

2 Le indagini

2.1 Il modello multimodale

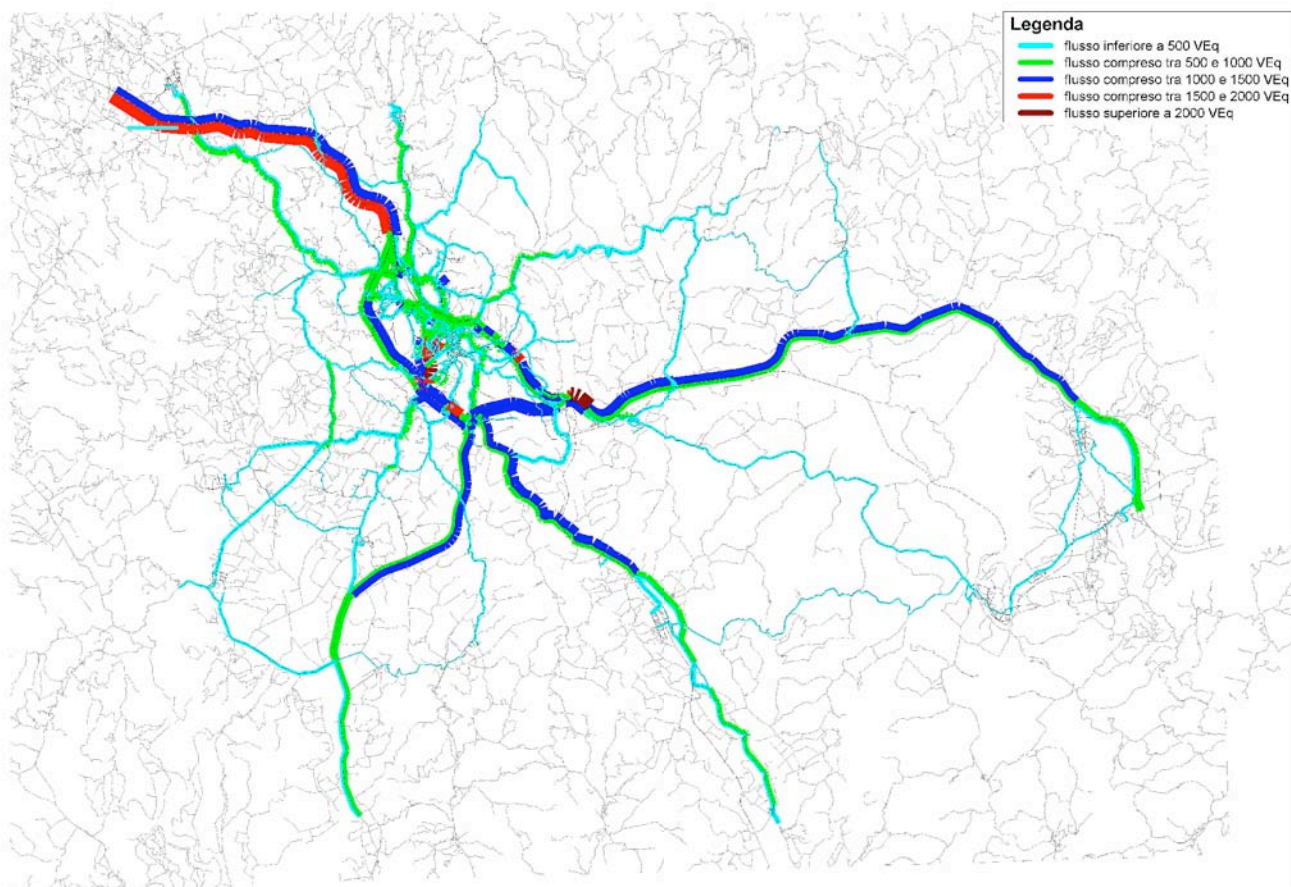
Nell'ambito della redazione del Piano Generale del Traffico Urbano di Siena (anno 2000) è stato elaborato un modello trasportistico multimodale limitato al momento al territorio del Comune di Siena.

Con il Piano di Riassetto del Trasporto Pubblico Locale di Siena, nel 2001, tale modello trasportistico è stato ampliato con quello riguardante la componente del trasporto pubblico locale.

Avendo già a disposizione una base dati valida al fine di poter usufruire di uno strumento di simulazione valido ed affidabile nella fase di verifica progettuale dello Schema Metropolitano si è scelto di estendere il modello anche all'area vasta.

L'operazione, ampiamente descritta nelle relazioni di settore QMr2 e QMR3, ha comportato la revisione ed ampliamento dell'area di interesse con conseguente estensione del grafo stradale ai cinque Comuni Contermini ed anche oltre per alcune particolari e significative situazioni, quali ad esempio alcune arterie stradali esterne, come la Siena Bettole fin oltre le Serre di Rapolano, fondamentali alla lettura delle dinamiche di mobilità dell'intera zona.

Sono state aggiornate anche le modifiche relative alla realizzazione di nuovi tratti stradali (es. bretella Ruffolo-Renaccio) ed alla trasformazione di intersezioni esistenti (es. rotonda palazzo Diavoli, rotonda



Malizia) avvenute nel Comune di Siena dal 2001 (anno di ultimo aggiornamento del modello) ad oggi. Con tale strumento saranno possibili verifiche e simulazioni in merito a futuri scenari insediativi e quindi diventerà un utile supporto al lavoro di definizione delle proposte e delle indicazioni propositive dello Schema Metropolitan senese.

La costruzione di un tale modello trasportistico necessita la messa in campo di competenze specialistiche non frequenti e rigorose. La messa a punto del corretto funzionamento del sistema trova il suo momento risolutivo nella cosiddetta calibratura e validazione del modello. Questa operazione viene effettuata valutando e verificando la capacità del modello di descrivere la realtà osservata allo stato di fatto e comporta pertanto, quale operazione preliminare l'effettuazione di una serie di studi ed indagini volte alla descrizione e rilevazione delle condizioni attuali dell'intero sistema della mobilità.

Ruolo primario all'interno della campagna di indagini promosse è stato assunto dalle rilevazioni dei flussi di traffico alle intersezioni ed in corrispondenza dei principali luoghi di accesso o di uscita dal sistema delle aree urbane. I rilievi sono distinti secondo il campo di interesse in rilievi sull'area vasta e rilievi sull'area urbana di Siena. Questi ultimi hanno assunto un significato particolare non solo per la centralità dei movimenti e dei fenomeni trasportistici in ambito urbano di Siena, ma soprattutto per la ripetitività nel tempo di alcune operazioni di rilievo, che ci hanno consentito il confronto tra quadri conoscitivi costruiti in tempi diversi tra loro ma prodotti con analoghe metodologie di lavoro. Il paragrafo 2.4 riassume e rende conto di tale confronto, mettendo in evidenza l'evoluzione dei vari fenomeni rilevati, non ultimo quello della concentrazione dei movimenti sul capoluogo senese ed il costante incremento dei volumi di traffico intorno ed all'interno di Siena.

2.2 I rilievi sull'area vasta

Proprio per il carattere innovativo che assume lo Schema Metropolitan nell'ambito di una pianificazione integrata e coordinata, i rilievi riferiti all'area vasta costituiscono il primo dato reso disponibile nella fase di analisi del quadro conoscitivo.

I rilievi svolti rientrano in parte nell'ambito dell'azione di monitoraggio della mobilità che l'Amministrazione Comunale di Siena, ed in particolare il Settore Polizia Municipale, svolge da alcuni anni ed in parte nell'ambito specifico degli studi inerenti la costruzione dello Schema Metropolitan.

Il conteggio dei flussi di traffico in ingresso ed in uscita dall'area vasta è stato effettuato nel corso del mese di giugno del 2004 ed è stato svolto alle postazioni del cosiddetto "cordone esteso", predisponendo il conteggio dei veicoli in entrata ed in uscita dal territorio di tutti i Comuni che costituiscono l'area vasta.

Rilevare "al cordone" significa predisporre un rilievo sistematico in tutti i possibili punti di accesso ad una determinata area, in modo tale da poter conteggiare il numero complessivo di ingressi ed uscite dal contesto in esame. L'unione di tutti i punti attraverso elementi lineari, definisce in sostanza un poligono chiuso, il cui perimetro assume l'aspetto di uno sbarramento virtuale: il cosiddetto "cordone".

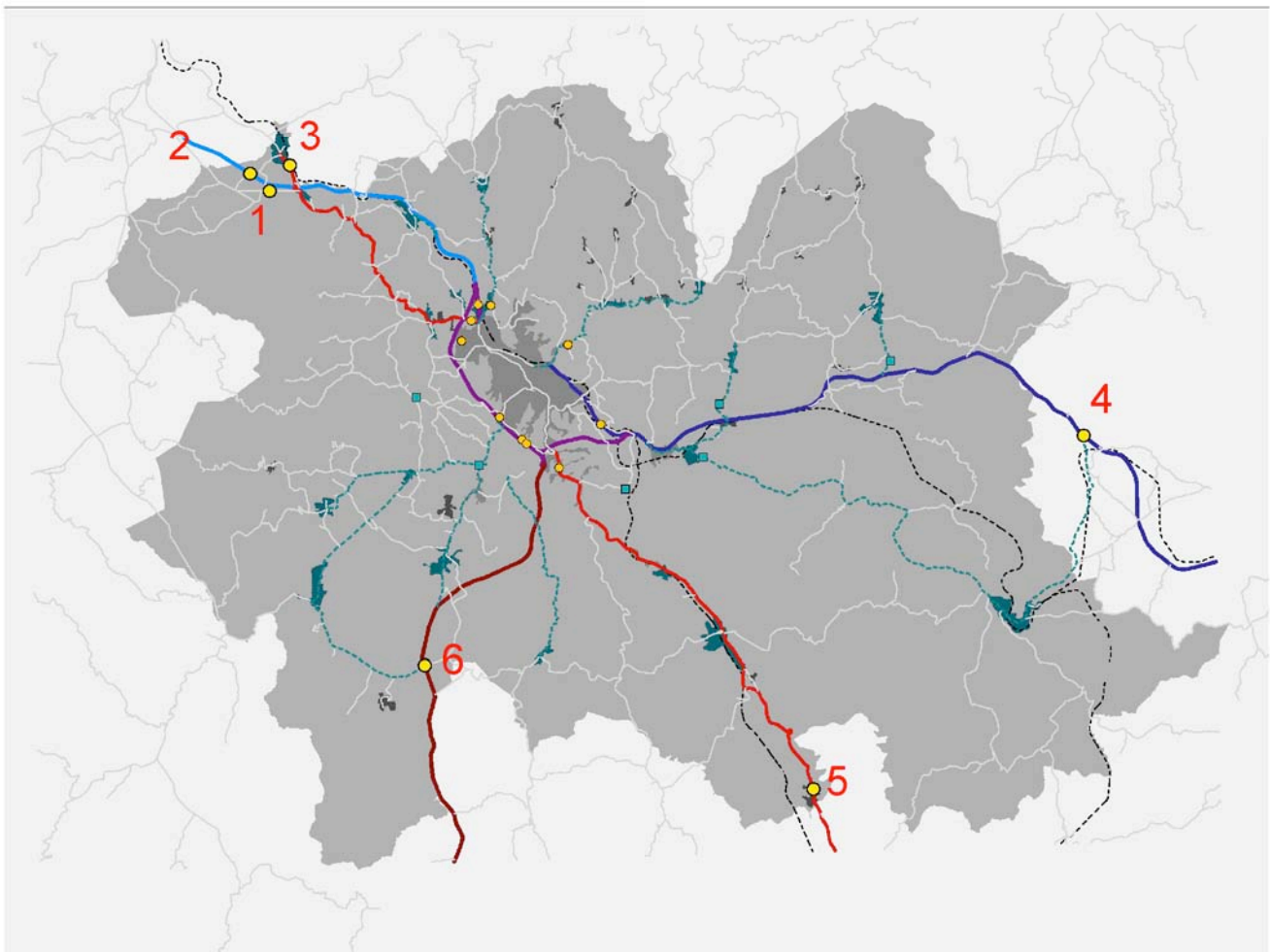
La raccolta dei dati è stata effettuata nella fascia oraria di punta antimeridiana, cioè dalle 7 alle 9:30 di

un giorno medio feriale. Il rilievo è stato svolto in due giornate per avere maggiore attendibilità dei dati ed il conteggio effettuato ad intervalli di 15 minuti, distinguendo tre tipologie di veicoli: autovetture, mezzi a due ruote e mezzi pesanti.

