



Società partecipata di



**SMART CITY E PIANIFICAZIONE URBANA**

---

## ***Il modello di simulazione di traffico***

*RELAZIONE METODOLOGICA A SUPPORTO DELL'ANALISI DELLA  
SITUAZIONE ATTUALE E DELLA VALUTAZIONE DEGLI SCENARI DI PIANO*



*Comune di Lanciano*

1. DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA UTILIZZATA .....	3
1.1. Introduzione.....	3
1.2. Modellizzazione di sistemi di trasporto .....	3
1.3. Modelli dell'offerta di trasporto.....	5
1.4. Modelli di assegnazione alle reti di trasporto.....	22
1.5. Stima della matrice O/D.....	26
2. APPLICAZIONE AL COMUNE DI LANCIANO .....	30
2.1. Il modello di offerta di trasporto .....	30
2.2. La stima della domanda su auto.....	46
2.3. Correzione della matrice O/D attuale mediante i flussi rilevati .....	52
2.4. Interazione domanda e offerta.....	55
2.5. Il modello di assegnazione utilizzato .....	56
3. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA STRADALE DI LANCIANO .....	65
3.1. Risultati dell'assegnazione e valutazione del funzionamento del sistema stradale .....	74
3.2. Valutazione dei benefici per la collettività .....	96
3.3. Risultati dello studio ambientale .....	106
ALLEGATO 1 LOCALIZZAZIONE DEGLI INCIDENTI STRADALI .....	111
ALLEGATO 2 RILIEVI DI TRAFFICO .....	118
1. RILIEVI DI TRAFFICO .....	118
2. RISULTATI DEL RILIEVO .....	120
INDICE DELLE FIGURE .....	160
INDICE DELLE TABELLE.....	162

## 1. DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA UTILIZZATA

### 1.1. Introduzione

In generale la simulazione del funzionamento di un sistema di trasporto avviene mediante l'utilizzo di modelli matematici in grado di rappresentare l'offerta di trasporto, stimare la domanda di spostamenti che impegna il sistema nel periodo di riferimento e simulare l'interazione tra la domanda di spostamenti e l'offerta di trasporto producendo i flussi sugli elementi rappresentativi del sistema (archi della rete) e la prestazione degli stessi e del sistema in termini di congestione, inquinamento, tempi e chilometri percorsi, accessibilità, eccetera.

Nel seguito si descriverà la metodologia utilizzata, mentre nel capitolo successivo si descriverà il modello implementato per la modellizzazione del sistema stradale della città di LANCIANO a supporto della redazione del PUMS.

### 1.2. Modellizzazione di sistemi di trasporto

Gli strumenti matematici, che saranno di seguito descritti, consentono la simulazione delle interazioni tra i vari elementi di un sistema di trasporto oggetto di studio.

Si possono identificare i seguenti tre sottomodelli:

- **modelli di offerta:** simulano il servizio di trasporto fornito per lo spostamento tra i diversi *centroidi*. Più specificamente, i modelli di offerta simulano le prestazioni delle infrastrutture, i servizi per gli utenti e gli impatti esterni (inquinamento, consumo energetico, incidenti). I risultanti attributi di livello di servizio, quali tempo e costo di viaggio, sono variabili di ingresso per i modelli di domanda;
- **modelli di domanda:** simulano gli aspetti rilevanti della domanda di mobilità in funzione del sistema delle attività e del livello di servizio fornito dal sistema di offerta. Le caratteristiche tipicamente simulate includono il numero di spostamenti nel periodo di riferimento e la loro distribuzione tra i diversi intervalli temporali all'interno del periodo di riferimento, fra diversi punti del territorio, le diverse modalità di trasporto e i diversi percorsi possibili. L'analisi e la progettazione di interventi sui sistemi di trasporto richiedono la stima della domanda attuale e/o la previsione di quella futura. Tali stime possono essere ottenute utilizzando fonti di informazione e strumenti statistici diversi. Per stimare la domanda attuale è possibile effettuare delle indagini, tipicamente delle interviste, su di un campione di utenti e da queste, utilizzando le tecniche della statistica inferenziale, ottenere delle stime dirette della domanda. È possibile effettuare anche la stima da modello, che richiede che i modelli siano specificati (cioè sia scelta la forma funzionale e le variabili che vi compaiono), calibrati (cioè siano

stimati i valori dei coefficienti in essi contenuti) e validati (cioè ne sia valutata la capacità di riprodurre i dati disponibili);

- **modelli di assegnazione:** simulano come la domanda O/D e i flussi di percorso usano i vari elementi del sistema di offerta. I modelli di assegnazione consentono il calcolo dei flussi di arco, ovvero del numero di utenti che utilizza ciascun arco della rete che rappresenta l'offerta di trasporto nel periodo di riferimento.

In Figura 1 è riportata la struttura di un modello del sistema di trasporto.

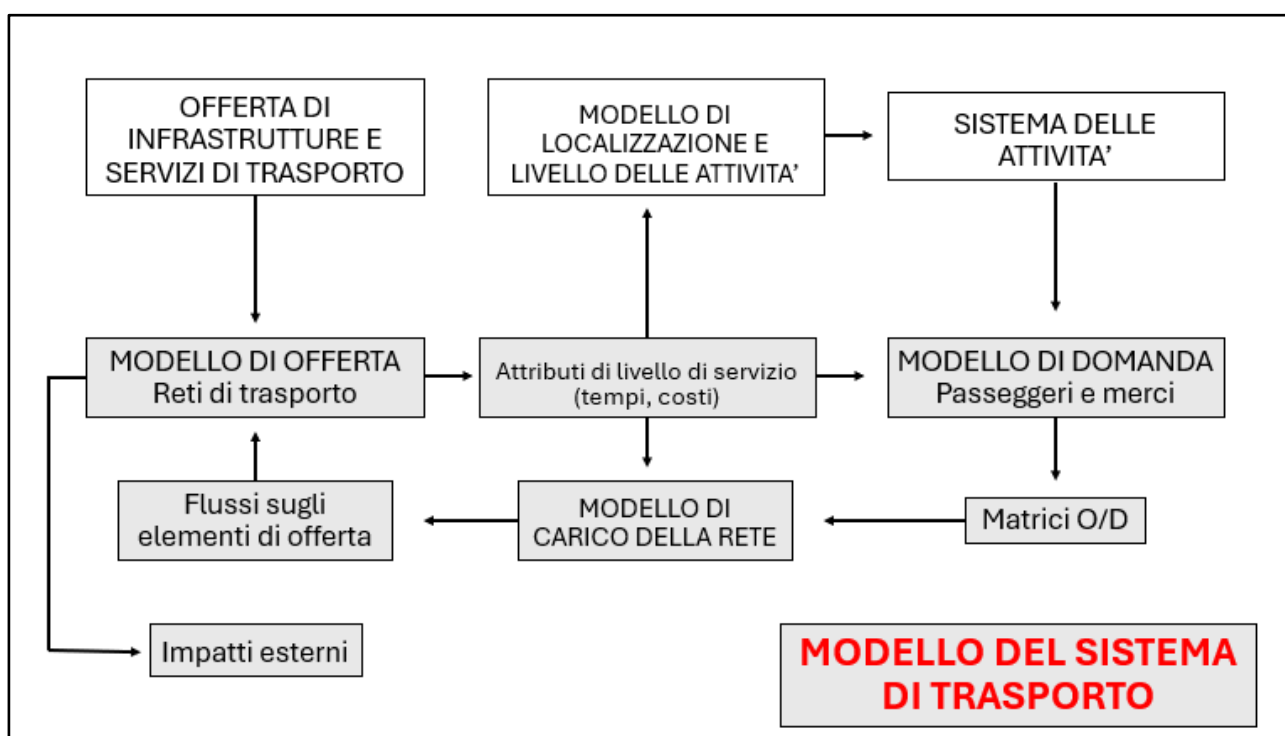


Figura 1 – Struttura dei modelli per la simulazione dei sistemi di trasporto

Le ipotesi generali, sulle quali si basano i modelli che saranno descritti dettagliatamente in seguito, possono essere così sintetizzate:

- *Delimitazione fisica e funzionale del sistema.* Il sistema di trasporto si assume confinato all'interno di un ambito definito (area di studio) e l'ambiente esterno è tenuto in conto unicamente attraverso le relazioni di domanda (domanda di scambio e attraversamento) e di offerta (infrastrutture e servizi di trasporto) con l'area di studio.
- *Discretizzazione dello spazio (zonizzazione).* Il territorio fisico sul quale si espletano la domanda e



l'offerta di trasporto sono suddivisi in unità discrete (zone di traffico) alle quali sono riferite tutte le grandezze socioeconomiche relative ad ogni zona. Si assume inoltre che i punti di partenza e arrivo di tutti gli spostamenti che interessano una zona siano concentrati in un unico punto detto centroide di zona.

- *Identificazione dei servizi di trasporto rilevanti (rete di base).* Soltanto quelle infrastrutture e/o servizi che collegano i centroidi interni dell'area di studio tra di loro, o che li collegano con i centroidi esterni, sono esplicitamente rappresentati e modellizzati.
- *Identificazione dei periodi di simulazione rilevanti.* Si riferisce alla definizione dell'ampiezza del periodo di analisi, alla selezione delle variazioni cicliche significative da modellizzare, e alla identificazione dei corrispondenti periodi di riferimento o di simulazione.
- *Ipotesi circa la variabilità intraperiodale.* L'approccio di stazionarietà intraperiodale ipotizza che la domanda di trasporto e l'offerta abbiano caratteristiche costanti durante un periodo di tempo abbastanza lungo da raggiungere condizioni stazionarie. Sotto questa ipotesi, le variabili significative assumono valori che sono indipendenti dall'istante di tempo di riferimento.
- *Tipo di interazione domanda-offerta.* Nell'approccio di equilibrio, si assume che il sistema è in una configurazione di equilibrio nella quale i flussi di domanda, i flussi di percorso e i costi sono mutuamente consistenti.

### 1.3. Modelli dell'offerta di trasporto

Il fondamento dei modelli dell'offerta di trasporto è costituito dai grafi, di seguito introdotti per primi. Successivamente, sono presentati i modelli di propagazione del flusso su rete (che includono i flussi di arco) e i modelli di rete (che includono prestazioni e costi di arco). In ultimo sono sviluppati i modelli di propagazione del flusso su rete congestionata che esprimono le relazioni tra prestazioni, costi e flussi, e si basano sui risultati della teoria del deflusso.

#### 1.3.1 Struttura della rete

La struttura della rete è rappresentata mediante un *grafo*. Quest'ultimo è definito da un insieme  $N$  di elementi detti *nodi* e da un insieme di coppie di nodi appartenenti a  $N$  detti *archi*. I grafi utilizzati per le reti di trasporto sono orientati: gli archi hanno verso di percorrenza e le coppie di nodi che li definiscono sono coppie ordinate. Un arco che collega la coppia di nodi  $(i,j)$  può essere indicato anche con un unico indice, ad esempio  $a$ .

In un grafo che schematizza un sistema di trasporto gli archi rappresentano fasi e/o attività di possibili spostamenti tra zone di traffico differenti. Gli archi sono scelti in maniera tale che le caratteristiche fisiche e funzionali siano omogenee per l'intero arco (ad esempio, velocità media costante). In questo senso, gli archi possono essere considerati come la suddivisione degli spostamenti in segmenti, ognuno dei quali con determinate caratteristiche; il livello di dettaglio di tale suddivisione può essere chiaramente molto diverso per lo stesso sistema fisico in funzione degli obiettivi dell'analisi.

I *nodi* corrispondono ad eventi significativi che delimitano le fasi dello spostamento (gli archi) ovvero ai punti di coordinate spaziali e/o temporali in cui occorrono gli eventi che essi rappresentano. Nelle *reti sincroniche*, i nodi non sono individuati da una specifica coordinata temporale, ma lo stesso nodo rappresenta eventi che avvengono in istanti diversi. Ad esempio, i diversi istanti di ingresso o di uscita da un tronco stradale, un'intersezione, una stazione, possono essere associati ad un singolo nodo che rappresenta tutti gli eventi entrata/uscita. I centroidi corrispondono all'inizio e/o al termine di uno spostamento e sono rappresentati da nodi centroidi.

Uno spostamento è una sequenza di più fasi e in un grafo che rappresenta l'offerta di trasporto è rappresentato da un percorso,  $k$ , definito come una successione di archi consecutivi che collegano un nodo iniziale (origine del percorso) ad un nodo finale (destinazione del percorso).

Di solito, nei grafi che schematizzano sistemi di trasporto si considerano solo i percorsi che collegano nodi centroidi, per cui, ogni percorso è associato inequivocabilmente ad una, e ad una sola coppia O-D, mentre diversi percorsi possono collegare la stessa coppia O-D.

Si riporta di seguito un esempio di grafo con differenti percorsi che connettono i nodi centroidi.

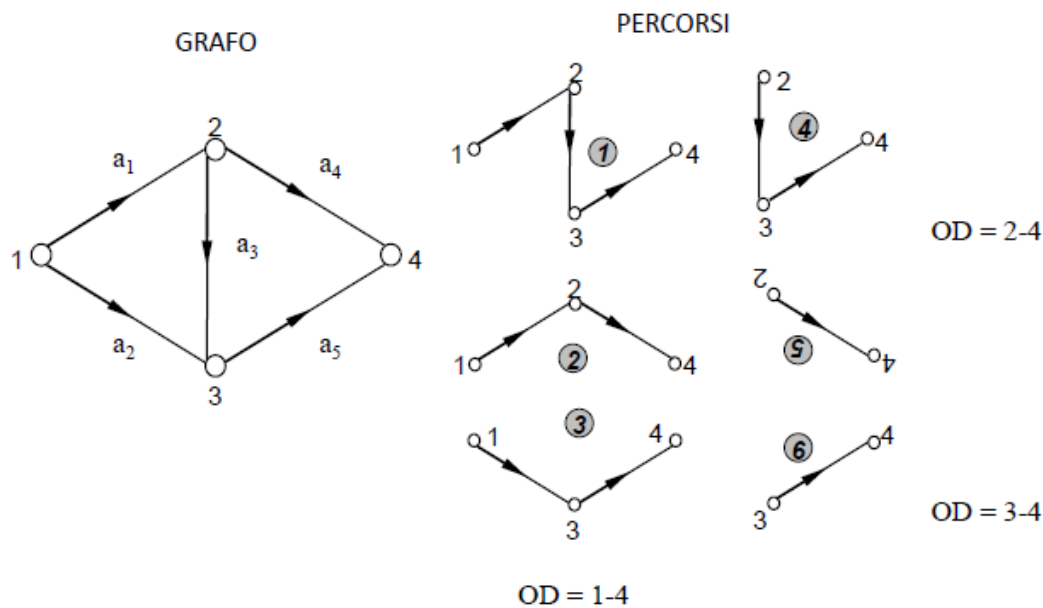


Figura 2 – Esempio di un grafo.

La relazione esistente tra archi e percorsi si può rappresentare mediante la *matrice di incidenza archi-percorsi*,  $\Delta$ , la quale è composta da tante righe quanti sono gli archi e tante colonne quanti sono i percorsi. Il generico elemento  $\delta_{ak}$  della matrice binaria  $\Delta$  vale uno se l'arco  $a$  appartiene al percorso  $k$  e zero altrimenti. La riga della matrice di incidenza archi-percorsi, corrispondente all'arco  $a$ , individua tutti i percorsi che comprendono quell'arco (le colonne  $k$  per le quali risulta  $\delta_{ak}=1$ ). Inoltre, gli elementi della colonna  $k$  individuano tutti gli archi che compongono il percorso  $k$  (le righe  $a$ , per le quali risulta  $\delta_{ak}=1$ ).







O-D		1-4			2-4		3-4
paths		1	2	3	4	5	6
links							
	$a_1$	1	0	1	0	0	0
	$a_2$	0	1	0	0	0	0
	$a_3$	1	0	0	1	0	0
	$a_4$	0	0	1	0	1	0
	$a_5$	1	1	0	1	0	1

Figura 3 – Matrice di incidenza archi-percorsi

### 1.3.2 Flussi

A ciascun arco  $a$  può essere associato un flusso di arco,  $f_a$ , che è il numero medio di unità omogenee che utilizzano l'arco  $a$  nell'unità di tempo (ossia che svolgono la fase dello spostamento rappresentata dall'arco). In altre parole, il flusso di arco è una variabile aleatoria di media  $f_a$ . I flussi di utenti si riferiscono a utenti

quali viaggiatori. I *flussi di veicoli* si riferiscono a veicoli, eventualmente di diversi tipi quali automobili, autobus, treni, ecc.

Per i modi di trasporto individuali quali automobili o mezzi pesanti, i flussi di utenti possono essere trasformati agevolmente in flussi di veicoli mediante coefficienti di occupazione media. Per i servizi di trasporto a orario, quali i treni, i flussi di veicoli si deducono dall'orario e sono spesso trattati come un input al modello dell'offerta.

Il flusso di arco della classe di utenti o del tipo di veicolo,  $i$ , sarà indicato con  $f_a^i$ . Le variabili di prestazione e i costi di arco sono influenzati dai flussi di utenti o veicoli. Per tener conto di questa dipendenza è spesso conveniente omogeneizzare le diverse classi di utenti o i diversi tipi di veicoli mediante la definizione di *flussi equivalenti* associati agli archi. In questo caso, i flussi di classi di utenti diverse o di tipi di veicoli diversi sono omogeneizzati ad una classe o ad un tipo di riferimento:

$$f_a = \sum_i w_i f_a^i$$

dove  $w_i$  è il coefficiente di omogeneizzazione degli utenti della classe  $i$ , che porta in conto l'influenza di tale classe di utenti sulle prestazioni di arco. Per esempio, nel caso di flussi di veicoli stradali, le autovetture sono di solito considerate come tipo di veicoli di riferimento ( $w_i=1$ ); gli altri flussi veicolari sono trasformati in flussi equivalenti di autovetture mediante coefficienti  $w_i$ , maggiori di uno, se il contributo alla congestione è maggiore di quello delle automobili (autobus, mezzi pesanti ecc.), minore di uno, in caso contrario (moto, biciclette ecc.)

Il vettore dei flussi di arco,  $f$ , ha per generica componente il flusso sull'arco  $a$ ,  $f_a$ .

Le variabili di flusso possono essere associate anche ai percorsi. Nell'ipotesi di stazionarietà intra-periodale, il numero di utenti che in ciascun sotto-intervallo del periodo di riferimento percorre ciascun percorso  $k$ , viene chiamato *flusso di percorso*  $h_k$ . Se gli utenti hanno caratteristiche differenti, vale a dire appartengono a classi differenti, possono introdursi flussi di percorso per ciascuna classe  $i$ ,  $h_k^i$ , che possono essere omogeneizzati mediante coefficienti  $w_i$  analoghi a quelli introdotti per i flussi di arco. Il flusso di percorso equivalente è quindi dato da:

$$h_k = \sum_i w_i h_k^i$$

Ovviamente esiste una relazione fra flussi di arco e flussi di percorso. Il flusso su ciascun arco  $a$ , infatti, è la somma dei flussi sui vari percorsi che attraversano l'arco  $a$ . Questa relazione può essere espressa utilizzando gli elementi  $\delta_{ak}$  della matrice incidenza archi-percorsi:

$$f_a = \sum_k \delta_{ak} h_k$$

ovvero in termini matriciali:

$$f = \Delta h$$

dove  $h$  è il vettore dei flussi di percorso.

**Le ultime due equazioni scritte descrivono il modo in cui i flussi di percorso inducono i flussi sui singoli archi.**

### 1.3.3 Variabili di prestazione e costi di trasporto

A ciascuna fase dello spostamento possono essere associate alcune grandezze percepite dagli utenti, quali ad esempio i tempi di viaggio (di attraversamento e/o di attesa), i costi monetari, il discomfort, ecc. Tali variabili sono note come *attributi di livello di servizio* o di prestazione e in generale corrispondono a disutilità o costi per gli utenti (in altre parole la soddisfazione degli utenti aumenta quando il valore di tali variabili si riducono). Il valore medio dell' $n$ -esima variabile di prestazione relativa all'arco  $a$  sarà indicato con  $r_{na}$ . Il *costo di trasporto di arco* è una variabile che sintetizza diverse variabili di prestazione supportate e percepite dagli utenti nell'effettuare le scelte di viaggio e, in particolare, le scelte di percorso. Quindi, il costo di trasporto di arco riflette la disutilità percepita dagli utenti nell'effettuare l'attività rappresentata dall'arco.

Le variabili di prestazione che compongono il costo di trasporto sono in genere grandezze non omogenee. Per ridurre il costo ad un'unica grandezza scalare le diverse componenti possono essere omogeneizzate in un costo generalizzato mediante coefficienti di reciproca sostituzione,  $\theta$  (il cui valore può essere stimato calibrando un modello di scelta del percorso) Il costo di trasporto,  $c_a$ , relativo all'arco  $a$  può essere formulato come:

$$c_a = \beta_1 \cdot t_a + \beta_2 \cdot mc_a$$

dove  $t_a$  è il tempo di viaggio e  $mc_a$  è il costo monetario (ad esempio il pedaggio) connesso all'attraversamento dell'arco. Nel caso più generale, il costo di trasporto di un arco può essere espresso in funzione di diverse variabili di prestazione di arco come:

$$c_a = \sum_n \beta_n r_{na}$$

Utenti diversi possono sperimentare e/o percepire costi di trasporto diversi per uno stesso arco. Se si aggiunge, poi, che l'analista può non avere una perfetta conoscenza di tali costi, ci si rende conto di come il costo di arco percepito sia ben rappresentato da una variabile aleatoria distribuita tra gli utenti il cui valor medio è il costo di trasporto dell'arco,  $c_a$ . Possono esistere altre disutilità associate ad un arco, sia per gli utenti (ad esempio il rischio di incidenti o il consumo dei pneumatici) che per la collettività (quali l'inquinamento acustico e atmosferico); tuttavia è generalmente assunto che non vengono considerate dall'utente nelle loro scelte di viaggio e pertanto non sono incluse nel costo del trasporto.

Il costo del trasporto rappresenta quindi un costo *interno*, utilizzato per la simulazione del funzionamento del sistema di trasporto e, in particolare, per la simulazione delle scelte dei viaggiatori; le altre disutilità costituiscono dei costi *esterni*, utilizzati per la progettazione e la valutazione di interventi sul sistema.

Diverse classi di utenti possono avere diversi costi medi di trasporto. Questo può essere dovuto a valori diversi delle variabili di prestazione (ad esempio velocità e quindi tempi di percorrenza diversi) o a coefficienti di omogeneizzazione diversi (ad esempio tassi di sostituzione tempi/denari diversi in funzione di redditi diversi). In questo caso si può associare un costo di arco  $c_a^i$  a ciascuna classe di utenti  $i$ .

#### 1.3.4 Funzioni di prestazione e di costo di arco

Gli attributi di prestazione di arco dipendono generalmente dalle caratteristiche fisiche e funzionali dell'infrastruttura relative alla fase dello spostamento rappresentata dall'arco stesso. Tipici esempi sono il tempo di percorrenze di un tratto stradale, che dipende per esempio dalla lunghezza, tortuosità, velocità consentita sull'arco ecc., oppure, il tempo di attesa alle fermate degli autobus, funzione del distanziamento temporale tra due veicoli successivi. Quando molti viaggiatori o veicoli utilizzano la medesima infrastruttura, possono interagire tra di loro influenzando le prestazioni di arco e ingenerando il fenomeno noto come

congestione. Tipicamente, gli effetti della congestione sulle prestazioni di arco si amplificano all'aumentare del flusso. Per esempio, quanto più il flusso di veicoli che si muovono su di un tratto stradale è elevato, tanto più è probabile che i veicoli più veloci siano rallentati da quelli più lenti, determinando così un aumento del tempo medio di percorrenza. Così, quanto maggiore è il flusso che arriva ad una intersezione, tanto più elevato sarà il tempo medio di attesa.

In generale, gli effetti della congestione sono tali che gli attributi di prestazione di un arco possono essere influenzati sia dal flusso che percorre l'arco in esame che da quello che percorrono gli altri archi. Le funzioni di prestazione di arco legano gli attributi di prestazione di arco,  $r_{na}$ , alle caratteristiche fisiche e funzionali dell'arco  $a$ , ordinate in un vettore  $b_{na}$  e al flusso equivalente sull'arco  $a$  e, possibilmente, a quelli sugli altri archi ordinati nel vettore  $f$ :

$$r_{na} = r_{na}(f, b_{na}, \gamma_{na})$$

dove  $\gamma_{na}$  è un vettore di parametri utilizzato nella funzione.

Dal momento che il costo generalizzato di trasporto di un arco,  $c_a$ , è una combinazione lineare di attributi di prestazione di arco, le funzioni di costo di arco possono essere espresse in funzione degli stessi parametri:

$$c_a = c_a(f, b_a, \gamma_a)$$

Le funzioni di prestazioni e di costo possono essere classificate in funzioni separabili e non-separabili rispetto all'arco. Nel primo caso, le variabili di prestazioni e di costo di un arco dipendono esclusivamente dal flusso sull'arco stesso:

$$c_a(f) = c_a(f)$$

Nel secondo caso dipendono anche dal flusso su altri archi.

### 1.3.5 Applicazioni del modello di offerta di trasporto

I modelli di rete e i relativi algoritmi costituiscono un potente strumento per la modellizzazione di un sistema di trasporto. Un modello di rete è una descrizione semplificata dei fenomeni fisici rilevanti per l'analisi, la

progettazione e la valutazione di un determinato sistema. I modelli di rete, inoltre, variano in funzione degli scopi per i quali vengono utilizzati.

La costruzione di un modello di rete di solito richiede una sequenza di operazioni; nel caso più generale un modello di offerta su rete viene costruito mediante le seguenti fasi:

- A. Delimitazione dell'area di studio;
- B. Zonizzazione;
- C. Selezione degli elementi di offerta rilevanti (estrazione della rete di base)
- D. Costruzione del grafo;
- E. Individuazione delle funzioni di prestazione e di costo;
- F. Identificazione delle funzioni di impatto;

*Delimitazione dell'area di studio e zonizzazione.* L'area geografica oggetto dell'intervento, denominata area di intervento, rappresenta l'area nella quale si realizzeranno gli interventi di piano.

L'area di studio, invece, considerata più grande dell'area di intervento, è quell'area dove "si ritiene si esauriscano la maggior parte degli effetti determinati dagli interventi progettati" ed è costituita, in questo caso, dall'intero territorio comunale.

Per procedere alla modellizzazione del sistema e, quindi, schematizzare gli spostamenti che avvengono tra punti specifici dell'area, si suddivide l'area di studio in *zone di traffico*, fra le quali avvengono gli spostamenti che interessano il sistema in esame: uno spostamento, infatti, può iniziare e terminare in qualsiasi punto del territorio, pertanto, si discretizza il territorio suddividendolo in zone (zone di traffico, appunto) tra le quali si concentrano gli spostamenti in atto.

Gli spostamenti che interessano la singola zona di traffico, ovvero iniziano e terminano all'interno della stessa e che non vengono considerati nell'ambito del piano, sono definiti *intrazonali*, mentre quelli che avvengono tra zone diverse sono definiti *interzonali*.

Poiché l'obiettivo della zonizzazione è quello di approssimare tutti i punti di inizio e fine degli spostamenti interzonali con un unico punto detto *centroide* di zona, il criterio seguito per procedere alla zonizzazione è quello di individuare le porzioni dell'area per le quali tale concentrazione rappresenti un'ipotesi accettabile.

I criteri seguiti sono generalmente i seguenti:

- coincidenza dei confini delle zone con i confini delle sezioni di censimento ISTAT;
- uniformità (e presumibilmente omogeneità) delle destinazioni d'uso dei suoli di ciascuna zona;
- rispetto di linee di discontinuità del territorio (i rilevati della ferrovia, di assi autostradali, ecc.);



- contenimento delle dimensioni trasversali delle zone edificate al di sotto di distanze che possono essere considerate certamente “pedonali”;
- individuazione di zone con un numero di residenti comparabili.

*Estrazione della rete di base.* L'insieme degli elementi fisici rappresentati per un'applicazione è chiamato rete di base. Ad esempio, nei sistemi stradali urbani, sono individuati i tronchi stradali e le loro principali regole di traffico tipo senso unico, nessuna svolta ecc. (cfr. Figura 4).

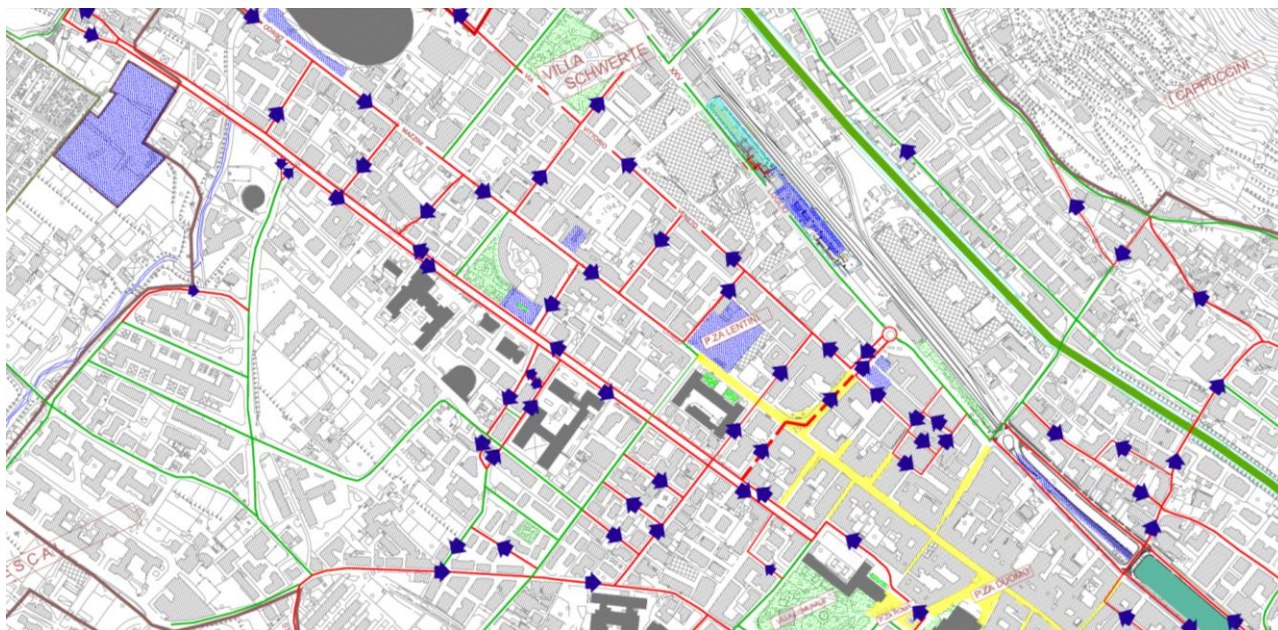


Figura 4 – Esempio della rete stradale di base per una porzione di area urbana

La scelta degli elementi da considerare è strettamente collegata ancora una volta alle finalità per le quali si costruisce il modello. Ad esempio, per un progetto di riorganizzazione dei servizi di trasporto collettivo di un'area saranno considerati tali i servizi e le infrastrutture sulle quali questi operano, così come le principali fermate, le linee che operano lungo le sezioni ecc.

Le infrastrutture e i servizi possono essere relativi ad una singola o più modalità di trasporto. Nel primo caso si parlerà di sistema mono-modale, nel secondo di sistema multimodale.

Le infrastrutture e/o i servizi di trasporto sono individuati sulla base della loro funzione di collegamento tra le zone di traffico presenti nell'area di studio e l'ambiente esterno. Questo comporta una stretta interdipendenza tra la individuazione della rete di base e la zonizzazione. Poiché i flussi sugli elementi della rete che risultano da spostamenti intrazonali non sono simulati, una zonizzazione più fitta con una rete di base rada verosimilmente comporterà una sovrastima dei flussi di traffico sugli elementi inclusi nella rete.

Viceversa, una rete di base molto dettagliata con una zonizzazione rada potrebbe causare una sottostima di alcuni flussi di traffico.

La individuazione degli elementi rilevanti è ovviamente più facile quando tutti i servizi e/o le infrastrutture giocano un ruolo nel collegare le zone di traffico, e un caso potrebbe essere, ad esempio, la rete aerea nazionale. Nel caso di reti stradali, solo un sottoinsieme di strade è rilevante nel collegare le diverse zone. Nelle aree urbane, ad esempio, le strade locali sono solitamente escluse dalla rete di base dell'intera area, mentre potrebbero essere incluse nelle reti di base di più limitati sottoinsiemi (un quartiere o parte di esso). Analogamente, quando si considera una intera regione, la maggior parte delle strade all'interno di ciascuna città non saranno incluse nella rete di base.

*Costruzione del grafo.* Come è già noto, esistono due differenti servizi di trasporto: quelli continui (quali le strade) e quelli programmati (quali treno o autobus). Nella fattispecie si vedranno quelli a servizio continuo. In linea generale, è possibile affermare che la costruzione di un grafo di trasporto richiede la definizione delle fasi rilevanti dello spostamento e degli eventi (rispettivamente archi e nodi) che dipendono dal sistema fisico che si intende rappresentare. Un importante insieme di nodi nei grafi di trasporto sono i cosiddetti nodi *centroidi* che corrispondono agli eventi di inizio o fine di uno spostamento. Pertanto, un *centroide* di zona viene posizionato in maniera “baricentrica” rispetto ad alcune variabili *proxy* (ad esempio rispetto al numero di residenze o di posti di lavoro). In altri casi i centroidi rappresentano i luoghi in cui entrano ed escono dall'area di studio gli spostamenti che solo in parte si svolgono all'interno del sistema di studio (centroidi di *cordone*) In questo caso essi di solito sono associati a luoghi fisici (sezioni stradali, aeroporti, stazioni ferroviarie ecc.)

Un grafo, generalmente, è costituito da archi di diverso tipo: si possono individuare archi reali e *archi connettori*. Gli archi reali rappresentano fasi dello spostamento realizzate attraverso l'uso di componenti “fisiche” (infrastrutture o servizi), quali l'attraversamento di un tronco stradale o il viaggio in treno compreso tra due stazioni successive. Quando invece i nodi centroidi non coincidono con elementi fisici del sistema si introducono nel grafo archi connettori che rappresentano la fase dello spostamento tra il punto terminale (centroide di zona) e un elemento fisico della rete.

Un grafo di trasporto presenterà diversi livelli di complessità in funzione del sistema che si intende rappresentare e del livello di dettaglio al quale è necessario spingere la rappresentazione. In generale si può dire che i progetti relativi ad interventi di breve periodo, o di esercizio, come un piano della circolazione stradale o un progetto delle linee di un sistema di trasporto collettivo su gomma, richiedono una

rappresentazione molto dettagliata del sistema reale. Di contro, progetti di livello strategico o di lungo termine richiedono grafi di minor dettaglio, su larga scala, sia per l'estensione geografica che per il numero elevato di elementi inclusi nel sistema.

Nei grafi rappresentativi di sistemi stradali, i nodi di solito sono localizzati alle intersezioni comprese tra tronchi stradali inclusi nel modello di offerta. I nodi possono essere localizzati anche in corrispondenza di variazioni molto significative delle caratteristiche geometriche e/o funzionali di un singolo tratto stradale (ad esempio variazioni della sezione laterale). Non vengono invece rappresentate da nodi le intersezioni con tronchi stradali secondari non inclusi nella rete di base. Gli archi di solito corrispondono ai collegamenti tra nodi, consentiti dall'organizzazione della circolazione viaria. Una strada a doppio senso sarà quindi rappresentata da due archi orientati di verso opposto mentre una strada a senso unico da un solo arco orientato nel verso consentito.

Nelle applicazioni si considerano di solito due tipi distinti di archi; archi di corsa, che rappresentano il movimento reale del veicolo quale lo spostamento lungo un tronco autostradale o urbano; e gli archi di attesa o di coda che rappresentano i fenomeni di attesa alle intersezioni, barriere di pedaggio ecc.

Di seguito si riporta l'esempio di un grafo rappresentativo di un sistema stradale urbano.



*Figura 5 – Esempio di grafo rappresentativo di un sistema stradale urbano*

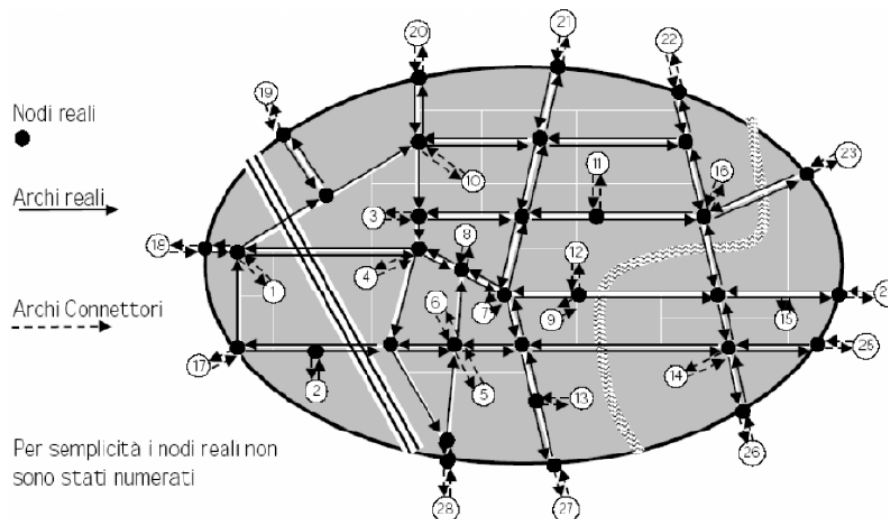


Figura 6 – Rappresentazione dettagliata di una rete

Il livello di dettaglio di una rappresentazione del sistema stradale dipende dalle finalità per le quali si costruisce il modello. Questo è vero in particolar modo per le intersezioni stradali. In una rappresentazione poco dettagliata, infatti, un'intersezione corrisponde generalmente a un unico nodo in cui confluiscono gli archi (di attesa) relativi ai diversi accessi. In alternativa, è possibile adottare una rappresentazione che consenta di distinguere le diverse manovre di svolta e di escludere le svolte non consentite, utilizzando ovviamente un maggior numero di nodi e archi. La figura di seguito riportata mostra due possibili rappresentazioni di un'intersezione stradale a quattro braccia:

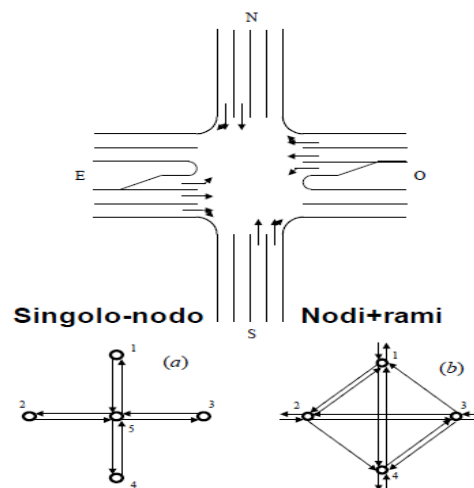


Figura 7 – Grafi di un'intersezione stradale

Si osserva che con la rappresentazione a un solo nodo non si possono escludere i percorsi che richiedono la svolta a sinistra (4-5-2), qualora questa non sia consentita, né si possono differenziare i tempi di attesa per



le manovre di svolta che hanno fasi di verde di diversa durata, quali per esempio la svolta a destra (4-5-3). Entrambe queste possibilità sono invece consentite con l'adozione della rappresentazione più dettagliata.

