraversamenti illegali. Inoltre nelle rotatorie a traffico misto il velocipede o il ciclomotore che transita nell'anello è scarsamente percepibile dagli altri conducenti» (p. 39).

Le *Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali* presentano le peculiarità delle rotatorie, evidenziando la differenza tra le rotatorie convenzionali e le rotatorie compatte: «si distinguono quelle oggi denominate *rotatorie convenzionali* nelle quali l'anello ha un grande diametro ed i bracci mantengono costante la sezione trasversale fino al punto di immissione nella rotatoria, da quelle nelle quali il diametro è molto più ridotto, e pertanto vengono denominate *rotatorie compatte* ed i bracci presentano un allargamento, anche notevole, in corrispondenza delle immissioni. In questo modo si fornisce ai veicoli in attesa di immettersi nell'anello la possibilità di disporsi in più file, e quindi di sfruttare in modo più efficace i gap che si presentano nella corrente che percorre l'anello» (pp. 47-8; corsivo nel testo).

Le caratteristiche di una rotatoria dipendono in larga misura dagli effetti che si desiderano ottenere con l'utilizzo di questo dispositivo (tabella B.1). Qui si presenta una breve rassegna dei criteri generali con cui vengono realizzate le rotatorie, rimandando a testi specializzati per gli aspetti di calcolo legati alle capacità e al dimensionamento dei diversi elementi (si segnalano: lo studio a carattere prenormativo del CNR *Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali*, 2001, e il documento del SETRA - Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes francese *Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales*, 1998).

I Paesi nei quali la realizzazione di rotatorie è una prassi diffusa da molti decenni, quali gli Stati Uniti e la Gran Bretagna, hanno da alcuni anni modificato le caratteristiche di questa misura, passando gradualmente da rotatorie di grandi dimensioni, con isole centrali ampie e numerose corsie, a rotatorie di dimensioni più contenute, spesso definite "rotatorie compatte" (come osservato anche nelle *Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali*). La riduzione delle dimensioni della rotatoria, oltre ad incrementare la sicurezza,

impedendo ai veicoli di collidere negli spostamenti trasversali all'interno dell'anello, ha reso la rotatoria più adatta all'ambiente urbano, differenziandola dal modello del grande svincolo a raso extraurbano.

Il primo elemento da prendere in considerazione nella progettazione di una rotatoria è l'analisi dell'intersezione, volta a stabilire se le caratteristiche dei flussi di traffico e gli spazi disponibili siano adatti all'inserimento di una rotatoria. Secondo il SETRA, l'osservazione dei volumi di traffico che percorrono l'intersezione durante le ore di punta consente di stabilire quale livello di approfondimento dell'analisi della capacità della rotatoria è necessario:

- per volumi inferiori a 1.500 veicoli/ora non è richiesto il calcolo delle capacità;
- per volumi compresi tra 1.500 e 2.000 veicoli/ora è necessaria un'analisi della distribuzione dei flussi;
- per volumi superiori a 2.000 veicoli/ora occorre svolgere il calcolo delle capacità (attraverso metodi di calcolo manuali o computerizzati).

Il metodo di calcolo della capacità di una rotatoria è stato oggetto di studio in molti Paesi negli ultimi decenni, seguendo le linee indicate da Kimber nel 1980. Egli ricavò la relazione che lega la capacità di un braccio al flusso che percorre l'anello ed alle caratteristiche geometriche della rotatoria, attraverso l'analisi statistica (condotta con tecniche di regressione) di un gran numero di dati raccolti in Gran Bretagna, su rotatorie di tipo sia convenzionale sia compatto, tutte con priorità sull'anello. Kimber dimostrò l'esistenza di una relazione lineare fra la capacità di un braccio e il flusso sull'anello, e mise in evidenza che, fra le caratteristiche geometriche della rotatoria (Figura B.17), quelle che influiscono maggiormente sulla capacità di un braccio sono la larghezza della sua sezione trasversale corrente e quella della sua sezione allargata in corrispondenza dell'immissione.

Come osservano le *Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali* del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, i metodi di calcolo della capacità messi a punto nei diversi Paesi, pur essendo riconducibili tutti ad uno stesso schema fondamentale, differiscono in qualche misura fra loro, in parte perché diverse sono le tipologie di rotatoria su cui sono stati misurati i dati sperimentali, ma soprattutto per la diversità dei comportamenti degli automobilisti, i quali giocano un ruolo fondamentale nel determinare le modalità di funzionamento di una rotatoria.

Il SETRA, nel documento *Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales*, presenta alcuni metodi per il calcolo della capacità, distinguendo fra metodi "manuali" (in particolare, quello messo a punto dal SETRA viene presentato anche dalle norme del CNR) e metodi computerizzati (software Octave, Girabase). In generale, la capacità K può essere così definita:

$$K = f(Q_C, Q_U, SEP, ANN, ENT)$$

dove:

Q_C : flusso che percorre l'anello all'altezza dell'immissione;

Q_U : flusso uscente;

SEP : larghezza dell'isola spartitraffico all'estremità del braccio;

ANN : larghezza dell'anello;

ENT : larghezza della semicarreggiata del braccio misurata dietro il primo veicolo fermo all'altezza della linea del "dare precedenza".

In prima approssimazione, le rotatorie possono essere impiegate per le intersezioni caratterizzate dai flussi di traffico mostrati nella Figura B.18. In ascissa, sono riportati i flussi di traffico

giornalieri medi (AADT - *annual average daily traffic*) della strada principale; in ordinata, i valori corrispondenti della strada secondaria. Il triangolo grigio mostra le combinazioni dei flussi che sono adatte per l'inserimento delle rotatorie: il colore grigio chiaro evidenzia che la rotatoria può sopportare senza difficoltà un incremento di traffico del 30%, mentre il colore grigio scuro rappresenta una riserva di capacità inferiore, compresa tra il 10 e il 30%: in questi casi, possono crearsi situazioni di congestione.

Alcuni accorgimenti per incrementare la capacità di una rotatoria consistono nell'allargare la sezione di ingresso dei bracci, ingrandire l'isola spartitraffico, aumentare le dimensioni dell'anello e creare una corsia esterna alla rotatoria per la svolta a destra. Tuttavia, con flussi di traffico molto elevati, cioè con valori situati nell'area bianca a destra del triangolo nella Figura B.18, la rotatoria ha buona probabilità di venire saturata e perciò la sua realizzazione è sconsigliata.

Per quanto riguarda le dimensioni delle rotatorie, le linee guida osservano che non sempre progettare rotatorie di grandi dimensioni è consigliabile in ambito urbano, in quanto la capacità non viene incrementata in misura proporzionale alle dimensioni, mentre aumentano i costi di realizzazione e si riduce notevolmente la sicurezza degli utenti deboli. Secondo le linee guida francesi, su strade secondarie, in cui il traffico pesante è trascurabile, è consigliabile un raggio esterno compreso tra 12 e 15 m. Per le strade a traffico intenso, un raggio di 15 m offre condizioni di rotazione sufficienti anche per i mezzi più ingombranti (autoarticolati o motrici con semirimorchio). Alle strade a carreggiate separate devono invece essere riservati raggi esterni dell'ordine di 25 m.

Dimensioni analoghe sono prescritte dalle *Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali*, che indicano, per le rotatorie compatte, raggi esterni compresi tra 13 e 20 m. In ogni rotatoria, la larghezza dell'anello percorribile dai veicoli non deve essere inferiore ai 6 m.

La regola principale da seguire nel disegno progettuale delle rotatorie riguarda la deflessione delle traiettorie che attraversano il nodo. Si definisce deflessione il raggio dell'arco del cerchio che passa a 1,50 m dal bordo dell'isola rotazionale ed a 2 m dai bordi delle strade in entrata ed uscita: in pratica, si tratta dell'inclinazione che il veicolo deve assumere per immettersi nella rotatoria, allontanandosi dalla traiettoria rettilinea. Poiché lo scopo primario delle rotatorie consiste nella ricerca del controllo delle velocità all'interno dell'incrocio, risulta essenziale che la geometria complessiva impedisca velocità superiori ai limiti assunti come base di progetto, e cioè in genere velocità massime di 40-50 km/h per le manovre nei pressi dell'intersezione. Dalle analisi si ricava che la deflessione non deve superare i valori di 80-100 m; una deflessione di circa 30 m può essere consigliata nella maggior parte delle rotatorie.

Il posizionamento dell'isola centrale è corretto quando tutti gli assi dei bracci di strada che convergono nell'intersezione puntano verso il centro dell'isola. Nel caso di un'intersezione a T, occorre che anche i bracci della strada che prosegue dritta siano rivolti verso il centro dell'isola: in pratica, l'intersezione deve assumere la forma di una Y, evitando che la strada che prosegue dritta si immetta nella rotatoria lambendola tangenzialmente.

L'isola centrale deve essere preferibilmente di forma circolare, poiché le forme ovali o irregolari comportano una diminuzione dei livelli di sicurezza. Non vi è una dimensione massima prescritta per il raggio dell'isola, anche se, come già osservato, dimensioni molto elevate non sono in genere consigliate. L'isola centrale può essere abbellita dall'inserimento di elementi verdi o altre forme di arredo (fontane, sculture, ecc.), prestando però attenzione alla necessità di non ostruire completamente la visuale e di non posizionare strutture troppo pericolose in caso di incidente.

L'anello di scorrimento, in rotatorie di dimensioni medie, deve essere configurato non come una strada a senso unico, divisa in 2 o 3 corsie parallele dalla segnaletica orizzontale, ma come una

strada ad un'unica corsia, sufficientemente larga per consentire il passaggio dei mezzi pesanti. La larghezza dell'anello dipende dal raggio complessivo della rotatoria, e dalla larghezza e numero di corsie che confluiscono nell'intersezione: la dimensione minima è di circa 6 m, mentre 7 m si può considerare una larghezza standard. Nel caso di strade con più di una corsia per senso di marcia, l'anello non dovrebbe comunque essere più ampio di 9 m.

In corrispondenza di ogni braccio stradale, le corsie di ingresso e di uscita devono essere separate da isole spartitraffico in rilievo, in genere di forma triangolare; il semplice disegno dell'isola sulla pavimentazione non è sufficiente a garantire la sicurezza. Le isole spartitraffico svolgono alcune funzioni di rilievo: migliorano la percezione dell'intersezione da parte del traffico in avvicinamento; fungono da rifugio per i pedoni; evitano che i veicoli in ingresso e in uscita dalla rotatoria possano collidere; creano uno spazio adatto per il posizionamento della segnaletica verticale; facilitano la corretta interpretazione del senso di marcia nella rotatoria, impedendo di svoltare a sinistra, con una manovra errata.

Effetti della misura

Mettendo a confronto le rotatorie con le intersezioni semaforizzate o regolate dalle precedenza, si individuano per le rotatorie i seguenti vantaggi:

- il rallentamento da parte di tutti i veicoli che si avvicinano all'intersezione o la percorrono;
- una riduzione nel numero di incidenti e nella gravità degli stessi, rispetto alle intersezioni con lo stop e con diritto di precedenza, e talvolta anche a quelle semaforizzate;
- una maggior capacità di smaltire i veicoli provenienti dalle strade laterali;
- una sostanziale riduzione dei ritardi per i veicoli, rispetto alle intersezioni semaforizzate;
- una diminuzione dei consumi di carburante e un generale miglioramento della qualità dell'aria, dovuta all'eliminazione delle rapide accelerazioni e decelerazioni caratteristiche delle intersezioni regolate da semafori;
- la possibilità di incrementare la qualità urbana dello spazio dell'intersezione.

Si ritiene generalmente che le rotatorie siano misure molto costose. In realtà, il loro costo è estremamente variabile, poiché dipende dalle dimensioni dell'intersezione e dell'isola centrale, dai materiali impiegati, dalla quantità di verde che viene posizionato, dall'usura della segnaletica orizzontale. È possibile realizzare rotatorie con budget abbastanza contenuti, anche se la qualità estetica della misura non sempre sarà elevata. Per quanto riguarda i costi di manutenzione, si sottolinea che una voce di spesa consistente è costituita dalle aree verdi.

Per quanto riguarda la facilità d'uso delle rotatorie per i pedoni e i ciclisti, vi sono fra gli studiosi opinioni non sempre concordi.

Le linee guida francesi affermano che la realizzazione di rotatorie migliora la sicurezza dei pedoni rispetto alle intersezioni a raso con diritto di precedenza, a causa della moderazione della velocità che esse determinano, ma non rispetto alle intersezioni semaforizzate, che vengono apprezzate dagli utenti più deboli e con difficoltà di movimento.