Sono state individuate due diverse tipologie di sezioni di rilievo: il “cordone” vero e proprio e le “sezioni interne” significative.

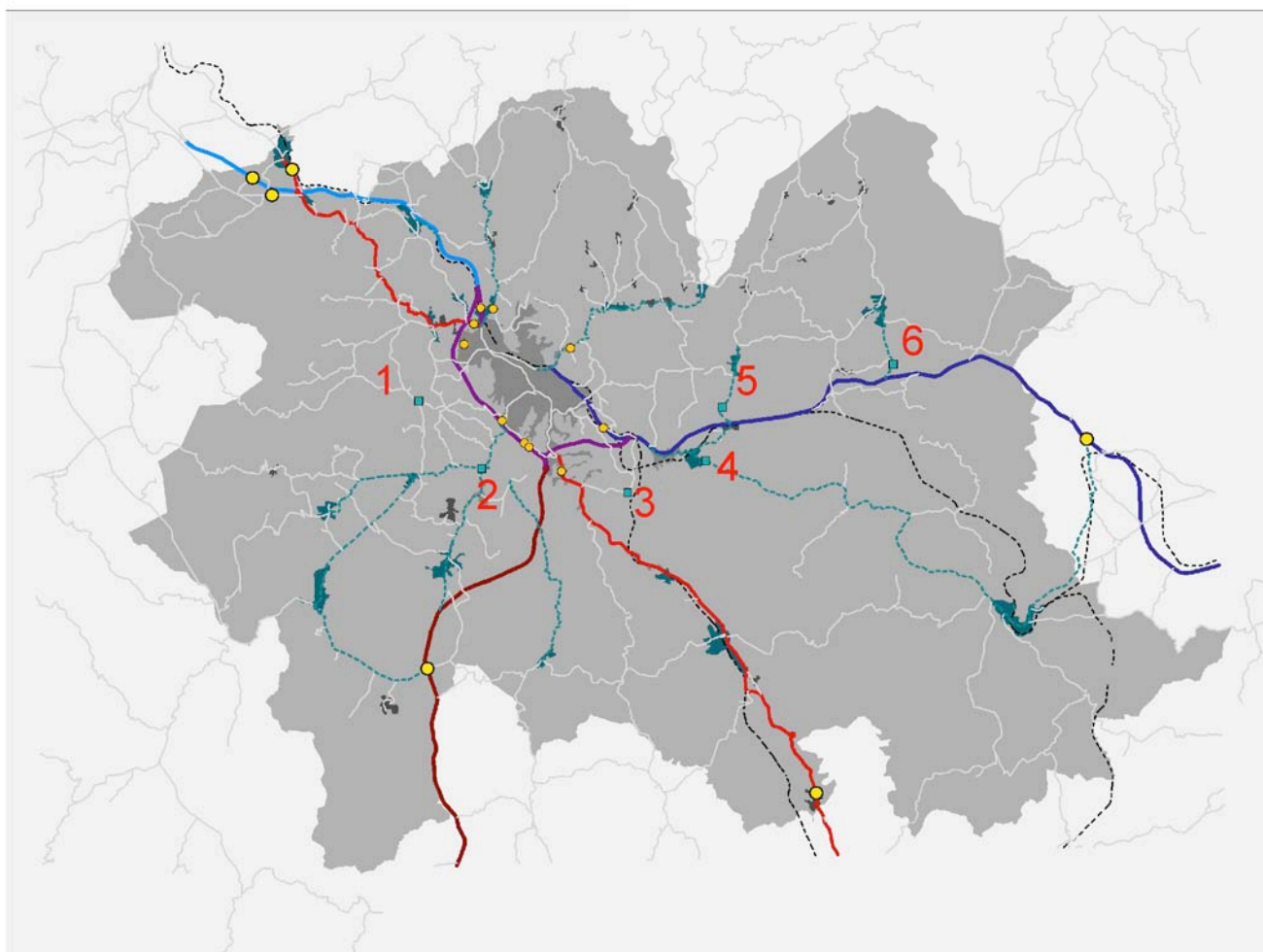
Il cordone è costituito dalle 6 postazioni che intercettano i flussi in ingresso ed in uscita dall'area vasta e cioè:

1. Pian del Casone;
2. superstrada Siena – Firenze uscita Monteriggioni;
3. SS2 Cassia presso Castellina Scalo;
4. raccordo Siena-Bettolle uscita Serre di Rapolano;
5. SS2 Cassia presso Ponte d'Arbia;
6. Siena-Grosseto bivio Orgia.



Le altre 6 sezioni permettono di valutare flussi provenienti dai principali centri dell'area metropolitana e sono:

1. la strada del Ferratore (bivio Montalbuccio);
2. Costalpino;
3. la strada di Renaccio;
4. Arbia;
5. Monteaperti;
6. Castelnuovo Berardenga.

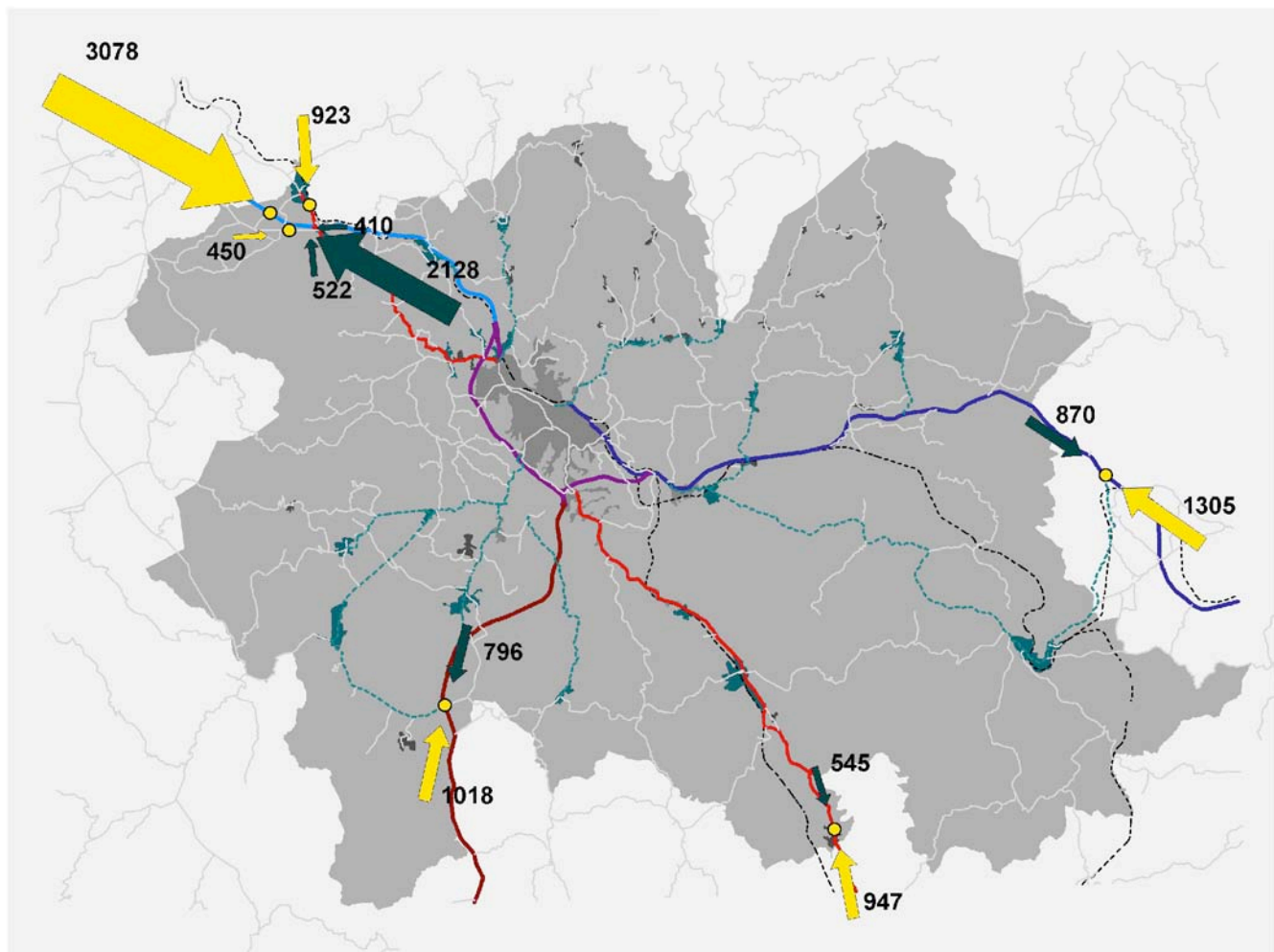


Nelle postazioni Siena-Grosseto bivio Orgia, strada del Ferratore (bivio Montalbuccio) e Costalpino oltre ai flussi passanti sono state conteggiate anche le manovre alle intersezioni con rilievo di tutte le possibilità di svolta.

Dall'immagine riepilogativa dei flussi al cordone si legge come il maggior numero di ingressi all'area dello Schema Metropolitan arrivi dalla Superstrada Siena Firenze dove, a monte dell'uscita di Monteriggioni, sono stati contati 3078 veicoli; alto anche il numero delle uscite, sempre nelle Siena Firenze, con 2128 veicoli rilevati dopo l'uscita di Monteriggioni.

Per quanto riguarda la SS2 Cassia è interessante notare come i flussi rilevati nella sezione nord (Castellina Scalo) ed in quella sud (Ponte d'Arbia) risultino praticamente speculari con un rapporto praticamente identico tra ingressi e uscite pari a 1,7 (ingressi 923-947 (uscite 522-545).