*Individuazione delle funzioni di prestazioni e di costo di arco.* Il costo generalizzato di trasporto di un arco stradale è generalmente composto da diversi attributi di prestazione. Si possono ad esempio selezionare tre attributi: il tempo di percorrenza del ramo, il tempo di attesa e il costo monetario. In tal caso, la funzione di costo può ottenersi come somma di tre funzioni di prestazioni:

$$c_a(f) = \beta_1 \cdot t_{ra}(f) + \beta_2 \cdot t_{wa}(f) + \beta_3 \cdot mc_a(f)$$

Dove

$t_{ra}(f)$  è la funzione che lega il tempo di percorrenza sull'arco  $a$  al vettore dei flussi;

$t_{wa}(f)$  è la funzione che lega il tempo di attesa sull'arco  $a$  al vettore dei flussi;

$mc_a(f)$  è la funzione che lega il costo monetario sull'arco  $a$  al vettore dei flussi.

La dipendenza dalle variabili fisiche e funzionali  $b_a$  e dai parametri  $\gamma$  è stata omessa per semplicità di notazione. Nell'equazione su riportata è stato assunto che i coefficienti di omogeneizzazione potessero essere diversi per le diverse componenti del tempo. E' utile sottolineare che non tutte le componenti dell'equazione sono necessariamente preendenti in ciascun arco; per esempio, se l'arco rappresenta solo il tempo di attesa per una manovra, i termini  $t_{ra}$  e  $mc_a$  sono uguali a zero, e le stesse condizioni sono valide per i costi monetari e il tempo di attesa in molti archi pedonali. Se un singolo arco rappresenta sia lo spostamento lungo un tronco stradale sia l'attesa all'intersezione, la sua funzione di costo includerà sia il tempo di percorrenza  $t_{ra}$  sia il tempo di attesa  $t_{wa}$ .

Nel caso più generale, il termine che indica il costo monetario  $mc_a$  comprende le aliquote di costo percepite dagli utenti. Poiché gli utenti, generalmente, non percepiscono consumi quali l'olio, i pneumatici ecc., nelle applicazioni i costi monetari sono di solito identificati nel pedaggio (se presente) e nel consumo di carburante:

$$mc_a = mc_{toll} + mc_{fuel}(f)$$

L'ultimo termine dipende dal consumo specifico (litri/km), che può variare in funzione della velocità media e quindi il livello di congestione. In pratica, queste variazioni sono talvolta ignorate e il costo monetario è

calcolato in funzione del pedaggio e del consumo unitario medio.

Le funzioni di prestazione per gli attributi di tempo di percorrenza e di tempo di attesa sono derivate seguendo sia un approccio comportamentale (deduttivo) che sperimentale (induttivo); di solito, le funzioni di costo utilizzate nella pratica derivano da esplicite assunzioni sul comportamento del sistema seguendo appunto un approccio di tipo deduttivo. Quando questo approccio risulta particolarmente complesso, vengono utilizzati modelli sviluppati secondo un approccio di tipo induttivo.

Nel seguito saranno presentati alcuni esempi di funzioni di prestazione relative sia agli archi di percorrenza che agli archi di attesa, seguendo i due approcci menzionati.

#### *Archi di percorrenza*

Adottando una qualsiasi relazione velocità-flusso, il tempo di percorrenza di un arco  $a$  può essere calcolato in funzione del flusso come di seguito:

$$t_{ra} = \frac{L_a}{V_a(f_a)}$$

dove:

$t_{ra}$  è il tempo di percorrenza dell'arco  $a$ ;

$f_a$  è il flusso sull'arco  $a$ ;

$L_a$  è la lunghezza dell'arco di percorrenza  $a$ ;

$V_a$  è la velocità meda sull'arco  $a$

Nel seguito saranno introdotte le relazioni fra il tempo di percorrenza,  $t_{ra}$ , e il flusso  $f_a$ , per condizioni di deflusso ininterrotto per tipi di infrastrutture stradali quali autostrade.

#### *Archi autostradali*

Le condizioni di deflusso su archi autostradali sono tipicamente di tipo ininterrotto e si ritiene trascurabile la componente di attesa in quanto questa avviene su tronchi (rampe, barriere di pedaggi, ecc.) di solito rappresentati con archi diversi.

Il tempo di percorrenza di solito viene ottenuto con relazioni statistiche ricavate su base sperimentale. Una delle espressioni più note è la funzione di costo BPR (Bureau of Public Roads):

$$t_{ra}(f_a) = \frac{L_a}{V_{oa}} + \gamma_1 \left( \frac{L_a}{V_{ca}} - \frac{L_a}{V_{oa}} \right) \cdot \left( \frac{f_a}{Q_a} \right)^{\gamma_2}$$

dove:

$L_a$  è la lunghezza dell'arco  $a$ ;

$V_{oa}$  è la velocità media a flusso nullo;

$V_{ca}$  è la velocità media con flusso pari alla capacità;

$Q_a$  è la capacità dell'arco, ovvero il valore medio del numero massimo di veicoli equivalenti che riescono a transitare nell'unità di tempo attraverso una generica sezione dell'arco in esame; la capacità è di solito ottenuta come prodotto del numero di corsie dell'arco  $a$ ,  $N_a$ , per la capacità,  $Q_{ua}$ , della singola corsia;

$\gamma_1$  e  $\gamma_2$  sono parametri della funzione.

Da quest'ultima equazione può osservarsi che nel caso delle autostrade le funzioni di costo sono di tipo separabile.

I valori di  $V_{oa}$ ,  $V_{ca}$  e  $Q_a$  dipendono dalle caratteristiche geometriche e funzionali del tronco (larghezza, numero di corsie, banchine e spartitraffico, raggi di curvatura, pendenze longitudinali ecc.) e sono ricavabili da diverse fonti, fra le quali la più ampia e sistematica è il Manuale della Capacità delle Strade o HCM. I valori dei parametri  $\gamma_1$  e  $\gamma_2$ , sono generalmente stimati su dati empirici.

Di seguito si riporta l'andamento dell'equazione in oggetto per diversi valori dei parametri.

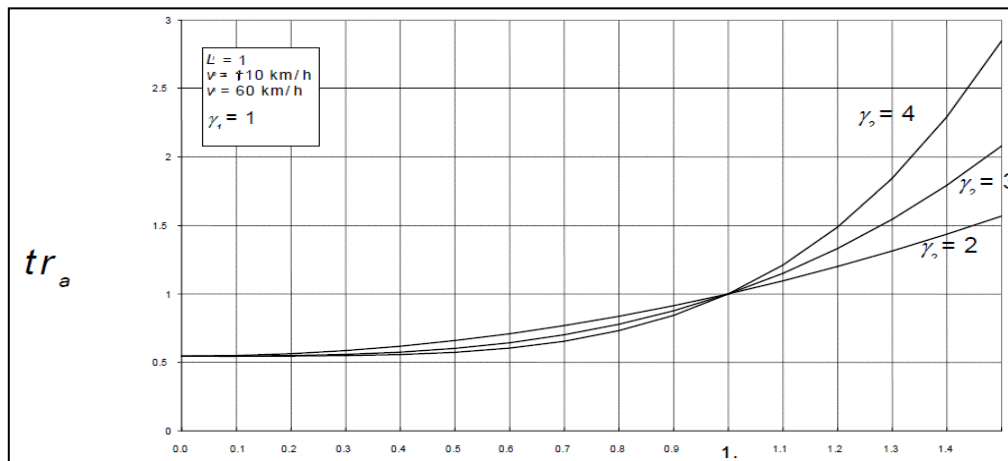


Figura 8 – Andamento della BPR in ambito autostradale per diversi valori dei parametri

Come si può osservare, la funzione fornisce una stima del tempo di percorrenza anche per valori del flusso superiori alla capacità (sovrasaturazione) che, nella realtà, non sono fisicamente realizzabili. Tuttavia, nelle applicazioni la sovra-saturazione è spesso consentita per ragioni connesse alle proprietà matematiche e agli algoritmi di risoluzione dei modelli statici di assegnazione di equilibrio. Da un punto di vista computazionale, poi, l'assunzione di sovra-saturazione non ha generalmente impatti notevoli sui risultati se il valore del parametro  $\gamma_2$ , ovvero la penalità di ritardo dovuta al superamento della capacità, è sufficientemente elevato. I valori di  $\gamma_2$  sono tipicamente maggiori di uno, ossia la funzione è più che lineare nel rapporto flusso/capacità, condizione che si verifica di frequente nei sistemi congestionati.

#### Archi stradali urbani

Gli archi schematizzanti tronchi stradali urbani presentano caratteristiche diverse da quelle autostradali e extraurbane: in particolare si hanno lunghezze più contenute dei tronchi e la velocità di percorrenza è scarsamente influenzata dal flusso, in quanto vi sono numerose intersezioni e limiti di velocità bassi, le condizioni di deflusso sono del tipo *interrotto*.

Inoltre il tempo di attesa alle intersezioni di solito rappresenta l'aliquota prevalente del tempo di attraversamento dell'arco.

Il tempo complessivo, quindi, è dato dalla somma di due aliquote:

- Tempo di running
- Tempo di attesa

Il tempo di running può essere calcolato come di seguito:



$$T_r = 3,6 * \frac{l}{V}$$

In tal caso si ha:

$$V \text{ (km/h)} = 31,1 + 2,8L_u - 1,2P_i - 12,8T^2 - 10,4D_i - 1,4INT + [0,000053 + 0,000123X] (f_i/L_{ui})^2$$

con:

$l$  = lunghezza dell'arco in km

$L_u$  = Larghezza utile in metri dell'arco per ciascun verso (depurata della sosta) (metri)

$P$  = pendenza in % (positiva in salita)

$T$  = grado di tortuosità (1 alto, 0.66 medio, 0.33 basso, 0 nullo)

$D$  = grado di disturbo (vedi tortuosità)

$INT$  = numero di intersezioni secondarie a chilometro

$X$  = variabile ombra che vale 1 se la strada è senza possibilità di sorpasso, 0 altrimenti

$f_i$  = flusso dell'arco in veic/h

Il valore di  $V$  solitamente deve essere  $\geq 10$  km/h e  $\leq 50$  km/h

Il tempo di attesa può essere calcolato come di seguito:

$$T_a = A + 0,55 * \frac{3600}{c} * \frac{X}{1-X} \quad \text{se } X \leq 0,95$$

$$T_a = \alpha + \beta X \quad \text{se } X > 0,95$$

dove :

$A$  è pari a:

$$A = \frac{1}{2} (1 - \mu)^2 * c$$

con:

$\mu$  = rapporto tra tempo di verde effettivo e tempo di ciclo

$c$  = tempo di ciclo in secondi

$C$  = capacità dell'arco in veicoli equivalenti/h

$X$  = rapporto tra flusso e capacità

$$\alpha = |T_a|_{X=0,95} - \frac{209 * 3600}{c}$$

$$\beta = \frac{209 * 3600}{c}$$

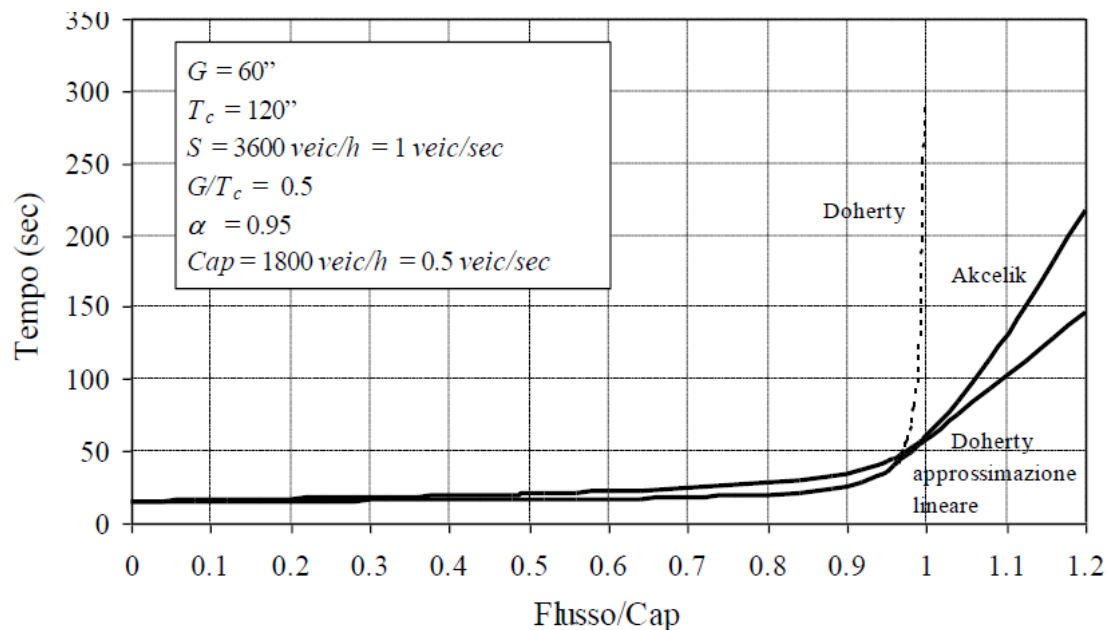


Figura 9 – Tempo di attesa ad una intersezione semaforizzata

#### 1.4. Modelli di assegnazione alle reti di trasporto

I modelli di assegnazione a una rete di trasporto simulano l'interazione domanda-offerta e consentono di calcolare i flussi di utenti e le prestazioni per ciascun elemento del sistema di offerta (archi della rete di trasporto) come risultato dei flussi di domanda origine-destinazione, dei comportamenti di scelta del percorso e delle reciproche interazioni fra domanda e offerta.

I modelli di assegnazione consentono di formulare questo problema combinando i modelli di domanda (descritti al paragrafo seguente) e di offerta descritto nel precedente paragrafo, e, pertanto, sono spesso denominati modelli di interazione domanda-offerta.

Il flusso medio sul percorso  $k$  relativo al modo  $m$  che collega la coppia di nodi centroidi  $od$  ( $k \in odm$ ) può essere ottenuto come prodotto del flusso di domanda sul modo  $m$ ,  $d_{od}(m)$ , per la probabilità di scelta del percorso:

$$h_k = d_{od}[m] p[k/ohdm] \quad (1)$$

Si osservi che la probabilità di scelta del percorso  $p[k/ohdm]$  è stata assunta indipendente dal motivo  $s$  sia per semplicità di notazione sia perché nella pratica questa ipotesi viene usualmente fatta. Il flusso di spostamenti  $d_{od}[m]$  è un elemento della matrice O-D relativo al modo  $m$  e, nell'ambito del modello di assegnazione, viene assunto, come noto, e pari alla somma dei flussi O-D per i diversi modi:

$$d_{od}[m] = \sum_s d_{od} [m/s]$$

quest'ultima espressione può essere posta in forma matriciale molto compatta introducendo alcuni simboli. Sia  $\mathbf{d}$  il vettore di domanda ottenuto ordinando gli elementi della matrice O-D relativa al modo  $m$  in un vettore. Sia  $\mathbf{P}$  una matrice di percentuali di scelta di dimensioni (numero percorsi nel sottografo del modo  $m$ ) x (numero di coppie OD), l'elemento  $p_{ki}^m$  percentuale di spostamenti fra le coppie di zone corrispondente all' $i$ -esima componente di  $\mathbf{d}$  che utilizza il percorso  $k$ . Gli elementi  $p_{ki}^m$  sono le percentuali (probabilità) di uso del percorso  $p[k/ohdm]$  se  $k$  collega la coppia  $od$ , valgono invece zero se il percorso  $k$  collega una diversa coppia di centroidi.

Le probabilità di scelta del percorso  $p[k/ohdm]$  sono funzioni dei costi del percorso stesso  $g_k$  e dei percorsi alternativi  $g_h$  come risulta dalla formulazione del modello Logit. Si può quindi affermare che gli elementi  $p_{ki}^m$  della matrice  $\mathbf{P}$  sono funzioni dell'intero vettore dei costi di percorso  $\mathbf{g}$ :  $p_{ki}^m(\mathbf{g})$ .

Questo risultato può essere espresso sinteticamente dicendo che la matrice di probabilità di percorso è funzione del vettore di costi di percorso:

$$\mathbf{P} = \mathbf{P}(-\mathbf{g})$$

In definitiva il vettore dei flussi di percorso  $\mathbf{h}$  sulla rete modale  $m$  le cui componenti sono fornite dalla (1) può essere espresso come:

$$\mathbf{h} = \mathbf{P}(-\mathbf{g})\mathbf{d} \quad (2)$$

Ricordando la definizione di matrice di incidenza archi-percorsi  $\Delta$ , per la quale il vettore dei flussi di arco  $\mathbf{f}$  è legato al vettore dei flussi di percorso dalla relazione:

$$\mathbf{f} = \Delta \mathbf{h}$$

Si ottiene dalla forma matriciale:

$$f = \Delta P(-g) d \quad (3)$$

Le relazioni (2) e (3) consentono di associare ad una domanda origine-destinazione i vettori dei flussi di percorso e di arco in funzione dei costi sulla rete; esse costituiscono la rappresentazione formale del *modello di assegnazione ad una rete*.

Nel caso generale è da tener presente che la domanda di mobilità (vettore  $d$ ) è influenzata, nelle diverse dimensioni di scelta, dai costi associati ai percorsi attrattivi per l'utente; per semplicità di trattazione si ipotizzerà che ciò non avvenga, considerando la domanda rigida per ciò che riguarda le prime tre dimensioni di scelta (generazione, distribuzione e scelta modale).

Nella relazione (3) compare il vettore dei costi di percorso  $g$ , il quale è legato ai vettori costi di arco  $c$  dalla seguente relazione:

$$g = \Delta^T c$$

dove  $\Delta^T$  è la matrice trasposta di incidenza archi-percorsi. La relazione (3) diventa allora:

$$f = \Delta P(-\Delta^T c) d$$

Nel caso delle reti congestionate, come sono quelle di trasporto privato, per le quali i costi associati agli archi dipendono dai flussi che percorrono gli archi stessi, sussiste l'ulteriore relazione:

$$c = c(f)$$

Per cui si ha:

$$f = \Delta P(-\Delta^T c(f)) d \quad (4)$$

ed in modo analogo per i flussi di percorso

$$h = P(-g) d \quad (5)$$

Le (4) e le (5) mostrano che esiste, nel caso di reti congestionate, una dipendenza circolare tra flussi e costi: i flussi dipendono dai costi, i quali, a loro volta, dipendono dai flussi che i costi stessi hanno generato.

Il problema che si pone è, quindi, quello di trovare il vettore dei flussi di arco (o analogamente di percorso) che riproduca se stesso nella relazione (4) (o analogamente nella relazione (5)). I vettori corrispondenti all'equilibrio vengono contrassegnati con un asterisco per cui, riferendosi per semplicità ai soli flussi di arco, in situazioni di equilibrio si ha:

$$f^* = \Delta P(-\Delta^T c(f^*)) d$$

In generale, per arrivare a calcolare il vettore  $f^*$  dei flussi di arco all'equilibrio si utilizzano degli algoritmi risolutivi; essi effettuano una successione di assegnazioni a costi costanti (carico della rete), aggiornando ad ogni iterazione il vettore dei costi di arco. L'algoritmo si arresta quando il vettore dei costi di arco ottenuto all'iterazione  $n$  (calcolato in base al vettore dei flussi di arco ottenuto all'iterazione precedente) produce un vettore dei flussi di arco molto prossimo (in teoria uguale) a quello dell'iterazione  $n-1$ .

Ad ogni iterazione l'algoritmo effettua, quindi, un'assegnazione dei flussi ai percorsi minimi; a seconda del modello di scelta del percorso utilizzato ad ogni iterazione si ottengono due tipologie di algoritmi di assegnazione all'equilibrio:

- a) DUE (Deterministic User Equilibrium): algoritmo di assegnazione deterministica di equilibrio, che esegue ad ogni iterazione un'assegnazione "tutto o niente" (A o N) alla rete di trasporto con i costi aggiornati in funzione dei flussi ottenuti dall'iterazione precedente.
- b) SUE (Stochastic User Equilibrium): algoritmo di assegnazione stocastica di equilibrio, che esegue ad ogni iterazione un'assegnazione stocastica (carico stocastico della rete SNL) come nel caso precedente; il modello stocastico alla base delle assegnazioni SNL può essere sia un modello Logit che un modello Probit.

In entrambi i casi ad ogni iterazione, come detto, è necessario effettuare un'assegnazione dei flussi alla rete di trasporto; il nucleo di tutti gli algoritmi di assegnazione, stocastica o deterministica, è costituito dalla ricerca dei percorsi di costo minimo tra tutte le coppie di nodi O-D della rete.

L'utilizzo di algoritmi di ricerca dei percorsi minimi è dettato dalla necessità di evitare l'enumerazione di tutti i minimi percorsi (ed il calcolo dei relativi costi) che collegano ogni coppia O-D: ciò, infatti, sarebbe eccessivamente oneroso per reti di dimensioni reali.

Gli algoritmi più utilizzati consentono di calcolare gli alberi di minimo costo con radice in ciascun nodo origine;

da questi è possibile ricavare il percorso minimo che collega ogni nodo destinazione al nodo radice. Tali algoritmi partono da un albero iniziale ottenuto collegando il nodo radice a tutti gli altri nodi della rete con un arco di costo infinito e migliorano, ad ogni iterazione, l'albero corrente fino a giungere quello di costo minimo. Sulla ricerca dei minimi percorsi si fondano gli algoritmi di assegnazione deterministica (tutto o niente) e stocastica (SNL). L'assegnazione "tutto o niente" o "A o N" dall'inglese "All or Nothing" assegna tutta la domanda relativa ad una coppia OD ( $d_{od}$ ) al percorso minimo che collega la suddetta coppia. I flussi di arco possono quindi essere calcolati "caricando" la domanda  $d_{od}$  su tutti gli archi del percorso minimo che la collega e sommando su tutte le coppie O-D:

$$f_{ij} = \sum_{od} \sum_h \delta_{(ij)h} p_{h,od} d_{od}$$

dove  $\delta_{(ij)h}$  è l'elemento della matrice d'incidenza archi-percorsi che vale 1 se il ramo (ij) appartiene al percorso h, zero altrimenti;  $p_{h,od}$  è l'elemento della matrice di probabilità di scelta del percorso che vale 1 se h è il percorso di minimo costo fra O e D, zero altrimenti.

L'assegnazione stocastica dei flussi alle reti di trasporto si basa sul concetto che ogni utente associa un costo percepito ad ogni percorso che collega la sua coppia O-D; ogni percorso ha, quindi, una probabilità positiva di essere scelto. I modelli stocastici di carico della rete o SNL dall'inglese "Stochastic Network Loading" in teoria dovrebbero calcolare i flussi di arco utilizzando le probabilità di scelta dei percorsi alternativi; ciò nella pratica non è fattibile, anche nel caso in cui tali probabilità siano esprimibili in forma chiusa (modello Logit), perché sarebbe necessario elencare esplicitamente tutti i percorsi congiungenti ciascuna coppia O-D. Per evitare l'elencazione dei percorsi si utilizzano degli algoritmi basati sui modelli Logit (algoritmo di Dial) e Probit (algoritmo Monte Carlo).

### 1.5. Stima della matrice O/D

L'analisi e la progettazione di interventi sui sistemi di trasporto richiedono la stima della domanda attuale e/o la previsione di quella futura. Tali stime possono essere ottenute utilizzando fonti di informazione e strumenti statistici diversi.

Per stimare la domanda attuale è possibile effettuare delle indagini, tipicamente interviste ad un campione di utenti, e da queste ottenere delle stime dirette della domanda utilizzando le tecniche della statistica inferenziale.

In alternativa, si può stimare la domanda (attuale o futura) con dei modelli del tipo "ad aliquote parziali": la

stima da modello richiede che i modelli siano specificati (cioè, sia scelta la forma funzionale e le variabili che vi compaiono), calibrati (cioè, che siano stimati i valori dei coefficienti in essi contenuti) e validati (cioè ne sia valutata la capacità di riprodurre i dati disponibili). Queste operazioni possono essere effettuate sulla base di informazioni disaggregate relative a un campione di individui; il tipo di indagine e la dimensione del campione utilizzati per la stima da modello sono spesso diversi da quelli utilizzati per la stima diretta della domanda. I modelli, una volta specificati e calibrati, possono essere applicati alla configurazione attuale dei sistemi di attività e di trasporto per ottenere una stima della attuale e/o a ipotesi di evoluzione dei suddetti sistemi (scenari) per ottenere previsioni della domanda futura.

Per la stima diretta della domanda e la specificazione e calibrazione dei modelli si possono utilizzare anche dati aggregati; i flussi misurati sugli archi della rete rappresentano la forma più sofisticata di aggregazione di dati e possono integrare altre tipologie di dati disaggregati.

Di seguito si analizza la stima della domanda attuale utilizzando i conteggi di traffico.

I flussi di traffico misurati su alcuni archi della rete costituiscono una fonte di informazione, di semplice ed economica rilevazione, sulla domanda di trasporto; essi possono essere utilizzati per stimare la matrice O/D attuale relativa al sistema in esame, correggendone una esistente. Bisogna a tal proposito andare ad esaminare quale relazione intercorre tra il vettore dei flussi osservati e la domanda incognita che ha generato gli stessi flussi.

In generale, come detto, quando si è parlato dell'assegnazione, il flusso di domanda su un arco della rete di trasporto è dato da:

$$f_a = \sum_k \delta_{ak} \sum_{od} p_{kod}(-g) d_{od}$$

dove:

$k$  indica il generico percorso che collega la coppia  $od$  (la sommatoria è estesa a tutti i percorsi che connettono la coppia  $od$ );

$\delta_{ak}$  è l'elemento della matrice di incidenza archi percorsi che, ricordiamo, vale 1 se l'arco appartiene al percorso  $k$  e zero altrimenti;

$p_{kod}$  rappresenta la percentuale della domanda  $od$  che utilizza il percorso  $k$  (essa è funzione del vettore dei costi di percorso);

dod è la domanda od (generico elemento della matrice O/D).

Questa relazione può essere scritta, in termini matriciali e sottintendendo la dipendenza dai costi, come:

$$f = \Delta Pd$$

Se indichiamo con  $m_{lod}$  la percentuale del flusso di domanda od che usa il ramo l, possiamo scrivere:

$$f_l = \sum_{od} d_{od} m_{lod}$$

Gli elementi  $m_{lod}$  formano una matrice M di dimensione numero di flussi rilevati x numero di coppie od che viene detta matrice di assegnazione; in forma matriciale si può, allora, scrivere:

$$f = Md$$

Questa relazione mostra che a parità di domanda il valore del flusso su un arco dipende dal modello di assegnazione rappresentato sinteticamente dalla matrice M. A causa delle approssimazioni che si fanno nelle diverse fasi che portano alla modellizzazione dei sistemi di offerta e di domanda, della aleatorietà propria del fenomeno, degli errori di misura e delle fluttuazioni temporali dei flussi, si ha che il flusso misurato sull'arco l ( $\tilde{f}_l$ ) e quello predetto ( $f_l$ ) differiscono di una quantità  $\varepsilon_l$  non prevedibile a priori, detta errore di assegnazione:

$$\tilde{f}_l = f_l + \varepsilon_l$$

cioè, in termini matriciali:

$$f = Md + \varepsilon_l$$

avendo indicato con  $\tilde{f}_l$  il vettore dei flussi di arco misurati e con  $\varepsilon_l$  il vettore dei residui aleatori.

Spesse volte, nelle pratiche applicazioni, si dispone di una matrice O/D, ottenuta ad esempio da un'indagine campionaria o da modelli di domanda, che risulta essere una stima della matrice O/D reale, ma che si discosta da quest'ultima in maniera significativa. Gli elementi  $\tilde{d}_{od}$  della suddetta matrice, comunque ottenuti, si



discostano da quelli veri  $d_{od}$  di una quantità incognita  $\varphi_{od}$ :

$$\widehat{d}_{od} = d_{od} + \varphi_{od}$$

Cioè, in termini matriciali:

$$\widehat{\mathbf{d}} = \mathbf{d} + \boldsymbol{\varphi}$$

Le variabili  $\varphi_{od}$  risultano essere gli errori di campionamento, se è stata effettuata una stima diretta della domanda, o gli errori derivanti dalle semplificazioni introdotte dal modello di domanda, se è stata effettuata una stima del modello.

Qualunque sia la natura della stima iniziale della domanda è possibile ottenere una stima statisticamente migliore utilizzando i flussi di traffico rilevati su alcuni rami della rete di trasporto. Il vettore di domanda  $\mathbf{d}^*$  che risulta essere più prossimo al vettore di domanda vero  $\mathbf{d}$  si può ottenere risolvendo il seguente problema di ottimo vincolato:

$$\mathbf{d}^* = \arg \min \left[ \sum_{od} \frac{(d_{od} - \widehat{d}_{od})^2}{\text{var}(\varphi_{od})} + \sum_l \frac{(\widehat{f}_l - \sum_{od} d_{od} m_{lod})^2}{\text{var}(\varepsilon_l)} \right]$$

dove  $\mathbf{d}^*$  sono le componenti del vettore  $\mathbf{d}^*$  che minimizzano la somma degli scarti quadratici medi rispetto alla stima iniziale e, una volta assegnato alla rete, rispetto ai flussi osservati, pesando tali scarti in modo inversamente proporzionale alle varianze dei rispettivi errori.

Per risolvere il problema di ottimizzazione suddetto si può utilizzare un algoritmo di gradiente o algoritmi analoghi.

## 2. APPLICAZIONE AL COMUNE DI LANCIANO

### 2.1. Il modello di offerta di trasporto

Applicando la metodologia precedentemente descritta, si è proceduto alla costruzione del modello di offerta della città di Lanciano, a supporto del PUMS.

La costruzione del modello è avvenuta attraverso la sequenza di fasi riportate di seguito:

- delimitazione dell'area di studio;
- zonizzazione;
- costruzione del grafo stradale;
- individuazione delle funzioni di costo.

*Delimitazione dell'area di studio e zonizzazione trasportistica.* L'area di studio considerata comprende l'intero territorio comunale di Lanciano, l'interazione con i comuni esterni è stata concentrata mediante il posizionamento di centroidi al cordone (confine) lungo le direttrici di collegamento con gli stessi.

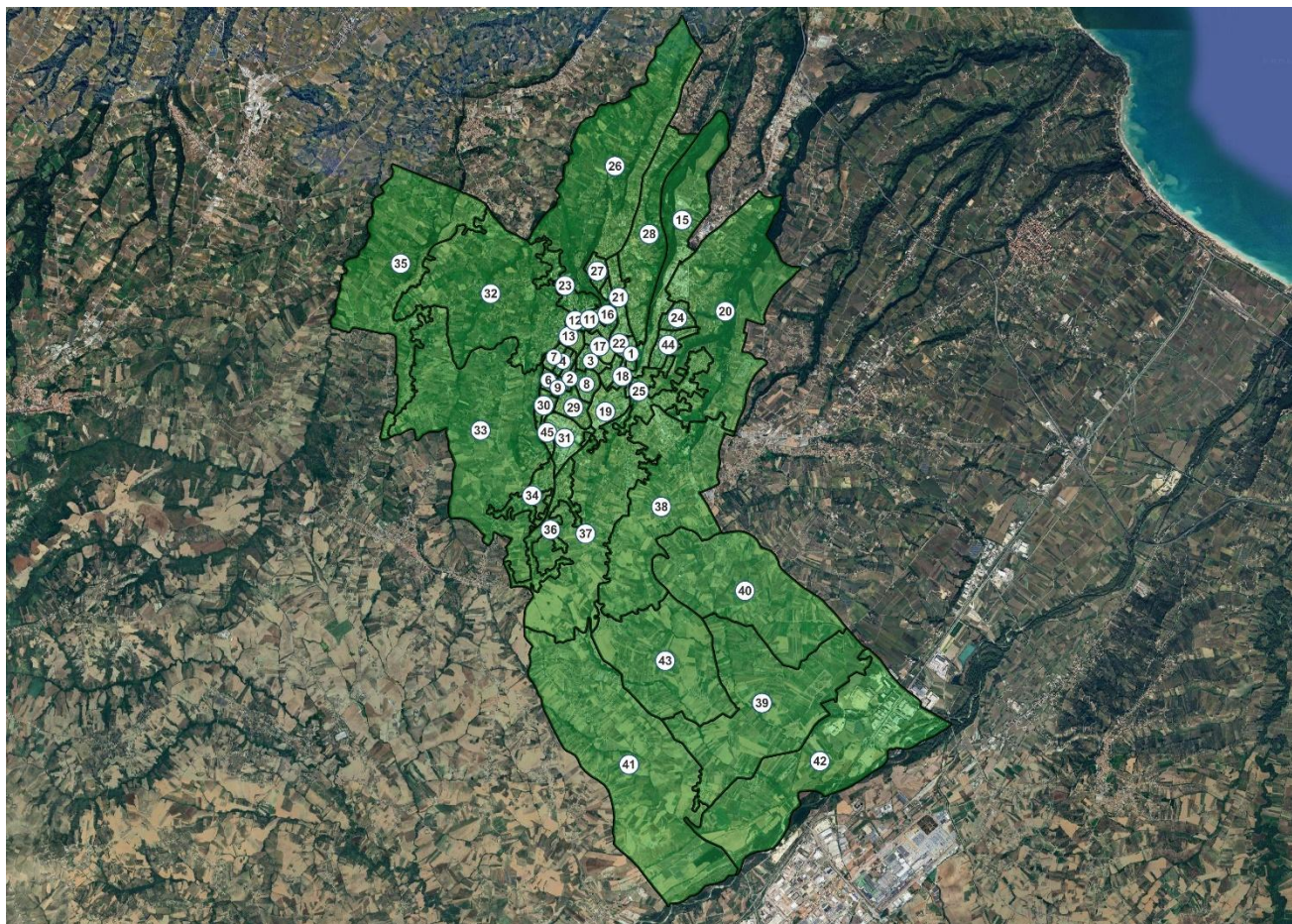
Sono state individuate, in definitiva, **45 zone di traffico** (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Tali zone sono rappresentate nel modello di traffico messo a punto mediante altrettanti *centroidi*: punti in cui si ipotizzano concentrati i punti terminali degli spostamenti in ingresso o in uscita da ciascuna zona di traffico.

In particolare, le zone di centro urbano sono quelle con il codice di zona di seguito riportato:

- Centro abitato (n° tot 31): comprende le zone (1-19, 21-25, 27, 29-31, 34, 36, 44, 45);
- Altre zone del comune (n° tot 14): comprende le zone (15, 20, 26, 28, 32, 33, 35, 37-43)

Nella figura che segue, le stesse sono riportate su base cartografica.

Nella Tabella 1 – Zone di traffico del comune di Lanciano e relative sezioni censuarie sono riportate le sezioni censuarie componenti le zone di traffico delle singole zone.