Secondo le *Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali*, il passaggio pedonale deve essere arretrato di 4-5 m rispetto al bordo esterno dell'anello, in modo che i pedoni possano passare dietro la prima vettura ferma in attesa di inserirsi nella corona giratoria. In tale posizione anche la visibilità reciproca fra pedone e automobilista viene migliorata (Figura B.19). Tra i provvedimenti atti a regolare l'attraversamento pedonale, si ricorda la necessità di dissuadere i pedoni dall'attraversare l'anello veicolare, anche mediante l'inserimento di ostacoli appropriati lungo i bordi dei percorsi.

Per quanto riguarda i ciclisti, che nelle rotatorie sono coinvolti soprattutto in incidenti di immissione (un veicolo in ingresso urta un ciclista che sta circolando sull'anello), la questione è ancora più complessa.

Dal punto di vista operativo, si profilano tre possibilità:

- interrompere la pista ciclabile, facendo immettere le biciclette nella circolazione veicolare delle rotatorie;
- far salire i ciclisti sul marciapiede tramite un apposito raccordo, per superare la rotatoria accanto al percorso pedonale e rientrare successivamente nella corsia o pista dedicata;
- realizzare un anello dedicato alle biciclette, anche complanare ma fisicamente separato rispetto a quello veicolare. Il percorso ciclabile, infatti, non deve essere realizzato all'interno dell'anello della rotatoria, perché gli automobilisti, concentrati nella manovra di immissione o di uscita dalla rotatoria, spesso non prestano attenzione alle biciclette circolanti sull'anello.

B.2.3. Le minirotorie

Come la rotatoria, anche la minirotorie è costituita da un anello, all'interno del quale vige il diritto di precedenza, in cui confluiscono i veicoli provenienti da più strade. Essa si distingue dalle altre rotatorie per le dimensioni molto contenute sia dell'isola centrale (che spesso è parzialmente o totalmente sormontabile), sia dell'anello, che è sempre ad un'unica corsia di marcia (Figura B.20).

Le minirotorie hanno in comune con le rotatorie di dimensioni maggiori la finalità di incrementare i livelli di sicurezza e di fluidificare il traffico per quanto concerne, in particolare, la mobilità motorizzata. Tuttavia, nell'ambito delle "zone 30", va posta con priorità la finalità di garantire la sicurezza dell'utenza debole, costituita da pedoni e ciclisti: il richiamo di attenzione su questa finalità è quanto mai opportuno, poiché si vanno diffondendo nella pratica soluzioni tecniche che trascurano questa esigenza, provocando disagi e spesso aumentando i rischi, proprio nei confronti dell'utenza debole.

L'adozione delle minirotorie all'interno degli ambiti residenziali è particolarmente indicata per mettere in sicurezza quelle intersezioni che presentano situazioni di pericolosità, perché vi si incrociano più di due strade o perché vi confluiscono due strade non perpendicolari tra loro (e dunque con condizioni di visibilità non ottimali) o perché l'intersezione presenta un'ampiezza eccessiva che richiede di disciplinare più razionalmente i flussi veicolari. Nelle intersezioni di forma più regolare, costituite da due strade che si intersecano ortogonalmente, è invece in genere consigliabile il ricorso alle piattaforme rialzate, con il normale diritto di precedenza a destra previsto dal codice.

Riferimenti normativi e specifiche tecniche

I riferimenti normativi visti in precedenza con riferimento alle rotatorie possono, in linea generale, essere estesi anche alle minirotorie.

In particolare, le *Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali* fanno riferimento in modo esplicito alle minirotorie, stabilendone le dimensioni di massima e i criteri di impiego: «vengono inoltre utilizzate, essenzialmente in ambito urbano, rotatorie caratterizzate da un diametro dell'isola centrale molto piccolo, inferiore ai 4 m, e con un diametro esterno dell'anello compreso fra 14 e 20 m. Queste, dette *minirotorie*, vengono utilizzate quando, in uno spazio molto ridotto, si vuole trasformare lo schema circolatorio tipico di un incrocio stradale urbano in quello proprio di una rotatoria. Nelle minirotorie l'isola

centrale non è più invalicabile, e spesso viene semplicemente dipinta sulla pavimentazione dell'incrocio; in altri casi viene resa evidente differenziandone la pavimentazione da quella dell'anello. In questo modo la rotatoria è percorribile anche da veicoli di ingombro superiore a quello delle autovetture» (p. 48; corsivo nel testo).

Come si vede, le citate norme forniscono alcuni riferimenti dimensionali e di funzionalità, senza tuttavia definire parametri rigidi in grado di distinguere nettamente tra minirotatorie e rotatorie compatte: in effetti la grande variabilità delle possibili soluzioni non consente di operare quella che apparirebbe come un'inutile distinzione.

In generale, ad eccezione delle caratteristiche dimensionali, le specifiche tecniche espresse per le rotatorie sono valide anche per le minirotatorie.

Per quanto riguarda le dimensioni, si deve tener presente che le minirotatorie devono essere realizzate in modo da potersi inserire in intersezioni già esistenti, di dimensioni variabili: non è possibile, pertanto, indicare misure rigidamente prefissate per i vari elementi. Si sottolinea però che la necessità di adattare le minirotatorie agli spazi disponibili non significa che possano essere trascurati alcuni requisiti fondamentali per il buon funzionamento di questa misura: la deflessione della traiettoria dei veicoli, ad esempio, deve essere sempre garantita, anche nelle intersezioni a T, onde evitare situazioni di grave pericolo.

Con riferimento alla tutela dell'utenza debole, si presenta una soluzione di minirotatoria – peraltro estensibile alle rotatorie compatte – particolarmente efficace: si tratta di una minirotatoria integrata con la misura dell'intersezione sopraelevata. È questo, ad esempio, il modello che si è venuto affermando nella città di Chambéry e che ha dato ottimi risultati, avendo conciliato le esigenze di fluidificazione e di messa in sicurezza nel rispetto della priorità della mobilità pedonale. Nel modello applicato a Chambéry la rotatoria è collocata su piattaforma rialzata circondata dal percorso pedonale continuo, per cui il veicolo che affronta l'intersezione, attraversa due volte, una in ingresso e l'altra in uscita, l'area pedonale, che è piuttosto ampia (Figura B.21).

Nel disegno delle minirotatorie, bisogna prestare grande attenzione alla transitabilità dei mezzi pesanti e di emergenza, garantendo, se necessario, la parziale o totale sormontabilità dell'isola centrale (Figura B.22). Nel caso di parziale sormontabilità, è opportuno realizzare un gradino fra la parte carrabile e quella centrale, per impedire che la parte sormontabile venga percorsa abitualmente dalle auto e proteggere gli elementi collocati nel centro dell'isola, in genere costituiti da materiale vegetale.

Effetti della misura

Dal punto di vista dell'efficacia, le minirotatorie possono offrire prestazioni anche molto diverse, a seconda del tipo di soluzione scelta: alcuni modelli consentono di fluidificare il traffico veicolare, ma si rivelano pericolosi per l'utenza debole; altri modelli, al contrario, costituiscono anche eccellenti misure di moderazione del traffico, soprattutto se inseriti all'interno delle "zone 30" e combinati con altre misure.

Alcuni studi hanno valutato se i ciclisti vengano favoriti o penalizzati dall'inserimento delle minirotatorie.

I principali incidenti che coinvolgono i ciclisti nelle rotatorie consistono nella collisione fra un'automobile che sta entrando nella rotatoria e un ciclista che sta percorrendo l'anello, oppure nella collisione fra un veicolo che sta uscendo dall'anello e una bicicletta che sta invece continuando lungo la propria traiettoria: questi incidenti vengono generalmente provocati dalla velocità eccessiva delle automobili nella rotatoria, che porta gli automobilisti a non accorgersi

della presenza di una bicicletta. Contrariamente a quanto spesso si ritiene, la sicurezza dei ciclisti non aumenta se si realizza una corsia ciclabile nell'anello della minirotoratoria, accanto alla corsia veicolare: infatti, nei punti di maggior pericolo, cioè all'ingresso e all'uscita della rotatoria, il ciclista non viene comunque protetto dalle automobili, mentre l'anello risulta essere più ampio (poiché la corsia ciclabile è affiancata a quella veicolare) e di conseguenza i veicoli tendono ad andare più veloce.

Per rendere più sicura la ciclabilità nelle minirotorie si suggeriscono invece i seguenti accorgimenti: stringere la corsia in prossimità dell'ingresso e allargare l'isola centrale, allineando la corsia di ingresso con il centro della rotatoria, per ottenere una deflessione più consistente; fare in modo che la corsia sia sufficientemente stretta da impedire il sorpasso dei ciclisti da parte dei veicoli all'interno della rotatoria.

La promiscuità fra automobili e biciclette può invece essere evitata nelle rotatorie poste su piattaforma rialzata (modello Chambéry), in cui l'anello dell'attraversamento pedonale può essere condiviso tra i pedoni e i ciclisti.

Per quanto riguarda i costi delle minirotorie, si ribadisce quanto affermato già per le rotatorie in generale, cioè che i costi sono estremamente variabili, in relazione ai materiali impiegati, alla quantità di verde e agli arredi presenti.

Tabella B.1 - Tabella per la scelta degli elementi base di progetto delle rotatorie

ELEMENTI DI PROGETTO	CATEGORIE			
	<i>Minirotorie</i>	<i>Urbane compatte</i>	<i>Urbane a corsia singola</i>	<i>Urbane a corsia doppia</i>
Massima velocità di ingresso raccomandata	25 km/h	25 km/h	35 km/h	40 km/h
Massimo numero di corsie in entrata per ciascun ramo	1	1	1	2
Diametro tipico del cerchio iscritto	13-25 m	25-30 m	30-40 m	45-55 m
Sistemazione delle isole divisionali	Possibilmente in rilievo con tagli in corrispondenza degli attraversamenti pedonali	In rilievo con tagli in corrispondenza degli attraversamenti pedonali	In rilievo con tagli in corrispondenza degli attraversamenti pedonali	In rilievo con tagli in corrispondenza degli attraversamenti pedonali
Volume di traffico tipico sui 4 rami afferenti (veicoli/giorno)	10.000	15.000	20.000	È richiesta una specifica analisi sui flussi di traffico

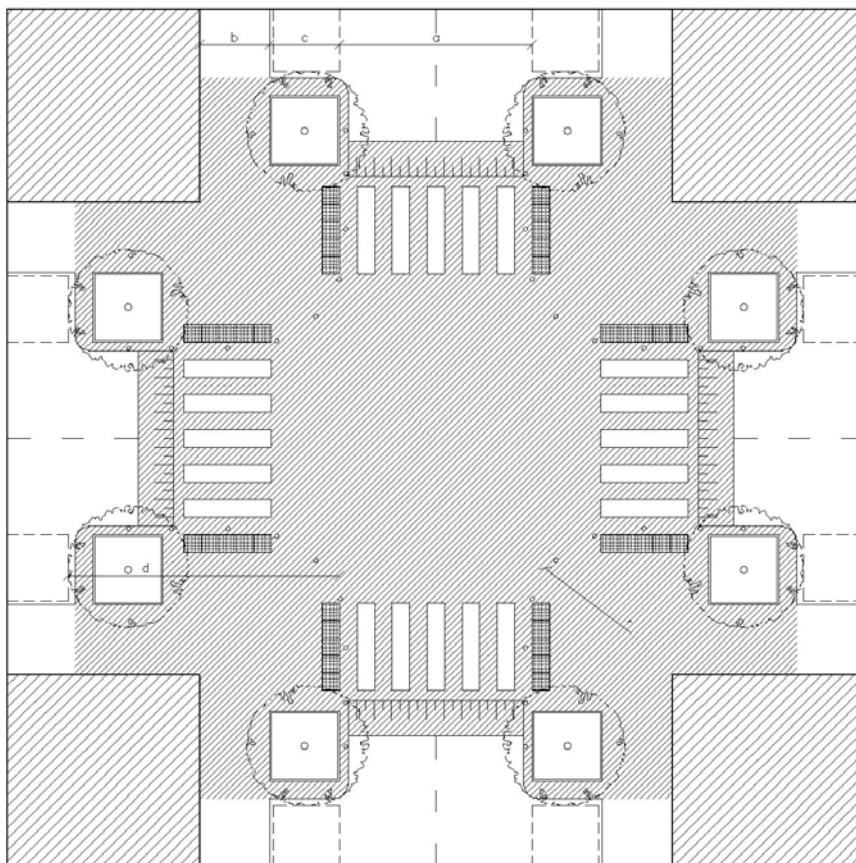


Figura B.12 - Uno schema di intersezione rialzata in un ambito residenziale



Figura B.13 - Un'intersezione rialzata in Francia posta davanti ad una scuola. I simboli posti sulla piattaforma rialzata invitano i pedoni ad attraversare anche in diagonale



Figura B.14 - Particolare di una rampa realizzata con elementi prefabbricati in calcestruzzo, con pendenza del 10%