In sostanziale equilibrio nelle due direzioni il dato sulla strada provinciale colligiana in località Pian del



Casone con 410 veicoli contati verso Colle/Strove e 450 verso Monteriggioni colonna.

Le postazioni sulla Siena Bettolle (loc. Serre di Rapolano) e sulla Siena Grosseto (bivio Orgia) hanno evidenziato risultati analoghi con ingressi all'area vasta pari rispettivamente a 1305 e 1018 veicoli ed uscite pari a 796 e 870 veicoli.

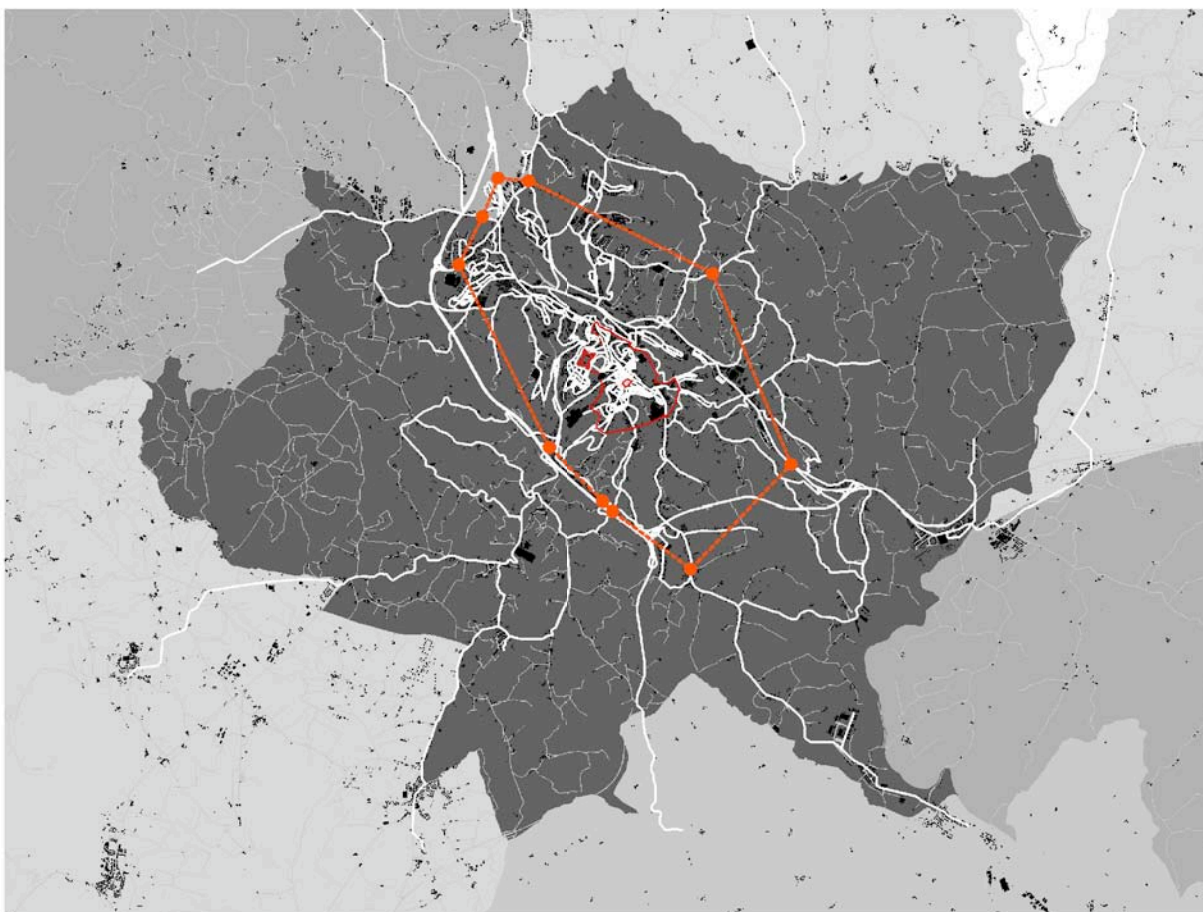
2.3 I rilievi sull'area urbana di Siena

I rilievi sull'area urbana, come già detto, fanno parte ormai di una procedura di monitoraggio iniziata nel 1999 e che, nel 2004 ha trovato ripetizione ed aggiornamento.

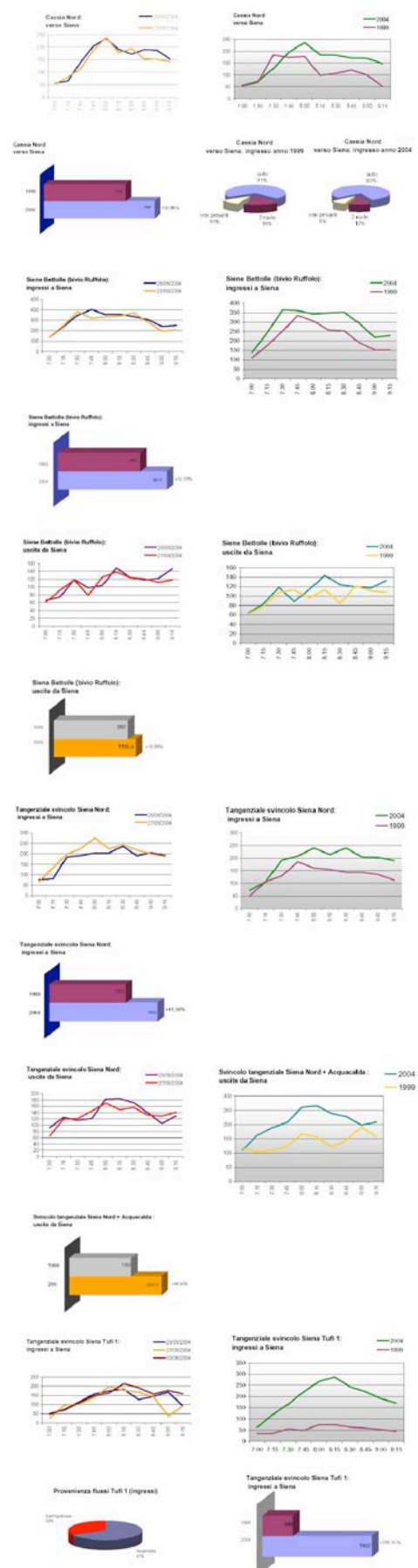
L'ultimo rilievo è stato compiuto nei giorni 25 e 27 maggio ed hanno interessato il cordone 'stretto' quello cioè relativo all'ambito del Comune di Siena.

Le sezioni di rilievo del cordone 'stretto' sono naturalmente le stesse del 1999 anche se in alcuni casi le modifiche alla viabilità intervenute nel frattempo hanno costretto a lievi, ma non sostanziali modifiche; in particolare le postazioni sono:

- 1 Acquacalda (uscita/ingresso tangenziale);
- 2 San Marco (uscita/ingresso tangenziale);
- 3 Siena Tufi 1 (uscita/ingresso tangenziale);
- 4 Siena Tufi 2 (uscita/ingresso tangenziale);
- 5 Cassia Sud (località Coroncina);
- 6 Siena Bettolle (bivio Ruffolo);
- 7 Botteganova (bivio Ascarello);
- 8 Montarioso (bivio Rinfusola);
- 9 Siena Nord (uscita/ingresso tangenziale);
- 10 Cassia Nord (località Braccio).



Nella sezione Tufi 1, per quanto riguarda gli ingressi, il rilievo è stato effettuato una terza volta il 3 di giugno. Questo terzo conteggio è stato dettato dalla necessità di un ulteriore riscontro visto il fortissimo incremento di flussi che emergeva rispetto ai rilievi del 1999; è inoltre stata rilevata la provenienza dei veicoli entranti a Siena in quella sezione che poteva essere o dalla



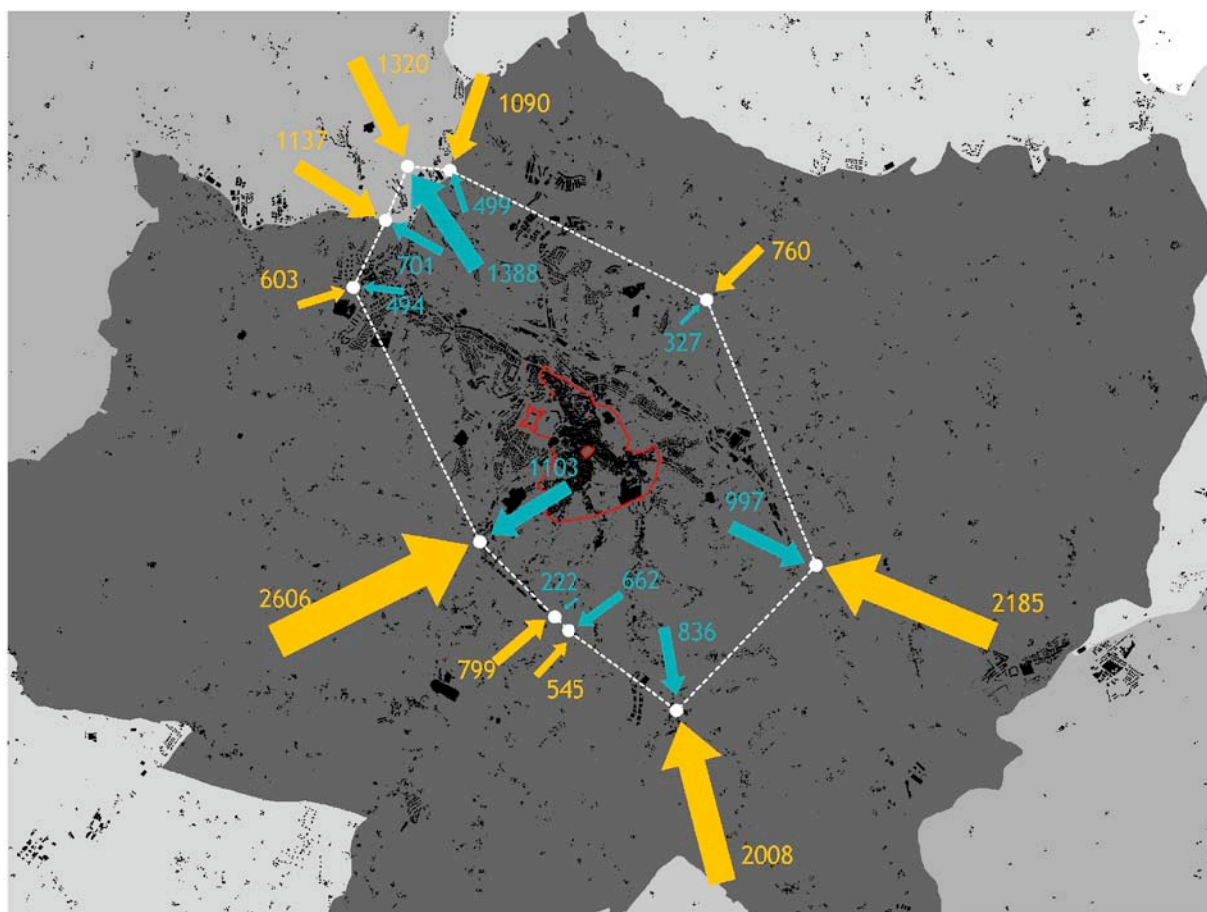
tangenziale o dalla strada di Sant'Apollinare. E' emerso che dei 1442 ingressi conteggiati nell'intervallo 7:00-9:30 il 66,57% proveniva dalla tangenziale, mentre il restante 33,43 % proveniva dalla strada di Sant'Apollinare, strada peraltro di ridotta capacità veicolare. Questo potrebbe far ipotizzare un utilizzo della strada di Sant'Apollinare come 'scorciatoia' da parte dei flussi provenienti dalla zona San Rocco - Sovicille - Rosia evitando l'accesso a San Marco ed il conseguente attraversamento della zona di Massetana Romana.