*Figura 10 – Area di studio e Zonizzazione della città di Lanciano*





Figura 11 – Area studio e zonizzazione del comune di Lanciano (centro abitato)

Tabella 1 – Zone di traffico del comune di Lanciano e relative sezioni censuarie

	Codice zone	Sezioni censuarie	Denominazione	Perimetro[m]	Area[mq]	N° Residenti	N° Residenti maschi	N° Residenti femmine	Residenti con età tra i 20 e i 65 anni	ADDETTI	ALTRI_RETR	VOLONTARI	Comune
	1	68-69-70-313	Centro abitato	1 546	105 329	563	262	301	322	91	4	358	Lanciano
	2	42	Centro abitato	1 395	63 584	519	249	270	295	168	0	14	Lanciano
	3	24-65-66-67-199-255-257-258-259-314-256	Centro abitato	1 978	165 691	1043	474	569	593	227	0	10	Lanciano
	4	37-38	Centro abitato	1 270	67 068	717	340	377	390	107	0	3	Lanciano
	5	39-40-41-204	Centro abitato	1 195	54 128	437	196	241	205	202	18	12	Lanciano
	6	43-44-45-46	Centro abitato	1 244	89 828	766	346	420	366	27	0	15	Lanciano
	7	33-34-35-36	Centro abitato	1 399	97 808	703	333	370	389	338	1	15	Lanciano
	8	58-59-261-262-267	Centro abitato	1 751	185 446	682	328	354	421	342	2	36	Lanciano
	9	47	Centro abitato	942	42 348	570	263	307	308	238	0	20	Lanciano
	10	62-63-64-319-320	Centro abitato	1 643	104 551	616	302	314	345	96	2	52	Lanciano
	11	1-2-3-4-5-6-194-243-245-246-8888888	Centro abitato	1 689	98 076	638	325	313	421	179	49	64	Lanciano
	12	7-8-9-10-189-190-191-192-193	Centro abitato	929	44 971	452	243	209	292	0	0	0	Lanciano
	13	11-12-13-14-15-16-186-187-188-195-208-250	Centro abitato	1 074	67 197	677	326	351	413	14	0	0	Lanciano
	14	17-18-19-20-21-22-23-196-197-198-209-247-251-252-253	Centro abitato	1 228	64 422	646	315	331	404	18	0	0	Lanciano
	15	82-219-234-236-237-238-239-240-244-256-260-302-316-317-300-239-256	Centro abitato	11 277	1 986 809	447	204	243	264	230	1	25	Lanciano
	16	30-31-32-72-80	Centro abitato	3 517	200 864	1042	464	578	563	238	2	15	Lanciano
	17	25-26-27-28-183-184-185-249-256	Centro abitato	2 022	165 212	608	278	330	340	551	0	10	Lanciano
	18	61-256	Centro abitato	2 625	132 161	1222	578	644	692	435	1	3	Lanciano
	19	126-318	Centro abitato	5 361	452 032	1091	558	533	692	196	0	0	Lanciano

20	92-163-166-214-220-279-280-281	Altre zone	20 900	4 770 608	1489	754	735	912	361	0	16	Lanciano
21	73-74-75-76-311	Centro abitato	3 839	309 015	823	388	435	487	25	0	0	Lanciano
22	29-71	Centro abitato	1 046	61 317	595	277	318	319	3	0	0	Lanciano
23	81-105-211	Centro abitato	7 505	439 006	549	274	275	303	11	0	12	Lanciano
24	89-90-241-242	Centro abitato	1 957	207 301	1595	808	787	874	94	0	11	Lanciano
25	165-207-233-254	Centro abitato	12 214	774 150	1306	643	663	742	24	3	1	Lanciano
26	100-102-229-235-303	Altre zone	15 615	4 993 490	1155	543	612	657	24	0	0	Lanciano
27	77-78-79	Centro abitato	1 759	157 499	854	396	458	519	100	3	89	Lanciano
28	94-95-96-98-210-212-248-299-300-301	Altre zone	8 941	1 725 507	851	414	437	487	5	0	4	Lanciano
29	55-56-57-264-265-268-267-267-268-267-267	Centro abitato	2 395	260 803	886	431	455	480	184	4	36	Lanciano
30	48-49-50-51-263	Centro abitato	1 993	122 324	752	350	402	402	0	0	0	Lanciano
31	54-267-269-267	Centro abitato	3 441	426 021	101	45	56	61	136	6	75	Lanciano
32	107-108-110-112-172-215-231-304	Altre zone	15 198	4 456 536	745	369	376	436	4	0	0	Lanciano
33	113-116-117-123-181-205-217-218-232-271-309-310	Altre zone	23 962	6 019 872	712	341	371	422	13	0	11	Lanciano
34	118-119-121-270-272-273-305-306-307-308	Centro abitato	7 720	428 102	749	363	386	444	0	0	0	Lanciano
35	169-171-174-176-179-180-230	Altre zone	18 121	4 111 929	957	470	487	549	9	0	0	Lanciano
36	125-127-128-129-206	Centro abitato	12 783	629 727	821	386	435	452	1	0	0	Lanciano
37	160-221	Altre zone	22 555	3 794 155	886	442	444	514	30	0	0	Lanciano
38	135-136-154-155-157-158-161-216-222-266-282	Altre zone	17 056	4 009 219	1070	523	547	593	6	0	0	Lanciano
39	145-147-225-283-312-315	Altre zone	15 184	4 900 347	280	148	132	158	52	0	0	Lanciano
40	151-152-223	Altre zone	9 592	3 969 633	211	104	107	128	0	0	0	Lanciano
41	131-139-140-141-143-226-	Altre zone	16 034	7 100 946	490	246	244	269	3	0	0	Lanciano



		228-285-295-296-298											
	42	213-227-274-275-276-277-278-284-286-287-288-289-290-291-292-293-294	Altre zone	14 363	5 158 897	117	60	57	70	884	0	0	Lanciano
	43	134-148-224	Altre zone	9 103	3 300 311	303	149	154	170	39	0	0	Lanciano
	44	83-84-85-86-87-88	Centro abitato	2 883	271 312	1780	831	949	1028	173	4	11	Lanciano
	45	52-53	Centro abitato	2 180	101 467	685	333	352	399	68	24	10	Lanciano
<b>TOTALE</b>						<b>34201</b>	<b>16472</b>	<b>17729</b>	<b>19590</b>	<b>5946</b>	<b>124</b>	<b>928</b>	

*Schematizzazione dell'Offerta stradale. Al fine di rappresentare l'offerta stradale, ovvero l'insieme delle componenti fisiche e organizzative che consentono lo spostamento di persone e mezzi nell'area di studio che, per gli scopi perseguiti dal presente studio, si limita alla offerta di trasporto privato, è stata definita la rete viaria oggetto di studio. Detta rete è costituita da tutte le principali strade a servizio dell'area di studio tenendo presente il centro abitato come delimitato ai sensi dell'art. 4 del CdS (D. Lgs. 285/92 e ss.mm.ii.).*

*In particolare:*

All'interno dei confini del comune di Lanciano non sono presenti caselli autostradali, ma è di fatto a servizio della città il casello di Lanciano sulla Autostrada A14 Adriatica a nord, nel territorio comunale di Rocca San Giovanni, al confine con il comune di Treglio. Da esso si raggiunge Lanciano percorrendo la SP82 "Via per Treglio" la quale ha visto, nel corso degli anni, addensarsi ai suoi lati sia attività produttive, sia commerciali sia abitazioni residenziali.

Le altre importanti strade di accesso a Lanciano sono:

- La SS84 verso nord che porta al mare, anch'essa a carattere urbano fino a poco prima del confine comunale in quanto completamente costeggiata da abitazioni verso sud-ovest, direzione Castel Frentano;
- La SP61 Lanciano-Frisa verso nord;
- La SP 80 e SP82 per Treglio e San Vito Chietino;
- La SP217 (ex-SS524) verso est, direzione Mozzagrogna;
- La SP64 Orsogna-Lanciano verso ovest;
- La SP89 di Contrada Villa Elce, la SP100 e SP101 di Contrada Sant'Onofrio ed SP88 di Contrada Serre verso sud che portano alla SS652 di Fondo Valle Sangro, la quale corre per un breve tratto all'interno del territorio comunale lancianese.

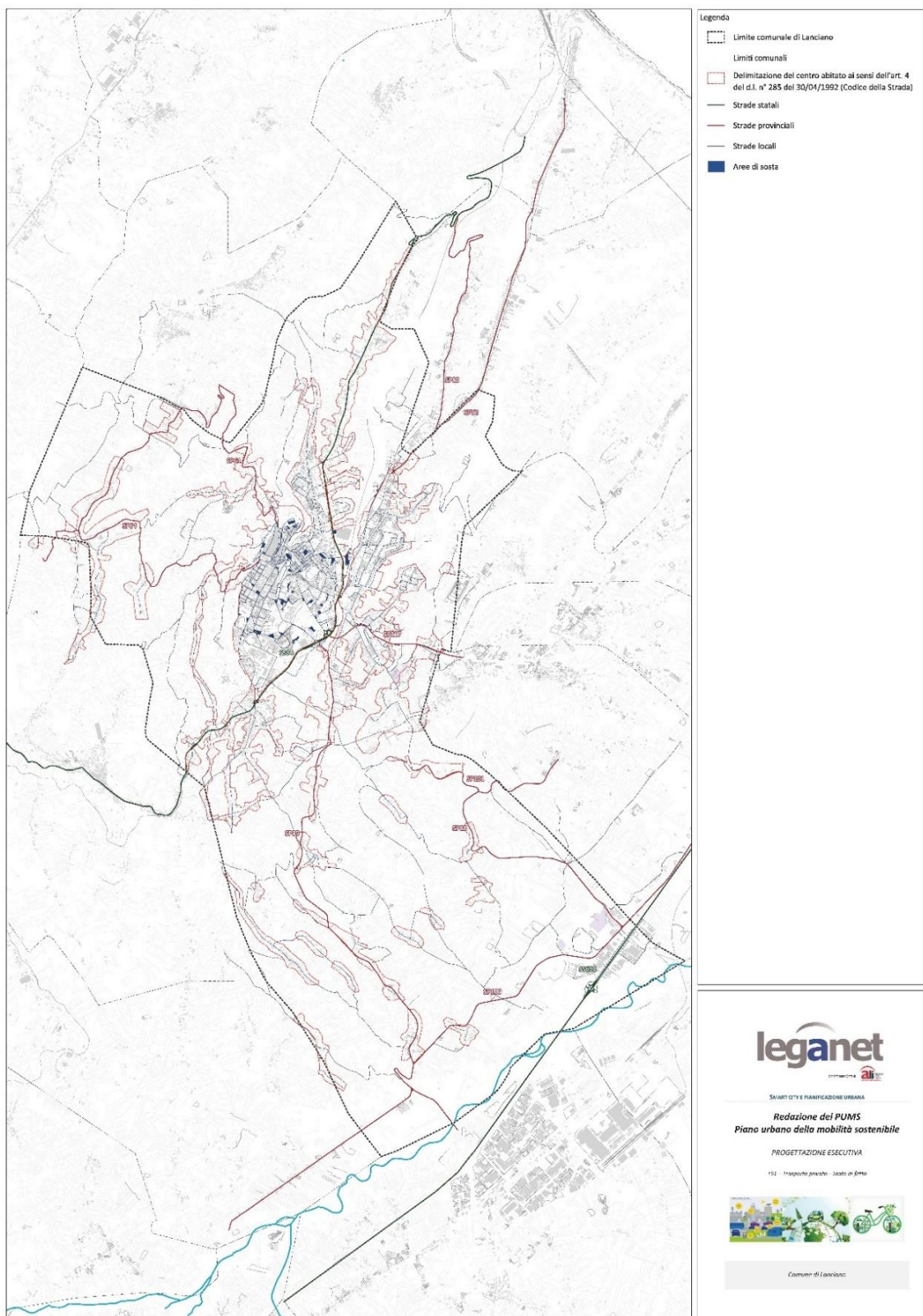


Figura 12 – Rete stradale della città di Lanciano



Sulla base dello schema di rete individuato, è stato implementato il modello matematico di simulazione dell'offerta stradale mediante la costruzione del grafo, a cui sono state associate le caratteristiche geometriche e funzionali delle strade rilevate utilizzando dati desunti da cartografia e sistemi informativi territoriali (GIS), integrati, attraverso opportune indagini *ad hoc* effettuate sul campo.

Tale grafo è costituito da un insieme di nodi e di archi; i primi rappresentano gli estremi del tronco stradale considerato, i secondi, il collegamento di una coppia ordinata di nodi sul quale transita un flusso unidirezionale di utenti (esempio: una strada a doppio senso, compresa fra due successive intersezioni – nodi – è rappresentata con due archi di verso opposto).

Occorre precisare che non tutti i nodi rappresentano gli estremi di un tronco stradale; infatti, alcuni individuano punti singolari, come ad esempio un restringimento della carreggiata oppure una curva; altri, i cosiddetti nodi *centroidi*, ovvero, quei nodi nei quali si ipotizzano concentrati i punti terminali degli spostamenti in ingresso o in uscita da ciascuna zona di traffico e posti in maniera baricentrica rispetto alla popolazione della zona che rappresentano.

Infine, ad ogni arco sono state associate le caratteristiche geometriche e funzionali desunte da cartografia e/o integrate da rilievi sul campo mediante indagini eseguite *ad hoc*; in parte opportunamente calcolate come la velocità a flusso nullo e la capacità.

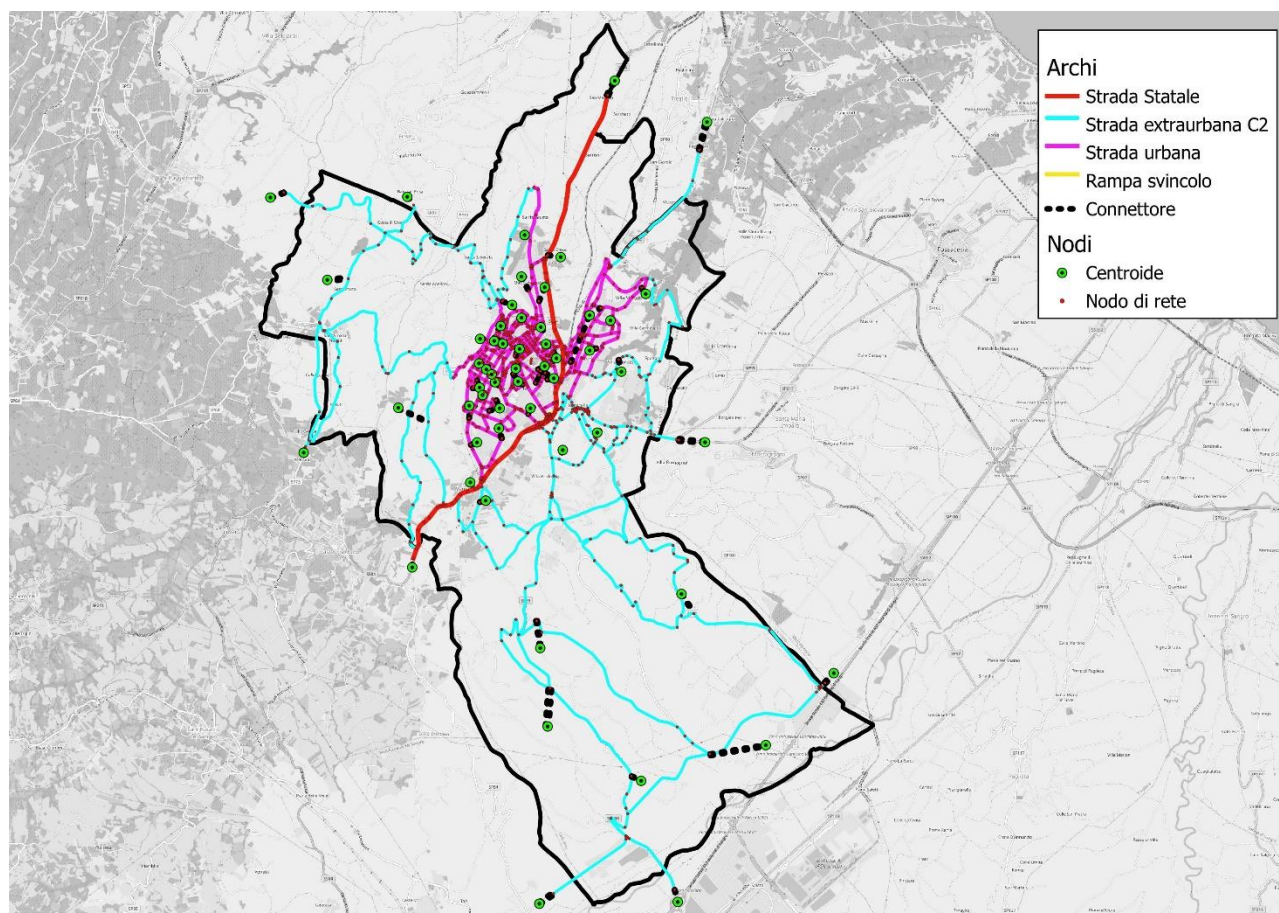


Figura 13 – Grafo stradale



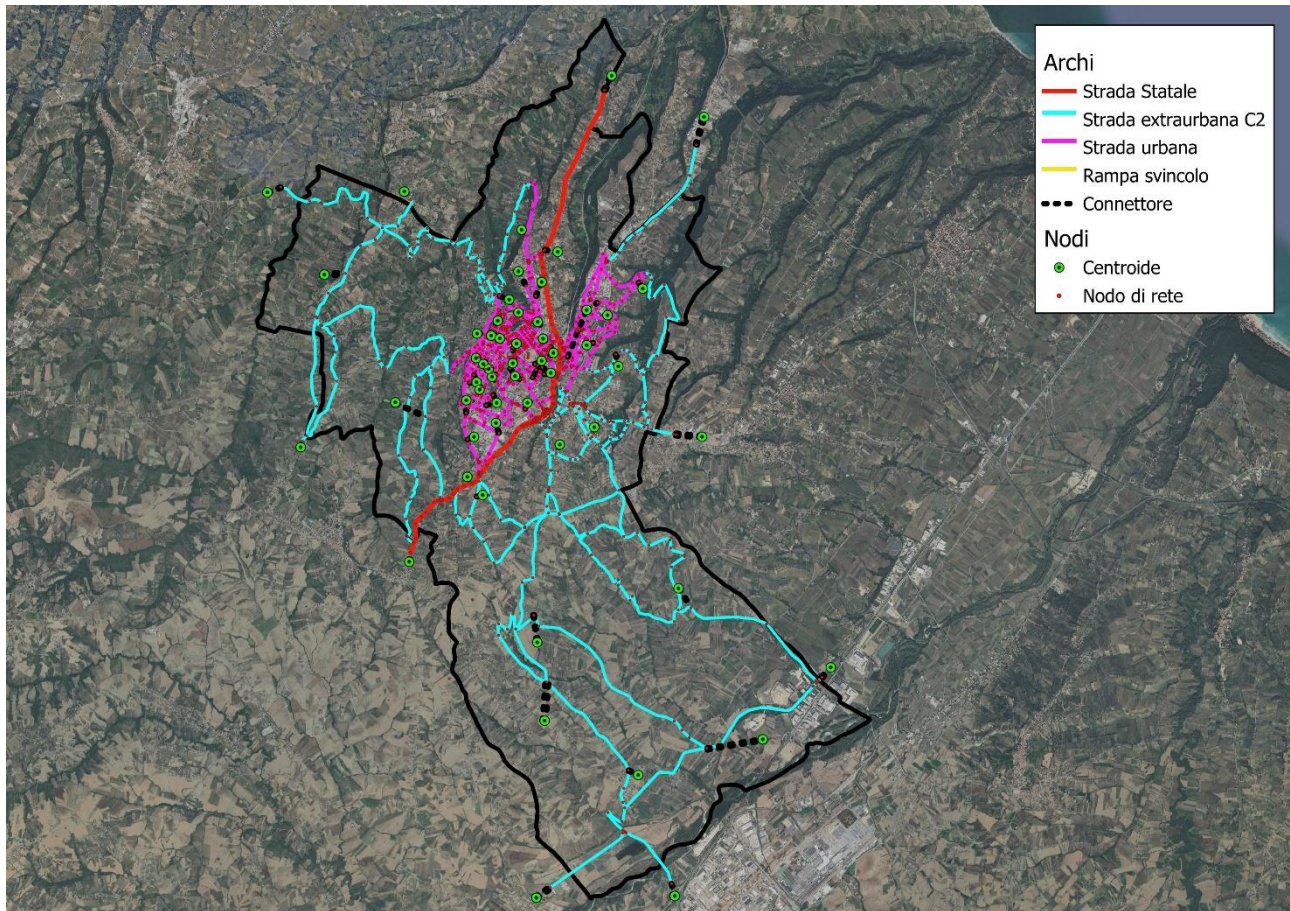


Figura 14 - Grafo dettagliato della città. Inquadramento su Ortofoto

*Definizione di velocità e capacità di un arco.* Sulla base delle caratteristiche geometriche e funzionali di ogni strada è stato possibile calcolare la *capacità* e la *velocità a flusso nullo* di un arco:

- la capacità di un arco è il massimo numero di veicoli che percorre l'arco nell'unità di tempo;
- la velocità a flusso nullo è la velocità di percorrenza dell'arco in assenza di veicoli.

Per le strade urbane la capacità è stata ottenuta applicando la seguente relazione sperimentale:

$$C = \min [525 * L_{usc}; 525 * L_{uaf} * k * p]$$

dove:

- $L_{usc}$  = larghezza utile sezione corrente (m)
- $L_{uaf}$  = larghezza utile sezione finale (m)
- $k$  = coefficiente correttivo dato dal rapporto verde/ciclo
- $p$  = coefficiente correttivo che tiene conto della presenza dei mezzi pesanti dato da:

$$p = (1 - \%_{pes}) * \left[ \frac{1}{1 - \%_{pes} + \%_{pes} * E_i} \right]$$

–  $E_i$  = coefficiente di equivalenza che vale<sup>1</sup>:

Autovetture e veicoli merci leggeri	$E_a = 1.00$
Veicoli pesanti medi e grandi	$E_p = 1.75$
Autobus	$E_b = 2.25$
Tram	$E_t = 2.50$
Motocicli	$E_m = 0.33$

La *velocità a flusso nullo* è stata calcolata mediante la seguente relazione sperimentale:

$$V_0 = 31.1 + 2.8 * L_u - 1.2 * P - 12.8 * T - 10.4 * D - 1.4 * (int/L)$$

dove:

- $L_u$  = Larghezza utile in metri dell'arco
- $P$  = pendenza in % (positiva in salita)
- $T$  = grado di tortuosità (1 alto, 0.66 medio, 0.33 basso, 0 nullo)
- $D$  = grado di disturbo (vedi tortuosità)
- $int$  = numero di intersezioni secondarie
- $L$  = lunghezza in km dell'arco

il valore di  $V_0$  deve essere comunque  $\geq 10$  km/h e  $\leq$  di 50 km/h.

Per le strade extraurbane rientranti nell'area di studio, autostrade, viabilità provinciale, eccetera, la capacità e la velocità a flusso nullo sarà ricavata da relazioni sperimentali, riportate nella Tabella 2

Tabella 2- Classificazione delle strade extraurbane e relative caratteristiche.

Tipologia	Classe	$V_0$ [Km/h]	$V_c$ [Km/h]	Capacità [veic.eq./h]	N_corsie
<b>Autostrade</b>					
Autostrade di prima categoria a pedaggio fisso	A1f	110	60	2000*N_corsie	3
Autostrade di prima categoria a pedaggio chilometrico	A1k	110	60	2000*N_corsie	3
Autostrade di seconda categoria a pedaggio fisso	A2f	100	60	2000*N_corsie	2
Autostrade di seconda categoria a pedaggio chilometrico	A2k	100	60	2000*N_corsie	2
Strade extraurbane di scorrimento	B1	90	50	2000*N_corsie	2
<b>Strade extraurbane ordinarie</b>					
Strade a Basso Grado di Disturbo	C1	70	35	1800	1
Strade a Medio Grado di Disturbo	C2	50	25	1400	1
Strade a Alto Grado di Disturbo	C3	30	15	900	1

<sup>1</sup> Ennio Cascetta, "Teoria e metodi dell'ingegneria dei sistemi di trasporto", UTET(1998), pp 61

A completamento della rete extraurbana vi sono gli *archi di svincolo*, ovvero gli archi di collegamento tra le autostrade e le strade di scorrimento o quelle ordinarie; questi vengono suddivisi in più classi così come riportato in Tabella 3.

*Tabella 3 - Suddivisione degli svincoli in funzione della modalità di pedaggio*

Tipologia	Classe
-svincoli senza pedaggio e senza ritiro di tagliando	A3
-svincoli di autostrade con pedaggio chilometrico	A4k
-svincoli di autostrade con pedaggio fisso	A4f
-svincoli con ritiro di tagliando	A5
-barriere di autostrade con pedaggio chilometrico	A6k
-barriere di autostrade con pedaggio fisso	A6f
-barriera con ritiro di tagliando	A7

La suddivisione degli svincoli in funzione del tipo di autostrada che essi servono (a pedaggio fisso o a pedaggio chilometrico) si rende necessaria per la differente curva di deflusso che viene adottata nell'uno o nell'altro caso, come sarà descritto in seguito.

Come si è già avuto modo di dire, una funzione di costo (curva di deflusso) è la relazione matematica che lega il costo medio di trasporto ai flussi che lo influenzano ed alle caratteristiche fisiche e funzionali del collegamento rappresentato dall'arco stesso.

Le funzioni di costo normalmente utilizzate sono le BPR (Bureau of Public Road) e le BPR casello, le Doherty e le Doherty casello.

Nel caso in esame, per la rete extraurbana, le curve di deflusso che sono sembrate simulare meglio il costo subito dagli utenti nell'attraversamento dell'arco sono le BPR e le Doherty casello secondo lo schema riportato in tabella 4.

Tabella 4- Tipologie di strade extraurbane e relative curve di deflusso

Tipologia	Curva di deflusso
<b>Autostrade</b>	
-autostrade di prima categoria a pedaggio fisso	BPR
-autostrade di prima categoria a pedaggio chilometrico	Doherty casello
-autostrade di seconda categoria a pedaggio fisso	BPR
-autostrade di seconda categoria a pedaggio chilometrico	Doherty casello
<b>Strade extraurbane di scorrimento</b>	
-strade extraurbane di scorrimento	BPR
<b>Strade extraurbane ordinarie</b>	
-strade a basso grado di disturbo	Doherty casello
-strade a medio grado di disturbo	Doherty casello
-strade a alto grado di disturbo	Doherty casello
<b>Svincoli e barriere</b>	
-svincoli senza pedaggio e senza ritiro di tagliando	Doherty casello
-svincoli di autostrade con pedaggio chilometrico	Doherty casello
-svincoli di autostrade con pedaggio fisso	Doherty casello
-barriere di autostrade con pedaggio chilometrico	Doherty casello
-barriere di autostrade con pedaggio fisso	Doherty casello
-barriere con ritiro di tagliando	Doherty casello

Le *curve di deflusso*. Ciascun arco del grafo impiegato per rappresentare il sistema di trasporto è caratterizzato da un *tempo di trasferimento* e/o da altri oneri sopportati dall'utente per spostarsi dal nodo iniziale a quello finale: tali oneri opportunamente omogeneizzati vanno sotto il nome di "*costo generalizzato*" del trasporto sull'arco  $i,j$ , ( $i$  = nodo iniziale,  $j$  = nodo finale); esso, inoltre, è funzione sia del flusso che percorre quell'arco, che di quelli che percorrono altri archi del grafo.

A tale funzione si dà il nome di *funzione di costo* o *curva di deflusso*.

Le *curve di deflusso* adottate per la rete stradale dell'area di studio sono note in letteratura con il nome *Doherty* e *BPR*.

### Doherty

Essa è data dalla somma di due aliquote:

- **tempo di running** dato da:

$$T_r = 3,6 * \frac{l}{V}$$

dove:

- $l$  = lunghezza dell'arco in metri
- $V$  pari a:

$$V = V_0 + a * \left(\frac{f}{L_u}\right)^2$$

con:

- $V_0$  = velocità a vuoto in km/h
- $a = 0.0001$
- $f$  = flusso in veic/h

- $L_u$  = larghezza utile sezione corrente in metri  
(se  $V < 5$  km/h si pone  $V = 5$  km/h)

- **tempo di attesa** dato da:

$$T_a = A + 0,55 * \frac{3600}{c} * \frac{X}{1-X} \quad \text{se } X \leq 0.95$$

$$T_a = \alpha + \beta X \quad \text{se } X > 0.95$$

dove:

- $A$  è pari a:

$$A = \frac{1}{2} (1 - \mu)^2 * c$$

con:

- $\mu$  = rapporto tra tempo di verde effettivo e tempo di ciclo
- $c$  = tempo di ciclo in secondi
- $C$  = capacità dell'arco in veicoli equivalenti/h
- $X$  = rapporto tra flusso e capacità
- $\alpha = |T_a|_{X=0.95} - \frac{209*3600}{c}$
- $\beta = \frac{209*3600}{c}$

## BPR

Secondo la funzione di costo *BPR* (Bureau of Public Road) il tempo di percorrenza  $t_i$  dell'arco  $i$  dipende dal flusso  $f_i$  rapportato alla capacità  $C_i$  dell'arco stesso e dal tempo di percorrenza a flusso nullo  $t_0$ .

In generale la forma funzionale è:

$$t_i = \frac{l_i}{V_{0i}} \left( 1 + \alpha \left( \frac{f_i}{C_i} \right)^\beta \right) + T_i$$

dove:

- $l_i$  = lunghezza dell'arco  $i$ -esimo
- $V_{0i}$  = velocità a vuoto dell'arco  $i$ -esimo
- $f_i$  = flusso sull'arco  $i$ -esimo
- $C_i$  = Capacità dell'arco  $i$ -esimo
- $\alpha$  e  $\beta$  = parametri caratteristici della curva di deflusso

–  $T_i$  = eventuale tempo aggiuntivo

Per le *Doherty casello* il tempo di percorrenza dell'arco viene calcolato come somma di tre aliquote:

- **tempo di running** dato da:

$$T_r = \left[ \frac{l}{V_0} + \left( \frac{l}{V_c} - \frac{l}{V_0} \right) * \left( \frac{f}{C} \right)^3 \right] * 3,6$$

dove:

- $V_0$  = velocità a flusso nullo (km/h)
- $V_c$  = velocità a carico (km/h)
- $l$  = lunghezza dell'arco (metri)

- **tempo di attesa** dato da:

$$T_a = T_s + 0,5 * \frac{f}{N_{cas} * 3600} * \frac{T_s^2}{1-X} \quad \text{se } X \leq 0.95$$

$$T_a = T_s + T_s^2 * \left( 200 * \frac{f}{N_{cas} * 3600} * \frac{180,5}{T_s} \right) \quad \text{se } X > 0.95$$

dove:

- $N_{cas}$  è il numero di caselli all'estremità finale dell'arco;
- $X$  è il rapporto tra flusso e Capacità;
- $T_s = \frac{3600 * N_{cas}}{C}$  è il tempo di servizio (secondi)

- **tempo aggiuntivo** dato, nel caso specifico, da:

$$T^* = C_4 * l$$

dove:

- $C_4$  è un coefficiente utilizzato per schematizzare il *pedaggio autostradale*;
- $l$  è la lunghezza dell'arco;

Per gli *archi di svincolo* è necessario introdurre il numero di caselli  $N_{cas}$ .

Per tutti i rimanenti archi della rete, il numero di caselli si pone uguale a zero, in tal modo il tempo di attesa si annulla ed il tempo di percorrenza dell'arco coincide con il tempo di running più l'eventuale tempo aggiuntivo.

La simulazione del pedaggio sui rami autostradali avviene mediante il coefficiente  $C_4$ , presente tra l'altro in uno dei file input del software *T.Road* utilizzato per l'assegnazione dei flussi veicolari sulla rete stradale.

Mediante tale coefficiente si introduce nell'espressione del tempo di percorrenza un tempo aggiuntivo  $T^*$  dato dal prodotto di  $C_4$  per la lunghezza " $l$ " dell'arco.



Occorre distinguere i due casi:

- *pedaggio chilometrico*
- *pedaggio fisso*

Nel primo caso si pone il coefficiente  $C_4$  relativo all'arco autostradale in esame, pari al tempo equivalente al *pedaggio chilometrico*:

$$C_4 = \frac{Ped}{\beta}$$

dove:

- $Ped$  è il *pedaggio chilometrico* espresso in €/Km;
- $\beta$  è il *valore monetario del tempo* espresso in €/min.

In tal modo il pedaggio è distribuito uniformemente lungo tutto il tratto di autostrada percorso, a differenza di quanto accade quando il pedaggio è fisso.

In questo caso, infatti, il pedaggio si sconta soltanto sull'arco di svincolo in cui è presente il casello (arco di classe A4f o A6f (cfr. Tabella 3)). Per tale arco il coefficiente  $C_4$  si pone uguale al tempo equivalente al pedaggio (fisso), che è dato da:

$$C_4 = \frac{Ped}{\beta * l}$$

dove:

- $Ped$  è il *pedaggio fisso* espresso in €;
- $\beta$  è il *valore monetario del tempo* espresso in €/min;
- $l$  è la *lunghezza dell'arco di svincolo* in Km, che nel nostro caso è posta per tutti gli svincoli pari a 0.2 e a 0,001 per le barriere.

Il pedaggio chilometrico è posto pari a circa 0,05 €/Km, mentre il valore monetario del tempo si assume pari 0,086 €/min (=5,16 €/h).

## 2.2. La stima della domanda su auto

La domanda di trasporto può essere definita come il numero di spostamenti che avvengono su un determinato sistema di trasporto in un prefissato periodo di tempo. Naturalmente il numero di spostamenti può variare non solo nelle diverse ore della giornata, ma anche nel corso della settimana, dei mesi e degli anni.

Dal punto di vista spaziale gli spostamenti che interessano una determinata area possono suddividersi in tre aliquote:

- *spostamenti interni* all'area, se i punti di inizio e termine dello spostamento sono interni all'area in esame;
- *di scambio*, se l'origine e la destinazione dello spostamento sono uno interno all'area e l'altro esterno o viceversa;
- *di attraversamento*, se entrambi i punti di origine e destinazione sono esterni all'area ma l'attraversano nel corso dello spostamento.

Al fine di stimare gli spostamenti *interni*, è stata sviluppata una procedura ad hoc, utilizzando come dati di input la matrice del *pendolarismo*<sup>2</sup> dell'Istat ed i dati socio-economici censiti dall'ISTAT. Dalla matrice del pendolarismo, è stato ricavato il numero degli spostamenti interni al comune di Lanciano, mentre in base ai dati forniti dall'Istat, riguardanti il numero di residenti ed addetti per ogni zona di traffico è stata elaborata una distribuzione di tali spostamenti tra le zone di traffico. A partire da tali informazioni, è stata stimata la matrice OD della mattina, ripartendo gli spostamenti interni tra le zone di traffico in funzione dei residenti e degli addetti. La matrice OD della sera è stata stimata *trasponendo*<sup>3</sup> la matrice della mattina.

La domanda così ottenuta, è stata aggiornata, ovvero "corretta", con metodi che utilizzano i conteggi dei flussi di traffico come fonte di informazione sulla domanda di trasporto economica e facilmente reperibile,

---

<sup>2</sup> Attraverso il censimento ISTAT, con cadenza decennale, della popolazione residente in famiglia o in convivenza, viene rilevata anche la matrice Origine-Destinazione degli spostamenti per motivi di lavoro o di studio. I dati, contenuti in un file, riportano il numero di persone che si spostano tra comuni – o all'interno dello stesso comune (in modo aggregato) – classificate, oltre che per il motivo dello spostamento (lavoro o studio), per il sesso, il mezzo di trasporto utilizzato, la fascia oraria di partenza e la durata del tragitto. La base di calcolo sono le persone che hanno dichiarato di recarsi giornalmente al luogo abituale di studio o di lavoro, partendo dall'alloggio di residenza, e di rientrarvi. Alla matrice è allegato un documento metodologico che, oltre a descrivere la struttura dei dati, fornisce indicazioni utili per il suo utilizzo, con particolare riferimento alle variabili rilevate con metodo campionario (mezzo di trasporto utilizzato, fascia oraria di partenza e durata del tragitto). Sono anche allegati alcuni documenti utili alla comprensione e al corretto utilizzo dei dati (questionari e classificazioni). I dati prodotti dall'Istat nell'ambito del Censimento della Popolazione e delle Abitazioni, relativamente al pendolarismo sono ripartiti per:

-numero di pendolari che si spostano all'interno del comune;  
-numero di pendolari che si spostano all'esterno del proprio comune.

<sup>3</sup> L'ipotesi, in tal caso, assunta, è che gli spostamenti pendolari, per definizione sistematici, ovvero che si ripetono nel tempo e nello spazio, possono considerarsi, nell'ora di punta della sera come ritorni a casa rispetto a quelli della mattina.

dettagliatamente illustrati nel paragrafo 1.5. Tali tecniche si basano sul metodo dei *Minimi Quadrati Generalizzati* (*Generalized Least Squares*) e tendono a minimizzare lo scarto tra i flussi conteggiati e i flussi che si otterrebbero assegnando la matrice di partenza: la procedura di correzione applicata a Lanciano ed il risultato della correzione è descritta nel paragrafo successivo.

*Entità e distribuzione spaziale.* La matrice origine-destinazione degli spostamenti corretta ha consentito di operare una serie di considerazioni circa il fenomeno della mobilità su auto della città di Lanciano nell'ora di punta della mattina e della sera invernale feriali.

I dati sono accorpati nelle diverse zone della città costituite da:

- Lanciano, area di piano;
- Esterno comune, le relazioni con i comuni esterni.

La matrice riferita all'ora di punta del mattino (Cfr. Figura 15) presenta un numero totale di spostamenti su auto per macro zone pari a 12.738.

Figura 15 - Matrice O/D degli spostamenti riferita all'ora di punta del mattino

L'analisi della domanda mostra che in un giorno feriale medio nell'ora di punta della mattina vi sono 12.738 spostamenti così distribuiti:

1. 6.915 spostamenti interni al comune di Lanciano;
2. 2.247 spostamenti che hanno come origine il comune di Lanciano e come destinazione altri comuni;
3. 2.936 spostamenti che hanno come destinazione il comune di Lanciano e come origine comuni esterni.
4. 391 spostamenti attraversano il comune di Lanciano.

*Tabella 5 – Numero di spostamenti con l'auto. Ora di punta della mattina*

Spostamenti con l'auto. Ora di punta della mattina	
I-I	6 915
I-E	2 497
E-I	2 936
E-E	391

*Tabella 6 - Matrice O/D spostamenti con l'auto. Ora di punta della mattina*

O\D	INT	EST	Totale complessivo
INT	6 915	2 497	9 412
EST	2 936	391	3 327
<b>Totale complessivo</b>	<b>9 851</b>	<b>2 888</b>	<b>12 738</b>

Di seguito viene presentata un'altra tabella che suddivide gli spostamenti in base alla denominazione delle zone di traffico.