Figura B.15 - Esempio di rotatoria urbana

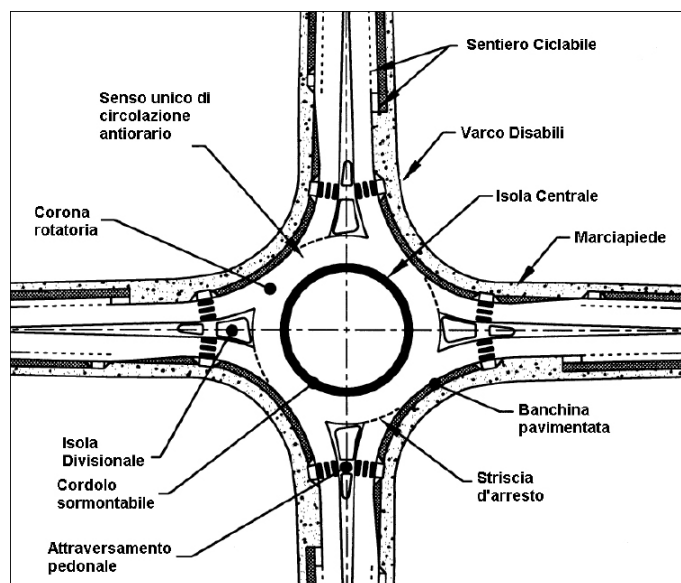


Figura B.16 - Gli elementi caratteristici di una rotatoria urbana di piccolo diametro (fonte: Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, 2001, *Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali*)

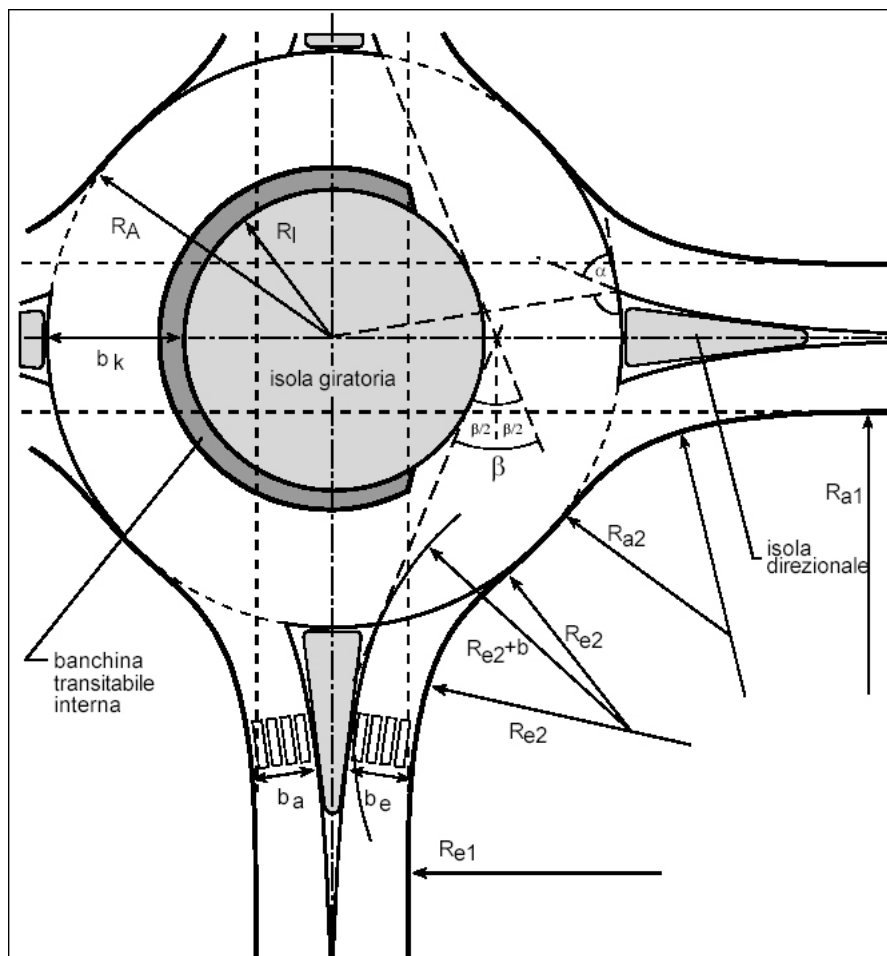


Figura B.17 - Gli elementi di progetto delle rotonde: b_e = larghezza della corsia in entrata; b_a = larghezza della corsia in uscita; b_k = larghezza dell'anello di circolazione; $R_{e1,2}$ = raggio di entrata; $R_{a1,2}$ = raggio di uscita; R_A = raggio esterno; R_i = raggio interno; α = angolo d'entrata; β = angolo di deviazione; b = arretramento di R_{e2} (fonte: Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, 2001, *Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali*)

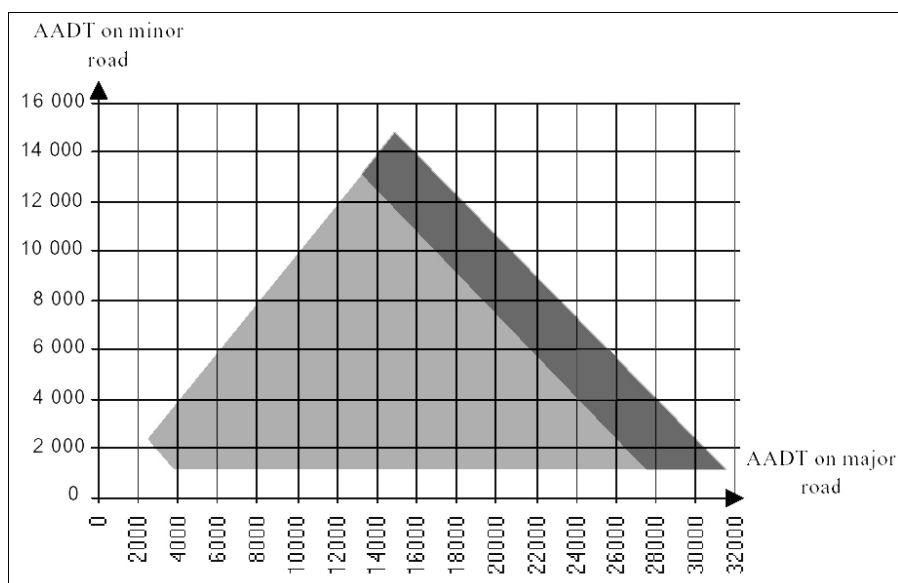


Figura B.18 - Ambito di utilizzo delle rotonde con riferimento ai flussi di traffico convergenti nell'intersezione (fonte: SETRA, 1998, *Aménagement des carrefours interurbains sur les routes principales*)



Figura B.19 - Nelle rotonde poste in ambito urbano gli attraversamenti pedonali e ciclabili devono essere arretrati rispetto all'anello e ben segnalati



Figura B.20 - Una minirotonda con l'isola centrale sormontabile dai mezzi pesanti



Figura B.21 - Il modello di minirotatoria e rotatoria compatta adottato a Chambéry, combinato con la piattaforma rialzata



Figura B.22 - Una minirotatoria completamente sormontabile

B.3. Gli interventi di tipo puntuale: le misure per i tratti stradali

B.3.1. Gli attraversamenti pedonali rialzati

L'attraversamento pedonale rialzato consiste in una sopraelevazione della carreggiata con rampe di raccordo, realizzata sia per dare continuità ai marciapiedi in una parte della strada compresa tra due intersezioni, sia per interrompere la continuità di lunghi rettifili, in modo da moderare la velocità dei veicoli a motore (Figura B.23). Quando viene impiegato in corrispondenza di edifici contenenti servizi e funzioni in grado di attrarre consistenti flussi di persone (scuole, ospedali, ecc.), l'attraversamento pedonale rialzato può essere costituito da una piattaforma avente anche un'apprezzabile estensione (Figura B.24).

Riferimenti normativi e specifiche tecniche

Nei principali documenti della normativa italiana non vi sono riferimenti a questa misura, per la quale non vengono dunque fornite specifiche tecniche o indicazioni progettuali significative.

Solo le *Linee guida per la redazione dei piani della sicurezza stradale urbana* menzionano gli attraversamenti rialzati, fornendo uno schema esplicativo (Figura B.25) e la seguente definizione: «Aree stradali rialzate o attraversamenti pedonali rialzati, *speed tables* - Rialzo del piano viabile con rampe di raccordo (con pendenza, in genere, del 10%) in corrispondenza di aree da proteggere da elevate velocità o di attraversamenti pedonali» (p. 41). Sempre questa linee guida li inseriscono tra gli esempi di interventi a favore delle utenze deboli: «Attraversamento pedonale rialzato - Attraversamento rialzato in corrispondenza dell'accesso di un edificio pubblico, con l'applicazione di elementi a supporto della mobilità dei pedoni con disabilità visive. Il restringimento della carreggiata consente la riduzione delle velocità veicolari, una migliore visibilità del pedone, la creazione di un'area di accumulo pedonale e la riduzione della lunghezza dell'attraversamento pedonale. La velocità dei veicoli può essere ridotta nella zona che precede l'attraversamento mediante il ridisegno degli stalli di sosta sui due lati della strada, creando un effetto *chicane*» (p. 49).

Dall'analisi delle indicazioni elaborate a livello europeo, si desume che nella progettazione di un attraversamento rialzato occorre prestare attenzione ai seguenti elementi: le rampe inclinate, la lunghezza della piattaforma, la visibilità della misura.

Le rampe di raccordo tra il livello della carreggiata e quello della piattaforma possono essere di vario tipo: diritte, a profilo parabolico, a profilo sinusoidale, ad "H" e a "S" (cioè con pendenze diverse nelle parti esterne e in quella interna della rampa). Le rampe diritte paiono comunque le più adatte per gli interventi in ambiti residenziali, poiché garantiscono notevole semplicità costruttiva e costi più ridotti, a fronte di prestazioni nel complesso più che accettabili. Come già affermato per le intersezioni rialzate, si ribadisce che una pendenza del 10% e un'altezza della piattaforma di 10 cm costituiscono un adeguato compromesso fra le esigenze dei pedoni e quelle degli automobilisti.

La lunghezza della piattaforma può variare anche in modo considerevole, in relazione alla posizione dell'attraversamento, alla consistenza dei flussi pedonali e alla composizione dei flussi veicolari. Per le strade locali si consiglia una lunghezza media della piattaforma di 4-5 m, che può essere occasionalmente aumentata in corrispondenza di flussi pedonali intensi o di passaggi frequenti di mezzi pesanti. Una lunghezza inferiore ai 4 m è sconsigliata, perché renderebbe difficoltoso l'attraversamento pedonale, trasformando la piattaforma in un dosso.

Un altro aspetto importante nella progettazione delle piattaforme è quello relativo alla loro visibilità da parte degli automobilisti: essa può essere favorita mediante l'uso della segnaletica orizzontale e di una pavimentazione colorata.

In numerosi Stati non è obbligatorio segnalare l'attraversamento pedonale con il disegno delle strisce zebra sulla carreggiata: in questi casi, gli attraversamenti possono essere evidenziati con simboli di vario tipo (triangoli, pedoni stilizzati, ecc.). In Italia la situazione è più complessa, perché il *Nuovo codice della strada* prevede l'utilizzo obbligatorio delle strisce sugli attraversamenti pedonali. Tuttavia, nel caso in cui un Comune desideri utilizzare una simbologia diversa, può ricorrere allo strumento del *Regolamento viario*, che può prevedere nelle "zone a velocità limitata" (quindi anche nelle "zone 30") l'introduzione di norme particolari, relative al diritto di precedenza o alla segnaletica. Si raccomanda, comunque, di fare riferimento a simboli di facile comprensione e unificati su tutto il territorio comunale, per non ingenerare confusione negli utenti della strada.

Effetti della misura

Le valutazioni condotte in seguito all'attuazione di questa misura in vari Stati europei hanno messo in evidenza che, a fronte di un buon numero di effetti positivi, non vi sono particolari effetti collaterali negativi, a patto che la scelta delle pendenze e delle dimensioni della piattaforma sia adatta al tipo di traffico presente sulla strada. Nel caso di strade frequentate dal trasporto pubblico e da mezzi di emergenza, può essere opportuno rinunciare agli attraversamenti rialzati, collocando cuscini per rallentare i veicoli nei pressi degli attraversamenti.

I costi variano in relazione al tipo e alla qualità dei materiali scelti e all'estensione dell'area da trattare (figure B.26 e B.27). Si rileva che uno dei costi più significativi è costituito dalla necessità di spostare o ricostruire le caditoie dell'acqua piovana, a causa della variazione di altezza della pavimentazione e delle mutate pendenze.

B.3.2. I dossi

Il dosso è un elemento in rilievo a profilo convesso posto sulla carreggiata, volto a creare disagio ai veicoli che lo superino ad alta velocità. Esso può essere prefabbricato o costruito in opera.