2.4 Una possibilità di confronto: il rilievo del 1999

I rilievi del 2004 risultano particolarmente interessanti in quanto. Come già detto, sono stati svolti nello stesso periodo, fascia oraria, postazioni e con le stesse modalità del rilievo del maggio 1999. Consentono perciò un confronto pieno ed esaustivo con i dati precedenti. E' la prima volta che è possibile fare un'operazione del genere perché anche per l'area di Siena non esistevano rilievi analoghi prima del '99.

Da un'analisi dei dati nelle singole sezioni emergono variazioni nelle dinamiche di accesso alla città anche se, rispetto al '99, è confermato che il maggior numero di ingressi avviene da sud (Tufi e Ruffolo) e non dalla zona nord.

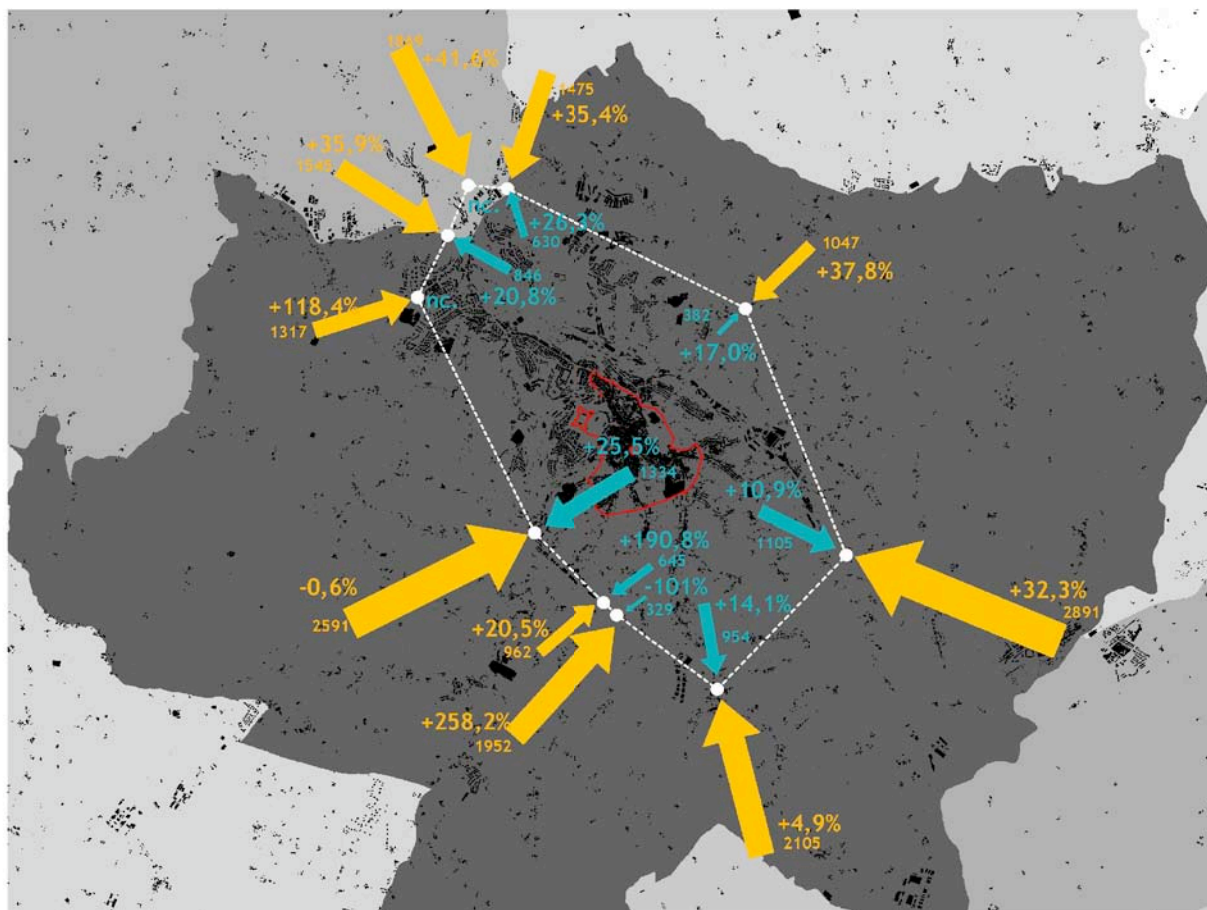
Gli ingressi a Siena aumentano del 36% rispetto al 1999 (passando da complessivi 13053 veicoli a 17754) ed anche le uscite sono in crescita, passando da 6735 veicoli a 8292, con un incremento del 23%.



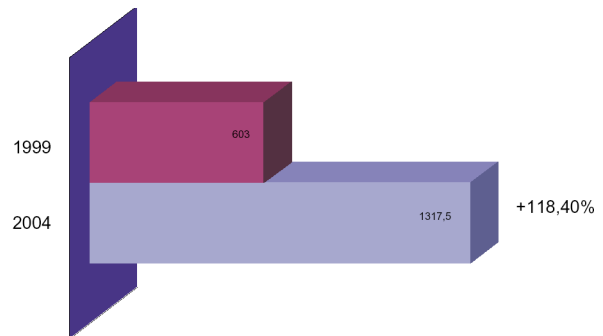
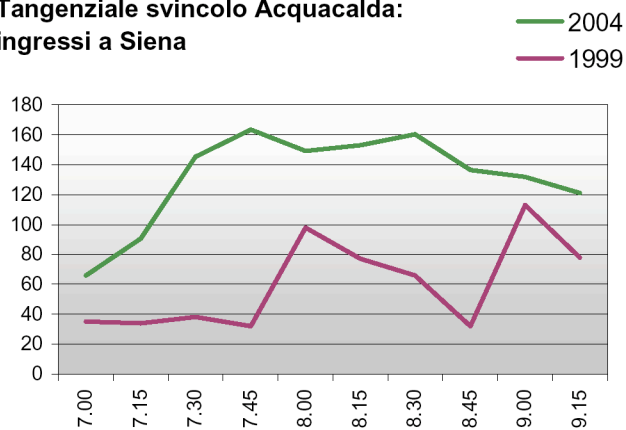
I grafici rappresentano il confronto durante tutto l'arco temporale di conteggio, discretizzato per quarto d'ora di rilievo, mentre gli istogrammi raffrontano i veicoli totali dei due anni esprimendo anche l'incremento (o la differenza) percentuale tra i due.

I valori presi a riferimento del 2004 sono la media dei valori risultanti dalle due giornate di rilievo. Per la postazione 1 Acquacalda in ingresso risulta nel 2004 un aumento del 118% dei veicoli rispetto al 1999, minore, anche se sempre rilevante, l'incremento nella postazione 9 Siena Nord pari al 35,88%. Per quanto riguarda le uscite, invece, essendo chiusa per lavori l'uscita Acquacalda verso Firenze, si è ritenuto più congruo valutare insieme le uscite dalla postazione 1 e dalla 9 Siena ottenendo un aumento del 49% rispetto ai precedenti conteggi.

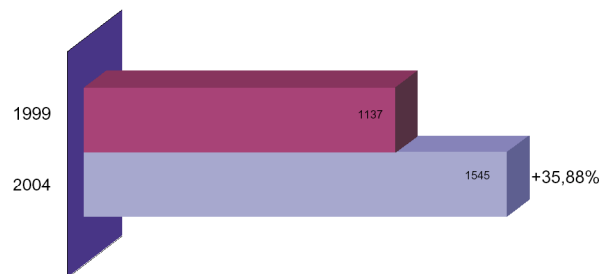
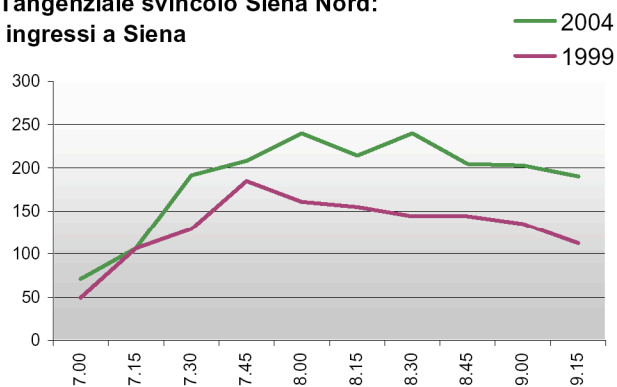
Un dato da valutare attentamente nell'ambito della lettura delle dinamiche della mobilità, in quanto contro tendenza rispetto agli altri, è quello degli ingressi alla postazione 2 San Marco che nel 2004 risultano inferiori dello 0,6% rispetto al 1999. E' interessante notare come i grafici lineari dei due anni risultano praticamente identici. Le uscite, alla medesima postazione risultano invece in aumento del 25,52% rispetto al 1999. Il dato della postazione 6 Siena Bettolle risulta in linea con il valore medio (su tutte le postazioni) di incremento dei flussi in ingresso che è pari al 35%. I flussi in direzione Siena rilevati nel 2004 sono infatti il 32,33% in più rispetto a quelli del 1999. Da evidenziare come l'incremento dei veicoli in ingresso sia distribuito uniformemente lungo tutta la fascia oraria esaminata, come mostra l'andamento parallelo dei grafici lineari.