*Tabella 7 - Matrice O/D spostamenti con l'auto. Ora di punta della mattina*

O\D	Centro abitato	Altre zone	Altri comuni	Totale complessivo
Centro abitato	4 650	662	1 802	7 114
Altre zone	1 320	283	694	2 298
Altri comuni	2 353	582	391	3 327
<b>Totale complessivo</b>	<b>8 323</b>	<b>1 528</b>	<b>2 888</b>	<b>12 738</b>

La matrice O/D riferita all'ora di punta della sera (Cfr.

O/D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41			
1	1	1	2	2	1	2	5	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	1	2	75	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	8	1	5	5	1	4	1	1	9	39	1	1	1	5	2	2	1	1	1	2	2	1	4	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	
3	3	3	6	27	2	4	5	4	3	4	4	5	5	4	1	1	3	7	67	1	3	3	3	1	1	62	106	8	6	4	1	5	1	2	5	2	2	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	33	1	1	1	1	1	1	1	1	9	7	7	9	6	14	3	2	38	2	38	2	7	3	2	39	38	3	1	1	1	7	7	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1
5	2	2	4	3	2	3	3	3	2	4	4	12	13	4	3	1	4	7	45	2	1	2	12	4	5	1	1	3	4	3	1	10	9	3	10	4	3	2	2	1	1	2	2	
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	6	1	1	6	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
7	1	2	1	3	2	3	3	3	2	1	1	2	3	1	1	1	1	1	41	1	1	1	2	1	1	1	1	1	4	3	1	3	3	3	4	4	3	1	1	1	1	1	1	1
8	10	3	7	5	3	5	5	5	4	11	4	5	5	4	13	2	4	15	20	13	7	4	8	17	18	18	108	15	7	5	7	4	7	12	9	12	13	14	2	8	2	1	1	
9	2	1	3	2	1	2	2	2	2	7	3	4	4	4	6	1	3	8	3	4	1	2	4	5	5	1	1	2	3	2	1	2	1	2	5	3	2	3	1	1	1	1	1	
10	1	1	1	1	1	1	5	9	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	8	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
11	3	3	5	7	4	1	1	3	5	3	3	2	3	3	1	1	3	6	66	4	1	3	3	5	1	1	1	4	7	5	2	4	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	2	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
13	1	1	1	2	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
14	2	2	3	16	3	1	1	2	4	2	2	2	2	2	1	1	2	4	65	3	3	2	2	3	1	4	3	3	5	4	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	
15	2	1	3	1	1	1	1	10	1	2	2	1	5	1	1	1	2	3	1	3	1	1	1	5	5	6	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	
16	7	7	9	8	6	2	6	7	6	7	7	6	7	7	5	4	7	10	25	8	3	7	7	10	1	5	3	4	9	7	1	8	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	
17	14	12	24	19	12	1	5	16	15	15	16	11	18	17	9	20	15	30	46	23	20	14	13	36	18	30	21	23	26	20	1	19	1	1	23	1	1	1	1	1	1	1	1	
18	3	1	5	4	2	4	5	12	1	3	3	1	6	3	1	1	3	6	6	1	1	3	3	1	1	9	11	5	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	62	2	1	2	3	10	1	1	61	36	38	61	6	33	40	3	3	3	1	5	59	5	4	11	10	6	3	2	1	37	1	2	1	2	2	3	2	2	2	2	2	
20	3	1	5	1	1	1	1	10	1	3	3	1	5	3	2	1	3	6	1	5	1	3	2	7	8	5	4	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	16	2	12	2	1	
21	14	1	15	27	11	8	1	22	1	14	13	2	3	3	16	4	13	16	1	15	3	14	13	19	1	4	3	3	1	1	1	10	1	1	11	1	1	1	1	1	1	1	1	
22	9	8	15	12	7	12	5	18	9	10	10	7	10	11	5	12	9	19	8	16	4	9	8	23	2	18	124	14	14	12	1	12	1	1	15	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	1	1	1	2	7	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	62	1	4	1	1	1	1	1	1	1	4	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
24	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	
25	1	1	2	1	1	1	1	9	1	1	1	3	5	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	3	4	4	5	2	2	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	
26	1	1	1	24	1	1	1	9	1	1	8	1	1	1	1	4	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
27	1	1	1	24	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
28	1	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
29	1	2	4	3	2	3	3	2	1	4	1	1	4	6	1	2	4	5	1	2	1	7	7	9	9	8	4	3	1	3	1	3	1	3	3	4	2	1	2	1	2	1	2	
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	3	6	1	3	1	1	2	2	1	3	2	1	6	6	6	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	6	1	1	1	1	1	1	9	1	1	2	1	1	3	6	1	1	3	2	2	1	6	1	3	3	8	8	6	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2
32	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1		
33	7	1	1	2	2	1	1	10	2	1	1	1	1	1	7	1	1	3	2	3	1	6	1	3	3	7	6	7	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	
34	6	1	1	1	1	1	1	9	1	1	3	2	2	3	6	1	2	3	1	2	1	6	1	2	2	8	9	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
35	1	1	1	2	7	1	1	5	1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	2	3	1	1	1	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
36	6	1	1	1	1	1	1	9	1	1	3	2	3	3	6	1	2	3	1	2	1	6	1	3	2	8	9	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
37	6	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	5	5	1	6	1	2	3	1	1	1	6	5	2	1	8	9	6	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	
38	6	1	1	1	1	2	1	10	1	1	1	5	5	1	1	1	1	2	2	9	1	6	3	3	3	8	9	6	2	2	1	4	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1		
39	4	1	1	1	1	1	1	7	1	1	1	3	3	1	4	1	1	1	1	1	1	4	3	1	1	5	6	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
40	6	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	5	5	1	4	1	2	3	1	7	1	6	5	1	1	8	9	6	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
41	4	1	1	1	1	1	1	7	1	1	1	3	3	1	4	1	1	1	1	1	1	4	3	1	1	5	6	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
42	4	1	1	1	1	5	1	7	5	1	1	3	3	1	4	1	1	3	1	1	1	4	3	6	7	7	6	4	1	8	1	2	2	8	5	9	1	12	3	2	5	1	1	
43	4	1	1	1	1	1	1	7	1	1	1	3	3	1	4	1	1	1	1	1	1	4	3	1	1	5	6	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
44	1	1	2	1	1	1	1	10	1	1	1	1	5	1	1	1	1	3	1	2																								

OLD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110		
1	1	1	2	2	1	2	5	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	75	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	4	1	1	1	1	1	2						
2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	8	1	5	5	1	4	1	1	9	39	1	1	1	5	2	2	1	1	1	2	2	1	4	4	2	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	16	1	1	1	1	4	5	5			
3	3	3	6	27	2	4	5	4	3	4	4	5	5	4	1	1	3	7	67	1	3	3	3	1	1	62	106	8	6	4	1	5	1	2	5	2	2	1	1	1	1	1	1	2	9	11	24	1	1	1	9	5	2	4			
4	1	1	33	1	1	1	1	1	1	1	9	7	7	9	6	14	3	2	38	2	38	2	7	3	2	39	38	3	1	1	1	7	7	1	8	1	1	1	1	1	1	3	1	2	4	14	1	1	1	1	6	7	7				
5	2	2	4	3	2	3	3	2	4	4	12	13	4	3	1	4	7	45	2	1	2	12	4	5	1	1	3	4	3	1	10	9	3	10	4	3	2	2	1	2	2	3	3	2	7	27	1	2	2	7	7	12	13				
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	6	1	1	6	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	12	1	1	1	1	1	1					
7	1	2	1	3	2	3	3	3	2	1	1	2	3	1	1	1	1	1	41	1	1	1	2	1	1	1	1	1	4	3	1	3	3	3	4	4	3	1	1	1	1	1	3	3	1	1	22	1	1	1	7	1	2	3			
8	10	3	7	5	3	5	5	5	4	11	4	5	5	4	13	2	4	15	20	13	7	4	8	17	18	18	108	15	7	5	7	4	7	12	9	12	13	14	2	8	2	2	2	18	11	17	20	52	7	8	2	21	4	7	8		
9	2	1	3	2	1	2	2	2	7	3	4	4	4	6	1	3	8	3	4	1	2	4	5	5	1	1	2	3	2	1	2	1	2	5	3	2	3	1	1	1	1	1	6	2	1	6	23	1	1	1	3	1	3	4			
10	1	1	1	1	1	1	5	9	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1					
11	3	3	5	7	4	1	1	3	5	3	1	2	3	3	1	1	3	6	66	4	1	3	3	5	1	1	1	1	1	7	5	2	4	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	6	5	4	9	16	1	1	1	4	1	2	4	
12	1	1	1	2	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1				
13	1	1	1	2	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
14	2	2	3	16	3	1	1	2	4	2	2	2	2	2	1	1	2	4	65	3	3	2	2	3	1	4	3	3	5	4	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	3	4	2	6	7	1	1	1	1	1	2	3			
15	2	1	3	1	1	1	1	10	1	2	2	1	5	1	1	1	2	3	1	3	1	2	1	5	5	6	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	5	1	3	93	23	1	1	1	1	1	1	1	1	2		
16	7	7	9	8	6	2	6	7	6	7	7	6	7	7	5	4	7	10	25	8	3	7	7	10	1	5	3	4	9	7	1	8	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1	3	12	1	1	1	1	1	2	7	8		
17	14	12	24	19	12	1	5	16	15	15	16	11	18	17	9	20	15	30	46	23	20	14	13	36	18	30	21	23	26	20	1	19	1	1	23	1	1	1	1	1	1	1	1	40	15	43	44	109	1	1	1	36	3	12	18		
18	3	1	5	4	2	4	5	12	1	3	3	1	6	3	1	1	3	6	6	1	1	3	3	1	1	9	11	5	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	6	1	1	1	1	1	2	4			
19	1	1	62	2	1	2	3	10	1	1	61	36	38	61	6	33	40	3	3	3	1	5	59	5	4	11	10	6	3	2	1	37	1	2	1	2	2	3	2	1	2	2	2	5	2	6	9	20	1	2	2	2	1	61	61		
20	3	1	5	1	1	1	1	10	1	3	3	1	5	3	2	1	3	6	1	5	1	3	2	7	8	5	4	4	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	16	2	12	2	2	8	1	4	8	26	11	2	2	1	1	2	3	
21	14	1	15	27	11	8	1	22	1	14	13	2	3	3	16	4	13	16	1	15	3	14	13	19	1	4	3	3	1	1	10	1	1	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	1	2	18	1	1	1	1	1	9	10			
22	9	8	15	12	7	12	5	18	9	10	10	7	10	11	5	12	9	19	8	16	4	9	8	23	2	18	124	14	14	12	1	12	1	1	15	1	1	1	1	1	1	1	1	26	1	25	28	53	1	1	1	1	1	7	12		
23	1	1	1	2	7	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	62	1	4	1	1	1	1	1	4	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
24	1	1	1	1	1	1	1	10	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	90	12	1	2	2	1	1	1	1	1			
25	1	1	2	1	1	1	1	9	1	1	1	3	5	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	3	4	4	5	2	2	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	4	1	1	89	12	1	2	2	1	1	1	1	1
26	1	1	1	24	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	4	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1		
27	1	1	1	24	1	1	1	1	1	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
28	1	1	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
29	1	2	4	3	2	3	3	2	1	4	1	1	4	6	1	2	4	4	5	1	2	1	7	7	9	8	4	3	1	3	1	3	1	3	3	4	2	1	2	2	2	8	3	7	12	29	1	2	2	6	1	1	1	1	1		
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	3	6	1	3	1	1	2	2	1	3	2	1	6	6	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
31	6	1	1	1	1	1	1	9	1	1	2	1	1	3	6	1	1	3	2	2	1	6	1	3	3	8	8	6	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	4	1	6	8	16	1	2	2	1	1	1	1	1	
32	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
33	7	1	1	2	2	1	1	10	2	1	1	1	1	1	7	1	1	3	2	3	1	6	1	3	3	7	6	7	2	2	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	3	2	6	7	12	1	3	2	2	1	1	1	1	
34	6	1	1	1	1	1	1	9	1	1	3	2	2	3	6	1	2	3	1	2	1	6	1	2	2	8	9	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
35	1	1	1	2	7	1	1	5	1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	2	3	1	1	1	4	3	1	1	1																													

L'analisi della domanda mostra che in un giorno feriale medio nell'ora di punta della sera vi sono 14.244 spostamenti così distribuiti:

1. 7.540 spostamenti interni al comune di Lanciano;
2. 2.652 spostamenti che hanno come origine il comune di Lanciano e come destinazione altri comuni;
3. 3.545 spostamenti che hanno come destinazione il comune di Lanciano e come origine comuni esterni.
4. 507 spostamenti attraversano il comune di Lanciano.

Tabella 8 – Numero di spostamenti con l'auto. Ora di punta della sera

Spostamenti con l'auto. Ora di punta della sera	
I-I	7 540
I-E	2 652
E-I	3 545
E-E	507

Tabella 9- Matrice O/D spostamenti con l'auto. Ora di punta della sera

O\D	INT	EST	Totale complessivo
INT	7 540	2 652	10 193
EST	3 545	507	4 052
<b>Totale complessivo</b>	<b>11 085</b>	<b>3 159</b>	<b>14 244</b>

Di seguito viene presentata un'altra tabella che suddivide gli spostamenti in base alla denominazione delle zone di traffico.

Tabella 10 - Matrice O/D spostamenti con l'auto. Ora di punta della sera

O\D	Centro abitato	Altre zone	Altri comuni	Totale complessivo
Centro abitato	4 973	1 232	2 000	8 205
Altre zone	966	369	652	1 988
Altri comuni	2 602	943	507	4 052
<b>Totale complessivo</b>	<b>8 541</b>	<b>2 544</b>	<b>3 159</b>	<b>14 244</b>



### 2.3. Correzione della matrice O/D attuale mediante i flussi rilevati

La matrice Origine/Destinazione (O/D) stimata mediante la metodologia descritta al par. 2.2 utilizzando i dati del pendolarismo ISTAT, è stata successivamente corretta utilizzando risultati di rilievo dei flussi di traffico su alcuni archi della rete. Le misurazioni sono state effettuate nei giorni feriali invernali, dal 25 al 27 febbraio 2025 (martedì, mercoledì e giovedì), durante due fasce orarie:

1. **Fascia mattutina:** dalle 07:00 alle 09:30
2. **Fascia serale:** dalle 17:00 alle 19:30

L'analisi ha riguardato diverse categorie di veicoli, con la successiva conversione dei dati in termini di veicoli equivalenti per le ore di punta. Le fasce orarie di massima congestione sono state individuate come segue:

- **Ora di punta mattutina:** dalle 07:45 alle 08:45
- **Ora di punta serale:** dalle 17:15 alle 18:15

Queste informazioni sono state utilizzate per aggiornare la stima della matrice O/D, garantendo una maggiore accuratezza nella rappresentazione della domanda di traffico.

Il modulo T.OD è strettamente legato al modulo di assegnazione (T.Road); infatti, uno dei dati di input fondamentali è la matrice dei coefficienti  $\alpha_{iOD}$  generata dal modello di assegnazione e che fornisce la percentuale (comunemente denominata con “coefficiente alfa”) di veicoli, con una determinata origine e una determinata destinazione, che usano un determinato arco della rete.

I passi da seguire sono i seguenti:

- predisposizione di uno scenario di assegnazione che generi i coefficienti  $\alpha_{iOD}$ ;
- esecuzione il modulo di assegnazione mediante T.Road;
- predisposizione dello scenario di stima;
- configurazione dello scenario di stima;
- esecuzione del modulo T.OD.

I dati di input sono stati quelli già descritti per il modulo T.Road (NODI.DBF, ARCHIR.DBF, MATOD\_VIAGGI.DBF e CDEFL.DBF) con l'aggiunta di un file in cui sono riportati i flussi di autovetture rilevati, attraverso le indagini di traffico descritte precedentemente (FLUSSIRIL.DBF).

I campi del file FLUSSIRIL.DBF sono:

- NA: è il codice numerico che identifica il nodo iniziale dell'arco stradale rappresentativo della strada dove è stato eseguito il rilievo;
- NB: è il codice numerico che identifica il nodo finale dell'arco stradale rappresentativo della strada dove è stato eseguito il rilievo;

- TIPO: indica la tipologia di arco già specificata per il file ARCHIR.DBF;
- FLUSSO: è un valore numerico che rappresenta il flusso misurato sull'arco in questione omogeneizzato in autovetture equivalenti.

Caricati i file di input si procede ad una assegnazione di tipo deterministico per la determinazione dei coefficienti *alfa* quindi, fissati i valori dei parametri (numero di iterazioni, epsilon di arresto, peso domanda e peso flussi) si lancia il modulo T.OD.

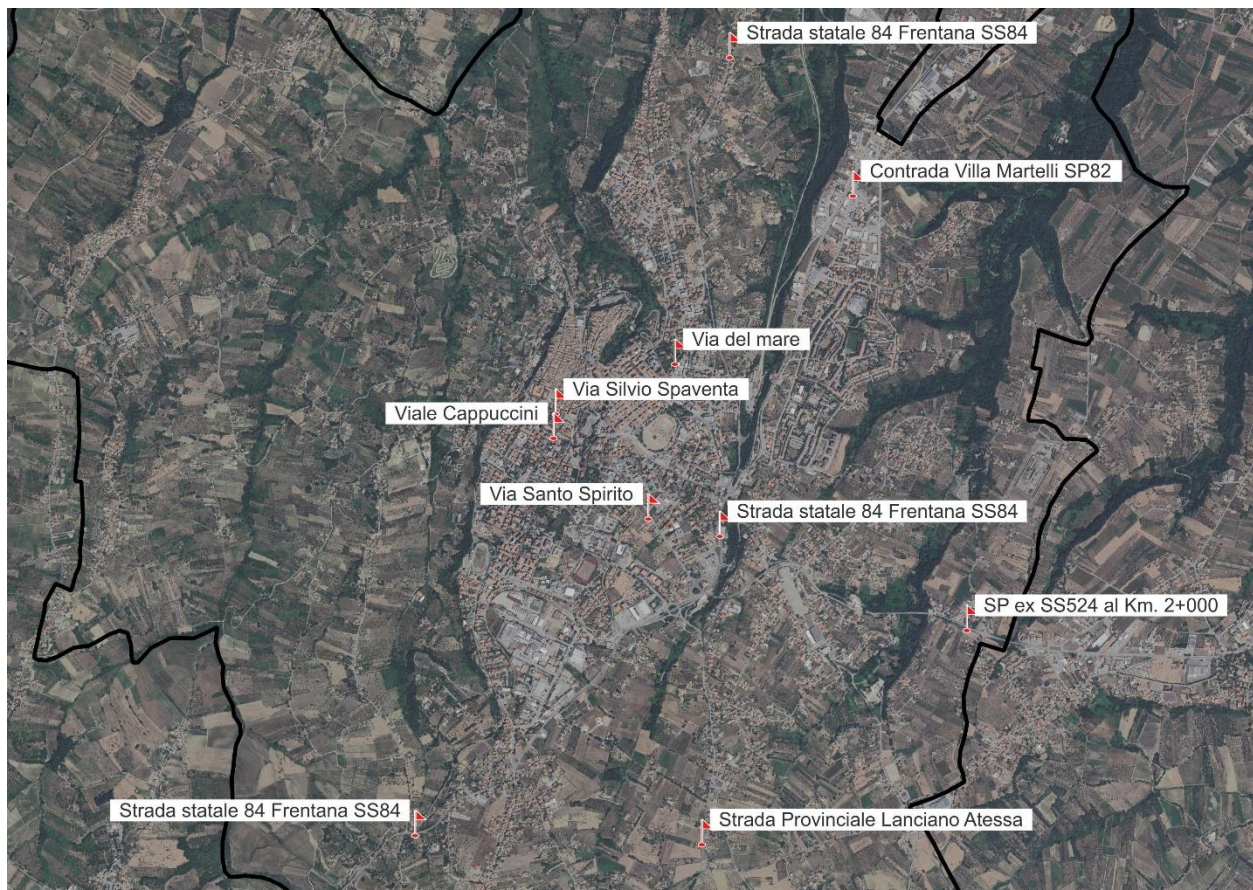


Figura 17 – Individuazione delle sezioni di rilievo

I flussi veicolari rilevati e utilizzati per la calibrazione del modello si riferiscono a giorni in cui sono assenti limitazioni all'accesso veicolare o interessati da manifestazioni o sciopero di mezzi pubblici. Inoltre, i flussi vengono rilevati in condizioni di tempo sereno.

I risultati della correzione della matrice O/D devono essere poi opportunamente controllati e verificati.

In particolare, si deve confrontare il flusso assegnato dal modello (non corretto) e quello assegnato con la successiva correzione con quello rilevato.

Tabella 11 – Confronto flussi rilevati e simulati nell'ora di punta della mattina

	Denominazione	Posizione	NA	NB	FLUSSO RILEVATO	FLUSSO SIMULATO	DIFFERENZA ASSOLUTA	DIFFERENZA %
	Strada statale 84 Frentana SS84	42.248182, 14.400738	1585	1320	193	193	0	0%
			1320	1585	200	200	0	0%
	Contrada Villa Martelli SP82	42.240040, 14.409983	1342	1468	525	529	4	1%
			1468	1342	657	604	-53	-8%
	SP ex SS524 al Km. 2+000	42.216139, 14.418940	1589	1892	899	898	-1	0%
			1892	1589	716	716	0	0%
	Strada Provinciale Lanciano Atesa	42.204320, 14.399095	1177	1566	444	444	0	0%
			1566	1177	476	476	0	0%
	Strada statale 84 Frentana SS84	42.204330, 14.377500	1840	1226	573	573	0	0%
			1226	1840	308	308	0	0%
	Via Silvio Spaventa	42.228048, 14.387671	1007	1089	304	311	7	2%
			1089	1007	392	394	2	1%
	Via del mare	42.230791, 14.396646	1859	1365	352	387	35	10%
			1365	1859	521	520	-1	0%
	Viale Cappuccini	42.224373, 14.385913	1015	1014	242	244	2	1%
			1014	1015	308	310	2	1%
	Via Santo Spirito	42.222133, 14.394955	1251	1658	430	428	-2	-1%
			1658	1251	431	419	-12	-3%
	Strada statale 84 Frentana SS84	42.221226, 14.400217	1353	1448	1099	1090	-9	-1%
			1448	1353	892	890	-2	0%
TOTALE					<b>9963</b>	<b>9934</b>	<b>-29</b>	<b>0%</b>

Lo scarto percentuale, relativo al dato globale, indica la capacità di riproduzione della domanda di spostamento attuale con errori percentuali pari a 0%.

Tabella 12 – Confronto flussi rilevati e simulati nell'ora di punta della sera

	Denominazione	Posizione	NA	NB	FLUSSO RILEVATO	FLUSSO SIMULATO	DIFFERENZA ASSOLUTA	DIFFERENZA %
	Strada statale 84 Frentana SS84	42.248182, 14.400738	1585	1320	394	394	0	0%
			1320	1585	273	273	0	0%
	Contrada Villa Martelli SP82	42.240040, 14.409983	1342	1468	758	779	21	3%
			1468	1342	659	658	-1	0%
	SP ex SS524 al Km. 2+000	42.216139, 14.418940	1589	1892	928	913	-15	-2%
			1892	1589	775	777	2	0%
	Strada Provinciale Lanciano Atesa	42.204320, 14.399095	1177	1566	596	596	0	0%
			1566	1177	379	379	0	0%
	Strada statale 84 Frentana SS84	42.204330, 14.377500	1840	1226	452	452	0	0%
			1226	1840	445	444	-1	0%
	Via Silvio Spaventa	42.228048, 14.387671	1007	1089	426	419	-7	-2%
			1089	1007	339	330	-9	-3%
	Via del mare	42.230791, 14.396646	1859	1365	278	283	5	2%
			1365	1859	421	404	-17	-4%
	Viale Cappuccini	42.224373, 14.385913	1015	1014	260	262	2	1%
			1014	1015	193	188	-5	-3%
	Via Santo Spirito	42.222133, 14.394955	1251	1658	416	430	14	3%
			1658	1251	485	403	-82	-17%
	Strada statale 84 Frentana SS84	42.221226, 14.400217	1353	1448	1090	1094	4	0%
			1448	1353	1145	1163	18	2%
TOTALE					<b>10710</b>	<b>10641</b>	<b>-69</b>	<b>-1%</b>

Lo scarto percentuale, relativo al dato globale nell'ora di punta della sera, indica la capacità di riproduzione della domanda di spostamento attuale con errore percentuale pari allo -1%.

Lo scarto registrato risulta, quindi, compatibile con le usuali oscillazioni dei flussi di traffico rilevabili nelle aree simili a quella sotto osservazione.

#### 2.4. Interazione domanda e offerta

Il software utilizzato per le assegnazioni di traffico, denominato *T.Model*, è descritto nel paragrafo seguente; esso è costituito da un sofisticato sistema di modelli matematici di simulazione e previsione di supporto per la progettazione e la pianificazione del traffico e dei trasporti.

Essi supportano:



- la progettazione e la verifica degli interventi in una logica globale del sistema della mobilità, dell'ambiente e della pianificazione urbanistica;
- la valutazione di misure tese al miglioramento dell'offerta di trasporto ed al controllo ed all'orientamento della domanda di mobilità.

Il sistema, denominato *T.MODEL*, è costituito da quattro componenti principali:

- a. i modelli matematici;
- b. la base dati;
- c. la grafica interattiva;
- d. il sistema di gestione.

In questa ottica, il sistema *T.MODEL* non si propone come uno strumento di progetto, per cui non fornisce la soluzione ottimale, ma consente la verifica ed il confronto fra differenti scenari.

La flessibilità e rapidità d'uso di *T.MODEL* e le caratteristiche di relazionalità della base dati consentono, in tempi relativamente brevi, di testare e confrontare un altissimo numero di *scenari alternativi* conseguenti alle composizioni degli interventi progettati con la possibilità di poter scegliere l'insieme ottimale di interventi.

L'ossatura principale di *T.MODEL* è costituita da un sistema di modelli matematici che permettono la simulazione del processo di pianificazione nella sua completezza. Essi si possono suddividere nelle seguenti tipologie:

- a. modelli di domanda (*TMOB*);
- b. modelli di offerta (*TNET*);
- c. modelli di interazione domanda offerta o di assegnazione dei veicoli alla rete stradale (*TROAD*) e dei passeggeri al sistema di trasporto pubblico (*TBUS*);
- d. modelli di stima e aggiornamento delle matrici O/D a partire dai flussi di traffico (*TOD*).

## **2.5. Il modello di assegnazione utilizzato**

Tra i moduli sopra indicati quello utilizzato per effettuare l'assegnazione della domanda di mobilità al sistema di offerta di trasporto privato è *T.Road* di cui si riporta una breve descrizione.

Il modulo *T.Road* assegna il traffico privato alla rete stradale consentendo di valutare la bontà degli interventi progettati in funzione di alcuni indicatori fra i quali si evidenziano:

- il *grado di saturazione* di ogni strada;
- il *tempo* e la *velocità di percorrenza* su ogni singola strada;
- il *flusso* di autovetture su ogni strada;

- i km totali percorsi sulla rete;
- il tempo totale speso sulla rete;
- tempi, distanze e velocità medie di percorrenza per ogni coppia di zone di traffico origine-destinazione.

Tutti gli indicatori possono essere calcolati sia a livello disaggregato, cioè relativamente ad ogni arco stradale, che a livello aggregato e quindi per l'intera area di studio o parti di essa.

Per quanto attiene specificamente il processo di assegnazione del traffico privato, *T.ROAD* consente di utilizzare modelli di assegnazione sia in ipotesi deterministiche che stocastiche. Evidentemente sarà possibile utilizzare il modello più congeniale per la valutazione dei carichi sulla rete, delle relative criticità e di tutti gli indicatori utili per la valutazione ed il confronto degli scenari di progetto.

In ipotesi di rete congestionata, qui accettata, come descritto al paragrafo precedente, *T.ROAD* assicura un'assegnazione di tipo deterministico, (*Deterministic User Equilibrium* o *DUE*), o di tipo stocastico (*Stochastic User Equilibrium* o *SUE*).

La base dati di *T.Road* è strutturata in modo da contenere tutti i dati di interesse per il sistema di traffico e di trasporto.

Dal punto di vista logico la base dati si può supporre suddivisa in sezioni che contengono diverse tipologie di informazioni.

La prima (*dati scenari*) riguarda le informazioni, sia di input che di output, che andranno a costituire i diversi scenari. Si tratta pertanto di dati relativi al sistema di domanda (*matrici O/D*), dati relativi all'offerta di trasporto (*rete privata* con rispettive caratteristiche geometriche e funzionali), flussi di traffico, dati ottenuti dalle funzioni di costo e di valutazione delle prestazioni e di tutte le altre informazioni che permettono di definire ed individuare un particolare scenario. Questa associazione a tutte le informazioni relative ad un unico scenario è fondamentale per il controllo dei risultati. Infatti in questo modo risulta estremamente semplice gestire eventuali modifiche nei dati di input.

Una seconda sezione (*dati integrativi*) è dedicata a dati non indispensabili per il funzionamento dei modelli, ma utili per le sue valutazioni e decisioni.

Per facilitare l'interpretazione dei risultati ottenuti dalle elaborazioni, una porzione di Data Base (*dati per rappresentazione*) è riservata alle informazioni di carattere topologico indispensabili per ottenere una rappresentazione del territorio e delle caratteristiche topografiche di maggior rilievo dell'area di studio.

Un ultimo settore (*dati di gestione*) viene riservato per i dati utili alla gestione dei processi (numero di iterazioni, valori di tolleranza, parametri di input ai processi, ecc.).

Fisicamente tutte le informazioni presenti in *T.Road* sono inserite in un database relazionale (*DBMS*). Tutti i dati di uno stesso progetto sono contenuti in un unico database. I dati sono classificati a seconda della loro

tipologia detta *classe di tabella* o semplicemente *tabella*. Ogni occorrenza di tabella è detta *istanza*. Vi possono essere più istanze della stessa tabella, ad esempio la matrice O/D che rappresenta la *domanda di mobilità attuale* e la matrice O/D che rappresenta la *domanda futura* sono due istanze della stessa tabella.

L'interfaccia di T.Road, denominato T.Graph, consente la visualizzazione grafica e tabellare delle grandezze di input e di output dei modelli relative al grafo viario ed al traffico veicolare, sia utilizzate come dati di ingresso dai modelli che prodotte come risultato delle simulazioni; inoltre, consente di interagire direttamente con i dati definendo o modificando interattivamente sia dati che parametri.

In particolare l'interfaccia svolge essenzialmente le seguenti funzioni:

- rappresentare *attributi dei grafi stradali* (e.g. *velocità, criticità, flussi, svolte alle intersezioni*) secondo diverse tipologie grafiche;
- visualizzare graficamente e numericamente le *matrici O/D*;
- effettuare interattivamente procedure di *analisi e calcolo dei percorsi minimi*;
- visualizzare in forma numerica tutti gli elementi della base dati;
- consentire la modifica degli oggetti che può visualizzare, di inserirne dei nuovi o di eliminare quelli esistenti operando in modo interattivo con il sistema;
- effettuare tutte le operazioni, quindi apertura file, rappresentazione multifinestre, stampe, ecc. secondo standard ormai consolidati nell'ambito del sistema operativo Windows.

Esempi di visualizzazione dei risultati sono riportati nelle successive figure.

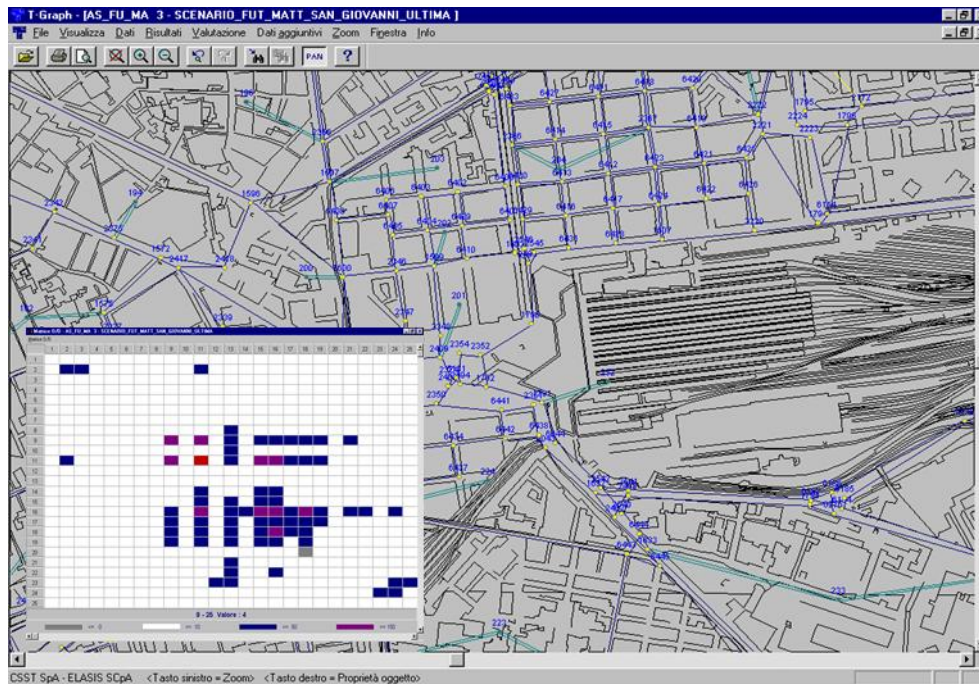


Figura 18- Rappresentazione della rete e della matrice o/d con valori della domanda di spostamenti suddivisa in classi.



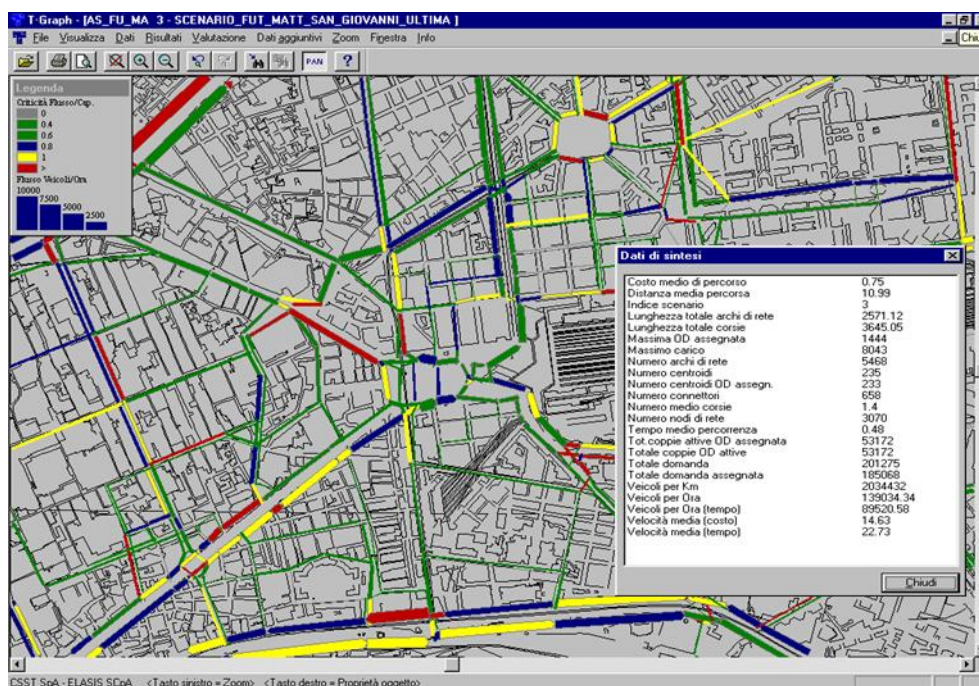


Figura 19 - Rappresentazione della rete stradale con in scala colore la criticità (flusso/capacità) degli archi. La tabella riporta i risultati aggregati.

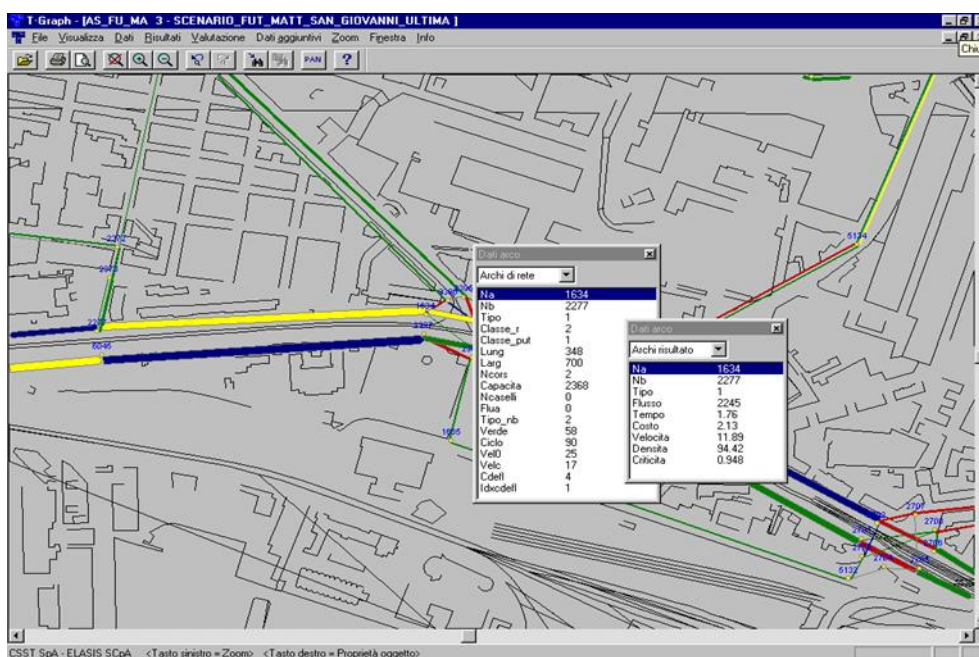


Figura 20 - Rappresentazione della rete stradale con dati di input e di output di un arco selezionato.