L'obiettivo del dosso (o di una serie di dossi posti in successione) è quello di costringere i veicoli a moderare la velocità nel tratto stradale in questione. Questo obiettivo è perseguito introducendo sulla carreggiata un elemento che crea una discontinuità visiva (interrompendo la linearità del percorso) e fisica (costringendo i veicoli a superare un dislivello). Il disagio per il superamento del dosso è abbastanza contenuto – ma comunque presente – quando viene affrontato a velocità moderate, mentre è molto spiccato qualora la velocità sia elevata.

Riferimenti normativi e specifiche tecniche

Il *Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada* afferma che i dossi possono essere impiegati sulle strade in cui vige un limite di velocità inferiore o uguale ai 50 km/h, e che ne è vietato l'impiego sulle strade che costituiscono itinerari preferenziali dei veicoli di soccorso o di pronto intervento.

Sempre il *Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada* (art. 179) raccoglie le specifiche tecniche relative ai dossi e alle loro condizioni di utilizzo (Figura B.28): i dossi devono essere evidenziati mediante zebraie gialle e nere parallele alla direzione di marcia, di uguale larghezza; essi sono costituiti da elementi in rilievo prefabbricati (per strade con limite di velocità di 40 o 50 km/h) o da ondulazioni della pavimentazione a profilo convesso (per strade con limite di velocità di 30 km/h). Le dimensioni prescritte sono le seguenti:

- per limiti di velocità pari od inferiori a 50 km/h larghezza non inferiore a 60 cm e altezza non superiore a 3 cm;
- per limiti di velocità pari o inferiori a 40 km/h larghezza non inferiore a 90 cm e altezza non superiore a 5 cm;
- per limiti di velocità pari o inferiori a 30 km/h larghezza non inferiore a 120 cm e altezza non superiore a 7 cm.

Secondo la normativa italiana, dunque, le strade con limite di velocità compreso tra 40 e 50 km/h permettono il posizionamento solo di dossi modulari prefabbricati in materiale termoplastico, con altezza massima molto contenuta (Figura B.29).

Il regolamento non specifica quale tipo di profilo debbano avere i dossi, limitandosi ad osservare che il profilo sarà "convesso". Il disegno esplicativo allegato alla norma, tuttavia, riporta per ogni categoria due tipi di profilo: quello trapezoidale, con rampe diritte (la lunghezza di ogni rampa è pari a quella della parte in piano), e quello circolare. In altri Stati sono in uso anche i profili sinusoidale (che aumenta la gradualità della rampa) e parabolico.

Effetti della misura

Il dosso è una misura di moderazione del traffico molto diffusa sia per la facilità e l'economicità della realizzazione, sia per la sua comprovata efficacia come moderatore di velocità. Su di esso sono dunque stati condotti numerosi studi e valutazioni, anche se pochi riguardano le installazioni italiane.

Dalle analisi è emerso che i dossi costituiscono la misura di moderazione più sgradita dai conducenti di veicoli motorizzati e sono fonte di disturbo per il transito dei mezzi pubblici e, in modo particolare, di quelli di emergenza. I veicoli di emergenza, gli autobus e i grandi autocarri dovrebbero superare i dossi di dimensioni medie a velocità non superiori a 30 km/h, al fine di evitare sobbalzi al veicolo, inconvenienti alle persone e danni alla merce trasportata. L'introduzione di dossi sul percorso abituale di un autobus, tuttavia, conduce inevitabilmente all'aumento dei costi di manutenzione del mezzo, mentre la riduzione delle velocità provoca ritardi consistenti ai mezzi di soccorso.

Anche per i ciclisti i dossi sono fonte di disagio, ma anche potenziale fattore di rischio a causa della possibile perdita di controllo nel superamento del dosso, o di "incagliamento" dei pedali negli eventuali varchi laterali non eseguiti a regola d'arte. In alcune installazioni, lo spazio tra il margine del marciapiede e il dosso ha una larghezza tale da permettere il passaggio di una bicicletta: nel qual caso però il varco deve essere largo almeno 75 cm e accompagnato da un dissuasore per costringere le automobili a passare in centro strada.

Per tutti questi motivi, è sempre opportuno valutare se esista la possibilità di adottare soluzioni alternative egualmente efficaci per moderare la velocità, quali, ad esempio, le intersezioni rialzate, i cuscinetti, le strettoie e le chicane.

Dagli studi è emerso inoltre che i dossi molto corti e bassi (quali quelli termoplastici prescritti dalla normativa italiana) spesso non assicurano risultati soddisfacenti: essi producono infatti il

maggior disagio alle basse velocità, perché a velocità superiori le sospensioni assorbono l'impatto prima che il sobbalzo venga trasmesso all'interno del veicolo (rischiando tuttavia il danneggiamento delle sospensioni e la perdita di controllo del mezzo). Al contrario, i dossi che hanno il maggior impatto sulla riduzione della velocità dei veicoli sono quelli di lunghezza media (circa 3 - 4 m) e altezza sufficiente (superiore a 5 cm).

Per quanto riguarda i livelli di emissione sonora, una ricerca inglese ha rilevato che, su strade locali a basso volume di traffico, i dossi normalmente riducono la media del livello sonoro di 1-2 dB, sia in corrispondenza dei dispositivi sia negli intervalli fra gli stessi. Sulle strade con maggiori volumi di traffico o con una percentuale significativa di traffico costituita da mezzi pesanti, i livelli di rumore possono invece aumentare rispetto all'opzione zero: il rumore prodotto dai grandi veicoli commerciali nel superare un dosso cresce in modo considerevole se la velocità eccede i 20 km/h.

I dossi hanno generalmente costi inferiori rispetto alla maggior parte degli altri dispositivi di moderazione del traffico, perché le loro dimensioni sono contenute, i manufatti sono facilmente installabili, potendo ricorrere ad elementi prefabbricati, e non comportano eccessivi oneri di manutenzione. A fronte di questa efficienza va però osservato che i dossi sono dispositivi monofunzionali, volti esclusivamente a diminuire la velocità di transito dei veicoli, mentre altre installazioni più costose, quali ad esempio le intersezioni e gli attraversamenti rialzati, sono polifunzionali, perché destinate a favorire la mobilità pedonale, a moderare la velocità delle automobili e a migliorare la qualità ambientale della viabilità urbana.

B.3.3. Le bande trasversali

Al termine della trattazione relativa ai dossi, merita un cenno un tipo di misura che viene spesso assimilato, in modo non del tutto proprio, alle misure di moderazione: si tratta delle bande trasversali ad effetto ottico o vibratorio (Figura B.30).

Esse sono interventi sulla superficie della carreggiata consistenti in colorazione o irruvidimento della pavimentazione, aventi forma di fasce perpendicolari all'asse stradale e tra loro parallele.

Le bande trasversali non sono finalizzate alla riduzione in sé della velocità, anche se sortiscono un certo effetto in questo senso. Il loro scopo principale è quello di preavvisare i conducenti degli autoveicoli riguardo alla presenza di successivi dispositivi per la riduzione della velocità, di punti stradali pericolosi o di aree di conflitto tra i vari utenti stradali, in modo che i conducenti stessi possano modificare tempestivamente il proprio comportamento.

Alcune indagini hanno messo in evidenza che le bande acustiche producono riduzioni della velocità minime; anzi, gli automobilisti che conoscono la loro collocazione sono indotti ad accelerare per ridurre l'effetto vibratorio. Considerando dunque il rumore che esse producono, in area urbana sono a volte preferibili le bande ad effetto ottico, le quali, mantenendo la funzione di preavviso, non determinano problemi di rumorosità.

B.3.4. I cuscini

I cuscini (detti talvolta "berlinesi", dal nome della città in cui sono stati sperimentati per la prima volta) rappresentano un particolare tipo di dosso, avente una larghezza inferiore alla distanza tra le ruote dei veicoli di maggiori dimensioni, come mezzi di emergenza e autobus, ma leggermente superiore a quella delle automobili.

Data questa larghezza ridotta, essi hanno una forma a "cuscino", da cui il loro nome. Possono essere usati da soli, affiancati a gruppi, posti in successione, oppure in combinazione con altre

misure di moderazione del traffico come strettoie e isole spartitraffico.

I cuscini perseguono la stessa finalità dei dossi, però in modo selettivo, nel senso che solo le automobili vengono rallentate dai cuscini, in quanto non possono superarli senza salirvi sopra con almeno una ruota, mentre i veicoli d'emergenza e gli autobus, grazie alla maggiore distanza trasversale fra le ruote, possono valicarli senza disagi. Anche i ciclisti ed i motociclisti possono evitare il cuscino senza difficoltà.

Riferimenti normativi e specifiche tecniche

Le *Linee guida per la redazione dei piani della sicurezza stradale urbana* osservano che i cuscini «non sono attualmente consentiti dal Nuovo Codice della Strada, in quanto non occupano l'intera larghezza della carreggiata, come previsto dal Nuovo Codice della Strada e dal relativo regolamento di attuazione» (p. 39). Le linee guida evidenziano comunque che il loro impiego può essere concesso in deroga alla legge. In questi casi, le specifiche tecniche dei cuscini da adottare devono essere contenute nel *Regolamento viario* comunale.

Osservando l'ampia casistica europea, si possono desumere alcune indicazioni per l'impiego di questa misura, che può essere prefabbricata (Figura B.31) o realizzata in opera.

Le rampe dei cuscini possono essere diritte o a profilo curvo: queste ultime, presentando una pendenza maggiore in corrispondenza dell'attacco con la superficie stradale, creano disagi più consistenti ai veicoli. La pendenza delle rampe adottate è molto variabile: un'indagine del Department for Transport britannico ha però rilevato che, con rampe longitudinali aventi pendenze maggiori del 17%, i veicoli rischiano di “incagliarsi”, cioè di toccare il cuscino con il fondo del veicolo. In generale, l'altezza dei cuscini può essere compresa fra 5 e 8 cm, mentre la lunghezza oscilla fra 2 e 5 m.

La larghezza dei cuscini è il fattore che incide maggiormente sulla loro efficacia: più un cuscino è largo, più esso è in grado di rallentare le automobili; al contempo, però, aumenta il rischio di disagio anche per i passeggeri di quei veicoli che il cuscino non dovrebbe ostacolare. È stato valutato che una larghezza di 1,9 m, pur non ostacolando i mezzi dei vigili del fuoco, crea disagio agli autobus; per questi ultimi (e per le autoambulanze), la larghezza ideale del cuscino non dovrebbe superare 1,6-1,7 m. Tuttavia, un cuscino più stretto, largo ad esempio 1,3 m, può essere efficace solo se posto all'interno di una strettoia (e il suo effetto risulta ad ogni modo più psicologico che fisico).

In genere, le amministrazioni locali che intendono utilizzare i cuscini predispongono alcune specifiche tecniche personalizzate, che vengono poi utilizzate come linee guida dai progettisti (Figura B.32).

Per quanto riguarda il posizionamento, i cuscini possono essere collocati singolarmente nelle strade a senso unico ad un'unica corsia, affiancati in coppia nelle strade a doppio senso. Se la larghezza della strada è eccessiva per rispettare la distanza ottimale fra i manufatti (non superiore a 1,2 m), si può collocare un'isola spartitraffico tra i due cuscini, oppure ricorrere a un numero maggiore di cuscini affiancati.

Qualora essi siano affiancati da posteggi, è opportuno che un gradino o un dissuasore impediscano alle automobili di aggirare lateralmente il cuscino, quando non vi sono veicoli posteggiati (Figura B.33). È consigliabile lasciare una distanza di circa 75 cm fra il cuscino e il bordo del marciapiede, per favorire il passaggio in sicurezza dei ciclisti.

Effetti della misura

Dalle indagini svolte, risulta che i cuscini presentano un effetto di riduzione della velocità delle automobili inferiore rispetto ai dossi. D'altra parte, essi offrono vantaggi significativi per i mezzi pesanti, in termini sia di comfort, sia di velocità di percorrenza. I cuscini costituiscono inoltre una misura gradita ai ciclisti.

Per quanto concerne i costi, i cuscini presentano oneri maggiori rispetto ai dossi, sia per la costruzione che per la manutenzione.

B.3.5. Le strettoie

I restringimenti della carreggiata possono essere ottenuti tramite l'allargamento del marciapiede su uno o su entrambi i lati della strada, generalmente con l'introduzione di un attraversamento pedonale (Figura B.34), oppure mediante l'allargamento della banchina, ove non vi siano attraversamenti pedonali, oppure ancora mediante l'interposizione di un'isola spartitraffico o salvagente tra le corsie. Un altro tipo di strettoia restringe la carreggiata in corrispondenza delle intersezioni, per aumentare la sicurezza di veicoli e pedoni ed impedire i posteggi abusivi (Figura B.35). Gli elementi in elevazione che restringono la strada sono denominati *choker*.