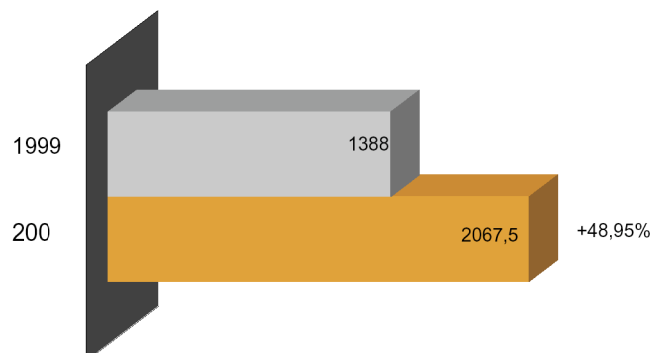
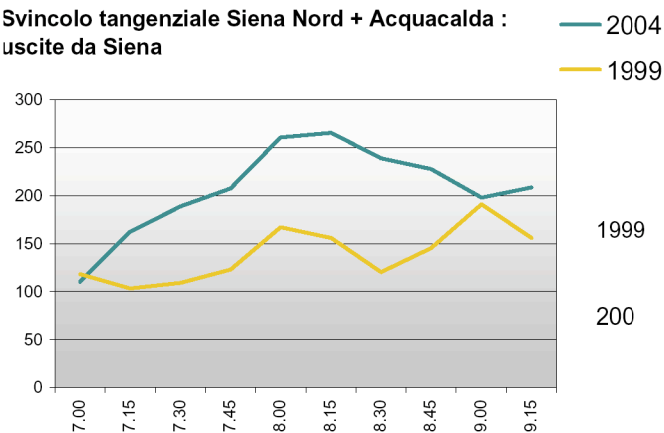
**Tangenziale svincolo Acquacalda:
ingressi a Siena**



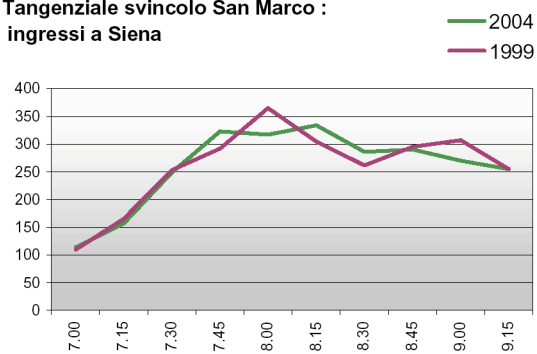
**Tangenziale svincolo Siena Nord:
ingressi a Siena**



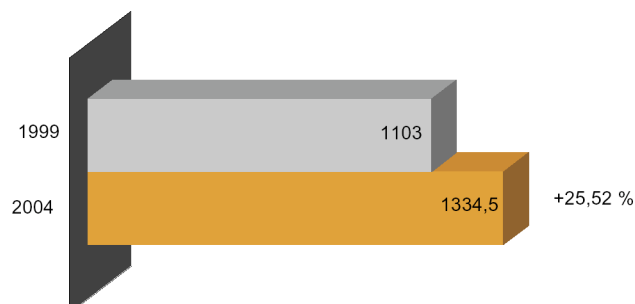
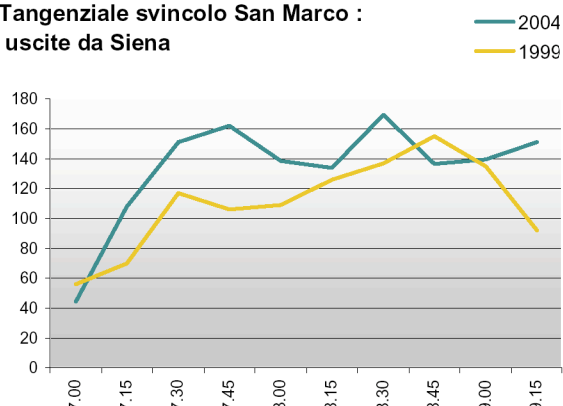
**Svincolo tangenziale Siena Nord + Acquacalda :
uscite da Siena**



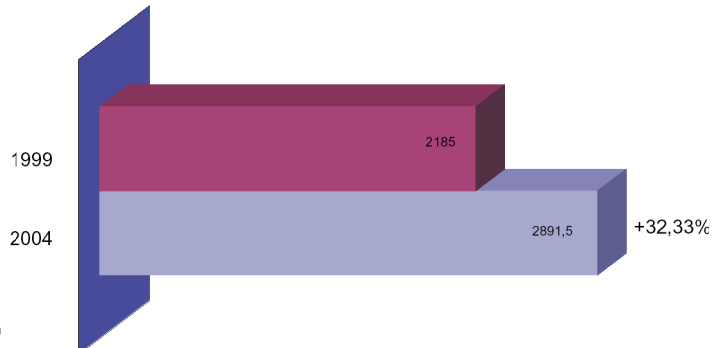
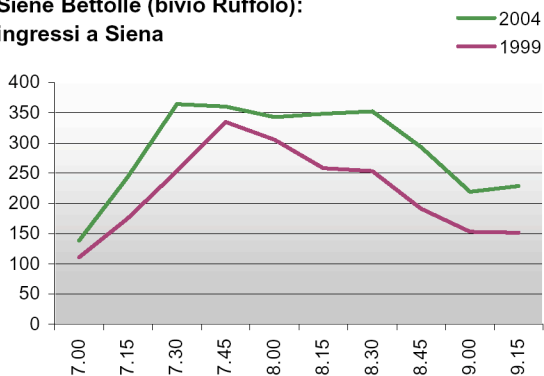
**Tangenziale svincolo San Marco :
ingressi a Siena**



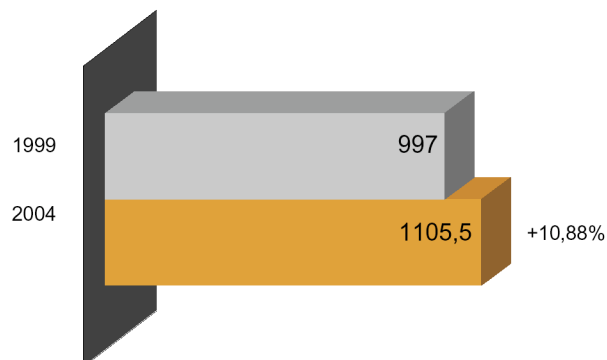
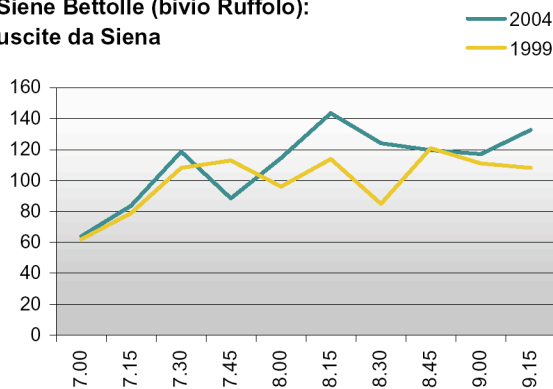
**Tangenziale svincolo San Marco :
uscite da Siena**

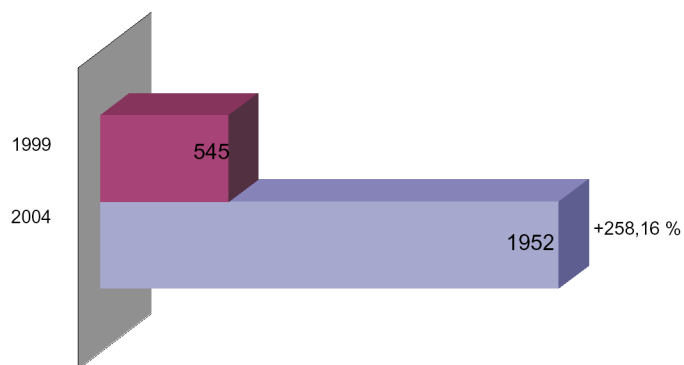
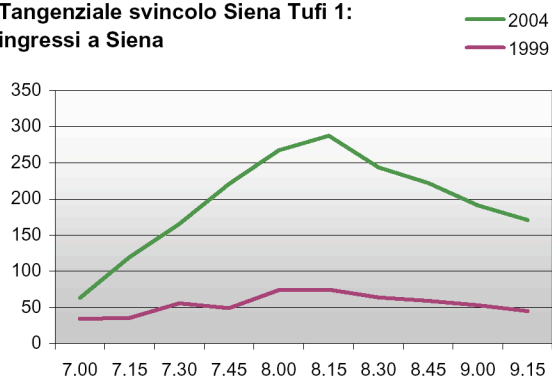
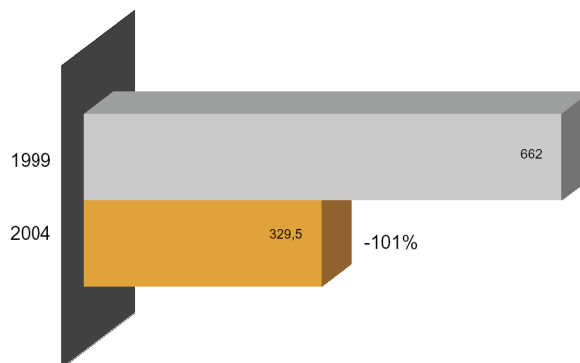
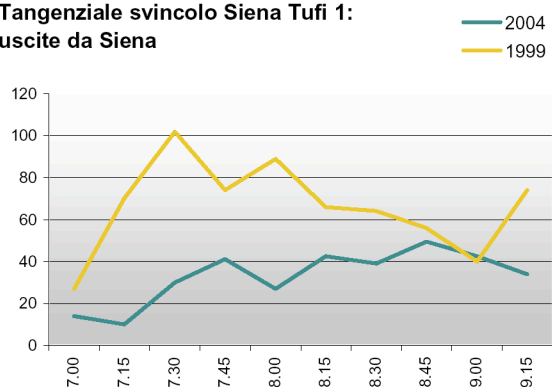
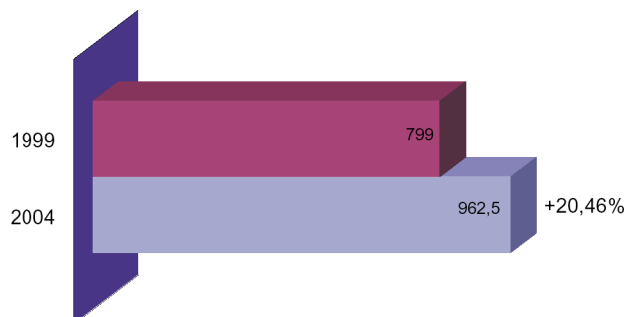
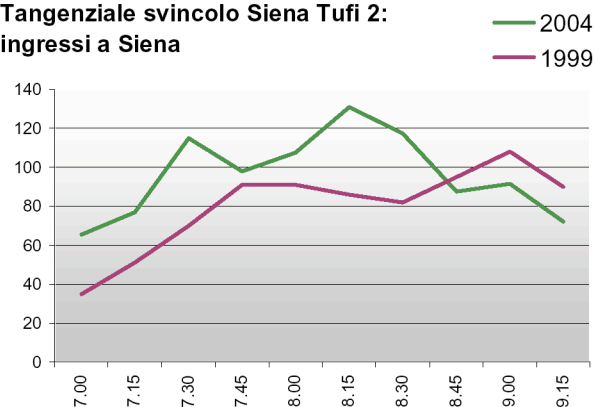
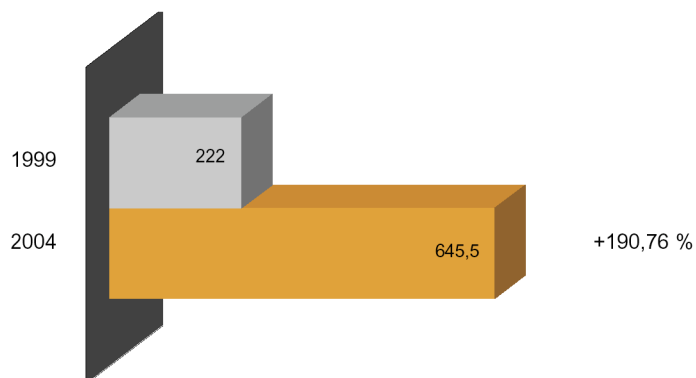
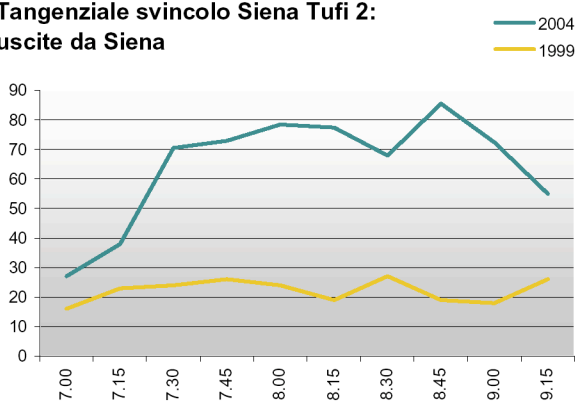