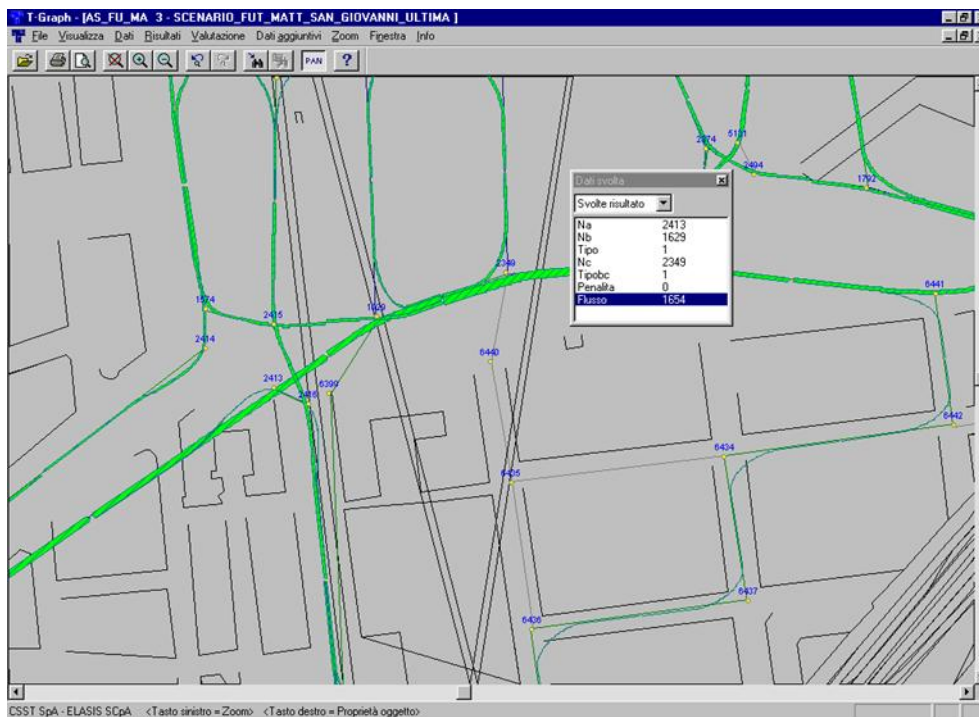


Figura 21 - Rappresentazione dei flussi di svolta per un nodo "implicitamente esploso" e dei dati numerici relativi ad una svolta.

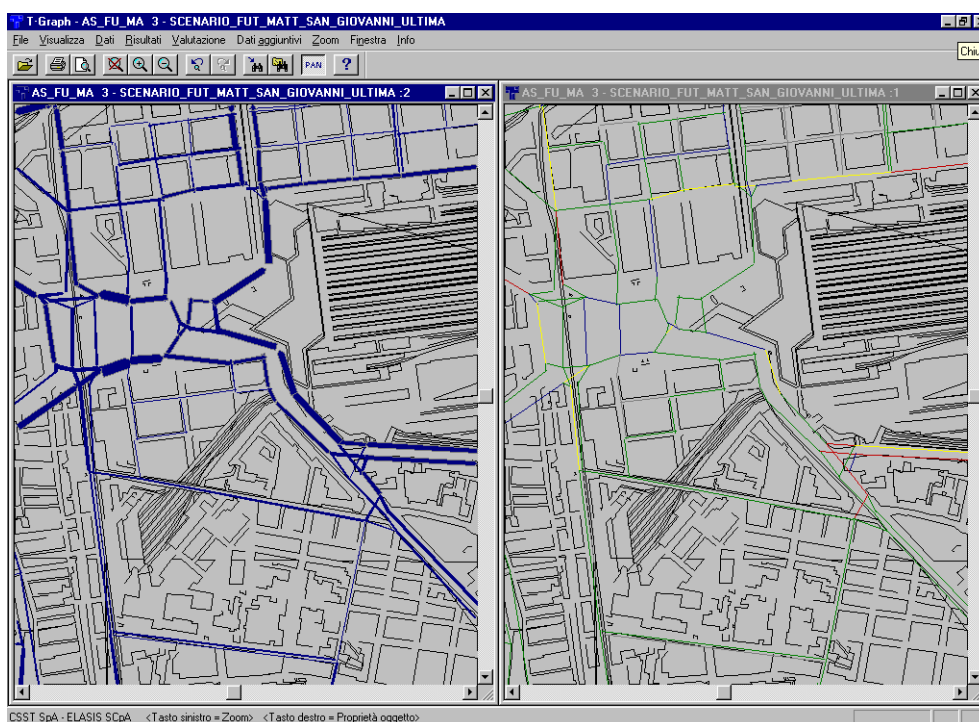


Figura 22 - Rappresentazione di un minimo percorso fra coppia OD e caratteristiche dello stesso all'equilibrio.

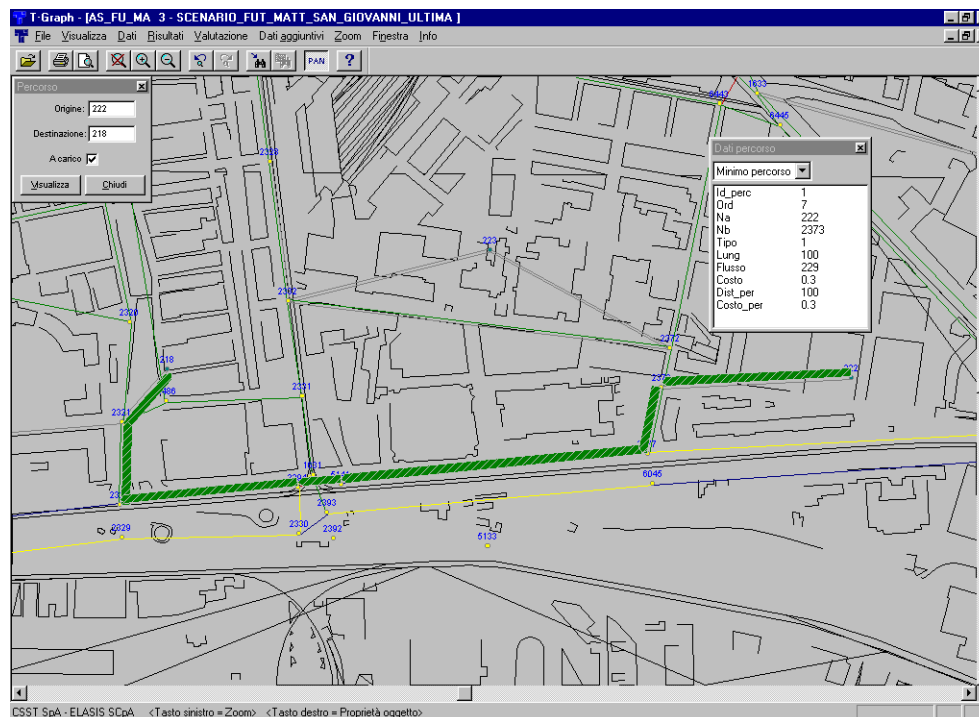


Figura 23- Rappresentazione multi windows. La finestra di sinistra rappresenta i flussi in scala spessore, quella di destra le criticità in scala colore.

Per eseguire un'assegnazione di traffico privato mediante il modulo *T.Road* è necessario:

- inserire nella base dati la descrizione della rete di traffico sulla quale effettuare la simulazione;
- disporre di una *matrice O/D* di spostamenti da assegnare alla rete;
- definire lo *scenario di assegnazione*;
- configurare lo *scenario di assegnazione*;
- eseguire il modulo *T.Road*.

Per quanto concerne la rete considerata, si costruirà un file in cui sono contenute le informazioni relative ai nodi (*NODI.DBF*), un file contenente le caratteristiche degli archi (*ARCHIR.DBF*) rilevate con le indagini eseguite, un file in cui per coppia di zone di traffico Origine/Destinazione è fornito il valore degli spostamenti in auto nell'ora di punta, ottenuto, ed un file in cui sono contenuti i parametri che entrano in gioco nelle funzioni di costo prescelte (*CDEFL.DBF*).

I campi del file *NODI.DBF* sono:

- 1) *COD*: contiene il codice numerico che identifica il *nodo*;
- 2) *TIPO*: è un codice numerico che identifica il *tipo di nodo* (1=centroide, 2=nodo di rete);
- 3) *COORDX*: coordinata x del *nodo* (corrispondente alla georeferenziazione eseguita sulla mappa);
- 4) *COORDY*: coordinata y del *nodo* (corrispondente alla georeferenziazione eseguita sulla mappa);
- 5) *ZONA*: è il codice del centroide relativo alla *zona di traffico* in cui è contenuto il nodo in questione;
- 6) *GRUPPO*: contiene un codice che serve ad identificare *nodi omogenei*;
- 7) *ESPLOSO*: contiene un codice 1 o 0 a seconda che il nodo sia stato considerato un *nodo di svolta o meno*, tale campo è necessario nella schematizzazione delle svolte.

I campi del file *ARCHIR.DBF* sono:

- 1) *NA*: è il codice numerico che identifica il *nodo iniziale* dell'arco;
- 2) *NB*: è il codice numerico che identifica il *nodo finale* dell'arco;
- 3) *TIPO*: è una classificazione che permette di distinguere un arco in funzione del grado di parallelismo in questo caso è sempre stato posto uguale ad 1;
- 4) *CLASSE\_R*: è un campo numerico che serve a classificare l'arco (1=connettore, 2=arco reale);
- 5) *CLASSE\_PUT*: è un codice che serve a classificare l'arco secondo le direttive dei *PUT*, nel caso specifico è stato posto sempre pari ad 1;
- 6) *LUNG*: *lunghezza* dell'arco espressa in metri;
- 7) *LARG*: *larghezza* utile dell'arco espressa in cm;
- 8) *NCORS*: *numero di corsie* dell'arco rilevate;
- 9) *CAPACITA'*: *capacità* dell'arco calcolata come descritto;



- 10) *NCASELLI*: numero di caselli, diverso da zero per gli archi casello;
- 11) *FLUA*: eventuale *precarico* sull'arco;
- 12) *TIPO\_NB*: è un codice numerico che consente di definire il *tipo di nodo finale* (1=centroide, 2=incrocio ritardato, 3=incrocio non ritardato);
- 13) *VERDE*: *durata di verde* all'intersezione in secondi;
- 14) *CICLO*: *durata del ciclo* semaforico in secondi;
- 15) *VELO*: *velocità a flusso nullo* calcolata come descritto;
- 16) *VELC*: *velocità a carico* calcolata come descritto;
- 17) *CDEFL*: codice numerico che identifica il *tipo di curva di deflusso* (2=BPR, 4=Doherty, 5=Doherty casello);
- 18) *IDXCDEFL*: *indice della curva di deflusso* associata all'arco.

I campi del file *MATOD\_VIAGGI.DBF* sono:

- 1) *ORIG*: codice del centroide rappresentativo della zona di traffico origine;
- 2) *DEST*: codice del centroide rappresentativo della zona di traffico destinazione;
- 3) *VAL*: *numero di spostamenti* in autovetture equivalenti nell'ora di punta.

I campi del file *CDEFL.DBF* sono:

- 1) *CDEFL*: è un valore che identifica il *tipo di curva di deflusso* (1 per i connettori, 2=BPR, 4=Doherty, 5=Doherty casello);
- 2) *IDXCDEFL*: è un codice numerico che identifica la curva di deflusso;
- 3) *COEFF1*: vale -1 per le BPR e le Doherty, è uguale alla *velocità a carico* per le Doherty casello;
- 4) *COEFF2*: per le BPR contiene i coefficienti della funzione, per la Doherty vale -1, per la Doherty casello contiene il *numero di caselli*;
- 5) *COEFF3*: per le BPR contiene i coefficienti della funzione, per la Doherty e la Doherty casello vale -1;
- 6) *COEFF4*: contiene il parametro  $t^*$  che tiene conto dell'eventuale tempo aggiuntivo da scontare.

Avendo costruito la base dati come descritto si è configurato lo scenario di assegnazione, si è scelto cioè il tipo di assegnazione di traffico da eseguire (*DUE* o *SUE*), si sono caricati i file di input e definiti i file di output (*ARCHIRIS.DBF*) e si sono fissati i valori dei parametri (*numero di iterazioni*, *soglia di arresto dell'algoritmo* e *soglia di confronto*) dell'assegnazione.

A valle di quanto descritto si è lanciato il modulo *T.Road*.

I risultati dell'assegnazione di traffico che verrà effettuata per la situazione attuale con il modello di offerta costruito come descritto, imporranno una verifica dello stesso.

Mediante la grafica interattiva di *T.Road* si procederà ad una analisi dei *dati di input*:

- *capacità*

- *velocità a flusso nullo*
- *numero di corsie*  
nonché ad una valutazione degli *output* dell'assegnazione:
- *distribuzione dei flussi*
- *grado di saturazione, ovvero rapporto tra i flussi che percorrono l'arco e la capacità dello stesso;*
- *velocità di percorrenza dell'arco*
- *tempi di percorrenza su rete*

Infine, la visualizzazione dei *minimi percorsi a flusso nullo* per zone di traffico dell'area di studio ritenute significative consentirà un'ulteriore valutazione circa la validità del modello di offerta.

### 3. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI DEL SISTEMA STRADALE DI LANCIANO

Nel seguito si illustrano i risultati delle analisi trasportistiche delle attuali condizioni di funzionamento del sistema stradale eseguite nel comune di LANCIANO per la redazione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS).

#### Scenario attuale

Nella *prima fase* (FASE 1) è stata effettuata l'analisi dello stato di fatto, denominato "scenario attuale": utilizzando i dati resi disponibili, si è riprodotto il funzionamento attuale del sistema di trasporto stradale con l'ausilio del modello matematico di simulazione dei flussi di traffico, precedentemente descritto, calibrato per l'ora di punta mattutina e serale di un giorno medio feriale invernale della città di Lanciano.

L'utilizzo del modello matematico di macro-simulazione del traffico veicolare e dei relativi livelli di congestione, ovvero il rapporto tra il flusso che percorre l'arco e la capacità di quest'ultimo, ha consentito di effettuare un'analisi della distribuzione dei flussi veicolari su ogni arco stradale in modo da valutare il funzionamento attuale della rete stradale dell'area di studio esaminata. L'assegnazione della domanda alla rete consente, da un lato, di verificare l'attendibilità globale del modello di simulazione dei flussi di traffico, dall'altro, di individuare il livello di congestione generale, le condizioni di traffico sui rami e nelle intersezioni e le criticità del sistema attuale.

Le analisi dei risultati delle simulazioni eseguite per l'ora di punta della mattina dello scenario invernale sono illustrate nella *Errore*. L'origine riferimento non è stata trovata., in cui si riporta la distribuzione dei flussi veicolari e i gradi di congestione (rapporto tra il flusso che percorre l'arco stradale e la capacità di



quest'ultimo).

I risultati ottenuti per l'ora di punta della sera sono invece riportati nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

### **Ora di Punta Mattutina**

Durante la fascia oraria mattutina, i principali punti critici per la viabilità sono i seguenti:

1. Via per Treglio nord Lanciano (in entrambe le direzioni)
  - Il livello di congestione risulta elevato, superando il 60% della capacità stradale.
  - Il traffico intenso prosegue verso il centro di Lanciano, con un'ulteriore congestione sulla Via Contrada Villa Martelli in direzione del centro.
2. Rotatoria SS84 – Intersezione con Via per Treglio e Via per Fossacesia
  - Questa intersezione presenta un alto livello di congestione, con tassi che raggiungono fino al 90% della capacità stradale.
3. Strada Statale 84 Frentana (SS84) – Zona adiacente al centro città
  - Particolarmente critica la tratta in prossimità della rampa di Via Santo Spirito, dove si registra un'intensa congestione veicolare.
4. Strada Statale SS524, Contrada Villa Andreoli e Strada Statale SS84 Sud
  - Tutte queste arterie risultano caratterizzate da un elevato livello di traffico, con situazioni di congestione significative.
5. Centro Città – Intersezioni critiche
  - L'area urbana centrale presenta un'importante intersezione critica tra Via Ferro di Cavallo, Via Luigi De Crecchio e Via del Mancino, che rappresenta un punto di conflitto per il traffico.
  - Inoltre, il Corso Trento e Trieste, fino a Piazza del Plebiscito, registra un livello di congestione elevato, contribuendo alla complessiva difficoltà nella circolazione stradale.

## Ora di Punta Serale

Durante la fascia oraria serale, si osservano più o meno gli stessi punti di criticità della mattina, con alcune variazioni. I principali punti di congestione serale sono i seguenti:

- Via per Treglio e Contrada Villa Martelli
  - In questa fascia oraria, Via per Treglio registra livelli di congestione ancora più elevati, superando il 100% della capacità stradale, rendendo il traffico particolarmente critico.
  - Anche Contrada Villa Martelli continua a presentare elevati livelli di congestione.
- Strada Statale 84 Nord (SS84) fino alla rotatoria con Via del Mare
  - Diversamente dall'ora di punta mattutina, in serata il tratto nord della SS84 fino alla rotatoria con Via del Mare mostra un significativo aumento della congestione, diventando un punto critico per la circolazione.



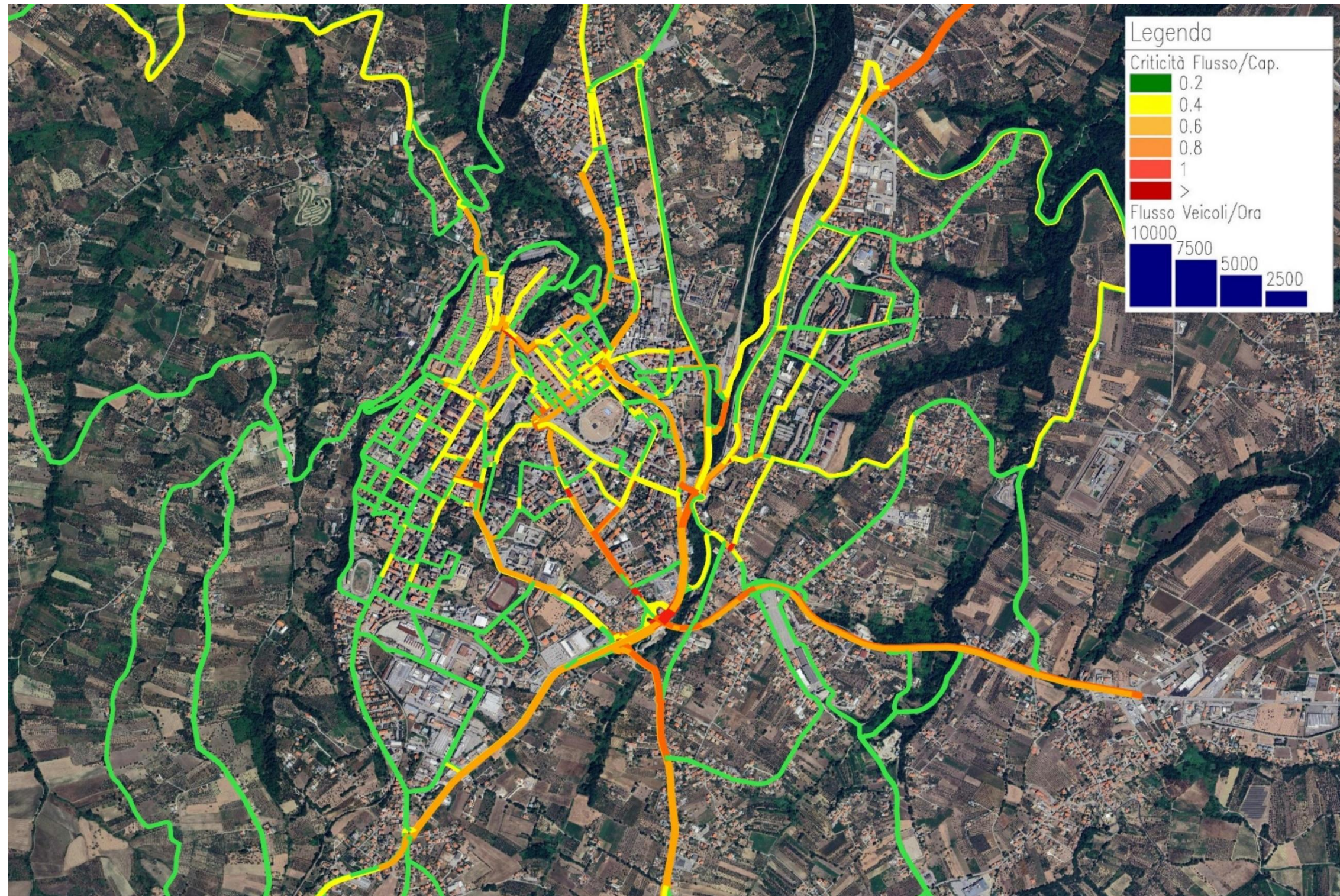


Figura 24 - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione – Scenario attuale. Ora di punta della mattina. (su ortofoto)



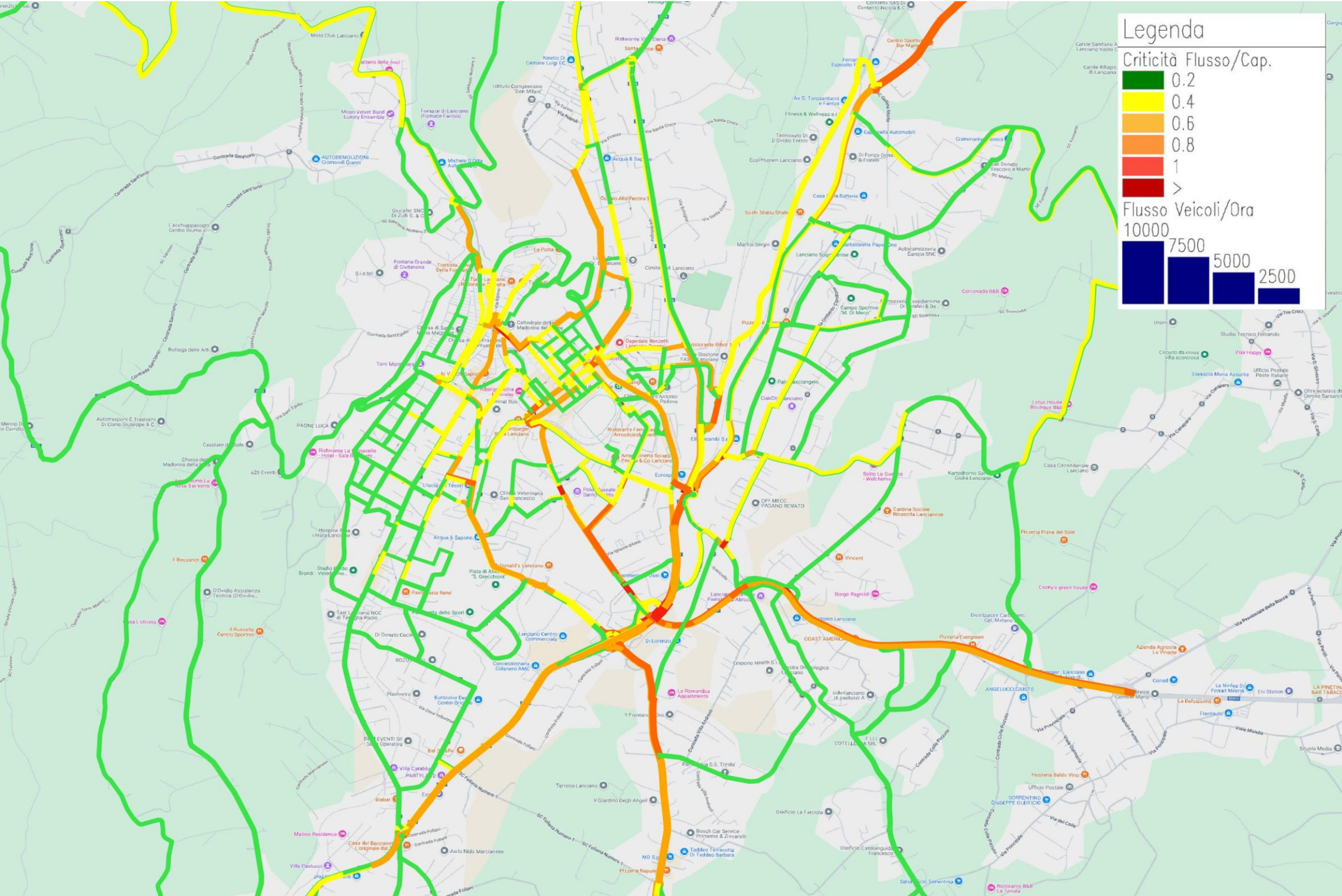


Figura 25 - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione – Scenario attuale. Ora di punta della mattina. (Google Road)





Figura 26 - Condizioni di traffico – Scenario attuale. Ora di punta della mattina. (fonte: Google Traffic)



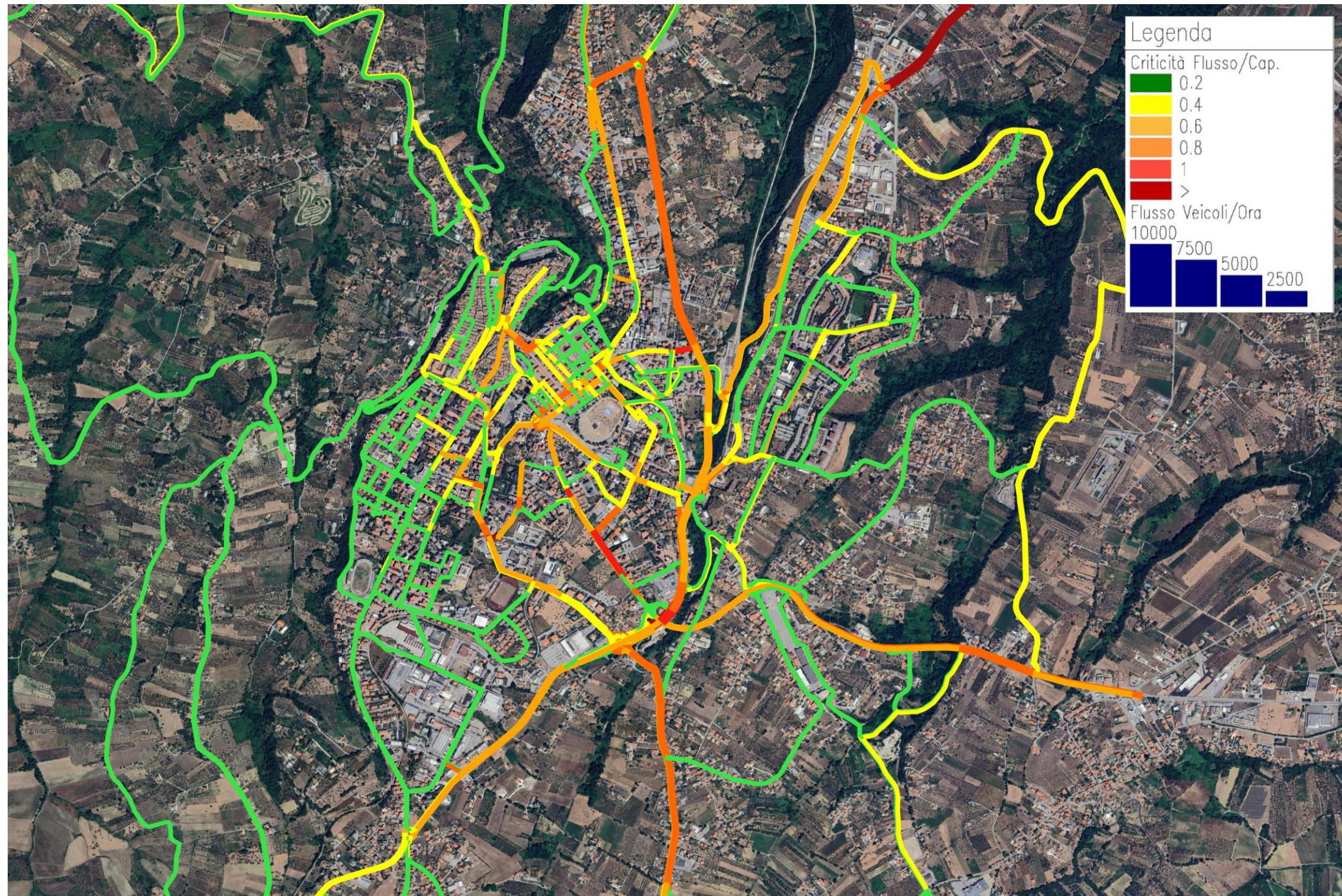


Figura 27 - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione. Scenario Attuale. Ora di punta della sera. (ortofoto)



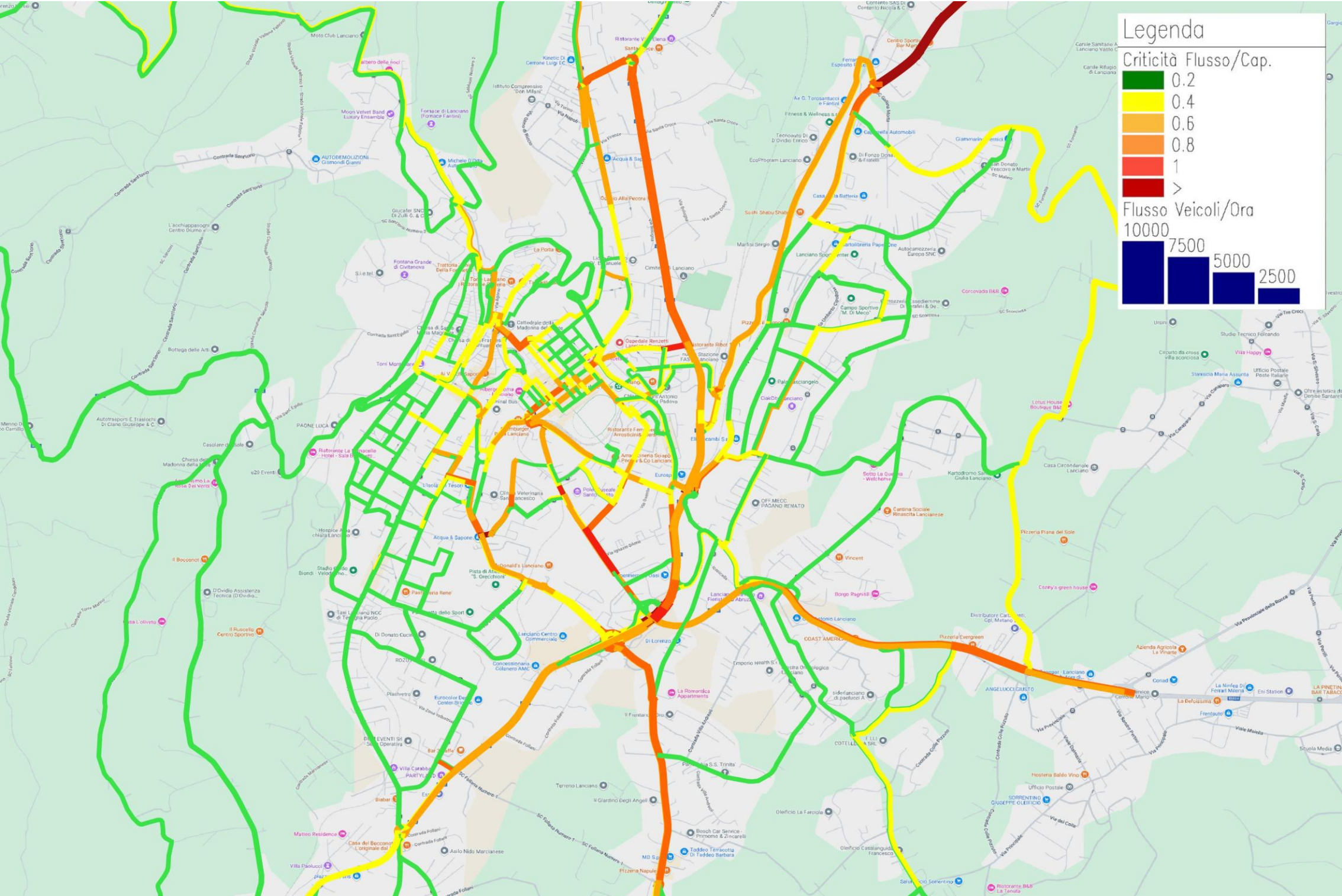


Figura 28 - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione. Scenario Attuale. Ora di punta della sera (Google Road)



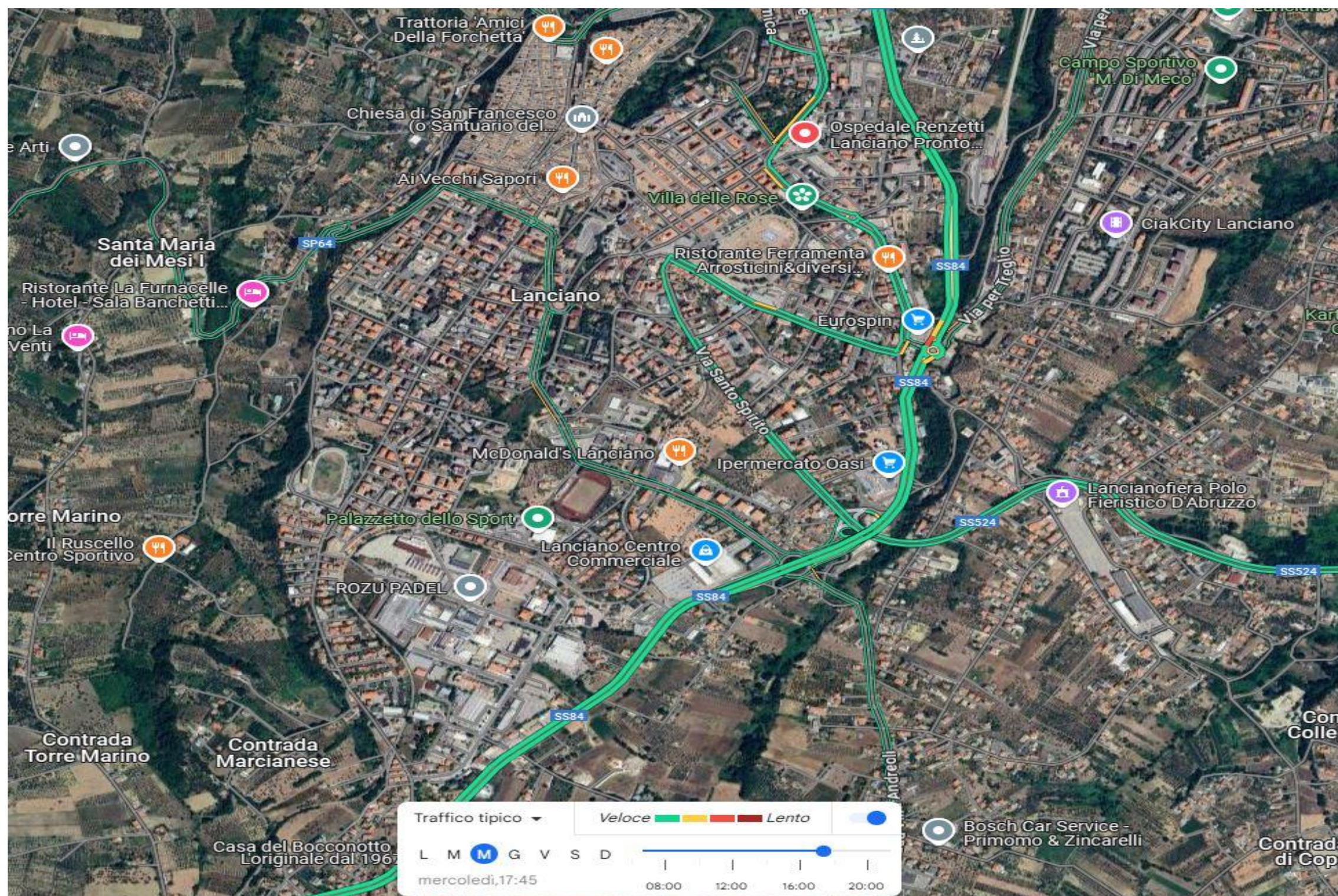


Figura 29 - Condizioni di traffico – Scenario attuale. Ora di punta della sera. (fonte: Google Traffic)



### 3.1. Risultati dell'assegnazione e valutazione del funzionamento del sistema stradale

Le simulazioni di traffico eseguite per lo scenario attuale implementato hanno consentito di elaborare alcuni indicatori di funzionamento da utilizzare al fine di operare una analisi del funzionamento del sistema e, nelle successive fasi di elaborazione del PUMS, operare quantitativamente un confronto con gli scenari di progetto che saranno implementati.

#### *Calcolo degli indicatori di prestazione*

Gli indicatori di prestazione utilizzati a tale scopo sono stati i seguenti:

- i chilometri totali percorsi su rete, espresso in km;
- il tempo di percorrenza totale su rete, espresso in h;
- la velocità media su rete, espresso in km/h;

I chilometri totali percorsi su rete, sono stati calcolati mediante l'espressione:

$$Km_{tot\ k} = \frac{\sum L_l * F_l}{\sum F_l}$$

dove:

- $L_l$  rappresenta la lunghezza del generico arco  $l$ .
- $F_l$  rappresenta il flusso veicolare simulato che percorre il generico arco  $l$  a rete carica (fornito dal modello di simulazione).

Il tempo di percorrenza, è stato calcolato mediante l'espressione:

$$T_{tot\ k} = \sum T_l$$

dove:

- $T_l$  è il tempo necessario per percorrere il generico arco  $l$  a rete carica (fornito dal modello di simulazione).

La velocità media su rete, è stata calcolato mediante l'espressione:

$$V_{media\ k} = \frac{\sum V_l * F_l}{\sum F_l}$$

dove:

- $V_l$  è la velocità media per percorrere il generico arco  $l$  a rete carica (fornita dal modello di simulazione).
- $F_l$  rappresenta il flusso veicolare simulato che percorre il generico arco  $l$  a rete carica (fornito dal modello di simulazione).