I restringimenti della carreggiata tramite strettoie ed isole spartitraffico vengono realizzati per indurre i veicoli a rallentare in corrispondenza di alcuni tratti stradali, nei quali l'eccessiva ampiezza della strada può indurre a raggiungere velocità eccessive in corrispondenza di punti di potenziale rischio. A questo fine, le strettoie e le isole riducono lo spazio per il transito dei veicoli, in modo tale che gli automobilisti abbiano la sensazione di poterli attraversare in sicurezza solo a bassa velocità.

In genere questa misura è volta ad ottenere un effetto più psicologico che fisico, perché il restringimento della carreggiata non è tale da richiedere una riduzione drastica della velocità. Talvolta, tuttavia, quando sono collocate su strade a doppio senso di marcia, le strettoie possono anche restringere la carreggiata fino ad una sola corsia: in questo modo, il senso di marcia alternato costringe i veicoli a rallentare fortemente e talora a fermarsi, per dare la precedenza ai veicoli provenienti dalla direzione opposta.

Le isole e le strettoie normalmente inducono correzioni di traiettoria minime rispetto, ad esempio, a quelle provocate dalle chicane. Per essere realmente efficaci, dunque, è opportuno che vengano combinate con altri dispositivi di moderazione del traffico di tipo verticale, quali, ad esempio, gli attraversamenti pedonali rialzati. È proprio in queste situazioni che tali misure trovano più frequente applicazione negli ambiti residenziali urbani.

Riferimenti normativi e specifiche tecniche

Fra i documenti normativi, solo le *Linee guida per la redazione dei piani della sicurezza stradale urbana* prevedono la possibilità di restringere volontariamente la carreggiata sia tramite strozzature costituite da prolungamenti dei marciapiedi, sia tramite isole spartitraffico o salvagente. Qualora le misure riducano la strada ad una sola corsia, se ne consiglia l'uso in strade che abbiano un volume di traffico medio giornaliero inferiore ai 3.000 veicoli.

Per quanto riguarda le isole, il *Nuovo codice della strada* distingue tra l'isola spartitraffico, definita una «parte longitudinale non carrabile della strada destinata alla separazione di correnti veicolari», e l'isola salvagente, definita una «parte della strada, rialzata o opportunamente delimitata e

protetta, destinata al riparo ed alla sosta dei pedoni, in corrispondenza di attraversamenti pedonali o di fermate dei trasporti collettivi» (art. 3, comma 1). Un tipo particolare di isola salvagente è costituita dal cosiddetto “*pelican crossing*” (attraversamento a pellicano), in cui l'isola centrale è dotata di transenne o cordoli sfalsati, che servono a incanalare i pedoni e a impedire che essi attraversino senza prestare attenzione ai flussi di traffico provenienti dalla due direzioni.

Per rendere efficaci i restringimenti di carreggiata, le indicazioni europee suggeriscono di ridurre le corsie veicolari a 2,5 m (3 m al massimo), eventualmente prevedendo una zona parzialmente valicabile per i mezzi pesanti. In questo modo, viene accentuato l'effetto psicologico delle strettoie, facendo percepire il restringimento come se fosse maggiore rispetto a quello reale (e inducendo così gli automobilisti a rallentare più dello stretto necessario).

Effetti della misura

Non sono disponibili analisi dettagliate sulle relazioni tra la larghezza della carreggiata in corrispondenza dei restringimenti e la velocità dei veicoli; sembra però essere ormai una nozione condivisa il fatto che le strettoie non abbiano in generale una grande efficacia nel moderare la velocità degli autoveicoli, tranne nei casi in cui siano molto strette, o riducano ad una sola corsia strade a doppio senso caratterizzate da flussi veicolari non eccessivamente modesti in entrambe le direzioni.

Come già osservato, è dunque conveniente usare le strettoie e le isole in combinazione con misure di moderazione della velocità di tipo verticale, in particolare con attraversamenti rialzati: l'attraversamento dei pedoni può essere facilitato dalle strettoie nel caso di strade a senso unico, perché in tal modo si riduce lo spazio di conflittualità tra pedone e veicoli, e dalle isole salvagente nel caso di strade a doppio senso, perché si permette ai pedoni di controllare il traffico da una sola direzione per volta.

Poiché le strettoie modificano la larghezza della corsia, i ciclisti possono sperimentare una sensazione di insicurezza e di disagio, qualora le automobili che li seguono non rispettino le distanze di sicurezza e mantengano un comportamento aggressivo. In questo caso, una buona soluzione consiste nella realizzazione di un passaggio laterale, in posizione intermedia fra il marciapiede e la strettoia (figure B.36 e B.37): naturalmente in questo caso la strettoia non deve essere abbinata ad un attraversamento pedonale.

B.3.6. Le chicane

Una chicane è costituita da una deflessione orizzontale dell'asse stradale a forma di S, senza riduzione della larghezza e del numero delle corsie. Può essere ottenuta tramite allargamenti alternati dei marciapiedi, il posizionamento di isole centrali spartitraffico, oppure attraverso uno sfalsamento dei parcheggi, collocati prima della chicane su un lato della strada, e dopo su quello opposto.

Le chicane sono realizzate per indurre i veicoli a ridurre la velocità su tratti di strada che, data la loro lunghezza e l'andamento rettilineo, possono consentire accelerazioni eccessive. Il rallentamento viene determinato sia dalla manovra di correzione di traiettoria imposta al veicolo, sia dalla sensazione di “strada chiusa” che la chicane dà agli automobilisti quando viene vista da lontano (Figura B.38). Talvolta le chicane sono realizzate in corrispondenza di intersezioni a T, per evidenziare la presenza dell'intersezione e aumentare la sicurezza. La configurazione geometrica della chicane deve essere tale da massimizzare il rallentamento dei veicoli, senza però impedire il transito dei mezzi di emergenza e di servizio.

Riferimenti normativi e specifiche tecniche

L'unico riferimento normativo alle chicane in ambito italiano è contenuto nelle *Linee guida per la redazione dei piani della sicurezza stradale urbana*, che le denominano "deviazioni trasversali". Le linee guida sottolineano l'importanza del contesto d'inserimento e consigliano di predisporre una corsia esterna alla deviazione per il traffico ciclistico.

Per la realizzazione delle chicane, bisogna prendere in considerazione tre variabili geometriche (Figura B.39):

- l'inclinazione dell'allargamento del marciapiede (angolo α);
- la sporgenza dell'allargamento del marciapiede (distanza a);
- la lunghezza della chicane (misurata tra l'allargamento del marciapiede su un lato della strada e l'allargamento del marciapiede sul lato opposto; distanza b).

Tanto più la deflessione dell'asse è repentina e consistente, tanto maggiore è l'effetto di rallentamento prodotto sui veicoli; al tempo stesso, però, aumentano anche il rischio di incidenti (nel caso in cui i veicoli giungano alla chicane a velocità eccessiva) e la difficoltà di passaggio per i mezzi di dimensioni maggiori, come autobus e veicoli di emergenza. È dunque necessario temperare i due tipi di esigenze, ad esempio realizzando chicane con tratti laterali parzialmente sormontabili (Figura B.40).

In generale, l'allargamento del marciapiede dovrebbe determinare un angolo di deflessione di circa 45° ed uno spostamento trasversale dell'asse stradale pari alla larghezza di una corsia.

Effetti della misura

L'uso delle chicane presenta aspetti positivi e negativi, il cui peso è da valutare per ogni singolo caso.

Tra i vantaggi, quello principale è rappresentato dal ridotto disagio arrecato ai passeggeri degli autobus e ai pazienti trasportati sulle autoambulanze, grazie al fatto che le misure orizzontali, quali le chicane, non provocano sobbalzi.

Tra gli svantaggi, occorre segnalare che, come tutte le misure di moderazione del traffico di tipo orizzontale, anche le chicane garantiscono riduzioni della velocità di minor entità rispetto a quelle determinate dalle misure verticali.

I costi delle chicane sono molto variabili: dipendono dalla loro geometria e dal tipo di arredo adottato (illuminazione, segnaletica, piantumazioni, ecc.). In generale, comunque, i costi sono abbastanza elevati, a causa della necessità di ridisegnare l'andamento dei marciapiedi e di rendere ben visibile la deflessione attraverso elementi verticali di vario tipo, a meno di adottare soluzioni che comportino il solo sfalsamento dei parcheggi, le quali, però, presentano un esito a volte scadente dal punto di vista della qualità dello spazio stradale.

Con riferimento alla qualità del design, la soluzione migliore è quella che fa largo uso di materiale vegetale: in tal caso anche l'impatto visivo di disordine, prodotto dallo sfalsamento dei parcheggi, può essere fortemente mitigato (Figura B.41).



Figura B.23 - Un attraversamento pedonale rialzato in un ambito residenziale



Figura B.24 - Un attraversamento pedonale rialzato di grandi dimensioni, posto davanti a un edificio pubblico

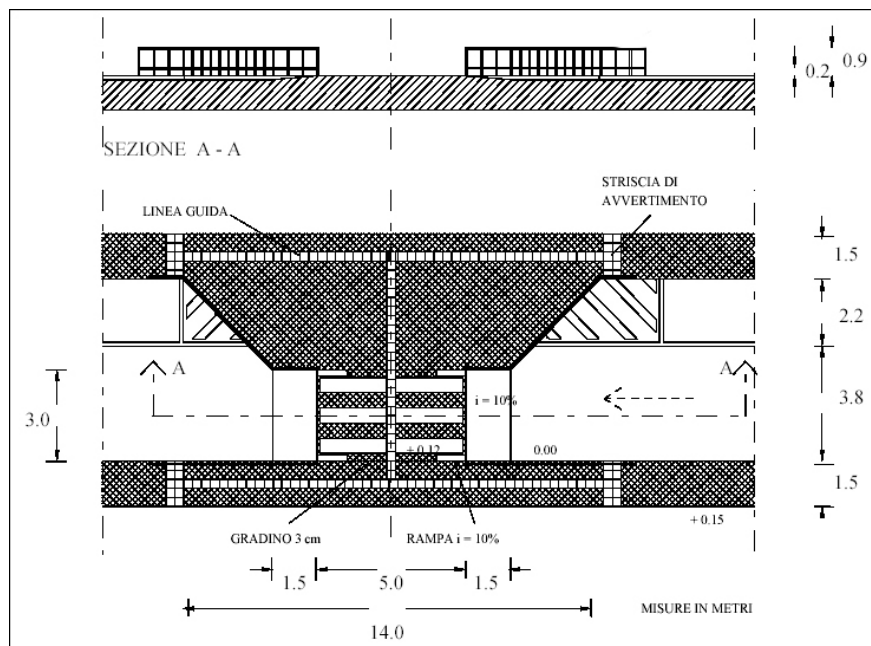


Figura B.25 - Schema di attraversamento pedonale rialzato proposto dalle *Linee guida per la redazione dei piani della sicurezza stradale urbana*