**Siene Bettolle (bivio Ruffolo):
ingressi a Siena**

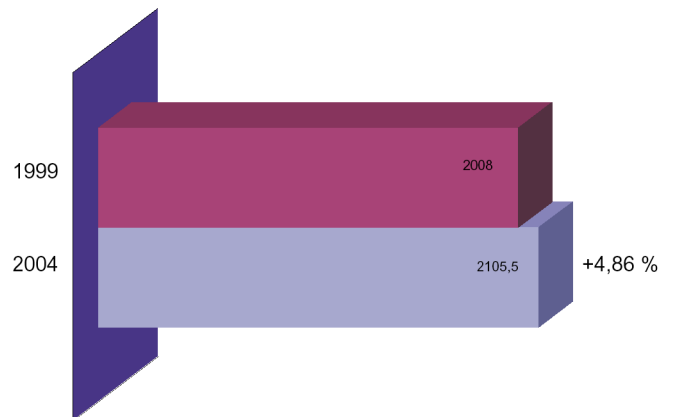
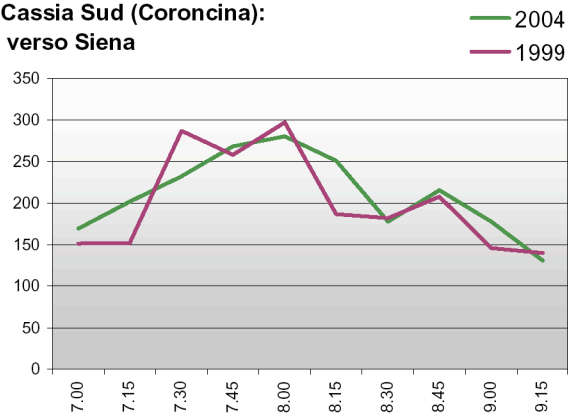


**Siene Bettolle (bivio Ruffolo):
uscite da Siena**

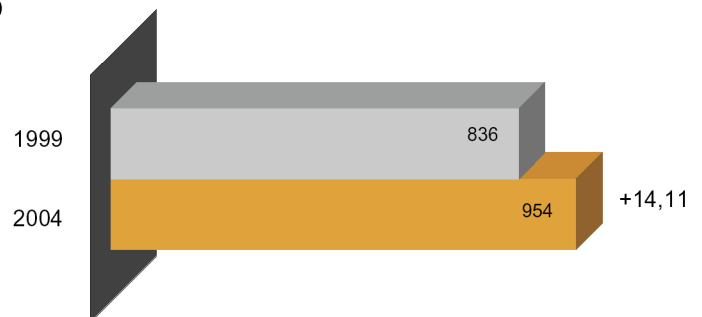
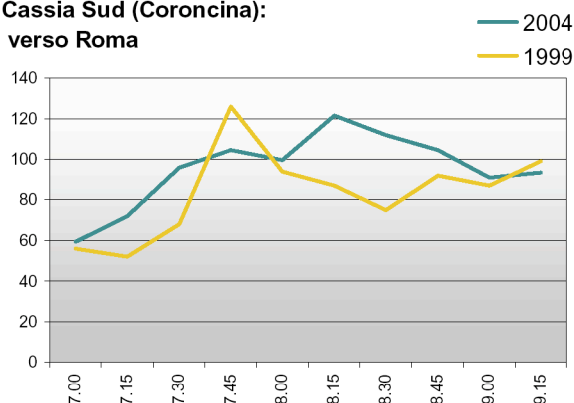


**Tangenziale svincolo Siena Tufi 1:
ingressi a Siena****Tangenziale svincolo Siena Tufi 1:
uscite da Siena****Tangenziale svincolo Siena Tufi 2:
ingressi a Siena****Tangenziale svincolo Siena Tufi 2:
uscite da Siena**

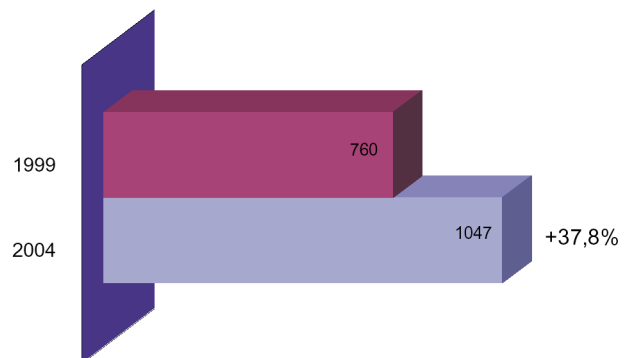
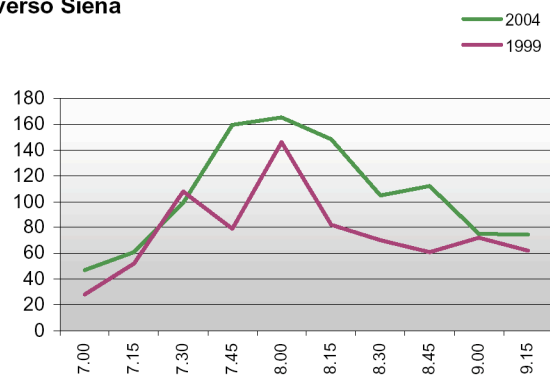
**Cassia Sud (Coroncina):
verso Siena**



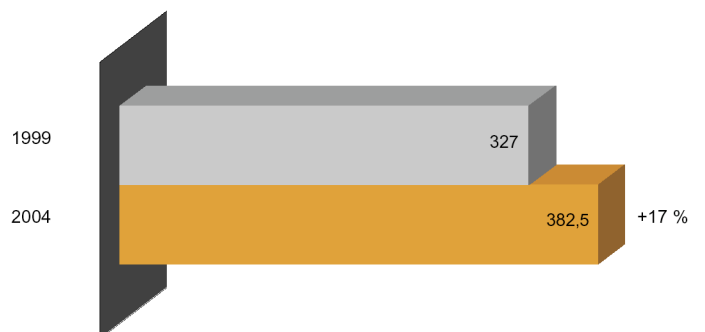
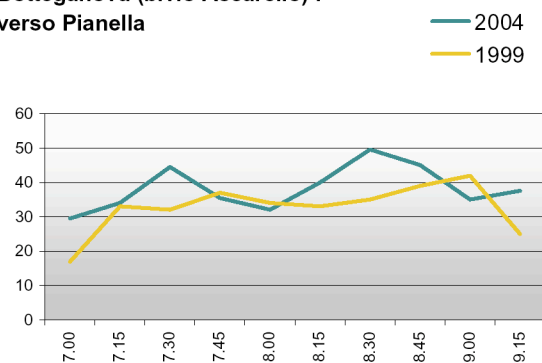
**Cassia Sud (Coroncina):
verso Roma**

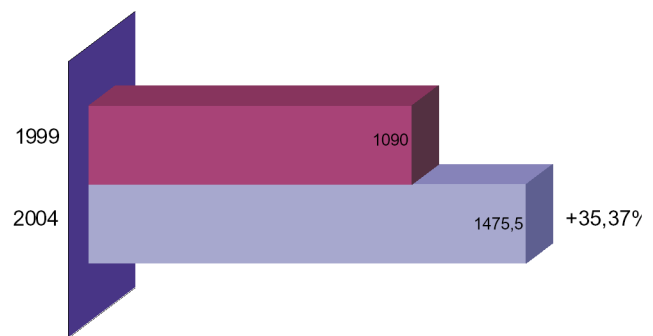
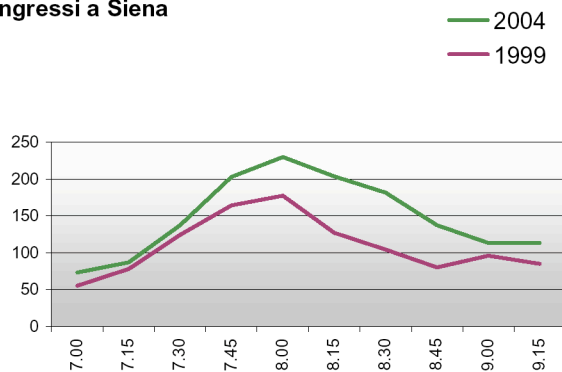
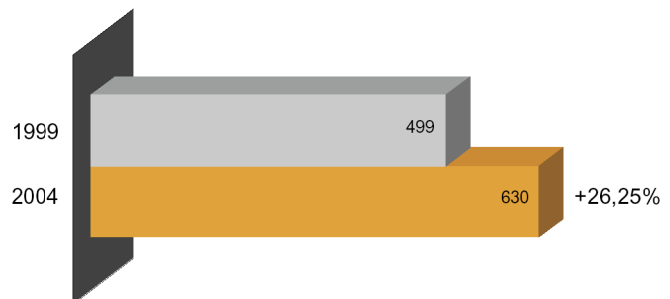
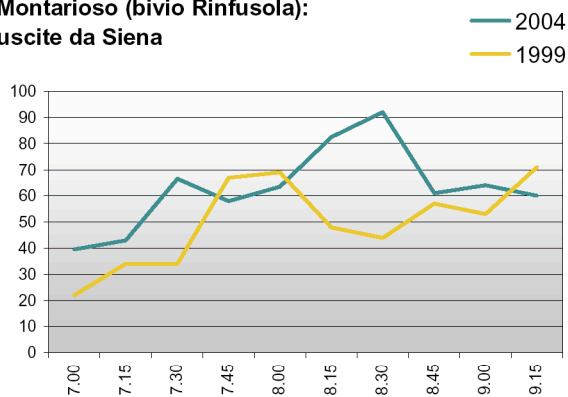
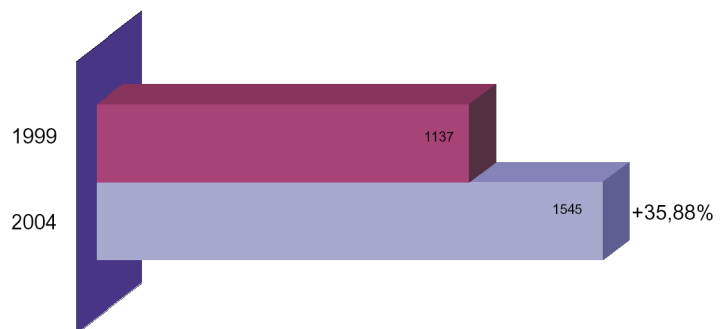
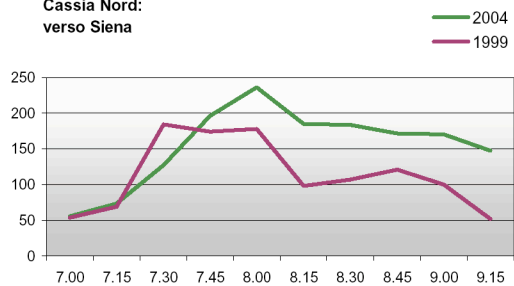
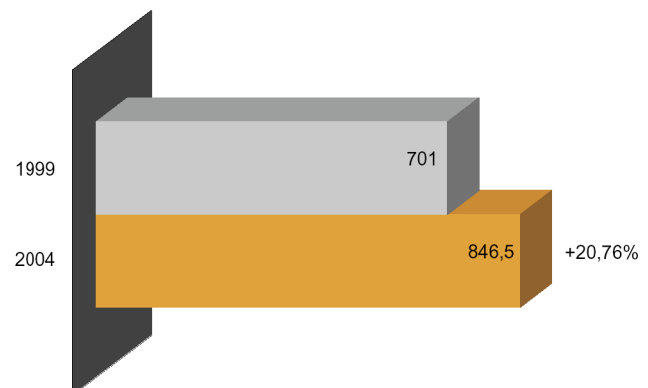
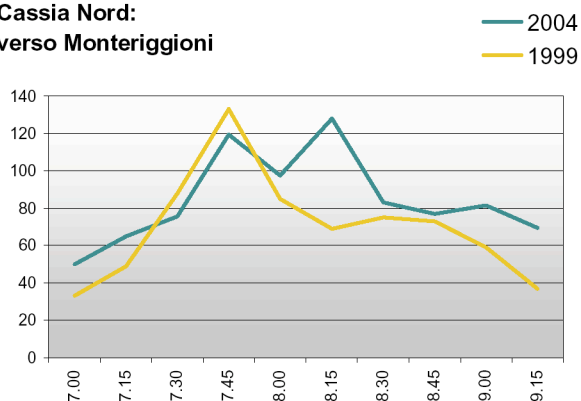