Tabella 13 - Indicatori di prestazione della rete urbana, scenario attuale invernale – Comune Lanciano

INDICATORI DI RETE (RETE URBANA)				
SCENARIO ATTUALE INVERNALE	ORA DI PUNTA	Km tot [km]	Tempo tot [h]	Velocità media [km/h]
	MATTINA	63.464	2.078	30,54
	SERA	74.241	2.589	28,67

Tabella 14 - Indicatori di prestazione della rete urbana, scenario attuale invernale - Area abitata

INDICATORI DI RETE				
SCENARIO ATTUALE INVERNALE	ORA DI PUNTA	Km tot [km]	Tempo tot [h]	Velocità media [km/h]
	MATTINA	30.729	1.369	22,44
	SERA	34.578	1.634	21,16

I risultati riportati evidenziano che il comportamento del sistema risulta più soddisfacente nell'ora di punta del mattino rispetto a quella serata durante la quale si osserva un incremento del tempo totale speso sulla rete e una leggera diminuzione della velocità media.

#### Scenario di riferimento

Nel corso della **Fase 2** è stata condotta un'analisi dello **scenario di riferimento**, definito come lo stato futuro del sistema di mobilità conseguente all'attuazione di interventi infrastrutturali già finanziati e/o in fase di realizzazione. Tale scenario contempla un potenziamento dell'offerta di trasporto pubblico e privato, in linea con le previsioni pianificatorie vigenti.

Al fine di garantire maggiore robustezza e affidabilità all'analisi – e in un'ottica di sicurezza modellistica (per mantenere un approccio conservativo) – è stata mantenuta invariata la matrice Origine/Destinazione (O/D) già adottata nella **Fase 1**, rappresentativa dello stato attuale della domanda di mobilità.

Gli interventi infrastrutturali considerati nello scenario di riferimento comprendono:

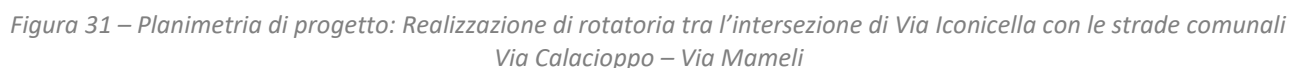
- Realizzazione della strada di collegamento tra via Giangiulio, via Barrella e via Rosato, finanziata con fondi regionali e statali per un importo complessivo di 550.000,00 €;
- Riorganizzazione dell'intersezione tra via Iconicella e la strada comunale via Colacioppo – via Mameli, finanziata tramite mutuo pari a 350.000,00 €;

- Costruzione della nuova strada “via per Treglio – zona ZES, Lotto 1”, finanziata attraverso permuta e mutuo per un valore di 400.000,00 €.

In allegato si riportano le planimetrie progettuali degli interventi citati, attualmente in fase di progettazione esecutiva.



Figura 30 – Planimetria di progetto: Realizzazione di una nuova strada Via per Treglio



Si propone l'istituzione di una zona ZTL per regolare il traffico durante gli orari di maggiore affluenza ai negozi, per mantenere entro un certo limite l'inquinamento dell'aria nella zona del centro storico.

- Via Silvio Spaventa
- Via Ripa Civitanova;
- Piazza Giuseppe Garibaldi
- Via Agorai
- Strada del Bastione
- Piazza del Plebiscito
- Via Asilo.

Via delle Botteghe Oscure, 54 - 00186 ROMA  
P.IVA 02299380648  
Tel. 06 45436199 - Fax. 06 87766248  
[info@leganet.net](mailto:info@leganet.net) - [www.leganet.net](http://www.leganet.net)



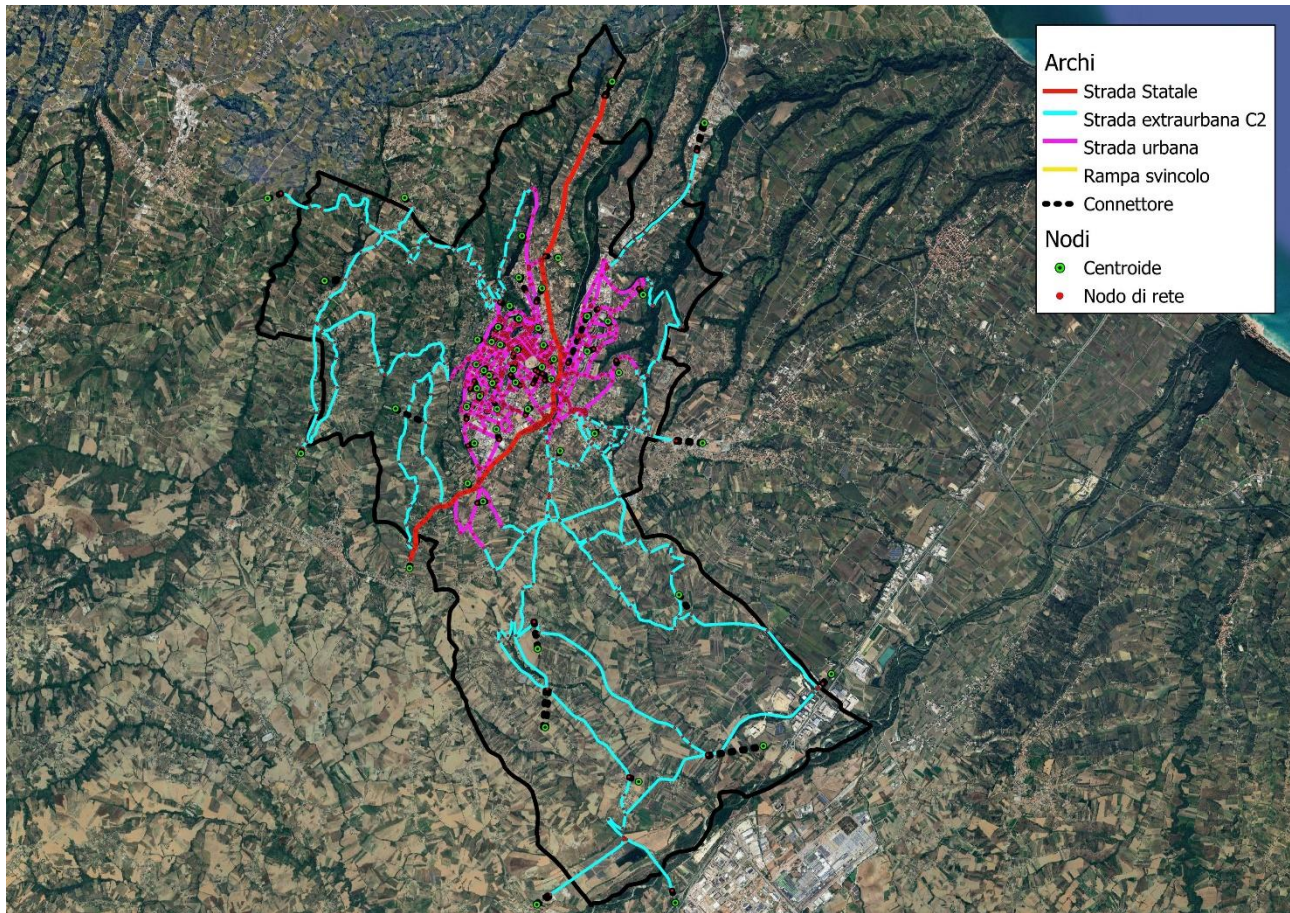


Figura 32 - Grafo stradale – Scenario di riferimento

Di seguito si riportano le simulazioni effettuate, per l'ora di punta della mattina e della sera.



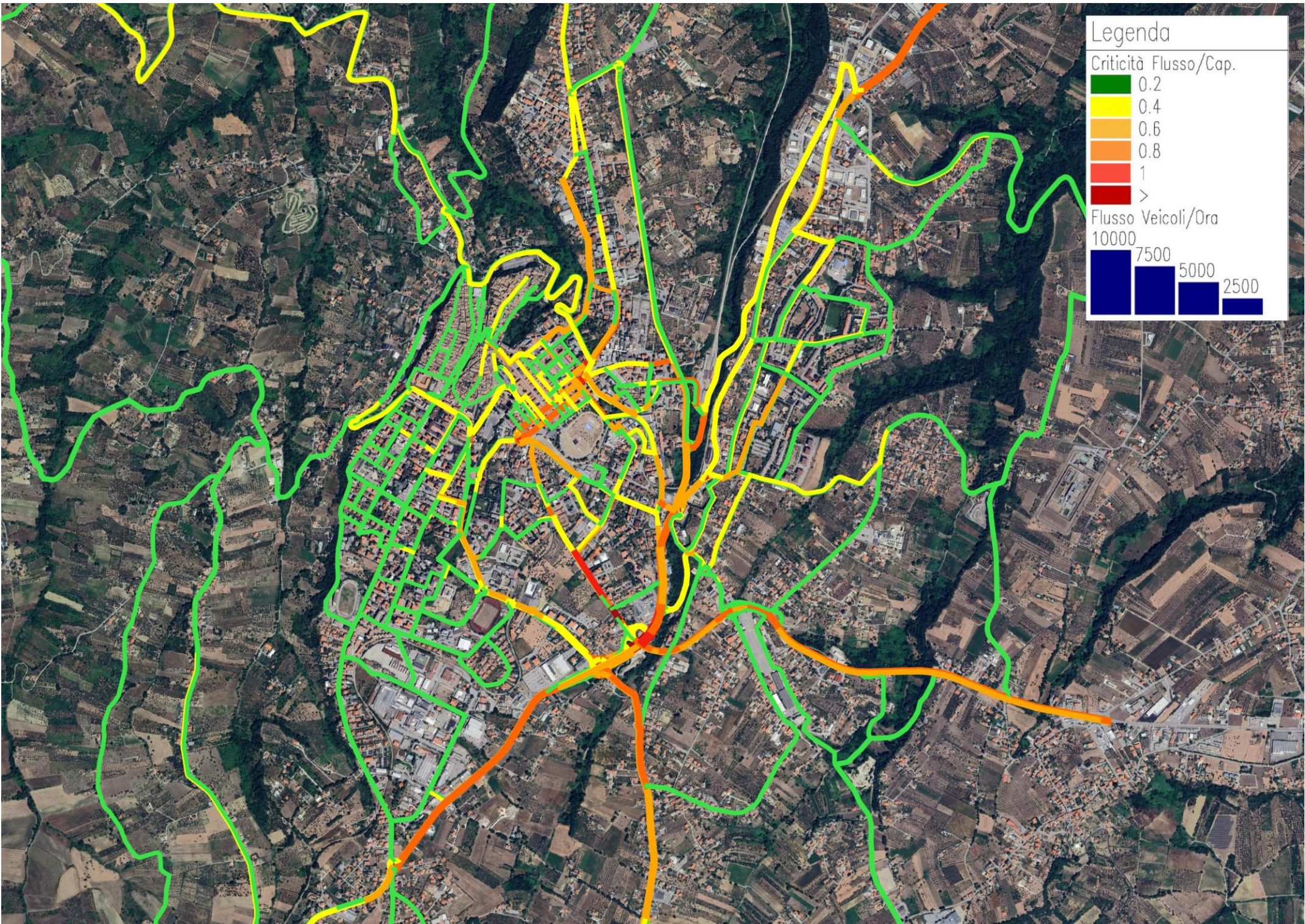


Figura 33 - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione – Scenario di riferimento. Ora di punta della mattina. (su ortofoto)



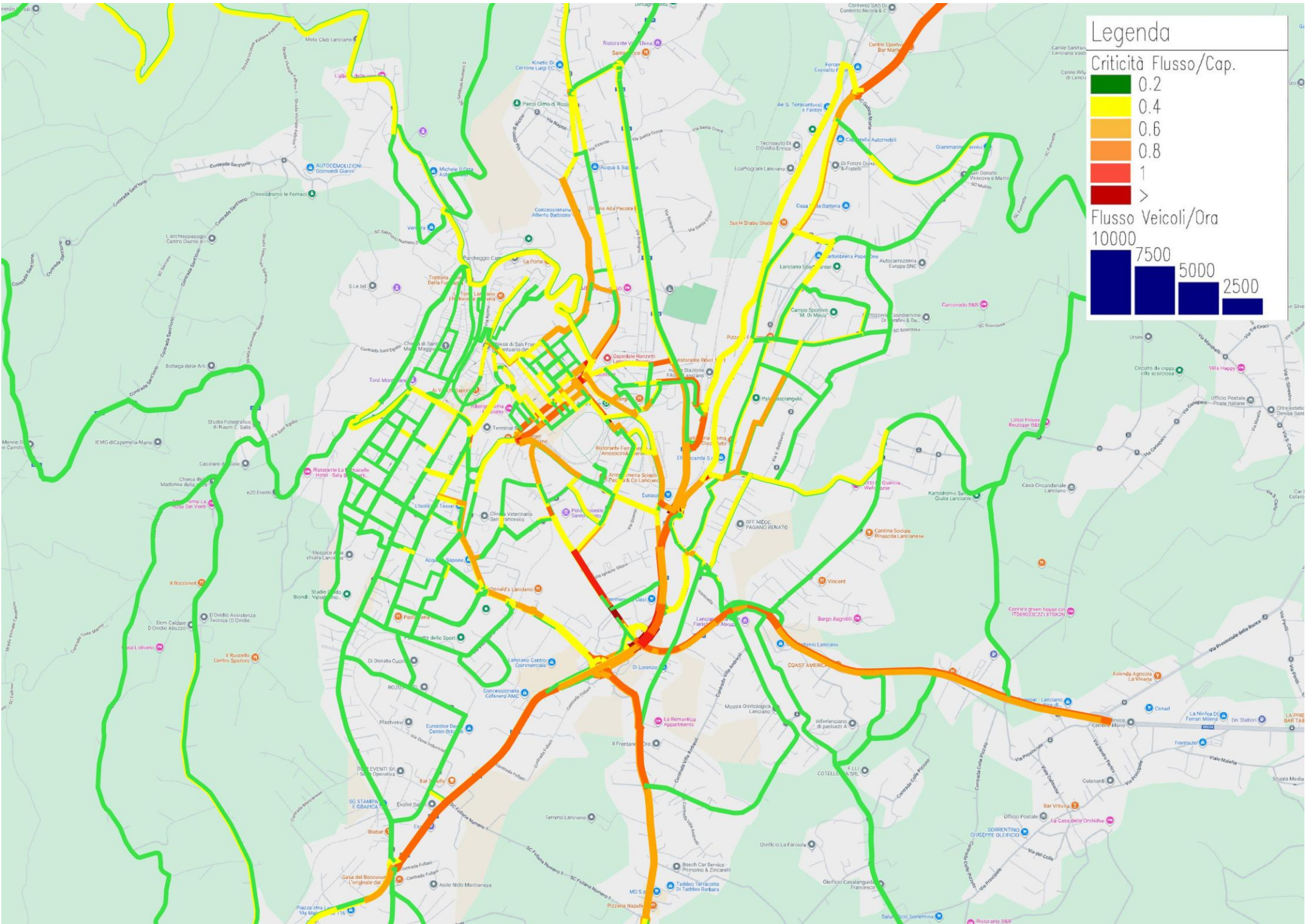


Figura 34 - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione – Scenario di riferimento. Ora di punta della mattina. (Google Road)



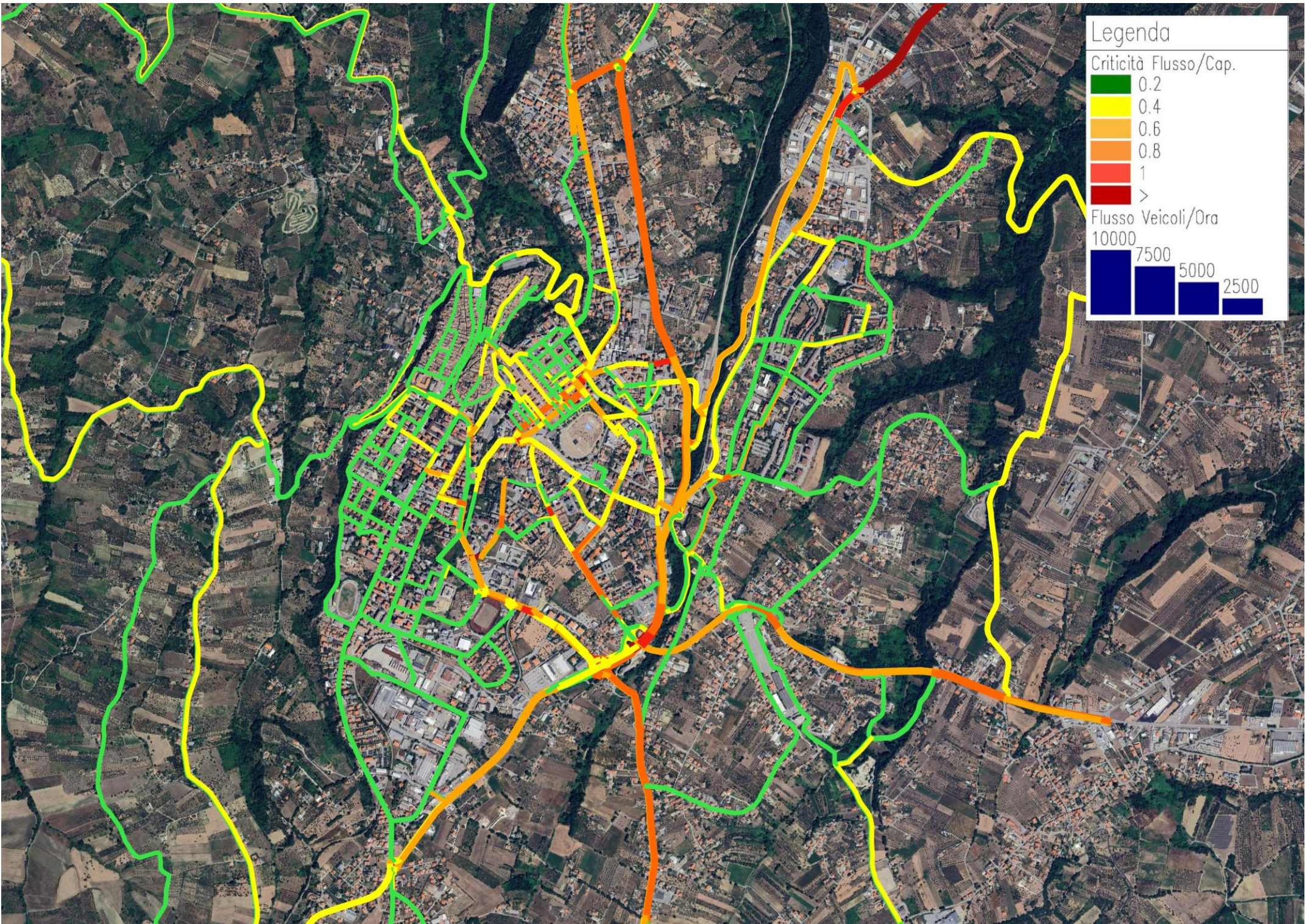


Figura 35 - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione – Scenario di riferimento. Ora di punta della sera. (su ortofoto)



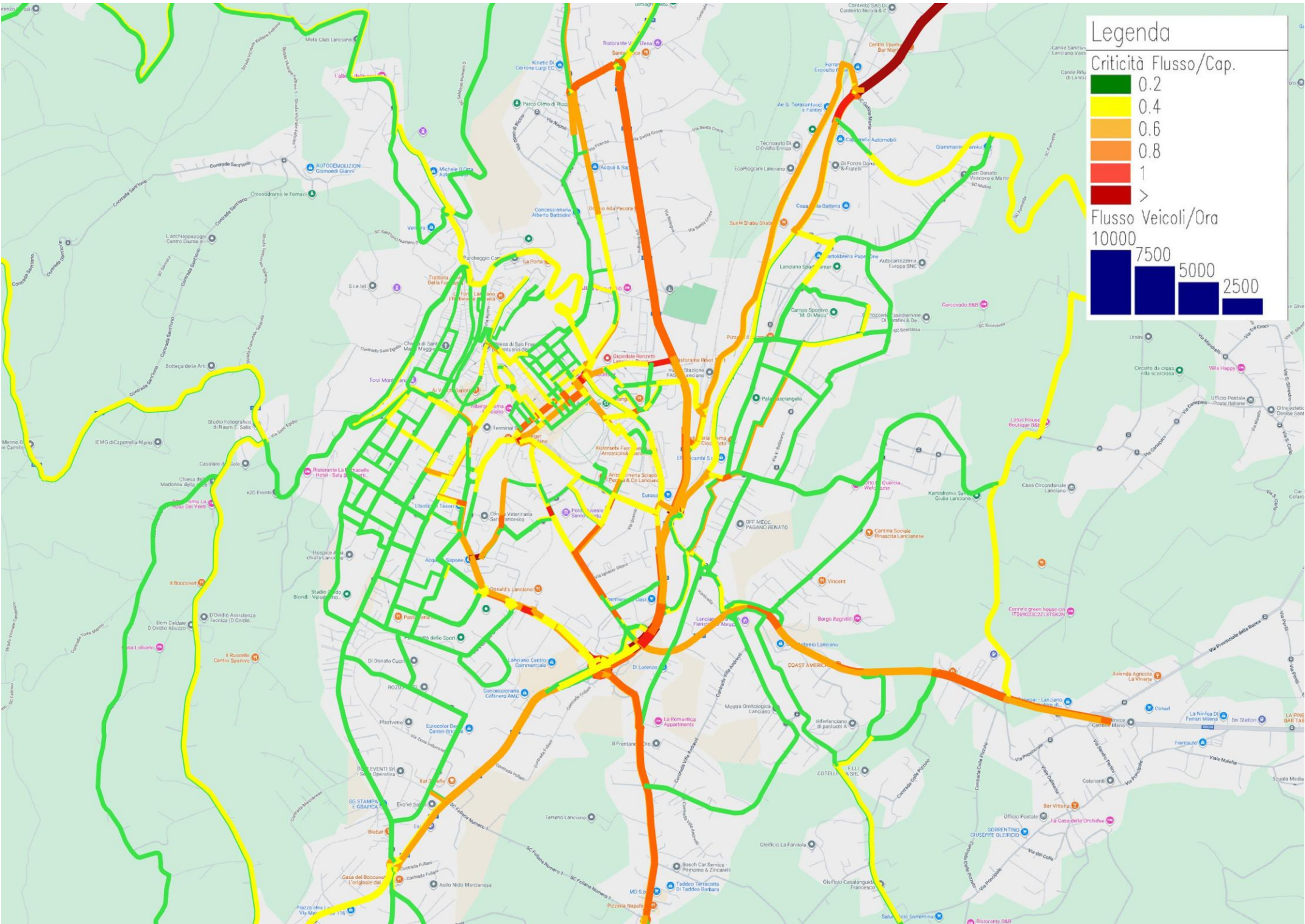


Figura 36 - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione – Scenario di riferimento. Ora di punta della sera. (Google Road)

Tabella 15 - Indicatori di prestazione della rete urbana, scenario di riferimento– Comune Lanciano

INDICATORI DI RETE (RETE URBANA)				
SCENARIO RIFERIMENTO	ORA DI PUNTA	Km tot [km]	Tempo tot [h]	Velocità media [km/h]
	MATTINA	64.859	2.214	29,29
	SERA	75.439	2.609	28,91

Tabella 16 - Indicatori di prestazione della rete urbana, scenario di riferimento - Area abitata

INDICATORI DI RETE				
SCENARIO RIFERIMENTO	ORA DI PUNTA	Km tot [km]	Tempo tot [h]	Velocità media [km/h]
	MATTINA	29.057	1.400	20,75
	SERA	31.699	1.506	21,04

### Scenario futuro

Nella *terza fase* (FASE 3) è stata effettuata l'analisi dello stato di progetto, denominato "scenario futuro": tale scenario prevede l'implementazione dell'offerta di trasporto con interventi programmati che si realizzeranno a lungo termine; inoltre, come per lo scenario di riferimento, al fine di garantire maggiore robustezza e affidabilità all'analisi – e in un'ottica di sicurezza modellistica (per mantenere un approccio conservativo) – è stata mantenuta invariata la matrice Origine/Destinazione (O/D) già adottata nella **Fase 1**, rappresentativa dello stato attuale della domanda di mobilità.

Nello Scenario di Piano, il PUMS conferma gli interventi di nuova viabilità in previsione nel PRG 2018 (art.38 delle NTA) quali:

**Interventi su SS84** per lo sviluppo di mobilità alternativa all'asse SS84 che presenta frequenti fenomeni di congestionamento nelle ore di punta, attraverso l'individuazione dei seguenti nuovi tracciati carrabili a doppio senso di marcia:

- Nuova rotatoria e intersezione in Via del Mare-SS84 con realizzazione di nuova strada da Contrada Santa Giusta;
- Nuova rotatoria su SS84 con bracci di immissione da Via Vicenza e Contrada Santa Croce,
- Nuova strada in contrada Santa Croce parallela a SS84;
- Prolungamento di via Bologna fino all'intersezione con via Vicenza e via del Mare;
- Nuova strada da SS84 al Liceo Classico "V. Emanuele II";



- Nuova strada di accesso al Cimitero di Lanciano da SS84;
- Nuova rotatoria su SS84 all'intersezione con Via per Treglio e Via per Fossacesia e nuova rotatoria su via per Treglio all'intersezione con Strada comunale contrada Villa Stanazzo;
- Nuova rotatoria su SS84 all'intersezione con strada comunale Contrada Iconicella;
- Completamento raccordo SS84 e SS524
- Nuova rotatoria su SS84 all'intersezione con Strada comunale Follana;
- Nuova rotatoria su SS84 all'intersezione con Contrada Torre Marino e Contrada Marcianese.

Altri interventi:

- Nuova Rotatoria in viale Cappuccini-Via Silvio Spaventa-Corso Roma-Via Ferro di Cavallo e nuova rotatoria tra Via Martiri 6 Ottobre e Via Ferro di Cavallo;
- Nuova strada da Viale Cappuccini a via Martiri 6 Ottobre;
- Nuova strada da Strada Provinciale Frisa-Lanciano a Strada comunale contrada Sant'Egidio;
- Nuove strade in Via Frisa;
- Nuove rotatorie in via Rosato Guido e strade di nuova realizzazione da Via Giangiulo Adamo;
- Nuova strada di connessione da via Virgilio a Via Santo Spirito e strada comunale Colacioppo;
- Nuova strada da via Alberto Barrella a via Rosato Guido;
- Nuova strada da Via Zona Industriale a via Brigata Maiella;
- Nuova rotatoria su via Zona Industriale e Strada comunale Fonte Barile;
- Nuova strada parallela alla Strada comunale Contrada Severini;
- Nuova Rotatoria su Strada comunale Lanciano;
- Nuova rotatoria in Via per Treglio;
- Nuova rotatoria all'intersezione della Strada comunale Contrada Severini, Contrada Mozzoni e Via S. Giorgio;
- Nuova rotatoria all'intersezione Via per Treglio e Viale Bergamo;

- Nuova strada di connessione da Strada Comunale Villa Martelli a Strada comunale S. Giacomo;
- Nuova strada di connessione da Via Giuseppe Spataro a Strada comunale Scorciosa;
- Nuova rotatoria all'intersezione della Strada comunale Iconicella e Via Goffredo Mameli;
- Nuova rotatoria su Strada Statale Villa Stanazzo e nuova strada di collegamento alla Strada Statale 524;
- Nuova strada tra Strada Comunale Contrada Iconicella e SS524;
- Nuova strada parallela a SS84 dalla rotatoria tra SS84 e Strada comunale Iconicella, all'intersezione con Strada comunale Colacioppo e Strada comunale Follana;
- Nuova strada di connessione da Strada comunale Contrada Follani, Strada comunale Mascarpone, Strada comunale Contrada Villa Elce e Contrada Andreoli;
- Nuovi assi di connessione da Strada comunale Colacioppo a Contrada Villa Andreoli;
- Nuove rotatorie su Strada Comunale Contrada Sant'Onofrio e nuovo asse di connessione parallelo;
- Nuovo asse di connessione dalla Strada comunale Sant'Onofrio a Strada comunale Contrada Serre;
- Nuovo asse di connessione da SP 100 Pedemontana a SS625 e nuova rotatoria intersezione con Strada Comunale contrada Brecciaio.

- Protezione del centro storico di Lanciano attraverso l'Istituzione di una ZTL di lungo periodo

La ZTL sul lungo periodo (Scenario di Piano), è perimetrata dalle seguenti strade (escluse):

- Via Salita della Posta- Via Piave
- Viale della Rimembranza;
- Viale delle Rose;
- Via Cesare Battisti;
- Via Fabio Filzi.

la Figura 37 seguente mostra la rete stradale nello scenario menzionato.

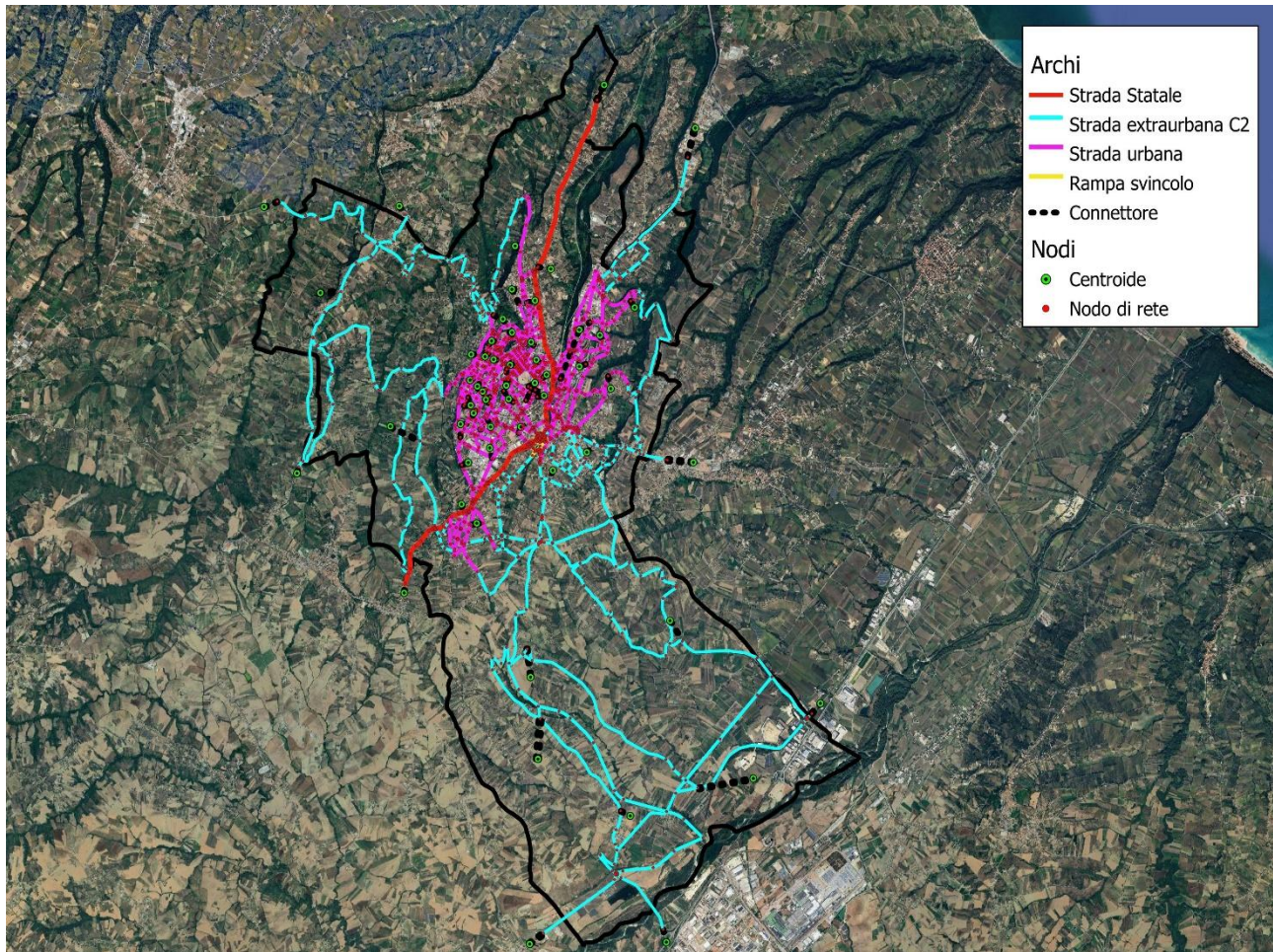


Figura 37 - Grafo stradale – Scenario di piano

Di seguito si riportano le simulazioni effettuate, per l'ora di punta della mattina e della sera.