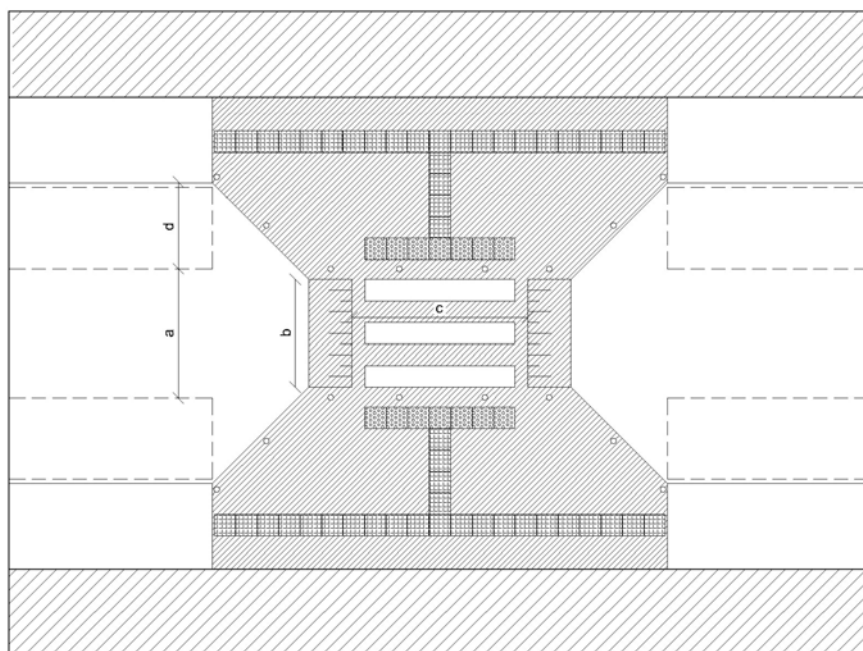
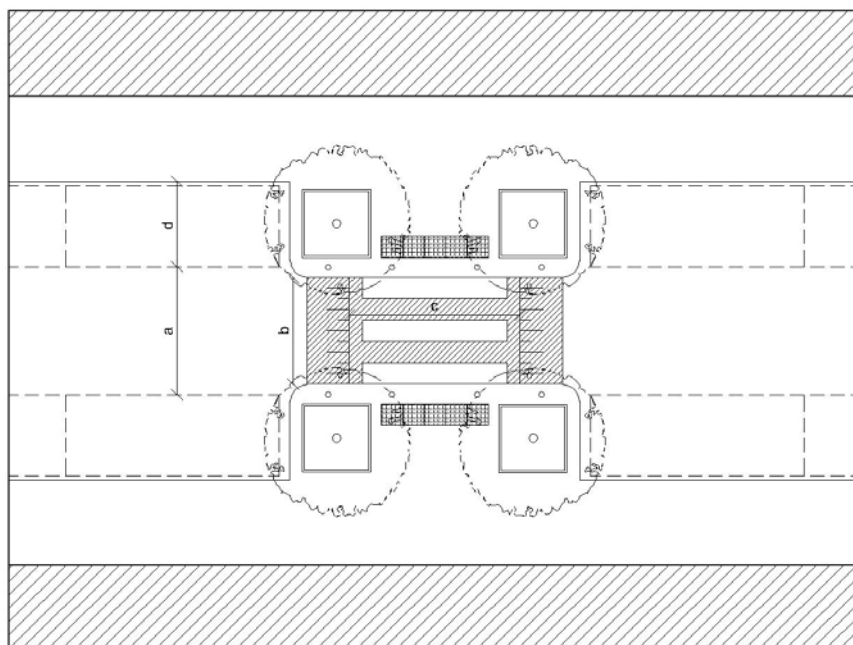


Figura B.26 - Schema di un attraversamento pedonale rialzato con la pavimentazione tattile per gli ipovedenti



Larghezza corsia a senso unico	$a = 2,75 - 3,50 \text{ m}$
Restringimento della carreggiata	$b = 2,50 - 2,75 \text{ m}$
Lunghezza zona rialzata in piano	$c \geq 2,50 \text{ m}$
Larghezza parcheggi	$d = 1,80 - 2 \text{ m}$
Altezza piattaforma	$h = 7,50 - 10 \text{ cm}$
Pendenza rampe	$p = 10\%$

Figura B.27 - Schema di un attraversamento pedonale rialzato più costoso del precedente, realizzato con l'inserimento di alberi da fiore

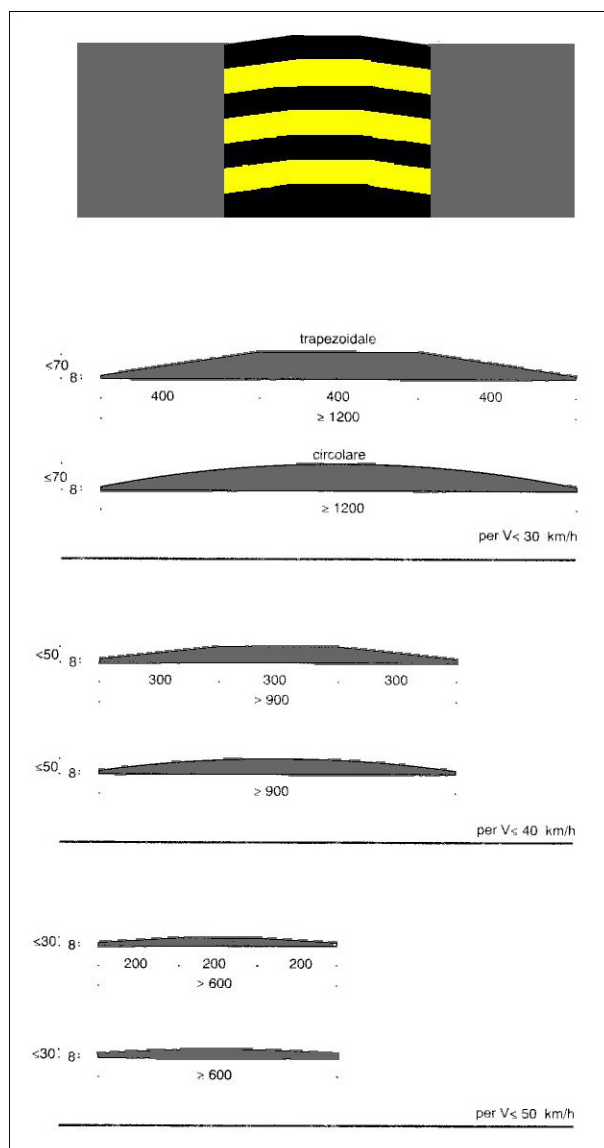


Figura B.28 - Lo schema proposto dal *Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada* per la realizzazione dei dossi



Figura B.29 - Particolare di un dosso termoplastico prefabbricato, realizzato in conformità alla normativa italiana



Figura B.30 - Una serie di bande trasversali a effetto ottico e vibratorio in una strada di un centro storico



Figura B.31 - Una coppia di cuscini prefabbricati in materiale termoplastico

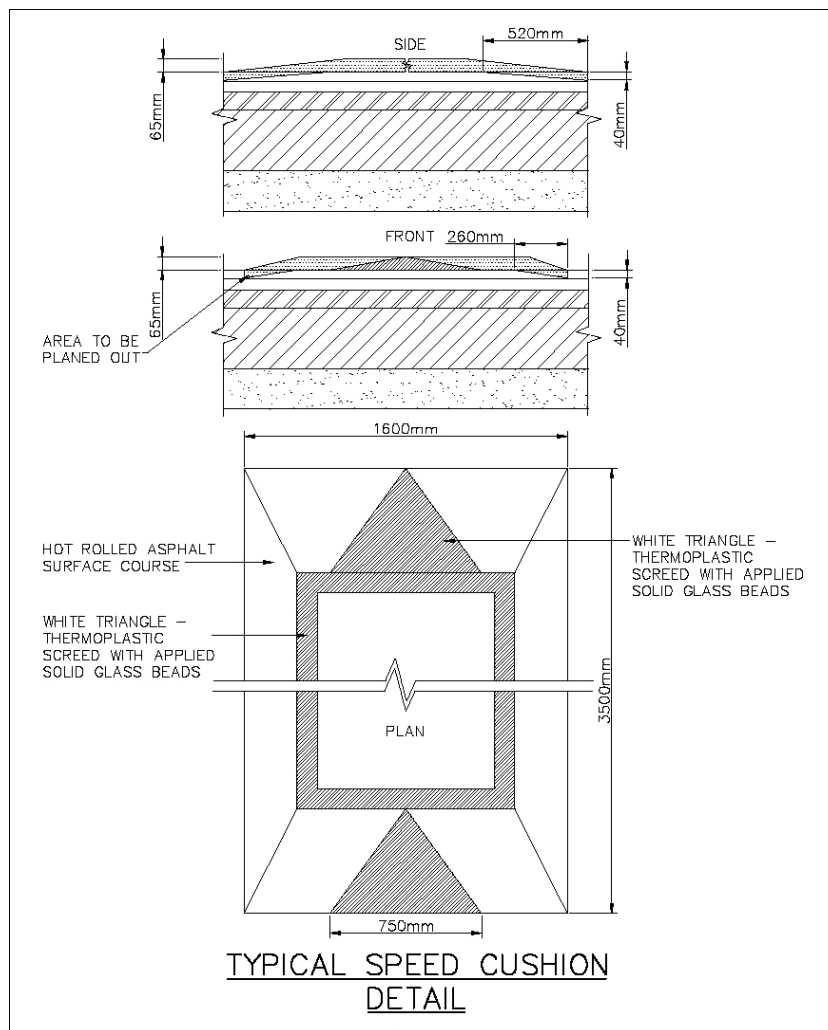


Figura B.32 - Le specifiche tecniche per i cuscini predisposte dall'amministrazione comunale di York (fonte: sito Internet <http://www.york.gov.uk>)



Figura B.33 - Un dissuasore posto su un gradino impedisce di aggirare il cuscino quando i posteggi sono vuoti

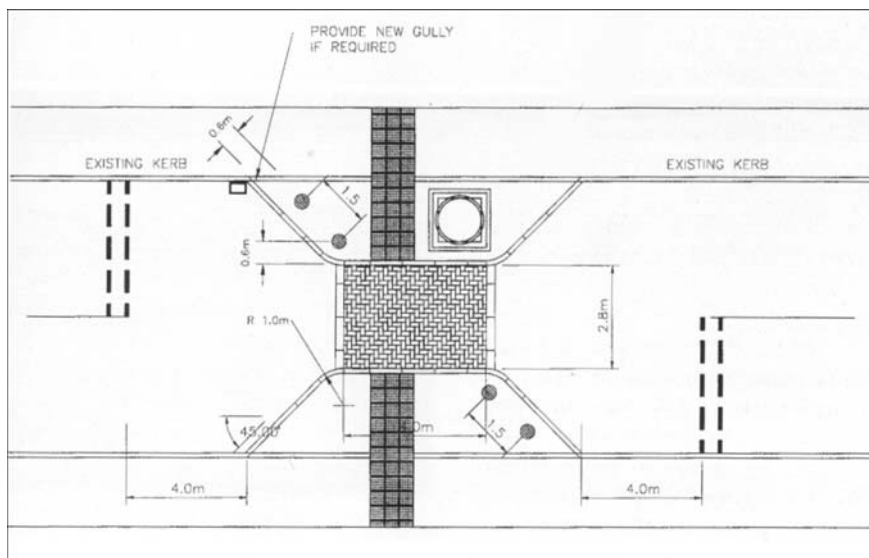


Figura B.34 - Schema di una strettoia combinata con un attraversamento pedonale rialzato (fonte: IHT, 2005, *Traffic Calming Techniques*)



Figura B.35 - Una strettoia allarga lo spazio pedonale in corrispondenza di un'intersezione

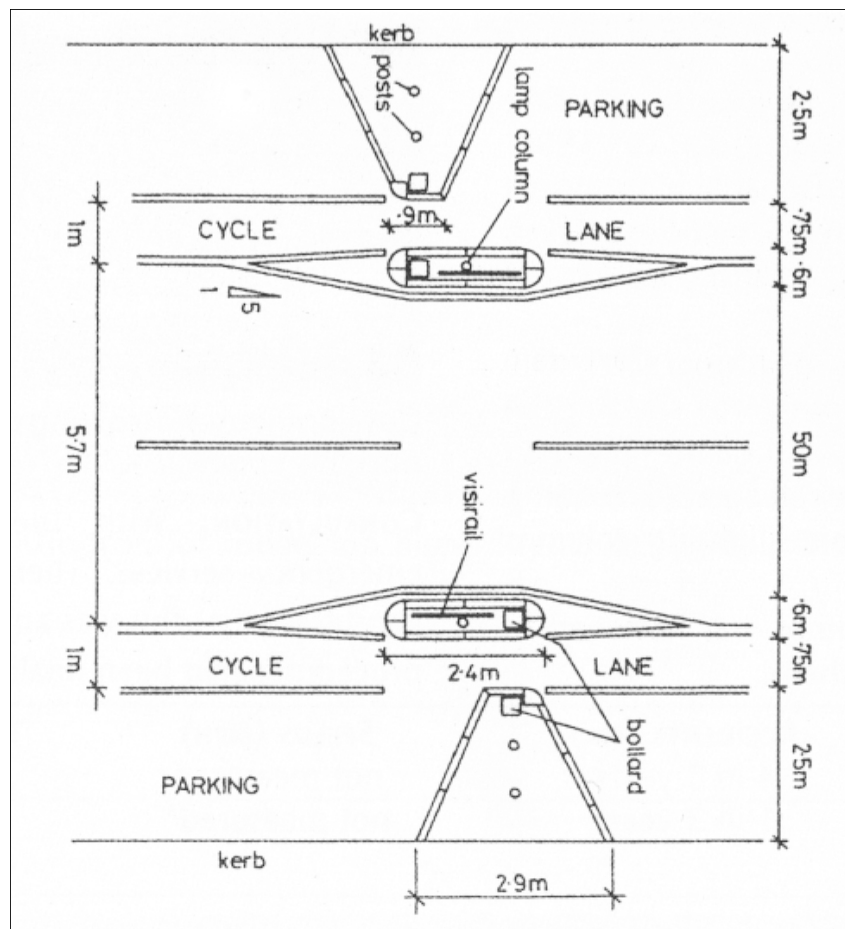


Figura B.36 - Schema per la realizzazione di una strettoia con passaggio laterale per i ciclisti (fonte: IHT, 2005, *Traffic Calming Techniques*)