**Botteganova (bivio Ascarello) :
verso Siena**



**Botteganova (bivio Ascarello) :
verso Pianella**



**Montarioso (bivio Rinfusola):
ingressi a Siena**

**Montarioso (bivio Rinfusola):
uscite da Siena**

**Cassia Nord:
verso Siena**

**Cassia Nord:
verso Monteriggioni**


Per i flussi uscenti (+10,88%) le variazioni sembrano invece avere andamenti maggiormente irregolari. Il rilievo nella postazione Tufi 1 è quello che ha riportato il risultato più clamoroso con un incremento dei flussi veicolari in ingresso addirittura del 258% ed un decremento dei flussi in uscita del 101%. Esaminando i valori assoluti nei due anni è evidente che mentre nel 1999 erano di meno i veicoli entranti (545) rispetto a quelli uscenti (662), nel 2004 il rapporto si ribalta con 1952 veicoli in ingresso a fronte dei 329 in uscita.

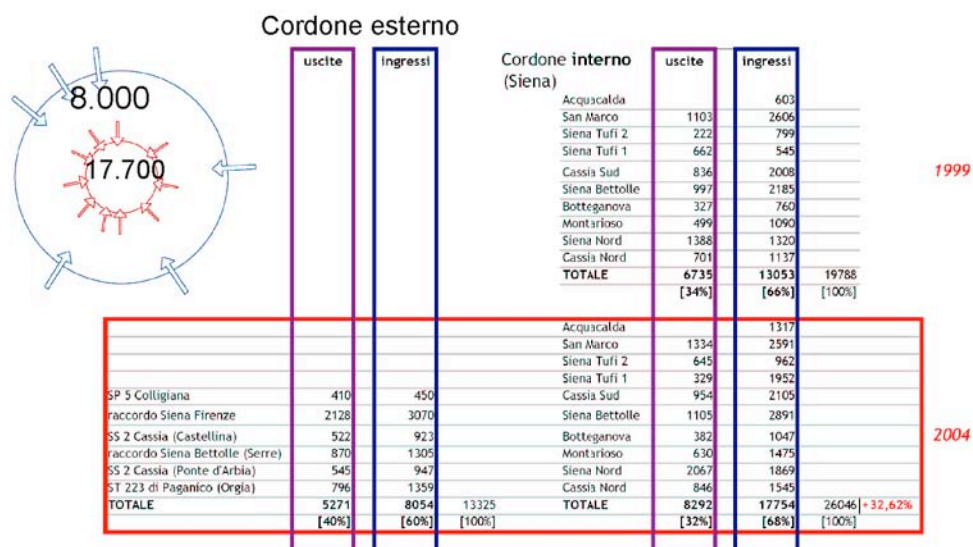
La sezione Tufi 2 invece riporta un aumento del 20% degli ingressi e del 191% delle uscite. Questi valori sono probabilmente legati ad un utilizzo più consistente della tangenziale rispetto al 1999 ed anche al diverso assetto della viabilità nell'area di Massetana Romana. Più contenute le variazioni evidenziate dai rilevamenti delle postazioni Cassia Sud (Coroncina) e Botteganova (bivio Ascarello) dove si registrano comunque incrementi sia per i flussi in ingresso che per quelli in uscita. Le sezioni di rilievo Montarioso e Cassia Nord (Braccio), infine, hanno riportato risultati in linea con i valori medi ed analoghi tra loro con un aumento degli ingressi di circa il 35% e delle uscite tra il 20 ed il 26%.

A conferma del funzionamento dell'area senese come sistema di carattere metropolitano e del conseguente incremento generale dei fenomeni di mobilità risulta evidente come ad un aumento consistente degli ingressi (da complessivi 13053 veicoli a 17754) corrisponde un minore, ma comunque sempre rilevante aumento dei veicoli in uscita da Siena (da 6735 veicoli a 8292).

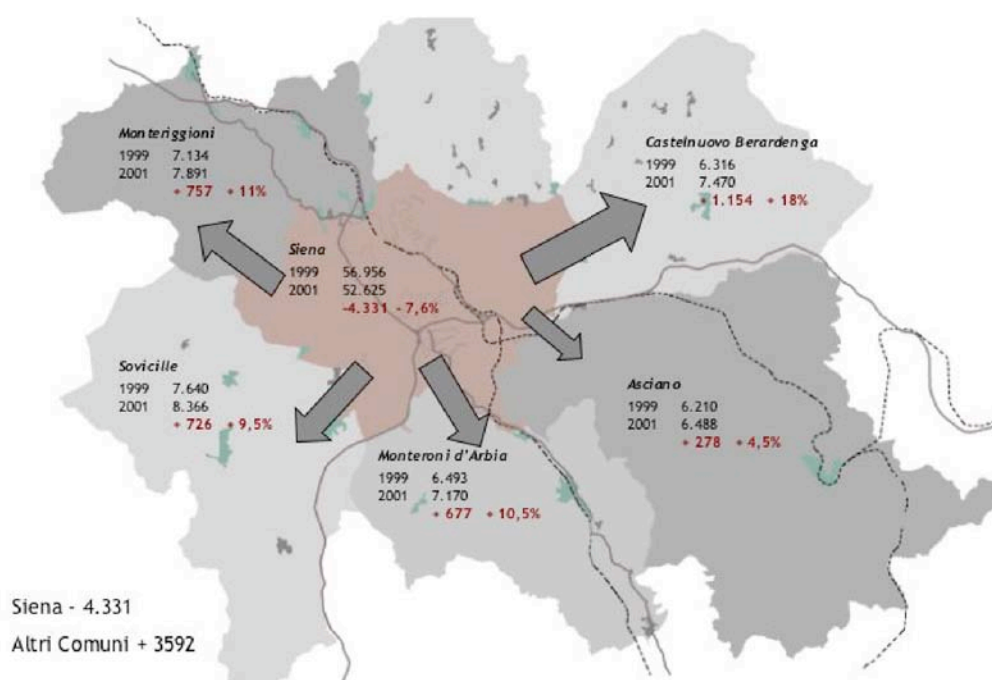
La ripartizione tra tipologie di veicoli rilevati nelle singole postazioni, invece, sia per quanto riguarda gli ingressi che le uscite, risulta pressoché identica nei due anni a confronto.

3 Conclusioni

Il primo dato che emerge dagli studi compiuti è il costante e rilevante incremento dei flussi veicolari in ingresso al centro urbano di Siena, che sembra evidentemente relazionato al parallelo incremento della popolazione residente nei Comuni contermini. A fronte cioè di un costante mantenimento dei principali