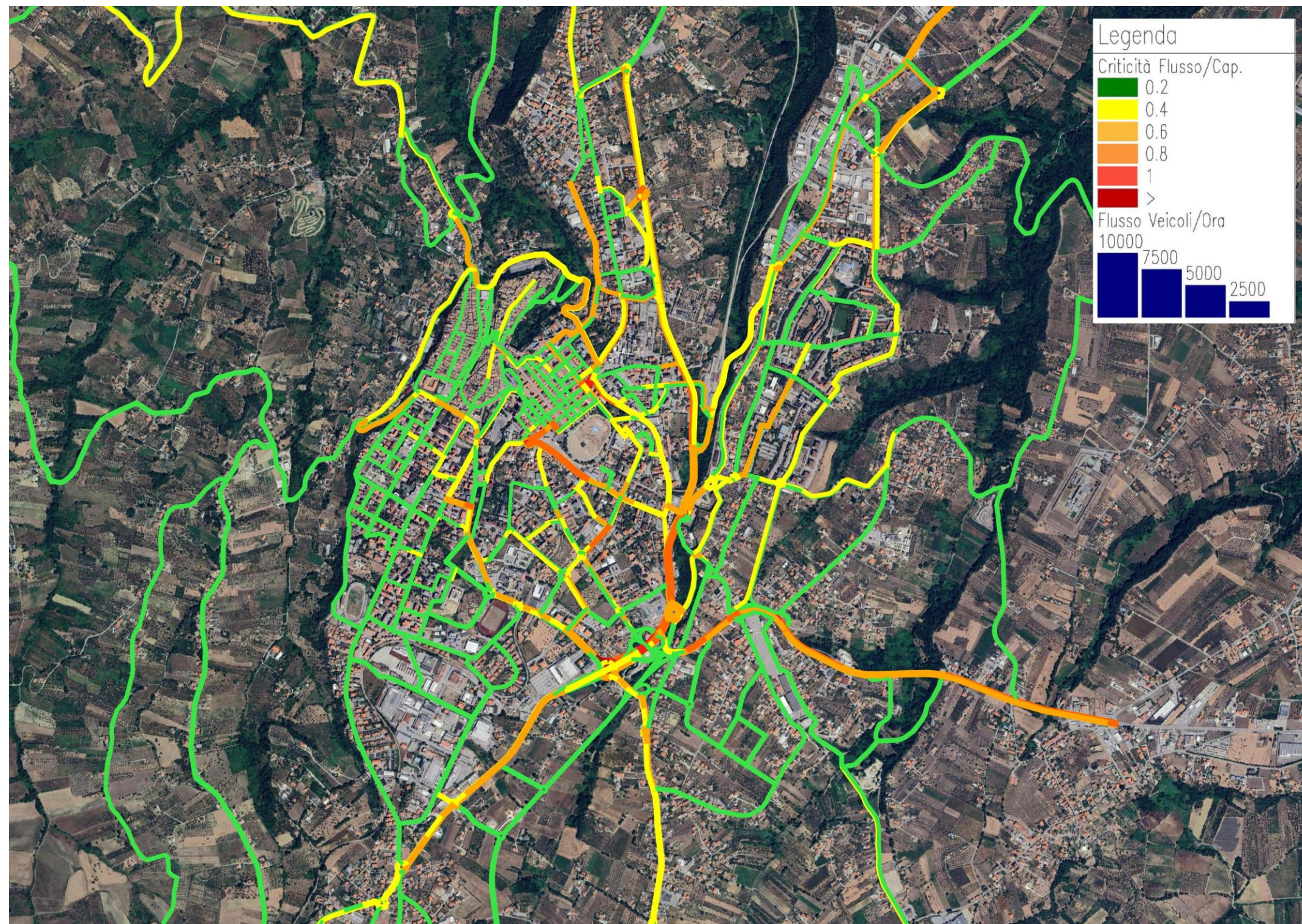


Figura 38 - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione – Scenario futuro. Ora di punta della mattina. (su ortofoto)



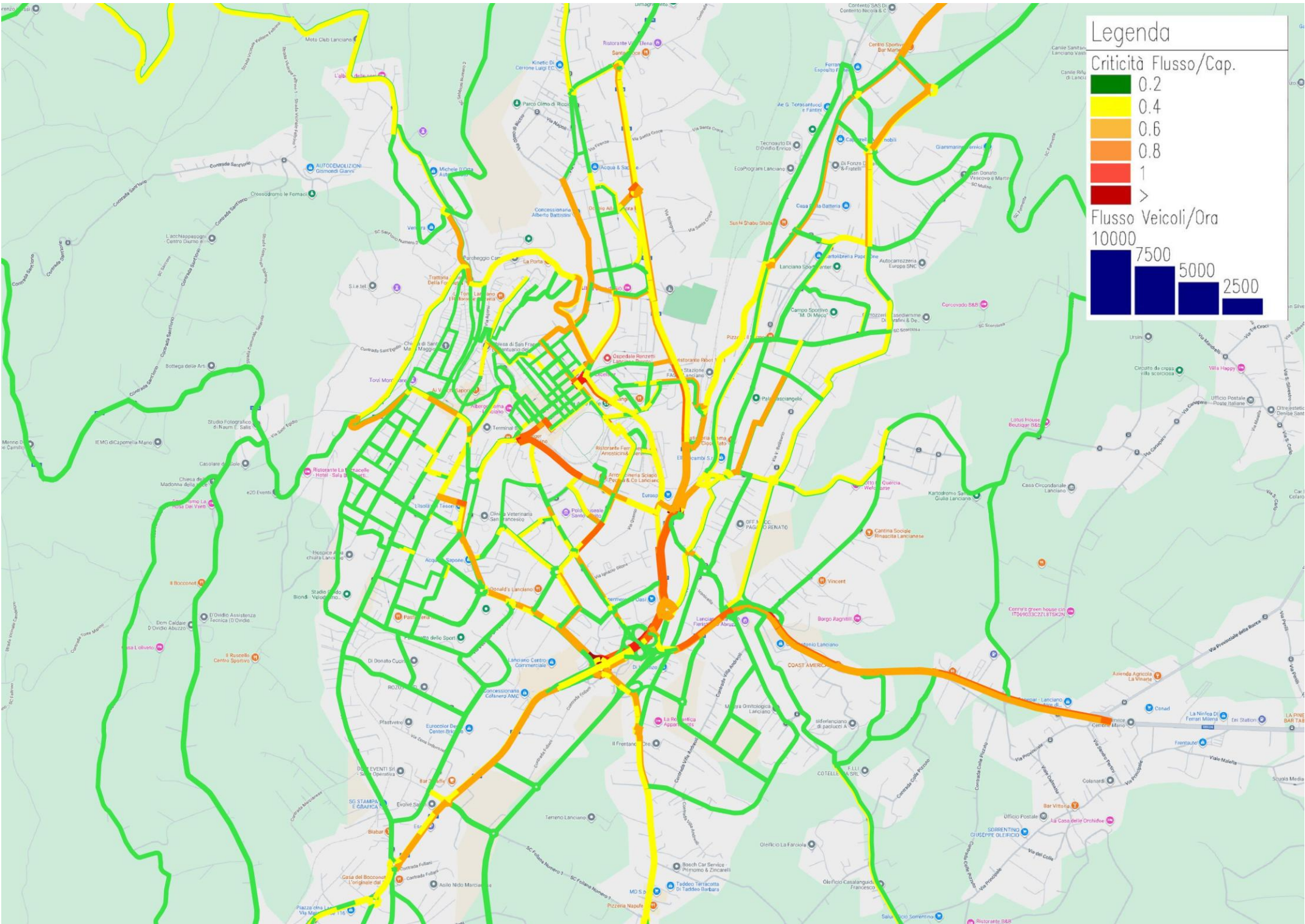


Figura 39 - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione – Scenario futuro. Ora di punta della mattina. (Google Road)



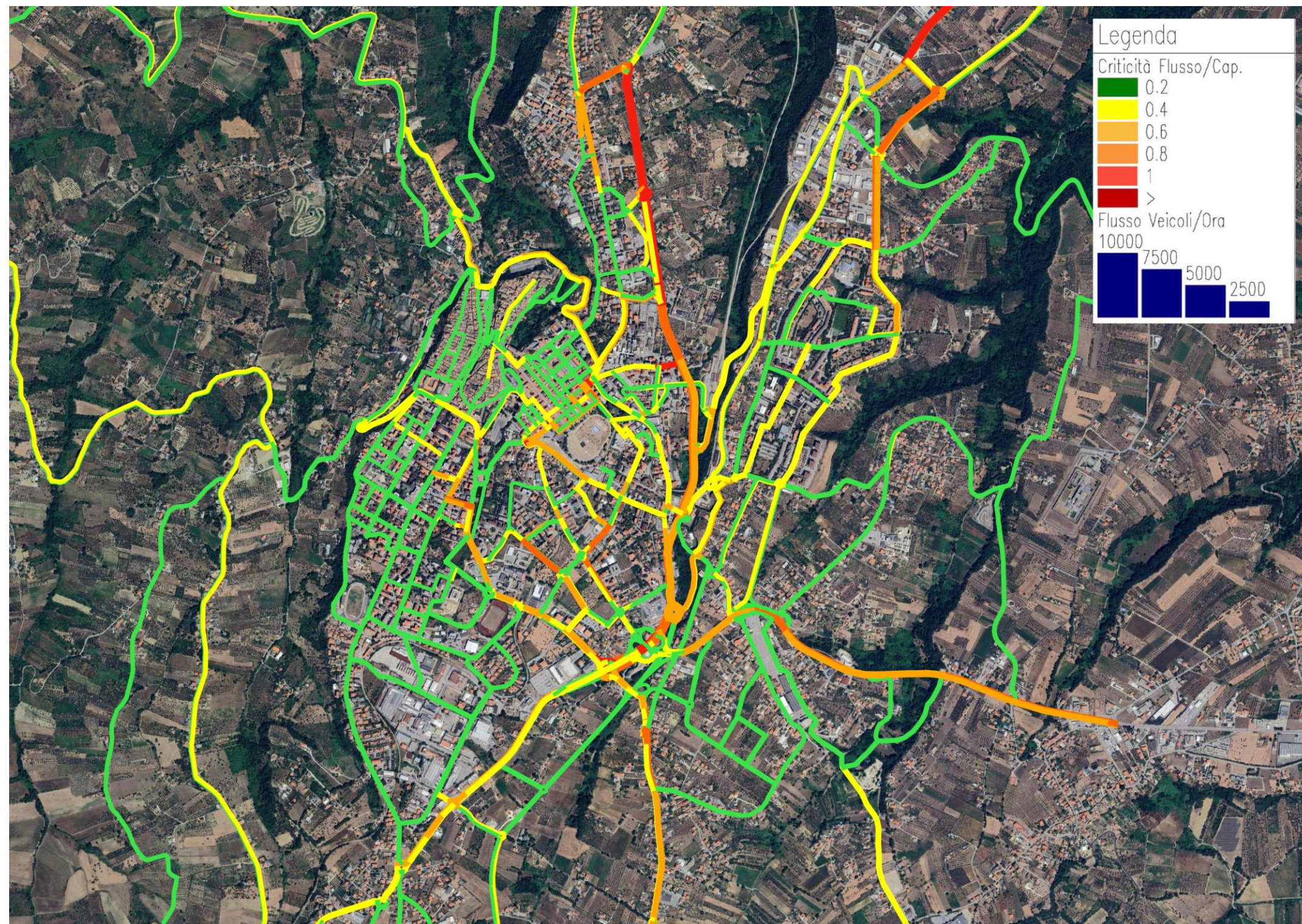


Figura 40 - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione – Scenario futuro. Ora di punta della sera. (su ortofoto)



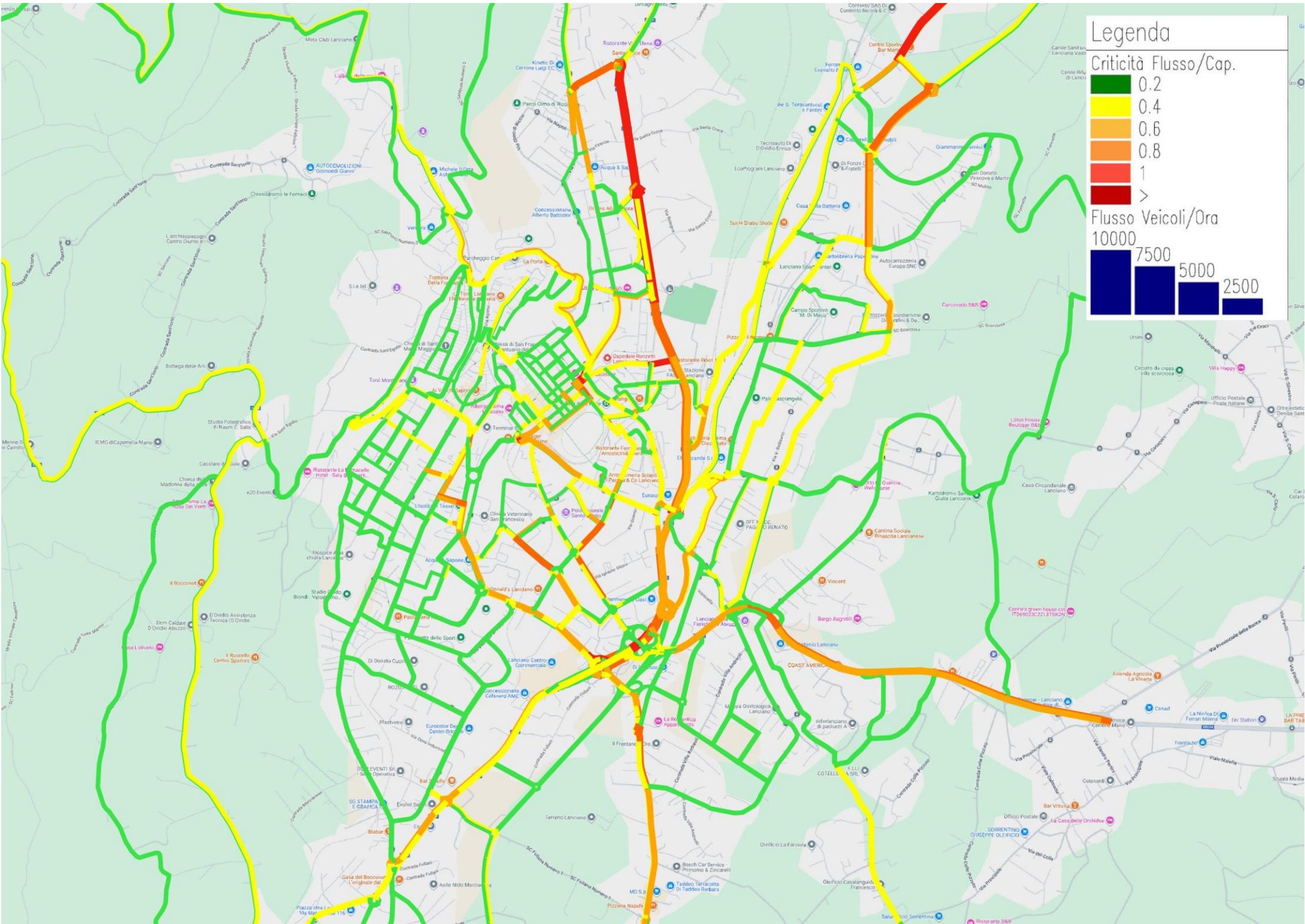


Figura 41 - Distribuzione dei flussi e relativo grado di congestione – Scenario futuro. Ora di punta della sera. (Google Road)

Tabella 17 - Indicatori di prestazione della rete urbana, scenario futuro – Comune Lanciano

INDICATORI DI RETE (RETE URBANA)				
SCENARIO FUTURO	ORA DI PUNTA	Km tot [km]	Tempo tot [h]	Velocità media [km/h]
	MATTINA	64.134	2.063	31,08
	SERA	74.143	2.359	31,42

Tabella 18 - Indicatori di prestazione della rete urbana, scenario futuro - Area abitata

INDICATORI DI RETE				
SCENARIO FUTURO	ORA DI PUNTA	Km tot [km]	Tempo tot [h]	Velocità media [km/h]
	MATTINA	28.908	1.282	22,54
	SERA	32.250	1.351	23,87

Lo studio trasportistico condotto sull'intera rete stradale cittadina, si riferisce a tre scenari: uno attuale, uno di riferimento che prevede interventi già finanziati e/o in corso d'opera e uno di Piano che prevede, oltre gli interventi dello scenario di riferimento, quelli proposti dal PUMS. Questi ultimi due prevedono, rispetto allo scenario attuale, dal lato dell'offerta, l'implemento dell'offerta stradale, mentre dal lato della domanda, a vantaggio di sicurezza, è stata considerata la domanda al 2025 invariata in un orizzonte temporale di dieci anni<sup>4</sup>.

Lo studio ha come obiettivo quello di valutare i principali effetti trasportistici che la realizzazione dei nuovi interventi produce sull'intera rete, in modo da verificarne l'adeguatezza tecnica e fornire elementi di supporto alle scelte e alle decisioni di attuazione e, in ultima analisi, a valutare le prestazioni degli interventi previsti sulla rete stradale dell'area.

In particolare, sono state confrontate le simulazioni dello scenario futuro (di progetto) con quelle dello scenario di riferimento.

Nel contesto dello scenario di progetto, l'offerta infrastrutturale è stata potenziata con l'obiettivo di

<sup>4</sup> Si fa osservare che, in base ai dati e trend demografici già analizzati nei documenti del PUMS (cfr. par. 2.2 della R01 – Relazione generale PUMS) le dinamiche demografiche altamente probabili per i prossimi 10 anni a Lanciano indicano una continua tendenza al calo della popolazione, con una perdita di residenti osservata negli ultimi dieci anni e destinata a proseguire, a causa di un saldo naturale e migratorio probabilmente negativo. Tali dinamiche incidono fortemente sul fenomeno della mobilità, soprattutto legata a motivi studio e lavoro (si veda il 21° Rapporto sulla mobilità degli italiani pubblicato dall'ISFORT nel novembre 2024). Alcuni studi rilevano che a compensare tale calo, vi saranno gli spostamenti per "altri motivi" e quelli legati ai flussi turistici. In tale contesto, per verificare la bontà degli interventi di Piano, appare più "robusto" considerare la domanda su auto "rigida" rispetto a tali trend nei prossimi 10 anni: va considerato, infatti, che nel mercato della mobilità gli impatti sulla mobilità su descritti prospettano una riduzione più robusta degli spostamenti con i mezzi pubblici la cui utenza è ad oggi maggiormente sbilanciata sul segmento giovanile (studenti) e, in misura minore, su quello dei lavoratori. Il fenomeno, a scala locale, andrà monitorato nel corso della redazione dei PUT e dei futuri aggiornamenti del PUMS.

aumentare la “permeabilità” territoriale e migliorare la fluidità del traffico veicolare, in particolare nei tratti già individuati come critici nello scenario attuale.

In generale, sia durante la punta mattutina che serale, si è riscontrato un sensibile decongestionamento del traffico nei seguenti tratti:

- Via per Treglio nord (Lanciano) – in entrambe le direzioni;
- Rotatoria SS84 – Intersezione con Via per Treglio e Via per Fossacesia;
- Strada Statale 84 Frentana (SS84) – Tratto adiacente al centro città;
- Strada Statale SS524, zona Contrada Villa Andreoli e SS84 Sud;
- Centro città – Principali intersezioni critiche;
- Strada Statale 84 Nord (SS84) fino alla rotatoria con Via del Mare.

Si può constatare che, sia per l’ora di punta della mattina che per l’ora di punta della sera di un giorno feriale medio invernale, c’è un aumento dei chilometri totali percorsi sulla rete, una riduzione del tempo di percorrenza della rete ed un aumento della velocità media.

Le analisi condotte, pertanto, evidenziano che la realizzazione dei nuovi interventi comportano prestazioni migliori sulla rete stradale dell’area di studio.

#### **Analisi dei percorsi e dei tempi di percorrenza con l’estensione della ZTL (Scenario di Piano)**

Nello scenario previsto (PUMS), si propone l’istituzione di una Zona a Traffico Limitato (ZTL) nel centro cittadino. In particolare si propone una ZTL nello scenario di breve periodo (Scenario di Riferimento), limitata al centro storico e una ZTL più estesa, proposta nel lungo periodo (Scenario di Piano). Quest’ultimo intervento modifica significativamente la rete viaria, alterando i percorsi tra le diverse aree del comune. Per valutare l’impatto della ZTL estesa, è stata condotta un’analisi comparativa dei percorsi e dei tempi di percorrenza tra lo scenario attuale e quello pianificato dal PUMS nel lungo periodo.

La **Figura 42** mostra i percorsi attualmente utilizzati per collegare l’Ospedale Renzetti con Viale Cappuccini e Via Don Minzoni. Come si osserva, i tracciati attraversano il poligono giallo che rappresenta l’area interessata dalla futura ZTL. In assenza di restrizioni, questi percorsi attraversano liberamente la zona centrale.



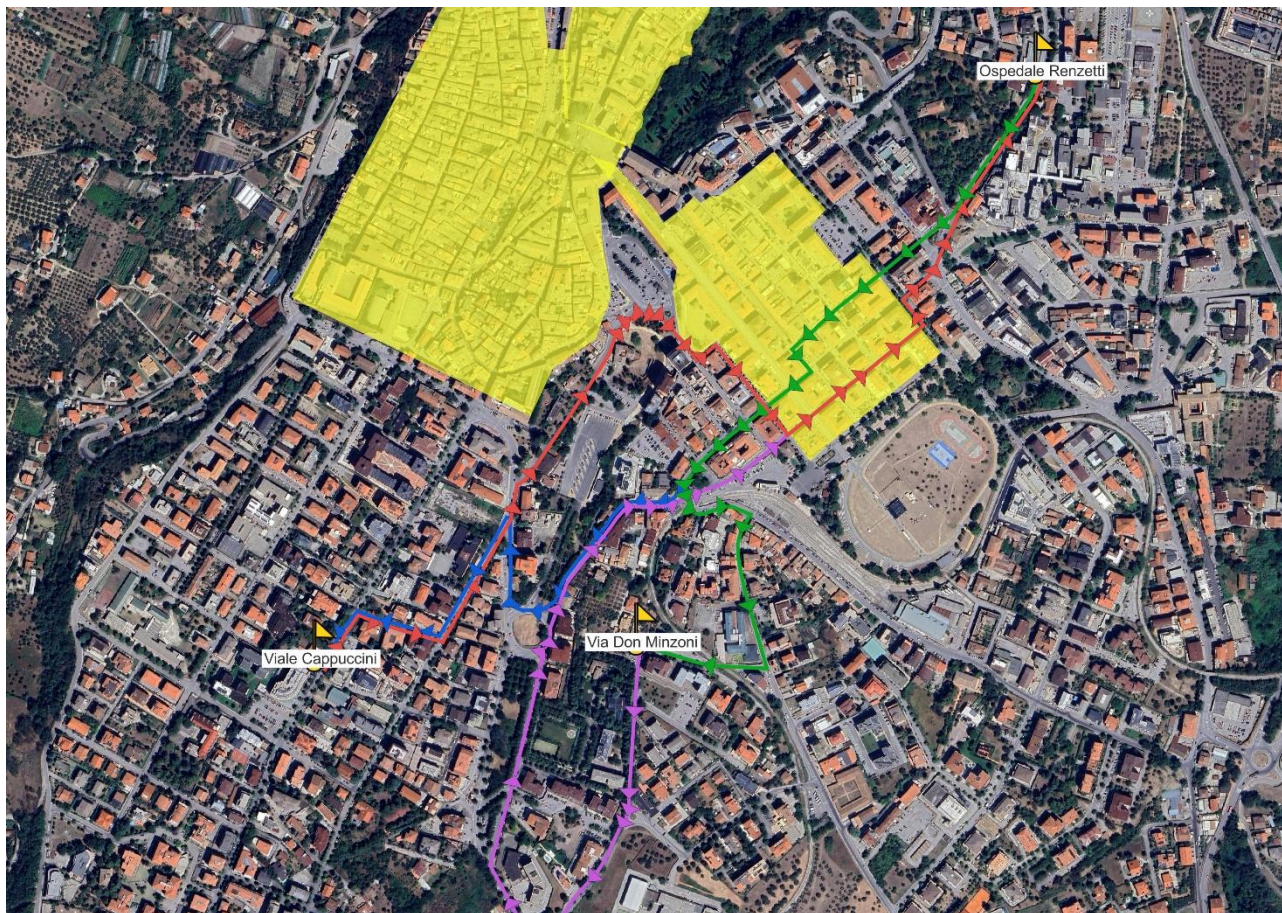


Figura 42 - Percorsi nello scenario attuale

Nella **Figura 43** sono invece rappresentati i percorsi nello scenario PUMS, in cui la ZTL è attiva e non è più attraversabile dai veicoli privati. I percorsi blu e rosso, relativi alla tratta Ospedale Renzetti – Viale Cappuccini (e viceversa), vengono deviati lungo l’anello esterno alla ZTL. Analogamente, i percorsi tra l’Ospedale Renzetti e Via Don Minzoni (verde e magenta) subiscono una modifica significativa, generando nuovi tracciati alternativi per evitare l’area centrale interdetta al traffico.



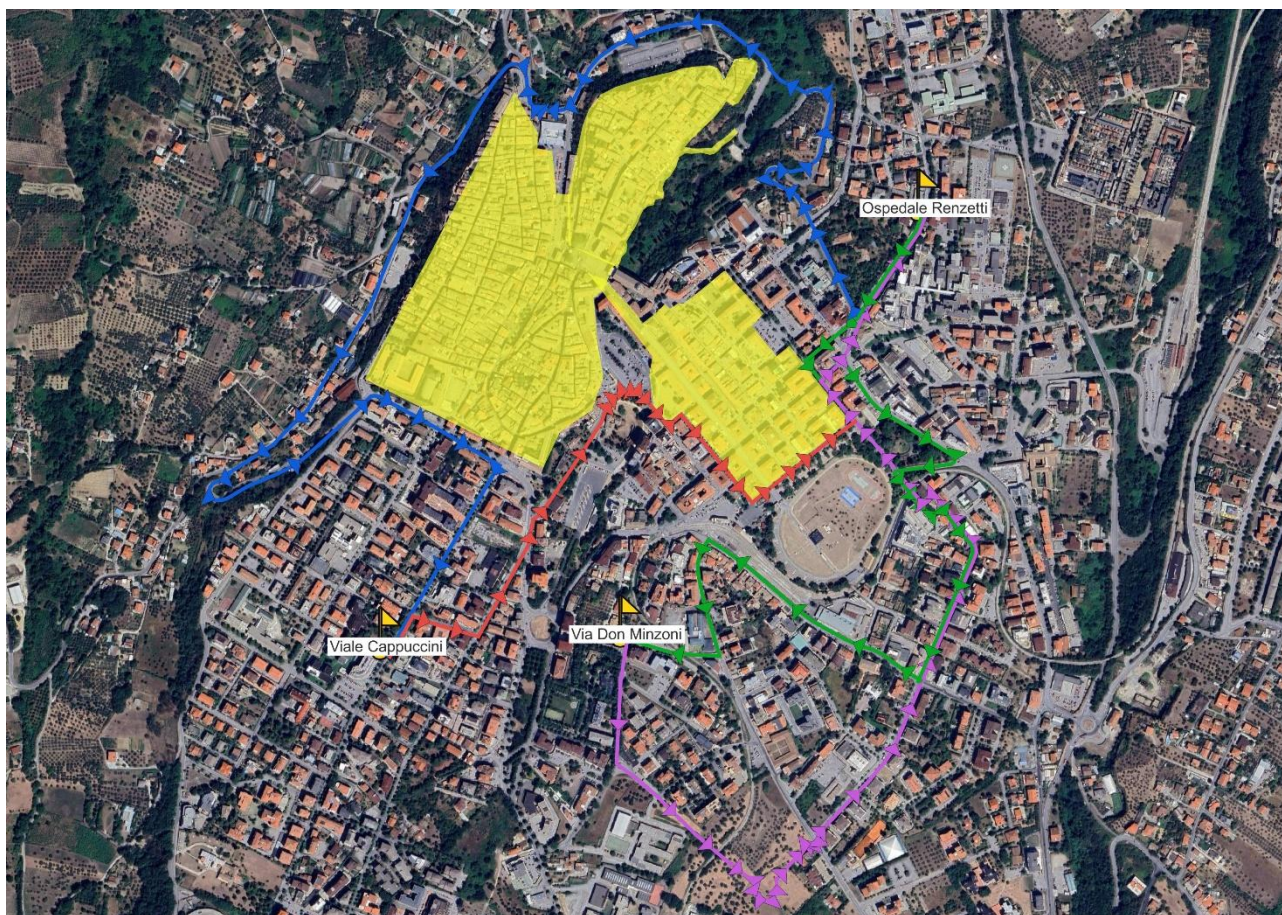


Figura 43 - Percorsi nello scenario PUMS

Per misurare l'impatto effettivo dell'intervento, sono stati calcolati i tempi di percorrenza nelle due configurazioni. La **Tabella 19** riassume i risultati, evidenziando l'aumento o la riduzione dei tempi in seguito all'introduzione della ZTL.

Tabella 19 - tempi di percorrenza a confronto tra lo scenario attuale e lo scenario PUMS

Percorso	Scenario attuale (minuti)	Scenario PUMS (minuti)	$\Delta T$ (minuti)
Ospedale Renzetti - Viale Cappuccini	7,89	14,18	6,29
Viale Cappuccini - Ospedale Renzetti	8,22	8,37	0,15
Ospedale Renzetti - Via Don Minzoni	6,50	10,57	4,07
Via Don Minzoni - Ospedale Renzetti	10,45	9,44	-1,01

Come si nota, i tempi di percorrenza aumentano significativamente in alcune tratte, in particolare tra l'Ospedale Renzetti e Viale Cappuccini, a causa dell'obbligo di aggirare la ZTL. Tuttavia, nel caso del percorso Via Don Minzoni – Ospedale Renzetti, si osserva una lieve riduzione del tempo di percorrenza (–1,01 minuti). Questo miglioramento è attribuibile a un intervento infrastrutturale previsto nello scenario PUMS, che



introduce un nuovo collegamento diretto tra Via Don Minzoni e l'intersezione Via Santo Spirito – Via del Verde, permettendo un percorso più breve ed efficiente.

### **3.2. Valutazione dei benefici per la collettività**

Nel presente capitolo viene realizzata un'analisi comparativa tra lo scenario di riferimento e lo scenario di Piano al fine di valutare per lo scenario di Piano i benefici stimati per la collettività. La seguente analisi valuta la convenienza di un progetto o piano considerando gli effetti monetari o monetizzabili prodotti come variazioni rispetto allo stato di base o di riferimento.

Gli interventi in oggetto sono finalizzati alla generazione di benefici per la collettività in termini sia di riduzione dell'uso dell'auto privata, che di aumento della qualità urbana ed ambientale per l'area di interesse. I conseguenti impatti/benefici positivi per i visitatori, nonché per i cittadini potenzialmente coinvolti, saranno evidenziati in termini di riduzione:

- del costo generalizzato di trasporto (tempi e costi di viaggio);
- delle emissioni di gas climalteranti;
- delle emissioni di sostanze inquinanti dannose per la salute umana (es. polveri sottili);
- delle emissioni sonore (inquinamento acustico);
- dell'incidentalità stradale.

Secondo le Linee guida del Ministero delle infrastrutture e trasporti per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche (Delibera n. 68/2016), gli impatti di una infrastruttura di trasporto, come quella in oggetto, è opportuno che vadano definiti attraverso specifiche analisi quantitative, considerando sia gli impatti sugli utenti del sistema di trasporto, sia quelli sui non utenti (ovvero coloro che, anche se non utenti del sistema di trasporto, percepiranno dei benefici per la realizzazione dell'intervento progettuale). Nelle stesse Linee Guida si definiscono, per ogni categoria di opera, le analisi e gli studi di fattibilità da redigere per la valutazione ex-ante ed ex-post delle infrastrutture.

Come noto, l'analisi costi-benefici valuta la convenienza di un progetto (P) considerando gli effetti monetari o monetizzabili prodotti come variazioni rispetto allo stato di Non Progetto (NP). Si valuta, cioè un unico aggregato economico in cui i diversi impatti vengono sommati algebricamente, considerando con il segno positivo i benefici (le voci in "entrata") e con il segno negativo i costi (quelle in "uscita").

#### **Metodologia di stima e le ipotesi di calcolo**

La metodologia implementata nel presente studio è stata desunta a partire dai più recenti documenti e normative italiane ed europee sulle tematiche di valutazione economica degli investimenti in opere pubbliche, tra cui:

- European Commission (2019); Handbook on the external costs of transport Version 2019 – 1.1;
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (giugno 2017); Linee guida per la valutazione degli

investimenti in opere pubbliche - D.Lgs. 228/2011;

- European Commission (2015); Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects;
- Regione Lombardia (2014); Interventi infrastrutturali: linee guida per la redazione di studi di fattibilità;
- Ricardo-AEA DG MOVE (2014); Update of the Handbook on External Costs of Transport. Final Report. Report for the European Commission;
- Unità di Valutazione degli investimenti pubblici - UVAL (2014); Lo studio di fattibilità nei progetti locali realizzati in forma partenariale: una guida e uno strumento;
- HEATCO - Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment (2006); Deliverable 5: Proposal for Harmonised Guidelines;
- Carteni, A. (2017); Processi decisionali e Pianificazione dei trasporti, Lulu International. ISBN 978-1-326-46240-6.

In particolare, l'analisi sviluppata è consistita nell'implementazione di diverse attività, tra cui:

-attività preliminari;

- definizione del periodo di analisi e del tasso di sconto;
- individuazione dello scenario di non progetto (NP) e di quelli di progetto (P);
- stima degli impatti trasportistici prodotti dal progetto nell'orizzonte temporale di analisi in termini, ad esempio, di  $\Delta \text{veicoli} \cdot \text{km}$ ,  $\Delta \text{veicoli} \cdot \text{ora}$  e variazioni del costo generalizzato medio di trasporto per gli utenti del trasporto;

-stima dei benefici:

➤ per gli utenti del sistema:

- B.1 percepiti: surplus del consumatore;
- B.2 non percepiti: costi operativi risparmiati (es. usura e manutenzione veicolo);

➤ per i non utenti<sup>5</sup>:

- B.3 variazioni emissioni gas climalteranti;
- B.4 variazioni emissioni inquinanti nocive all'uomo;
- B.5 variazioni emissioni sonore;
- B.6 variazioni incidentalità;
- B.7 variazioni impatti in altri settori.

---

<sup>5</sup> È forse superfluo specificare che tali benefici prodotti da un progetto di trasporto hanno, in genere, impatti sia sull'intera popolazione di un'area che sui non utenti del sistema di trasporto (es. ambiente).



Tabella 20 - Gli impatti stimati

GLI IMPATTI STIMATI		
BENEFICI	Utenti	B.1 Benefici percepiti (surplus del consumatore) B.2 Benefici non percepiti (costi operativi)
	Non utenti	B.3 Riduzione gas climalteranti
		B.4 Riduzione emissioni inquinanti
		B.5 Riduzione emissioni sonore
		B.6 Riduzione incidentalità
		B.7 Variazioni in altri settori

Come detto, il progetto analizzato nel presente studio si prevede possa produrre diversi impatti positivi (benefici) su diverse categorie quali:

- gli utenti del sistema di trasporto;
- l'economia dei territori coinvolti;
- la qualità della vita dei cittadini;
- la sostenibilità sociale (equità) ed ambientale.

Si precisa che tra i benefici sono stati tenuti in conto solo alcuni degli impatti positivi attesi e precisamente quelli per i quali la loro quantificazione (monetizzazione) risulta in qualche modo "standardizzata", ovvero condivisa dalla letteratura tecnico-scientifica di settore (es. testi di riferimento e linee guida).

Per tale motivo, **i risultati del presente studio vanno intesi come una sottostima (prudenziale) della reale utilità prodotta** dagli interventi proposti nei vari scenari di progetto.

Tabella 21 – I benefici esplicitamente considerati nell'analisi costi-benefici

CATEGORIA IMPATTO	EFFETTO PREVISTO PRODOTTO DAL PROGETTO	CONSIDERAZIONE NELL'ANALISI	ESPLICITA
UTENTI DEL TRASPORTO	Tempo di viaggio	SI	
	Costi percepiti del viaggio	SI	
	Altri costi operativi del viaggio (non percepiti)	SI	
	Valore edonico del nuovo sistema stradale (qualità percepita)	NO	
CRESCITA ECONOMICA	Ricavi per gli operatori del trasporto	NO	
	Wider economic benefits (e.g. valore immobiliare, impatti su economia del territorio, impatti economici e di immagine per l'area)	NO prudenzialmente	
QUALITÀ DELLA VITA E BENESSERE	Riqualificazione urbana	NO prudenzialmente	
	Coesione sociale e territoriale	NO prudenzialmente	
SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE	Gas climalteranti	SI	
	Emissioni inquinanti per l'uomo	SI	
	Inquinamento acustico	SI	
	Incidentalità	SI	
	Impatti in altri settori	SI	

### **Le ipotesi prudenziali di calcolo**

Al fine di rendere l'analisi il più possibile razionale ed oggettiva, sono state effettuate delle ipotesi di calcolo prudenziali (a vantaggio di sicurezza); tra queste:

- Ipotesi sulla stima dei benefici

Per gli utenti del sistema:

- ipotesi prudenziali e cautelative per evitare il rischio di una sovrastima della domanda,
- è stata trascurata la rivalutazione monetaria dei coefficienti unitari utilizzati per la monetizzazione degli impatti che, nel tempo, andrebbero probabilmente a favore della soluzione progettuale<sup>6</sup>;
- sono stati trascurati i benefici prodotti per gli altri utenti del sistema di trasporto che, pur non utilizzando la soluzione progettuale, beneficiano di una riduzione di congestione e/o della riduzione dei minimi percorsi O/D;
- non è stato considerato il valore edonico della soluzione progettuale, ovvero la maggiore attrattività e qualità percepita che il nuovo sistema stradale di progetto avrà in termini di comfort, bellezza, attenzione all'ambiente e coerenza con l'attuale e soprattutto futura cultura e sensibilità verso le tematiche della mobilità sostenibile (es. il Green Deal europeo, l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile dell'ONU).

Per i non utenti:

- per la stima dei benefici ambientali e di inquinamento si è ipotizzato (prudenzialmente): l'attuale composizione del parco circolante italiano, desunto dall'ACI, che in generale ridurrà nel tempo gli impatti (benefici) prodotti dal progetto. In particolare, una auto\*km risparmiata oggi "vale" di più della stessa quantità chilometrica risparmiata, ad esempio, tra 10 anni quando certamente circoleranno veicoli più sostenibile e meno impattanti (es. il parco auto circolante sarà costituito da prevalentemente veicoli di classe EURO 6 o successiva ed alimentazioni più sostenibili come quella elettrica e/o ibrida);
- che gli spostamenti in auto si è ipotizzato che avvengano sempre sul minimo percorso su rete stradale non congestionata, ovvero spesso quello di minima distanza a cui corrisponde il minimo risparmio chilometrico prodotto ( $\Delta \text{veicolo} * \text{km}$  sottostimate);
- si è trascurato un aumento (probabile) del valore immobiliare dell'area;
- si sono trascurati (prudenzialmente) tutti i probabili impatti economici che il progetto potrà produrre per il territorio coinvolto in termini di posti di lavoro e sviluppo economico in generale.

---

<sup>6</sup> Nello specifico si è trascurato l'aumento tendenziale del prezzo dei carburanti alla pompa, di possibili nuovi pedaggi autostradali, nonché del valore monetario del tempo (€/ora).

### **La stima degli impatti trasportistici**

Per la stima degli impatti trasportistici imputabili alle diverse soluzioni progettuali è stata implementata una metodologia di stima che, mediante l'utilizzo di un sofisticato modello matematico di simulazione di traffico, calcola gli indicatori trasportistici di impatto (es.  $\Delta$ veicoli/giorno;  $\Delta$ veicoli\*km/giorno;  $\Delta$ veicoli\*ora/giorno;  $\Delta$ veicoli\*ora/giorno) e tramite la stima della variazione unitaria di costo generalizzato di trasporto rispetto allo scenario di riferimento consente di stimare i benefici per gli utenti ed i non utenti del sistema.

Con riferimento al valore monetario del tempo [€/ora] questo è stato desunto dalle linee guida nazionali per le analisi costi-benefici del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (giugno 2017) ed è stato, pertanto, considerato un valore di 15 €/ora per passeggero, in ragione della lunghezza media degli spostamenti stimati per il caso studio oggetto di analisi, e che rappresenta il valore suggerito nelle linee guida del MIT come al confine tra quelli da utilizzare per gli spostamenti urbani e quelli di media e lunga percorrenza per altri motivi.

*Tabella 22 – Valore monetario del Tempo (fonte: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (giugno 2017); Linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche - D.Lgs. 228/2011*

TIPOLOGIA SPOSTAMENTO	VALORE DEL TEMPO (€/PASS. ORA)		
	BUSINESS	PENDOLARISMO	ALTRI MOTIVI
SPOSTAMENTI URBANI E METROPOLITANI	12-20	5-10	5-15
SPOSTAMENTI SU MEDIE E LUNGHE DISTANZE	20-35	10-15	10-25

### **La stima dei benefici**

- I benefici per gli utenti del sistema: il surplus del consumatore

I Benefici per gli utenti del sistema sono stati valutati in termini differenziali e cioè come la variazione (assoluta), rispetto allo scenario di riferimento, ovvero quello tendenziale in assenza del sistema stradale di progetto. La variabile che meglio permette di quantificare i benefici totali percepiti dagli utenti del sistema risulta il “surplus del consumatore” (o meglio, la sua variazione rispetto allo scenario di riferimento).

Secondo un approccio comportamentale, e più precisamente secondo la teoria dell'utilità aleatoria, un utente del sistema di trasporto ad ogni alternativa che ha a disposizione (es. un modo di trasporto) associa un'utilità percepita, rappresentativa della soddisfazione che associa/trae nello scegliere quell'alternativa, e sceglie quella che risulta di massima utilità. Il “surplus del consumatore” rappresenta il valore medio (su tutta la popolazione degli utenti del sistema) delle massime utilità percepite dagli utenti del sistema. Ovviamente il “surplus del consumatore” è funzione del costo generalizzato di trasporto che, a sua volta, può essere stimato sommando il tempo di viaggio e il costo monetario, opportunamente pesati rispetto a coefficienti di reciproca sostituzione (valore del tempo - VOT). Tra le voci di costo vanno considerati gli eventuali pedaggi e i costi operativi (es. consumo di carburante).



Per le elaborazioni sono stati considerati i seguenti parametri:

- Valore del tempo (del risparmio del tempo) di viaggio di 15 €/ora;
- Coefficiente di occupazione del veicolo 1,15.

Di seguito vengono riportati alcuni degli indicatori calcolati.