Figura B.37 - Una strettoia con passaggio laterale riservato per i ciclisti



Figura B.38 - Le chicane interrompono la continuità visiva delle strade rettilinee

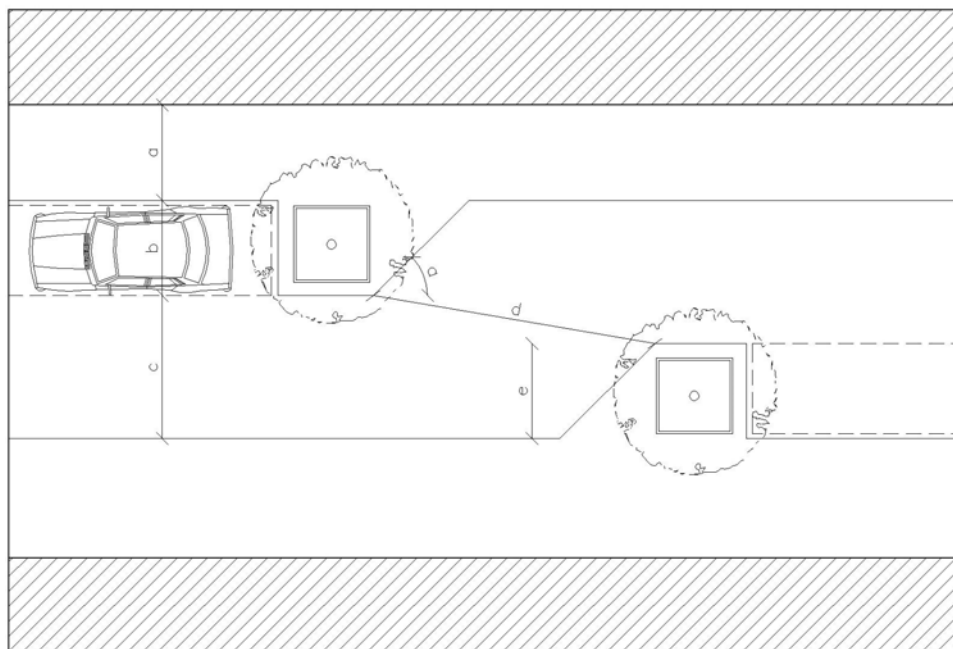


Figura B.39 - Le caratteristiche geometriche delle chicane

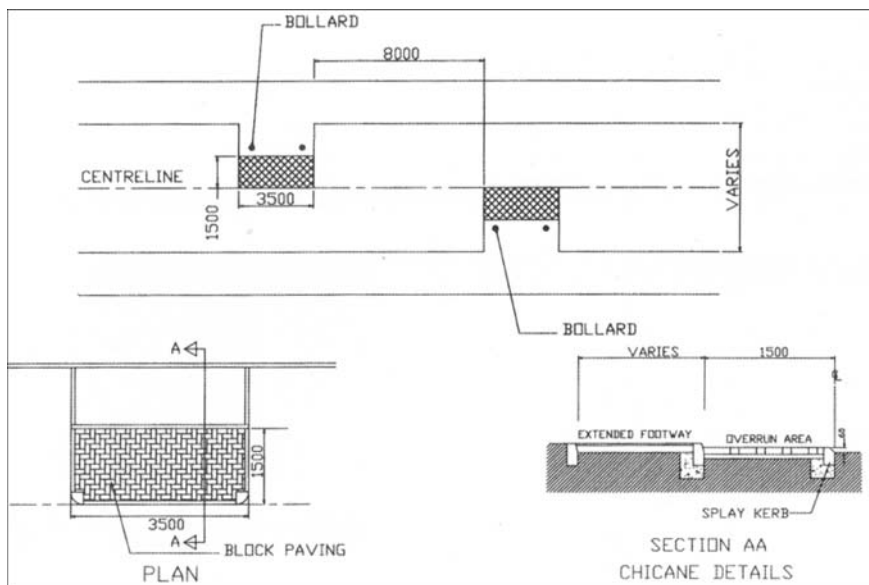


Figura B.40 - Schema di una chicane con aree laterali parzialmente sormontabili (fonte: IHT, 2005, *Traffic Calming Techniques*)



Figura B.41 - L'inserimento di elementi verdi migliora la qualità del design delle chicane

B.4. Le misure combinate

B.4.1. Le porte degli ambiti residenziali

La porta è un dispositivo di moderazione del traffico che segna l'ingresso da una strada urbana principale ad un ambito residenziale, oppure che delimita zone residenziali con caratteristiche differenti.

Le porte hanno lo scopo di creare una chiara demarcazione, visiva e fisica, tra la rete viaria delle "zone 30" e la rete viaria principale; pertanto devono essere collocate all'imbocco di ogni via di accesso alla "zona 30". Esse devono risultare ben distinguibili dal resto della superficie stradale, per segnalare in modo univoco l'entrata nell'ambito residenziale (Figura B.42).

La porta si compone di elementi volti ad enfatizzare il concetto di soglia, attraverso la combinazione di alcune misure, quali: la sopraelevazione della superficie stradale per favorire l'attraversamento pedonale e ciclabile, il restringimento della carreggiata, la disposizione di segnaletica orizzontale e verticale, la collocazione di arredi urbani di vario tipo.

Riferimenti normativi e specifiche tecniche

La normativa relativa alle "zone a velocità limitata" (contenuta nel *Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada*) prescrive unicamente di posizionare il cartello corrispondente al tipo di zona all'ingresso e all'uscita delle aree, ma non chiarisce se sia opportuno affiancare tale cartello con altre misure fisiche o visive, atte a rafforzarne l'efficacia.

Si occupano invece delle porte di accesso agli ambiti residenziali le *Linee guida per la redazione dei piani della sicurezza stradale urbana*, nella rassegna delle misure che possono essere implementate per aumentare la sicurezza stradale. Da questo documento si può dunque dedurre come in Italia la realizzazione di porte di ingresso agli ambiti residenziali sia nella sostanza permessa, se non addirittura auspicata.

Al fine di rendere ben evidente a chi guida il passaggio da una strada principale all'ambito residenziale, una porta dovrebbe essere composta da due tipi di elementi (Figura B.43):

- una soglia visiva, enfatizzata attraverso il cambiamento della tessitura superficiale e del colore, e tramite misure verticali quali alberi, segnali, dissuasori;
- una soglia fisica, realizzata mediante la sopraelevazione della superficie stradale con creazione di un attraversamento pedonale rialzato, il restringimento della carreggiata, l'allargamento dei marciapiedi.

Per quanto riguarda l'ampiezza della carreggiata, in strade non molto trafficate può essere consigliabile restringere la carreggiata a una corsia di marcia, in corrispondenza della porta, in modo che il transito alternato dei veicoli aumenti l'efficacia della misura.

Una questione dibattuta è quella del posizionamento delle porte rispetto alle intersezioni. Secondo il Department for Transport britannico, le porte dovrebbero essere collocate a una distanza compresa tra 10 e 20 m dal margine della carreggiata della strada principale, così che i veicoli che attendono di entrare nella zona non siano costretti a stazionare sulla strada principale. Il CERTU francese prevede addirittura una distanza ottimale dall'intersezione di 20 m.

Si fa osservare che questo tipo di soluzione è adatto a situazioni di centri abitati di modeste dimensioni dove la porta di accesso segna il passaggio da una strada intercomunale alla vera e propria rete comunale locale; o, comunque in situazioni di tessuto edilizio relativamente

discontinuo, quale quello delle frange di periferia. Nella città compatta la soluzione più appropriata è quella di porre la porta di accesso a filo della strada principale, in continuità con il marciapiede. Al più si può prevedere una distanza della porta dal bordo della carreggiata della strada principale di circa 5 m, per dare la possibilità ad un'auto di fermarsi dando la precedenza a pedoni e ciclisti senza occupare la strada principale: questa misura vale soprattutto nel caso in cui il traffico sulla strada principale sia elevato e il disassamento di marciapiede e pista ciclabile sia modesto e non avvertibile come un'inutile penalizzazione dell'utenza debole (Figura B.44).

Le porte possono essere realizzate secondo un unico modello, che si presenta invariato in tutto il Comune, oppure assumere aspetti molto differenti fra loro, in relazione alle caratteristiche dei luoghi in cui vengono collocate. Le linee guida francesi tendono a privilegiare l'uniformità del codice, quelle inglesi la creatività delle comunità locali (Figura B.45).

A questo proposito, si osserva che una soluzione intermedia può essere la più appropriata: ogni porta dovrebbe presentare alcuni elementi standardizzati, immediatamente riconoscibili dagli utenti (segnaletica verticale, piattaforma rialzata), e alcuni aspetti "personalizzabili" dagli abitanti del quartiere (segnaletica aggiuntiva, elementi verdi, arredi).

Effetti della misura

Non sono disponibili, allo stato attuale, risultati di studi specifici che si siano occupati degli effetti delle porte in ambito residenziale. Questa mancanza è giustificata da due ordini di motivi. Innanzitutto, le caratteristiche delle porte variano molto in relazione al luogo in cui sono posizionate e al tipo di ambito residenziale; inoltre, si presume che una porta, se ben congegnata, influenzi il comportamento degli automobilisti in tutto l'ambito residenziale e quindi che gli effetti da misurare non siano solo di tipo puntuale.

Per quanto concerne gli effetti delle porte sugli utenti deboli, si osserva che l'inserimento, in corrispondenza della porta, di un attraversamento pedonale, può favorire l'attraversamento della strada da parte dei pedoni. In questo modo la porta diventa una misura plurifunzionale, contribuendo ad ammortizzare i costi di realizzazione e manutenzione della misura.

B.4.2. La chiusura di tratti stradali

La chiusura di un determinato tratto stradale (generalmente corrispondente ad uno o più isolati all'interno di ambiti residenziali) consiste nell'attuazione di misure volte ad impedire l'attraversamento di quel tratto da parte dei veicoli motorizzati, cioè ad evitare che i veicoli possano immettersi ad un estremo della strada e fuoriuscire all'estremo opposto.

La chiusura può essere:

- totale, quando ai veicoli a motore sono impediti sia l'ingresso sia l'uscita dal tratto stradale. L'entrata viene consentita soltanto ai veicoli che hanno diritto di accedere ai passi carrai delle proprietà situate sulla strada, ai mezzi di emergenza e ai veicoli per le consegne commerciali, attraverso elementi rimovibili. La chiusura totale può essere realizzata anche solo in alcune ore della giornata, mentre nel resto della giornata può essere consentito il normale transito dei veicoli;
- parziale, quando i veicoli possono aver accesso alla strada ma devono uscirne dal punto stesso in cui sono entrati. In questo modo si forma una strada a *cul-de-sac*, che può essere progettata secondo il modello del *woonerf* o della *home zone*, consentendo un notevole innalzamento della vivibilità di tale tratto di strada, specialmente da parte delle abitazioni che vi si affacciano.

Nell'ambito del piano di "zona 30", la chiusura di alcuni tratti stradali può assolvere a diverse finalità.

La chiusura di tratti stradali interni alla rete dell'ambito residenziale ha innanzitutto lo scopo di interrompere la continuità di percorsi che, per la loro lunghezza, possono assumere funzioni, se non di attraversamento, di distributori del traffico interno al quartiere. Un altro obiettivo della chiusura di tipo parziale è quello di diffondere, ove possibile, i segmenti stradali trattati a *woonerf*: in tal caso la chiusura riguarda esclusivamente tratti di strade locali. In situazioni dove scarseggiano gli spazi verdi e di gioco per i bambini, la trasformazione di tratti stradali in aree simili a cortili condominiali, può avere un apprezzato effetto benefico sulla vivibilità del quartiere (Figura B.46).

Infine, la misura può riguardare alcune parti di strade di quartiere: in questo caso, la strada viene trasformata in una sorta di piazza lineare che può costituire il fulcro commerciale del quartiere.

Riferimenti normativi e specifiche tecniche

Per quanto riguarda la chiusura totale di tratti stradali, i riferimenti normativi da tenere in considerazione sono quelli relativi all'istituzione delle aree pedonali o delle zone a traffico limitato.

Per quanto concerne, invece, la chiusura parziale di tratti stradali, limitata ad uno dei due ingressi, non sono richiesti particolari provvedimenti normativi (se non l'apposito segnale di strada a fondo cieco), poiché l'accesso è consentito in genere a tutti i veicoli.

Nella progettazione di tratti stradali chiusi al traffico, il principale problema è dato dalla necessità di selezionare l'accesso veicolare. La soluzione più usata è quella di ricorrere a dissuasori retraibili, il cui movimento di scomparsa può essere attivato solo dai possessori di veicoli che siano autorizzati all'ingresso e dai conducenti dei veicoli di emergenza. Vi sono poi soluzioni diverse (ad esempio, catene o cancelli apribili dotati di lucchetto, griglie per i mezzi di emergenza), meno comode, ma anche più economiche (figure B.47). All'interno della strada, il disegno dell'arredo deve essere finalizzato a rendere lo spazio confortevole soprattutto per i pedoni e i ciclisti, riducendo al minimo la superficie occupata dai veicoli.