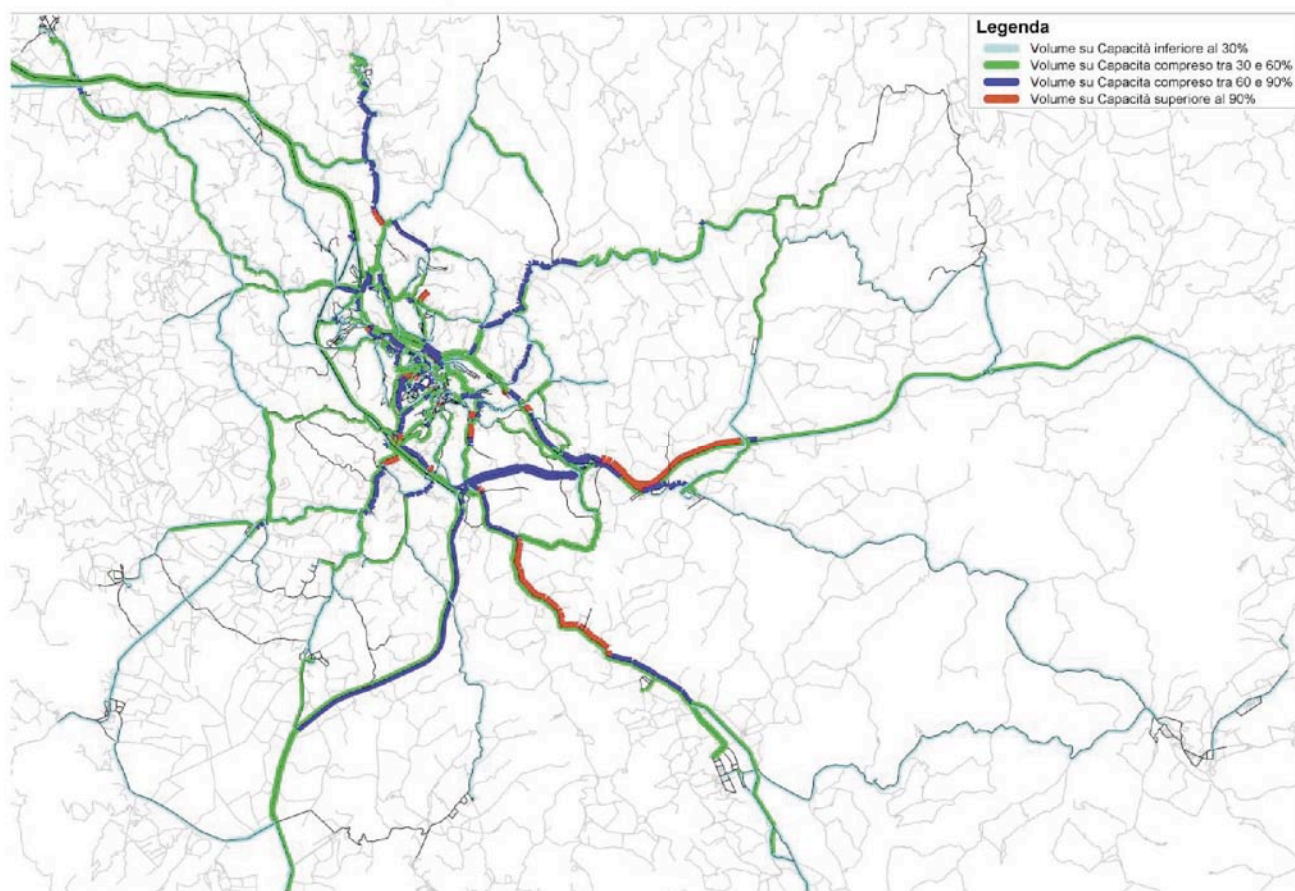


elementi attrattori e di un progressivo decentramento dei nuclei insediativi al margine del contesto urbano, la domanda di mobilità verso il capoluogo non può che aumentare. Il fenomeno potrebbe nel tempo superare la soglia di allarme che allo stato attuale risulta appena sfiorata, questo in particolare se in futuro dovesse mantenersi costante il trend di crescita dei flussi riscontrato in questi ultimi cinque anni.



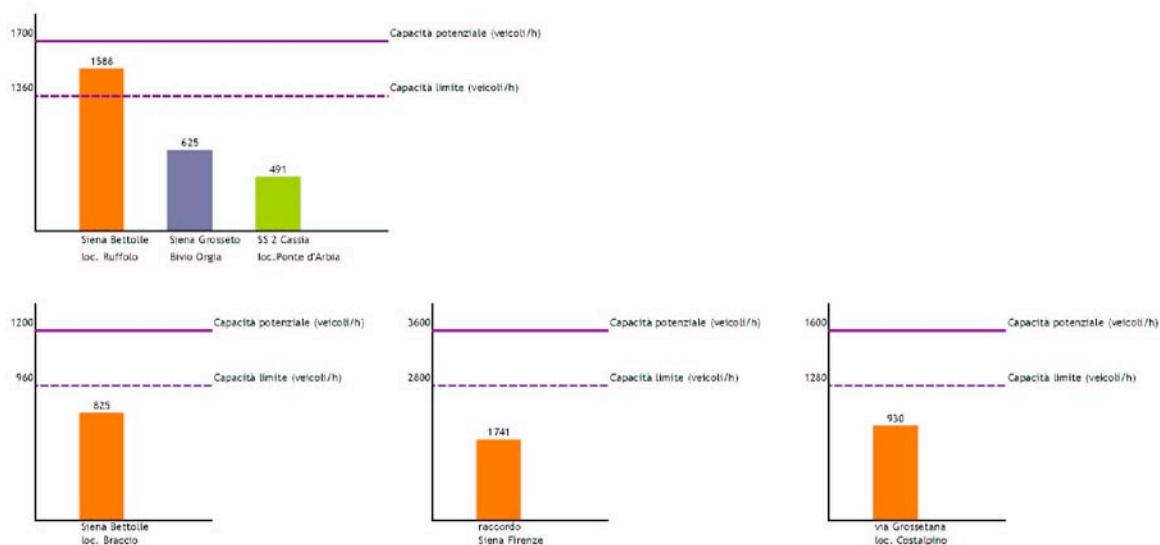
Tra le criticità rilevate, sia attraverso osservazione diretta, che attraverso l'utilizzo del modello multimodale, sono stati evidenziati alcuni assi viari il cui livello attuale di carico risulta piuttosto elevato, in particolare rispetto alla capacità di carico dell'infrastruttura stessa.

Lungo la Siena Bettolle ad esempio, nella zona dei Due Ponti, in località Ruffolo, a fronte di una capacità potenziale espressa in termini di veicoli ogni ora pari a 1700 (veicoli/h) sono stati rilevati 1588 (veicoli/h), che superano abbondantemente il livello di guardia indicato dalla letteratura di settore nell'80% della capacità potenziale e pari pertanto a 1360 (veicoli/h). Anche lungo la Cassia, in località Braccio, sono stati rilevati valori elevati: 825 (veicoli/h) contro una capacità limite pari a 960 (veicoli/h).



Gli altri contesti sottoposti a forti sollecitazioni risultano la zona di Palazzo Diavoli (intersezione Viale Cavour), Viale Bracci lungo tutto il percorso fino all'Ospedale delle Scotte; l'intersezione dei due Ponti e, in maniera più discontinua, parte di Viale Toselli, da quest'ultima intersezione fino alla rotonda del Ponte di Malizia; la Siena Bettolle nel tratto fino a Casetta; la Cassia Sud nel tratto urbano di Valli e fino all'intersezione con via Girolamo Gigli, nei pressi di Porta Romana, poi all'altezza dell'intersezione di Cerchiaia ed infine dall'intersezione con la strada di Renaccio fino ad Isola d'Arbia - Ponte a Tressa; lungo la Statale 73 "Ponente" nel tratto tra Costalpino e Costafabbi; l'intersezione alla "colonna di San Marco" e l'intero tratto della Massetana Romana; la parte terminale nord della Strada di Pescaia e tutta la viabilità di adduzione e circolazione intorno alla Fortezza-Stadio.

Sarebbe rischioso non mantenere sotto controllo queste situazioni ed i loro valori, soprattutto in relazione ad



eventuali azioni e previsioni che possano potenzialmente comportare, se attuate, un innalzamento del livello attuale di utilizzo del mezzo privato per i movimenti da e verso il capoluogo.

Se da un lato i rilievi indicano senza ombra di dubbio un maggior utilizzo, negli ultimi anni, del mezzo privato per gli spostamenti di carattere urbano e periurbano, dati meno certi ma altamente probabili, ci confermano una parallela riduzione, nello stesso periodo di osservazione, degli utenti del trasporto pubblico locale ed extraurbano. Difficile non mettere in relazione i due dati: cioè l'incremento dell'uso dell'auto con il minor utilizzo del mezzo pubblico. Questi elementi ci inducono sostanzialmente due diversi tipi di riflessione.

La prima verte direttamente sugli effetti che un crescente livello di congestione del traffico, ostacolando la mobilità, potrebbe pregiudicare l'attuale livello di accessibilità agli elementi fondamentali e primari del territorio (servizi, luoghi di lavoro, centri di svago) attuando inoltre ricadute consistenti anche dal punto di vista dei costi per l'economia della città. Secondo dati ufficiali della Comunità Europea, le ricadute economiche derivanti dalla congestione del traffico sono stimabili nello 0,5% del PIL della Comunità, percentuale che secondo le previsioni dovrebbe salire all'1% nel 2010 (*"La politica europea dei trasporti fino al 2010: il momento delle scelte"* COM2001-370 def.). A fronte di evidenti e notevoli progressi nella riduzione delle emissioni nocive prodotti dai singoli veicoli (il traffico urbano è responsabile del 40% delle emissioni di CO₂ derivante dai trasporti), questi rischiano di essere vanificati dall'incremento complessivo del trasporto automobilistico nelle aree urbane, in particolare in corrispondenza dei cosiddetti "punti caldi", ossia i principali incroci e i siti a più elevato traffico veicolare.

Queste considerazioni ci spingono a considerare quale elemento centrale delle politiche da attuare per la mobilità, la riduzione e razionalizzazione della mobilità privata, da ottenersi in particolare attraverso il massimo utilizzo dei mezzi di trasporto collettivi, che consentono un miglior livello di accessibilità ai beni ed ai servizi e presentano evidenti benefici dal punto di vista ambientale, risultando potenzialmente capaci di ridurre i problemi di congestione del traffico e di

scongiurare, se ben calibrati e incoraggiati, gli effetti provocati dal possibile incremento delle motivazioni di spostamento verso il centro di Siena.

Interventi quali ad esempio l'istituzione di una "metropolitana leggera di superficie" per le aree della Val d'Arbia e delle Crete e per la Val d'Elsa, possono risultare strategici nella gestione del sistema mobilità e rappresentare gli elementi sui quali formare parte delle linee guida del progetto.

La seconda riflessione entra nel merito delle scelte sulle modalità di accesso e approdo all'area urbana di Siena. Scelte che, per quanto precedentemente sostenuto, dovrebbero pertanto orientarsi verso azioni che presuppongano la propensione all'utilizzo del mezzo pubblico. Gli interventi sulla circolazione e sul sistema degli accessi dovrebbero essere pertanto scelti secondo tale indirizzo. Ma l'aspetto più sostanziale risulta quello della corretta valutazione del "costo generalizzato" degli spostamenti. La domanda di trasporto dipende infatti dal costo generalizzato ed è condizionata dalla disponibilità a sostenerne tale costo. Il costo generalizzato risulta composto dal prezzo monetario dello spostamento, dal tempo impiegato nello spostamento e dal comfort che l'utente rileva nell'uso di un determinato mezzo: "prezzo generalizzato" = (monetario + tempo + comfort). Tutto questo ragionamento ci porta a sostenere che qualsiasi intervento sulla mobilità, anche di tipo virtuoso, cioè retto da buone intenzioni e corretto dal punto di vista del livello di sostenibilità dell'azione, può risultare inefficace (addirittura controproducente, cioè irritante per l'utente che lo subisce) se il suo costo generalizzato non risulta competitivo con le altre analoghe e possibili alternative.

Valutati in quest'ottica, alcuni interventi supposti strategici, quali ad esempio la "metropolitana leggera", i "parcheggi scambiatori", le "navette minibus", risultano azioni a rischio di insostenibilità dal punto di vista appunto dei costi generalizzati. L'efficacia di ciascuna azione andrà valutata perciò in relazione alla capacità di porsi in maniera competitiva rispetto all'attuale modalità utilizzata che si vuole sostituire o della quale si intende ridurre l'uso.

Nei casi sopra citati tale competizione avviene nei confronti della "mobilità privata" che, dal punto di vista dei "costi generalizzati" vanta un prezzo assolutamente ed altamente competitivo, anche se a fronte, come si è visto, di un livello di sostenibilità assolutamente ridotto e scarsamente migliorabile in futuro ed a costi collettivi (non percepiti cioè in maniera diretta dall'utente) di livello significativo e destinati, in futuro, ad aumentare considerevolmente.