Per le chiusure parziali, che creano strade a fondo cieco, si pone il problema di consentire l'inversione ad U dei veicoli. Ciò non può quasi mai avvenire tramite piazzole che consentano l'inversione con un'unica manovra, poiché occorrerebbe garantire raggi di curvatura di almeno 5,5-6 m; quindi bisogna comunque assicurare spazi per l'inversione con almeno due manovre per non rendere eccessivamente disagiata l'operazione. In questi tratti di strada, gli arredi, le zone gioco, le aiuole, le panchine e i posteggi devono essere disposti in modo che si abbia l'effetto scomparsa della corsia veicolare: il passaggio dei veicoli deve cioè essere garantito, ma l'individuazione del percorso non deve essere immediata (figure B.48 e B.49).

Effetti della misura

Le aree chiuse totalmente o parzialmente al traffico sono quelle su cui il ridisegno dello spazio pubblico della strada può ottenere un più sensibile innalzamento della qualità estetica del paesaggio urbano. Queste aree rappresentano il punto alto della qualità ambientale che si può realizzare con il progetto delle "zone 30".

La chiusura delle strade, infatti, esalta la multifunzionalità della strada non solo a favore della mobilità non motorizzata, ma soprattutto a favore dell'uso della strada come luogo di incontro, di

interazione sociale tra cittadini, di gioco tra bambini: essa dà spazio alle funzioni ricreative, ormai pressoché totalmente espulse dallo spazio stradale della città. L'eliminazione da questi spazi di ogni barriera architettonica, la dotazione di arredi e spazi per la sosta e il riposo riducono il divario insostenibile tra persone abili e persone disabili che purtroppo caratterizza la quasi totalità dello spazio pubblico urbano.

La corretta realizzazione di questi interventi ha un notevole potere dimostrativo, nei confronti della cittadinanza, sui benefici derivanti dalla strategia delle "zone 30" e dal modello di città di cui essa si fa propugnatrice. Là dove questi interventi sono stati realizzati hanno riscosso un diffuso consenso da parte della popolazione; ma essi hanno anche contribuito all'affermazione di una nuova visione della città e di ciò che ad essa si deve chiedere per risultare più vivibile.

Ovviamente, questo tipo di misura richiede un consistente cambiamento dell'infrastruttura stradale con elevati costi di costruzione e di manutenzione. A tale scopo occorre cercare di avviare tali progetti con il consenso e la cooperazione diretta dei cittadini favorendo la costituzione di partenariati volontari e finanziari che consentano di ridurre l'onere che grava sulla pubblica amministrazione.



Figura B.42 - Le porte di ingresso devono segnare una chiara demarcazione tra le zone



Figura B.43 - Una porta di una “zona 30” evidenziata mediante una soglia visiva (segnaletica) e fisica (attraversamento sopraelevato)

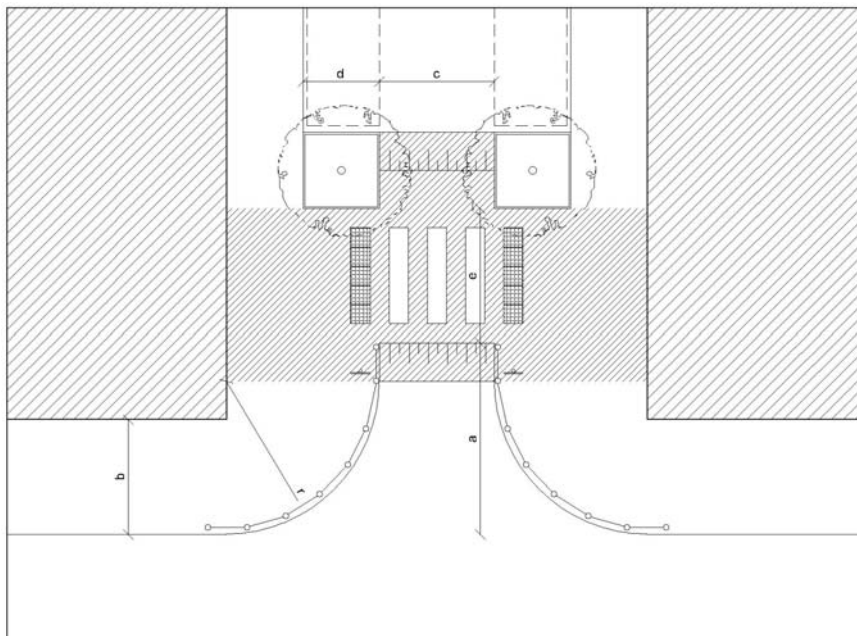


Figura B.44 - Schema di una porta di un ambito residenziale arretrata di circa 5 m rispetto al filo della strada principale



Figura B.45 - Segnaletica verticale di “zone 30” (in centro il corrispettivo inglese, le 20 mph zones) istituzionale e creativa

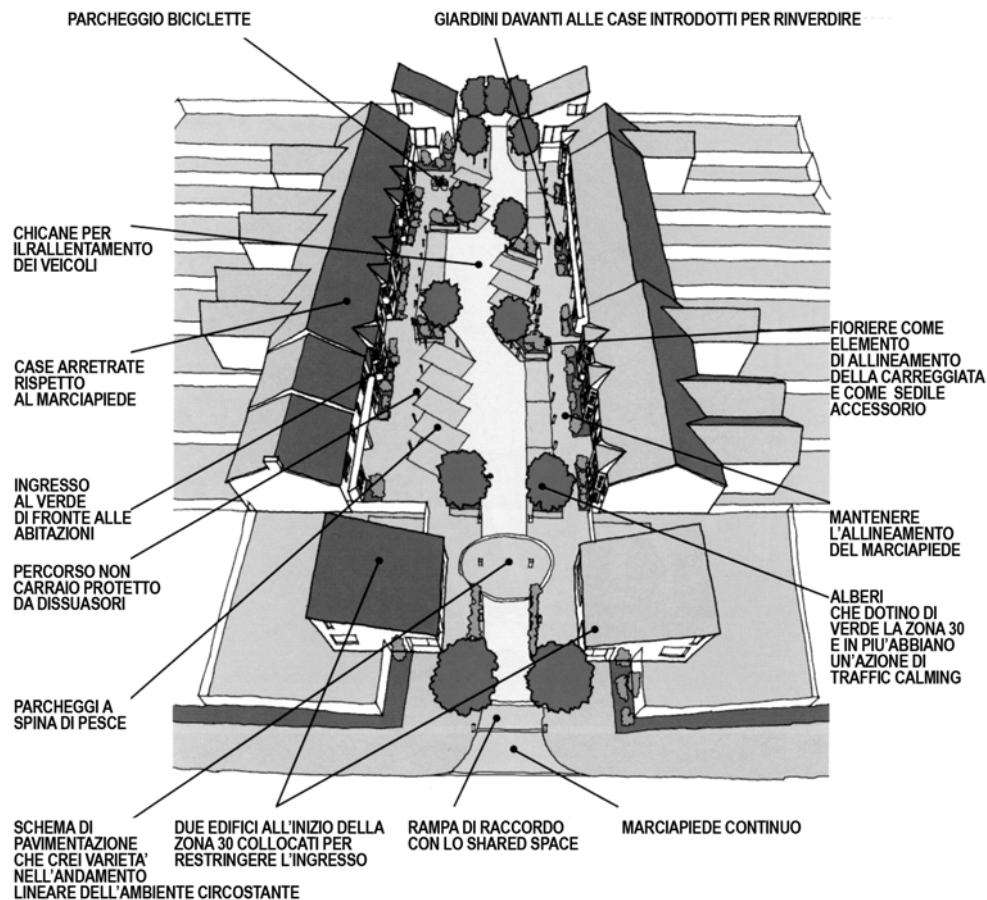


Figura B.46 - La trasformazione di un tratto stradale in un'area a *woonerf* (fonte: Biddulph, 2001, *Home zones. A planning and design handbook*)



Figura B.47 - Un tratto di strada chiuso mediante un cancello con apertura manuale

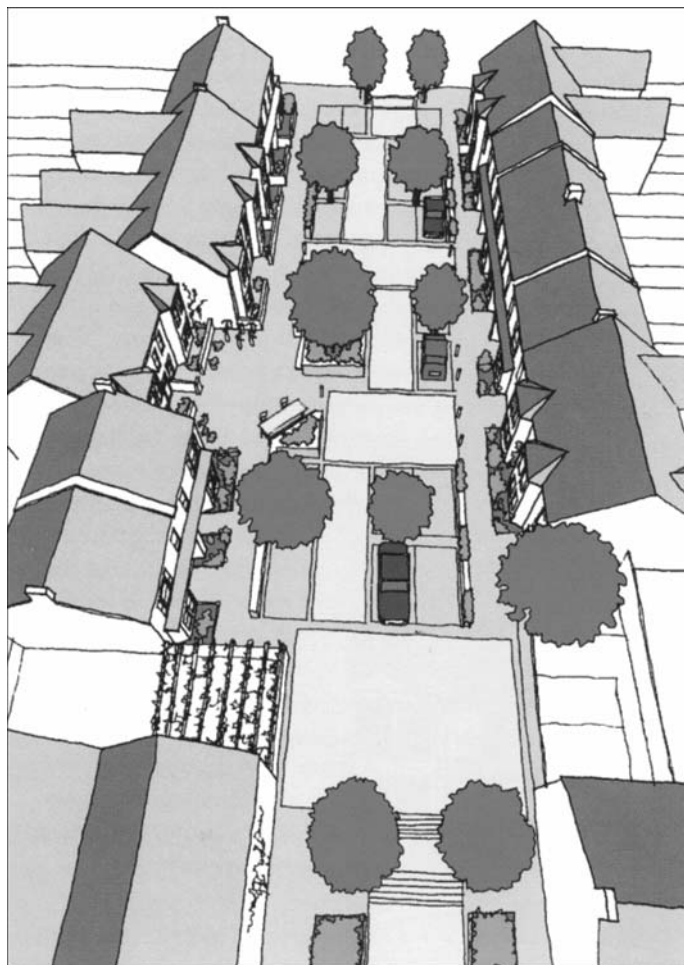


Figura B.48 - Nei tratti di strada parzialmente chiusi, il passaggio delle automobili deve essere garantito, ma l'individuazione del percorso non deve essere immediata (fonte: Biddulph, 2001, *Home zones. A planning and design handbook*)

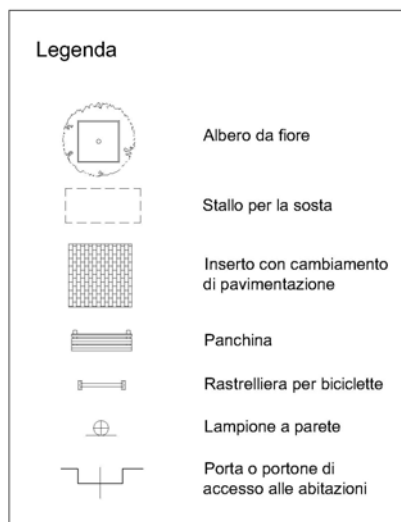
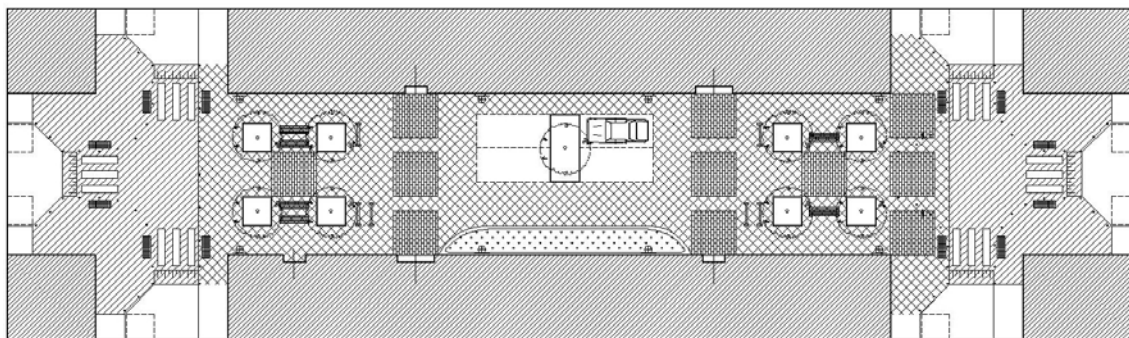


Figura B.49 - Schema di un tratto di strada a *cul de sac* trattato a *woonerf*

ANNESSO C. ANALISI E VALUTAZIONI DI TRAFFICO