Per il calcolo dei benefici sono stati calcolati per lo scenario PUMS:

- Veic\*km e veic\*h nell'ora di punta;
- Veic\*km e veic\*h al giorno, moltiplicando i rispettivi valori calcolati nell'ora di punta della mattina per un coefficiente di espansione, pari a 15 per le aree urbane;
- Veic\*km e veic\*h all'anno, moltiplicando i rispettivi valori calcolati nel giorno per un coefficiente di espansione, pari a 230;
- $\Delta$ veic\*km/anno rispetto allo scenario di riferimento;
- $\Delta$ veic\*h/anno rispetto allo scenario di riferimento;
- $\Delta$ pass\*h/anno rispetto allo scenario di riferimento, calcolato considerando un coefficiente di occupazione pari a 1,15;
- VOT (€/ora).

Tabella 23 – Calcolo dei benefici

SCENARIO	$\Delta$ veic*km/anno	$\Delta$ veic*h/anno	$\Delta$ pass*h/anno
<i>Ora di punta della sera</i>			
Futuro	-4 471 200	-520 950	-199 698

Globalmente il tempo risparmiato dai passeggeri è dato dal prodotto di:

- $\Delta$ pass\*h/anno,
- VOT (€/ora).

Tabella 24 – Costo associato al tempo risparmiato

SCENARIO	TEMPO RISPARMIATO PASSEGGERI (€/anno) <sup>7</sup>
<i>Ora di punta della sera</i>	
Futuro	+2 995 463

<sup>7</sup> Il segno è positivo in quanto si riferisce ad un incremento dei benefici in quanto sia il tempo speso che i chilometri percorsi si riducono nello scenario di progetto

- I benefici non percepiti per gli utenti del sistema: i costi operativi

Tra le externalità relative agli utenti del sistema vi sono i costi operativi, ovvero quei costi non percepiti imputabili, ad esempio, alle variazioni di consumo di lubrificanti, pneumatici ed alla manutenzione e deprezzamento del veicolo. Questi impatteranno in misura differenziata in ragione (delle variazioni) delle percorrenze.

Per la stima dei costi operativi, una buona approssimazione, utilizzata nel presente studio, è quella di considerare un valore economico unitario per le auto pari a **0,080 €/veicolo\*km** (fonte: Linee guida per la redazione di studi di fattibilità redatte dalla regione Lombardia, 2014). Tale costo, come gli altri di seguito, è stato rivalutato a aprile 2025 mediante la Rivalutazione Monetaria ISTAT (Indagine: Indice dei prezzi al consumo per famiglie, operai e impiegati – Gennaio 1947-aprile 2025) ed è pari a 0,097 €/veicolo\*km.

Nel caso in esame, effettuando il prodotto dei seguenti termini:

- $\Delta \text{veic} * \text{km/anno}$ ,
- Valore economico unitario per auto pari 0,097 €/veicolo\*km.

Tabella 25 – Costi operativi

SCENARIO	COSTI OPERATIVI (€/anno)
<i>Ora di punta della sera</i>	
Futuro	+433 706

- I benefici per i non utenti

Una parte rilevante delle analisi costi-benefici riguarda la quantificazione degli effetti esterni (externalità) prodotti dal progetto sia per l'ambiente (es. riscaldamento globale) che per l'uomo (es. inquinamento e sicurezza stradale). In genere, si ha un'esternalità quando la produzione (o il consumo) di un bene ha impatti sul benessere di un soggetto terzo (collettività) senza che vi sia alcun compenso o indennizzo ("internalizzazione") specifico (Carteni, 2017). Nelle analisi economiche le externalità non sono internalizzate nei conti finanziari. Queste possono essere negative (es. più veicoli che circolano consumeranno più carburante ed emetteranno più sostanze inquinanti) ovvero positive (es. meno emissioni, computate quindi con segno positivo).

Per la stima delle externalità per i non utenti occorre:

- stimare le variazioni prodotte dal progetto in termini di  $\Delta \text{veicolo} * \text{km}$  per singola categoria veicolare;
- definire i costi sociali marginali unitari (es. €/Δveicolo\*km);
- stimare il trend temporale dei costi marginali per tutto il periodo di analisi;

- moltiplicare le variazioni prodotte per singola voce di impatto per i costi marginali unitari stimati<sup>8</sup>.

Nel caso in esame le esternalità considerate sono le seguenti:

- Congestione stradale,
- Incidentalità,
- Inquinamento atmosferico,
- Inquinamento acustico,
- Riscaldamento globale.

Per i costi marginali delle singole voci ci si è riferiti alle Linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche D. Lgs. 228/2011. In riferimento alla **congestione stradale**, si è considerato per ogni scenario il valore medio dell'indice di criticità della rete come "area territoriale urbana-altre strade" con  $0,75 < v/c < 1$ . In tal caso il costo di congestione stradale è pari 1,394 €/veic km che rivalutato a aprile 2025 è pari a 1,83€/veic km.

Tabella 26 – Costo associato alla congestione stradale

SCENARIO	CONGESTIONALE STRADALE (€/anno)
<i>Ora di punta della sera</i>	
Futuro	+8 182 296

Per quanto riguarda l'**incidentalità**, per le strade urbane il costo dell'incidentalità stradale è pari a 0,60 €/veic km a prezzi 2010 che rivalutati a aprile 2025 è pari a 0,79 €/veic km.

Tabella 27 – Costo associato all'incidentalità

SCENARIO	INCIDENTALITÀ (€/anno)
<i>Ora di punta della sera</i>	
Futuro	+3 532 248

Per l'**inquinamento atmosferico**, si è fatta l'ipotesi di considerare una distribuzione del parco veicolare circolante per classe Euro coerente con il dato italiano, in particolare per l'anno 2020. Avendo, dunque, a disposizione i dati al 2010 sui costi marginali delle emissioni inquinanti per singola categoria, poi rivalutati a aprile 2025, è stato quindi possibile valutare l'esternalità ambientale.

<sup>8</sup> È giusto il caso di sottolineare che spesso tali costi marginali stimati si riferiscono a prezzi relativi ad anni differenti (es. costi unitari delle linee guida EU sono a prezzi 2010) e comunque non coincidenti con quello di riferimento per l'analisi (anno 0). Per ovviare a ciò è opportuno attualizzare tali parametri unitari ad esempio attraverso le tabelle dell'ISTAT "Indici nazionali dei prezzi al consumo per le famiglie di operai ed impiegati".



Tabella 28 – Costo associato all'inquinamento atmosferico per categoria Euro del veicolo

NORMA EURO	VALORE AL 2010 (€ cent/veic km)	VALORE AL 2025 (€ cent/veic km)
EURO 0	6,20	8,13
EURO 1	1,60	2,10
EURO 2	1,60	2,10
EURO 3	1,60	2,10
EURO 4	1,60	2,10
EURO 5	0,60	0,79
EURO 6	0,60	0,79

Tabella 29 – Costo associato all'inquinamento atmosferico

SCENARIO	INQUINAMENTO ATMOSFERICO (€/anno)
<i>Ora di punta della sera</i>	
Futuro	+92 830

In riferimento all'**inquinamento acustico**, sempre dalle Linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche D. Lgs. 228/2011, il costo marginale nelle ore diurne con un'alta densità media del traffico in area urbana è pari a 8,8 € per 1000 veic km al 2010 e 11,54 € per 1000 veic km ad aprile 2025.

Tabella 30 – Costo associato all'inquinamento acustico

SCENARIO	INQUINAMENTO ACUSTICO (€/anno)
<i>Ora di punta della sera</i>	
Futuro	+51 598

Infine, il costo marginale del **riscaldamento globale** viene valutato, allo stesso modo dell'inquinamento atmosferico, in relazione alla distribuzione percentuale delle categorie Euro del parco veicolare circolante in Italia al 2020.

Tabella 31 – Costo associato al riscaldamento globale per categoria Euro del veicolo

NORMA EURO	VALORE AL 2014 (€ cent/veic km)	VALORE AL 2025 (€ cent/veic km)
EURO 0	3,00	3,63
EURO 1	2,70	3,27
EURO 2	2,70	3,27
EURO 3	2,70	3,27
EURO 4	2,70	3,27
EURO 5	2,60	3,15
EURO 6	2,60	3,15

Tabella 32 – Costo associato al riscaldamento globale

SCENARIO	RISCALDAMENTO GLOBALE (€/anno)
<i>Ora di punta della sera</i>	
Futuro	+145 301

Nella successiva tabella si riportano in maniera sintetica i risultati delle stime per tutti i benefici stimati.

Tabella 33 – Tabella riassuntiva dei benefici diretti e indiretti (€/anno). Scenario dell'ora di punta della mattina

		Futuro
BENEFICI DIRETTI	TEMPO RISPARMIATO PASSEGGERI (€/anno)	2 995 463
	COSTI OPERATIVI (€/anno)	433 706
	<b>TOTALE</b>	<b>3 429 169</b>
BENEFICI INDIRETTI	CONGESTIONALE STRADALE (€/anno)	8 182 296
	INCIDENTALITÀ (€/anno)	3 532 248
	INQUINAMENTO ATMOSFERICO (€/anno)	92 830
	INQUINAMENTO ACUSTICO (€/anno)	51 598
	RISCALDAMENTO GLOBALE (€/anno)	145 301
	<b>TOTALE</b>	<b>12 004 273</b>
<b>Totale complessivo</b>		<b>15 433 442</b>

Per lo scenario di progetto è previsto per gli utenti della rete stradale un beneficio, comprensivo di benefici diretti e indiretti, di **15 433 442 €/anno**.

### 3.3. Risultati dello studio ambientale

E' stato condotto nell'ambito del presente studio un'analisi effettuata mediante il modulo di calcolo T.ENV del software T.Model, che effettua la valutazione dell'inquinamento atmosferico e acustico.

Il confronto è stato effettuato tra lo scenario di Piano e quello di riferimento.

Per la stima dell'inquinamento atmosferico e acustico sono state utilizzate le seguenti tabelle del modulo T.ENV:

- ARCHI\_E che contiene tutte le informazioni relative agli archi della rete privata necessarie per poter eseguire le valutazioni di impatto ambientale considerando i campi di nodo iniziale e finale, tipologia di arco, percentuali di mezzi pesanti e ciclomotori;
- PARCO che contiene tutte le informazioni necessarie per ripartire il flusso delle autovetture in base alla composizione del parco circolante considerando i campi di tipo di alimentazione; classe cilindrata, vetustà e percentuale di ripartizione;
- RECET che contiene le informazioni necessarie per definire il recettore, le sue caratteristiche e quelle degli archi in prossimità dei quali si trova considerando i campi codice recettore, coordinate UTM X e Y del recettore, nodo iniziale e finale dell'arco diretto, altezza del recettore, altezza dei palazzi sull'arco diretto ed opposto, larghezza effettiva dell'arco stradale, pendenza dell'arco e tipo di pavimentazione presente sull'arco;
- ARCHIRIS che contiene le informazioni calcolate dal modello di assegnazione T. ROAD sugli archi della rete privata tenendo in considerazione i campi di nodo iniziale e finale; tipologia dell'arco; carico, tempo, costo, velocità e densità calcolati; e criticità, tutti riferiti al periodo temporale considerato.

I punti recettori individuati sono 3 posizionati in:

1. viale Cappuccini;
2. via Corsea vico 2;
3. via del verde.



L'analisi in un giorno feriale nelle ore di punta della mattina e della sera ha condotto ai seguenti risultati:

### Inquinamento atmosferico

Tabella 34 - Tabella riassuntiva delle emissioni di inquinanti in atmosfera, scenario attuale, Comune Lanciano

Emissioni atmosferiche				
Scenario Attuale Invernale	ORA DI PUNTA	CO [Kg]	NOX [Kg]	HC [Kg]
	MATTINA	822,44	97,77	94,47
	SERA	979,81	114,25	112,68

Tabella 35 - Tabella riassuntiva delle emissioni di inquinanti in atmosfera, scenario attuale, area abitata

Emissioni atmosferiche				
Scenario Attuale Invernale	ORA DI PUNTA	CO [Kg]	NOX [Kg]	HC [Kg]
	MATTINA	496,34	46,79	55,82
	SERA	557,17	53,00	62,77

Tabella 36 - Tabella riassuntiva delle emissioni di inquinanti in atmosfera, scenario di riferimento, Comune Lanciano

Emissioni atmosferiche				
Scenario di riferimento	ORA DI PUNTA	CO [Kg]	NOX [Kg]	HC [Kg]
	MATTINA	849,05	99,86	97,56
	SERA	991,06	116,29	114,03

Tabella 37 - Tabella riassuntiva delle emissioni di inquinanti in atmosfera, scenario di riferimento, area abitata

Emissioni atmosferiche				
Scenario di riferimento	ORA DI PUNTA	CO [Kg]	NOX [Kg]	HC [Kg]
	MATTINA	481,21	43,94	54,21
	SERA	512,93	48,43	57,83

Tabella 38 - Tabella riassuntiva delle emissioni di inquinanti in atmosfera, scenario futuro, Comune Lanciano

Emissioni atmosferiche				
Scenario Futuro Invernale	ORA DI PUNTA	CO [Kg]	NOX [Kg]	HC [Kg]
	MATTINA	819,12	99,25	94,19
	SERA	947,13	114,29	109,11

Tabella 39 -Tabella riassuntiva delle emissioni di inquinanti in atmosfera, scenario futuro, area abitata

Emissioni atmosferiche				
Scenario Futuro Invernale	ORA DI PUNTA	CO [Kg]	NOX [Kg]	HC [Kg]
	MATTINA	464,30	43,69	52,36
	SERA	501,88	48,73	56,79

**Consumi carburante**

Tabella 40 Tabella riassuntiva dei consumi carburante sulla rete, scenario attuale, Comune Lanciano

Consumo carburante				
Scenario attuale Invernale	ORA DI PUNTA	Benzina [litri]	Diesel [litri]	GPL [litri]
	MATTINA	4229,26	757,17	261,65
	SERA	5005,13	894,07	305,89

Tabella 41 Tabella riassuntiva dei consumi carburante sulla rete, scenario attuale, area abitata

Consumo carburante				
Scenario attuale Invernale	ORA DI PUNTA	Benzina [litri]	Diesel [litri]	GPL [litri]
	MATTINA	2606,31	455,75	141,13
	SERA	2694,48	466,03	142,55

Tabella 42 Tabella riassuntiva dei consumi carburante sulla rete, scenario di riferimento, Comune Lanciano

Consumo carburante				
Scenario di riferimento	ORA DI PUNTA	Benzina [litri]	Diesel [litri]	GPL [litri]
	MATTINA	4343,14	773,86	267,29
	SERA	5069,15	905,32	310,89

Tabella 43 Tabella riassuntiva dei consumi carburante sulla rete, scenario riferimento, area abitata

Consumo carburante				
Scenario di riferimento	ORA DI PUNTA	Benzina [litri]	Diesel [litri]	GPL [litri]
	MATTINA	2300,39	397,91	119,74
	SERA	2469,35	426,85	130,63

Tabella 44 Tabella riassuntiva dei consumi carburante sulla rete, scenario futuro, Comune Lanciano

Consumo carburante				
Scenario Futuro Invernale	ORA DI PUNTA	Benzina [litri]	Diesel [litri]	GPL [litri]
	MATTINA	4239,59	759,94	264,30
	SERA	4908,30	884,75	305,55

Tabella 45 Tabella riassuntiva dei consumi carburante sulla rete, scenario futuro, area abitata

Consumo carburante				
Scenario Futuro Invernale	ORA DI PUNTA	Benzina [litri]	Diesel [litri]	GPL [litri]
	MATTINA	2247,85	395,55	119,13
	SERA	2454,72	435,05	132,90

Tali risultati si riferiscono alla somma su tutti gli archi della rete delle emissioni atmosferiche e dei consumi, è immediato constatare la riduzione delle emissioni e dei consumi tra lo scenario di Piano e quello di riferimento.

### Inquinamento acustico

Per quanto concerne l'inquinamento acustico, si precisa che nel presente studio l'analisi tiene conto del rumore scaturito esclusivamente da traffico veicolare e non dalle altre attività presenti sul territorio.

Pertanto, per il raffronto tra gli scenari, scenario di riferimento e scenario di Piano, si riportano solo le differenze del Livello di pressione sonora in dB (A) tra gli scenari e non il valore assoluto del livello di pressione sonora simulato presso i recettori.

L'analisi dei risultati del modello nelle ore di punta mattina e sera in un giorno ferialo ha portato ai seguenti risultati:

Tabella 46 – Variazione di inquinamento acustico dovuto dal traffico veicolare. Ora di punta della mattina

RECETTORE	Nome	Coordinate	$\Delta L_{eq}$
1	viale Cappuccini	42.224059, 14.385583	-0,65
2	via Corsea vico 2	42.229888, 14.388709	-0,37
3	via del verde	42.223357, 14.396846	-0,25



*Tabella 47 – Variazione di inquinamento acustico dovuto dal traffico veicolare. Ora di punta della sera*

RECETTORE	Nome	Coordinate	$\Delta L_{eq}$
1	viale Cappuccini	42.224059, 14.385583	-0,08
2	via Corsea vico 2	42.229888, 14.388709	-1,74
3	via del verde	42.223357, 14.396846	-1,09

Come si può osservare, in corrispondenza dei 3 recettori individuati si ha una riduzione del Livello di pressione sonora a conferma della bontà degli interventi di Piano anche dal punto di vista acustico.

## ALLEGATO 1 LOCALIZZAZIONE DEGLI INCIDENTI STRADALI

Si riporta nella tabella seguente, il numero di incidenti stradali accorsi sul territorio comunale alla data del 23/08/2024 (fonte: Polizia Municipale Comune di Lanciano), che mostra il dato rilevato organizzato secondo i seguenti campi:

- Anno;
- Mese;
- Strade: Comunali, Provinciali/Statali;
- Data;
- Ora;
- Centro abitato: Si /No;
- Localizzazione;
- Tipo: A) incidente autonomo per fuoriuscita dalla sede stradale, B) incidente autonomo per urto di ostacolo o veicolo fermo, C) incidente autonomo per caduta da veicolo a due ruote, D) tamponamento tra veicoli, E) urto frontale tra veicoli per invasione opposta corsia di marcia, F) urto frontale laterale per mancanza precedenza, G) investimento pedone, H) altro;
- Manto: Asciutta, Bagnata, Sdruciolevole, Ghiacciata, Dissestata;
- Esiti: Mortale, Prognosi Riservata, Feriti, Danni;
- N. feriti;
- Incidenza della velocità: Velocità Diretta (senza quella velocità l'evento non si sarebbe verificato); Velocità Indiretta (la velocità ha aggravato solo le conseguenze); Velocità Assente.

Tabella. A 1 - Incidenti stradali accorsi sul territorio comunale anno 2024 (agg. al 23/08/2024)

Anno	Mese	Strade	Data	Ora	Centro abitato (S/N)	Localizzazione	Tipo	Manto	Esiti	Nr. Feriti	Incidenza della velocità
2024	1	Comunali	01.01.2024	15:05:00	N	Via Iconicella	F	B	D	0	ASS
2024	1	Comunali	03.01.2024	17:45:00	S	Via Borsellino int. Via Santo Spirito	D	A	D	0	ASS
2024	1	Comunali	07.01.2024	16:00:00	S	Via L. de Crecchio	B	A	D	0	ASS
2024	1	Comunali	18.01.2024	09:45:00	S	Via per Treglio int. Via per Fossacesia (ROTATORIA)	F	B	D	0	ASS
2024	1	Comunali	09.01.2024	13:45:00	S	Via Belvedere	F	B	D	0	ASS
2024	1	Comunali	11.01.2024	18:30:00	S	Via Ferro di Cavallo int. Via Martiri VI Ottobre	G	A	F	1	ASS
2024	1	Comunali	18.01.2024	16:35:00	S	Via Montegrappa int. Viale Rimembranza	F	A	D	0	ASS
2024	1	Comunali	18.01.2024	17:00:00	S	Via L. de Crecchio	G	A	F	1	IND
2024	1	Comunali	19.01.2024	15:35:00	S	Via S. Spaventa int. Via Funai	F	A	D	0	ASS
2024	1	Comunali	22.01.2024	11:15:00	S	Via Treglio int Via Bergamo	F	A	D	0	ASS
2024	1	Comunali	23.01.2024	14:00:00	S	Via S. Spirito int. Via Borsellino	F	A	D	0	ASS
2024	1	Provinciali/statali	04.01.2024	12:35:00	N	SS 84 km 76+300	E	A	F	1	IND
2024	1	Provinciali/statali	06.01.2024	13:20:00	N	S.S. 84 km 81+600	D	B	F	2	DIR
2024	1	Provinciali/statali	27.01.2024	18:15:00	N	SS 84 km 81	H	A	D	0	ASS
2024	2	Comunali	01.02.2024	16:00:00	S	Via G. Rosato (poste)	H	A	D	0	ASS
2024	2	Comunali	03.02.2024	16:00:00	S	Via L. de Crecchio	B	A	D	0	ASS
2024	2	Comunali	05.02.2024	09:00:00	S	Via Galvani	B	A	D	0	ASS
2024	2	Comunali	06.02.2024	09:30:00	S	Via S. F. D'Assisi	G	A	F	1	ASS
2024	2	Comunali	06.02.2024	15:37:00	S	Via Barrella	B	A	D	0	ASS



2024	2	Comunali	07.02.2024	14:40:00	S	Piazza E. D'Amico	B	A	D	0	ASS
2024	2	Comunali	18.02.2024	14:25:00	S	Via Per Fossacesia	F	A	F	1	ASS
2024	2	Comunali	21.02.2024	14:40:00	S	Via G. Rosato int. Via V. Bianco	E	A	F	2	ASS
2024	2	Comunali	23.02.2024	13:45:00	S	Viale S. Antonio int. Via per Fossacesia (rotatoria)	F	A	F	1	IND
2024	2	Comunali	29.02.2024	11:20:00	S	C.da Villa Martelli 312/L (zona Artigianale)	F	B	F	3	DIR
2024	2	Comunali	29.02.2024	17:05:00	S	Via del Mare int. Via Vicenza	F	B	F	1	ASS
2024	2	Provinciali/statali	12.02.2024	12:00:00	N	SP Pedemontana int. S.P. 111 Ponte Nuovo	F	A	F	3	IND
2024	2	Provinciali/statali	24.02.2024	13:30:00	N	S.P. 217 (ex SS 524) loc. Colle Pizzuto	F	A	D	0	ASS
2024	3	Comunali	08.03.2024	13:00:00	S	Via Decorati al V.M.	B	A	D	0	ASS
2024	3	Comunali	10.03.2024	11:20:00	N	Via Torre Marino	H	A	D	0	ASS
2024	3	Comunali	12.03.2024	13:00:00	N	Villa Andreoli	A	A	D	0	ASS
2024	3	Comunali	12.03.2024	17:30:00	S	Piazza E. D'Amico	B	A	D	0	ASS
2024	3	Comunali	14.03.2024	11:00:00	S	Via F. Renzetti	H	A	D	0	ASS
2024	3	Comunali	14.03.2024	18:20:00	S	Via Per Fossacesia	B	A	D	0	ASS
2024	3	Comunali	15.03.2024	08:35:00	S	Via del Mancino int. Via del Verde	F	A	F	1	IND
2024	3	Comunali	17.03.2024	15:50:00	S	Via Tinari	D	A	F	1	IND
2024	3	Comunali	18.03.2024	18:40:00	S	Via del Mare int. Via Firenze	G	B	F	1	ASS
2024	3	Comunali	19.03.2024	15:30:00	S	Via per Fossacesia	E	A	F	1	IND
2024	3	Comunali	21.03.2024	08:40:00	S	Via D. degli Abruzzi	G	A	F	1	ASS
2024	3	Comunali	21.03/2024	16:50:00	S	Via per Treglio	D	A	F	4	DIR
2024	3	Comunali	22.03.2024	09:00:00	S	Viale Rimembranza int. Via M. Grappa	F	A	D	0	ASS
2024	3	Comunali	22.03.2024	13:10:00	S	Viale Cappuccini int. Via N. Trozzi	F	A	D	0	ASS
2024	3	Comunali	22.03.2024	18:40:00	S	Via Corsea	B	A	D	0	ASS
2024	3	Comunali	26.03.2024	08:45:00	S	Via L. de Crecchio	F	A	D	0	ASS

2024	3	Comunali	27.03.2024	12:00:00	S	Via M. Grappa	H	A	D	0	ASS
2024	3	Comunali	30.03.2024	08:05:00	N	Via Per Orsogna	B	A	Mortale	1	IND
2024	3	Comunali	30.03.2024	18:00:00	N	Santa Liberata	B	A	D	0	ASS
2024	3	Provinciali/statali	07.03.2024	09:30:00	N	SP Pedemontana int. S.P. 111 Ponte Nuovo	H	A	F	1	IND
2024	3	Provinciali/statali	14.03.2024	14:05:00	N	S.P. 89 Villa Elce – S. Onofrio (loc. Villa Elce)	D	A	F	3	IND
2024	4	Comunali	01.04.2024	13:00:00	S	Via Raffele Stella	H	A	D	0	ASS
2024	4	Comunali	06.04.2024	18:00:00	N	Via Santa Croce	F	A	D	0	ASS
2024	4	Comunali	08.04.2024	10:30:00	N	Via Olmo di Riccio	A	A	D	0	ASS
2024	4	Comunali	11/04/2024	15:30:00	S	Via Per Fossacesia int. Via San Giovanni da Capestrano	H	A	F	1	ASS
2024	4	Comunali	12/04/2024	09:40:00	S	Via G. Rosato	D	A	F	1	DIR
2024	4	Comunali	12/04/2024	11:40:00	S	Rotatoria Viale S. Antonio	F	A	D	0	ASS
2024	4	Comunali	16/04/2024	09:00:00	S	Via Ferro di Cavallo	H	A	F	1	ASS
2024	4	Comunali	16/04/2024	12:50:00	S	L.go del Mastrogiurato	F	A	D	0	ASS
2024	4	Comunali	20/04/2024	12:15:00	S	Via G. Rosato	B	A	D	0	ASS
2024	4	Comunali	24/04/2024	15:30:00	S	Via Isonzo	D	A	D	0	ASS
2024	4	Provinciali/statali	09.04.2024	16:45:00	N	SS 84 Frentana km 77+300	D	A	F	1	ASS
2024	4	Provinciali/statali	10/04/2024	17:50:00	N	S.P. n. 217 località Iconicella 338	D	A	D	0	IND
2024	5	Comunali	02.05.2024	08:04:00	S	Via S. Spaventa int. L.tto S. Chiara	G	A	F	1	ASS
2024	5	Comunali	04.05.2024	09:55:00	S	Via Per Frisa	D	A	F	1	ASS
2024	5	Comunali	04.05.2024	19:10:00	S	Villa Andreoli	A	A	D	0	ASS
2024	5	Comunali	24.05.2024	10:55:00	S	Via L. De Crecchio	F	A	F	1	ASS
2024	5	Comunali	27.05.2024	12:00:00	S	Via Per Frisa	E	A	F	1	IND
2024	5	Provinciali/statali	04.05.2024	11:55:00	N	SS 84 Frentana Rotatoria Via Per Fossacesia	D	A	F	1	ASS
2024	5	Provinciali/statali	10.05.2024	08:20:00	N	S.P. 89 Località S. Onofrio	E	A	F	1	IND

2024	5	Provinciali/statali	17.05.2024	18:00:00	N	S.P. N. 217 Località Villa Stanazzo	F	A	F	1	IND
2024	5	Provinciali/statali	22.05.2024	09:15:00	N	SS 84 Frentana Rotatoria Via Per Fossacesia	F	A	D	0	ASS
2024	6	Comunali	73.06.2024	13:00:00	S			A	F	1	ASS
2024	6	Comunali	10.06.2024	10:50:00	S			A	D	0	ASS
2024	6	Comunali	10.06.2024	17:40:00	S	Via Renzetti	B	A	D	0	ASS
2024	6	Comunali	11.06.2024	09:10:00	S	Via Per Fossacesia int. Via D. Ciriaci	F	A	D	0	ASS
2024	6	Comunali	14.06.2024	13:00:00	S	Via Barrella	H	A	D	0	ASS
2024	6	Comunali	18/06/2024	11:50:00	S	Via del Mancino int. Via Ciriaci	F	A	D	0	ASS
2024	6	Comunali	21/06/2024	09:00:00	S	Via per Frisa int. Via Panoramica	F	A	F	1	IND
2024	6	Comunali	22/06/2024	17:30:00	S	Via G. Rosato n. 46/C	H	D	D	0	ASS
2024	6	Comunali	25/06/2024	10:30:00	S	Via Del Mare	E	A	F	1	IND
2024	6	Comunali	26/06/2024	10:35:00	S	Viale Cappuccini	H	A	D	0	ASS
2024	6	Comunali	26/06/2024	08:00:00	S	C.so Bandiera	A	A	D	0	ASS
2024	6	Comunali	27/06/2024	14:15:00	N	S.C. Villa Andreoli, 379	D	A	F	3	IND
2024	6	Comunali	28/06/2024	18:00:00	S	Via L. de Crecchio int. Viale della Rimembranza	G	A	F	1	IND
2024	6	Comunali	29/06/2024	17:00:00	S	Via U. Cipollone, 16	E	A	F	2	IND
2024	6	Provinciali/statali	03.06.2024	17:55:00	N	S.S. 84 Frentana km 74+600	D	A	D	1	ASS
2024	6	Provinciali/statali	05.06.2024	12:10:00	N	S.P. 217 km 2	D	A	F	1	IND
2024	6	Provinciali/statali	05.06.2024	13:10:00	N	S.S. 84 km 81 + 200	D	A	F	1	IND
2024	6	Provinciali/statali	11.06.2024	08:20:00	N	S.S. 84 78 + 850	A	A	D	0	ASS
2024	6	Provinciali/statali	25.06.2024	17:00:00	N	S.S. 84 82 + 800	E	A	F	2	DIR
2024	6	Provinciali/statali	26.06.2024	13:20:00	N	S.P. 61 località Santa Liberata	A	B	D	0	IND
2024	7	Comunali	01.07.2024	09:00:00	S	Via Renzetti int. Viale Rimembranza	G	A	F	1	IND
2024	7	Comunali	02.07.2024	17:00:00	S	Via Del Mancino, 78	D	A	F	1	IND



2024	7	Comunali	10.07.2024	10:00:00	S	Via Sigismondi, 29	H	A	D	0	IND
2024	7	Comunali	11.07.2024	13:20:00	S	Villa Andreoli, 407	D	A	F	3	IND
2024	7	Comunali	12.07.2024	09:00:00	S	Via Bergamo	F	A	F	2	IND
2024	7	Comunali	14.07.2024	09:50:00	S	Via G. Rosato int. M. Bianco	F	A	D	0	IND
2024	7	Comunali	14.07.2024	16:50:00	S	Via L. De Crecchio int. Via V. Veneto	F	A	F	4	IND
2024	7	Comunali	17.07.2024	11:30:00	S	Villa Andreoli	E	A	D	0	ASS
2024	7	Comunali	17.07.2024	13:10:00	S	Via Per Treglio	D	A	F	1	IND
2024	7	Comunali	17.07.2024	17:10:00	S	Via Fiume int. Via F. Renzetti	F	A	F	1	IND
2024	7	Comunali	19.07.2024	12:20:00	S	Via Per Treglio, 51	D	A	D	0	IND
2024	7	Comunali	22.07.2024	16:20:00	S	Via Per Treglio	E	A	D	0	ASS
2024	7	Comunali	24.07.2024	09:30:00	S	Via Piave, 1	D	A	D	0	ASS
2024	7	Comunali	28.07.2024	18:30:00	S	Via Del Mancino	E	A	D	0	IND
2024	7	Comunali	29.07.2024	08:50:00	S	Via Per Fossacesia	H	A	D	0	ASS
2024	7	Comunali	30.07.2024	18:25:00	S	Via Bellisario	F	A	F	2	ASS
2024	7	Comunali	31.07.2024	18:50:00	S	Piazza U. d'Italia int. Via M. Grappa	H	A	F	1	ASS
2024	7	Provinciali/statali	02.07.2024	15:10:00	N	SS 84 Frentrana km 76 + 100	A	A	D	0	DIR
2024	7	Provinciali/statali	22.07.2024	10:45:00	N	SS 84 Frentana km 75 + 200	H	A	F	1	DIR
2024	7	Provinciali/statali	24.07.2024	17:50:00	N	SS 84 Frentana km 82 + 700	F	A	F	2	IND
2024	7	Provinciali/statali	29.07.2024	14:15:00	N	SS 84 Frentana km 75 + 300	F	A	F	2	IND
2024	7	Provinciali/statali	31.07.2024	12:50:00	N	S.P. 217 km 1 + 100	D	A	F	1	IND
2024	8	Comunali	05.08.2024	08:00:00	N	Villa Elce 98/A	A	A	D	0	IND
2024	8	Comunali	13.08.2024	09:55:00	N	Via Villa Martelli int. Via M. Spoltore	F	A	F	2	IND
2024	8	Comunali	14.08.2024	10:00:00	N	Gaeta (rotatoria)	F	A	D	0	IND
2024	8	Provinciali/statali	01.08.2024	15:10:00	N	S.P. 217 (EX SS 524) km 1+ 800	F	A	F	2	IND

2024	8	Provinciali/statali	23.08.2024	19:30:00	N	SS 84 frentana km 76+600	D	A	D	0	IND
------	---	---------------------	------------	----------	---	--------------------------	---	---	---	---	-----

## ALLEGATO 2 RILIEVI DI TRAFFICO

### 1. RILIEVI DI TRAFFICO

#### Introduzione

Il rilievo del traffico è stato effettuato su diverse strade all'interno del Comune di Lanciano, con l'obiettivo di analizzare i flussi veicolari in ingresso, in uscita e di attraversamento nei principali punti di accesso alla città. L'indagine ha interessato un totale di 10 sezioni stradali, selezionate strategicamente per rappresentare in modo accurato i principali assi di penetrazione urbana.

I rilievi sono stati condotti in due fasce orarie rappresentative dei periodi di punta: dalle 07:00 alle 09:30 al mattino e dalle 17:00 alle 19:30 alla sera. Il conteggio dei veicoli è stato suddiviso in intervalli di 15 minuti e ha distinto le seguenti categorie: auto, veicoli a 2 ruote, veicoli commerciali, veicoli pesanti e autobus.

Le rilevazioni sono state effettuate nei giorni dal 25 al 28 febbraio 2025, in condizioni meteorologiche favorevoli e in assenza di eventi straordinari, manifestazioni o limitazioni alla circolazione, al fine di garantire la rappresentatività dei flussi per un giorno medio feriale. I dati raccolti sono stati successivamente trasformati in veicoli equivalenti tramite l'applicazione di opportuni coefficienti di conversione.

La figura seguente illustra la distribuzione delle sezioni di rilievo all'interno del Comune di Lanciano.



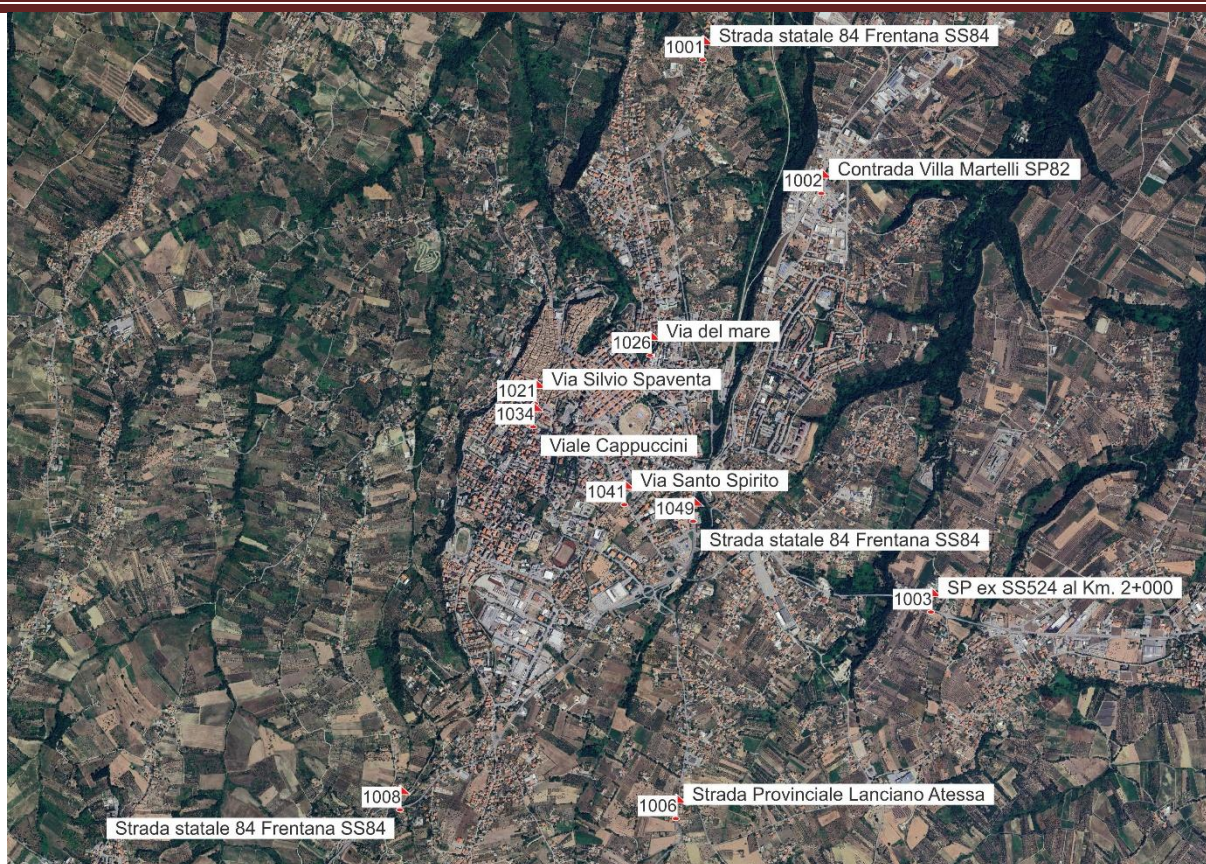


Figura. A 1 - Sezioni stradali per il rilievo del traffico

## 2. RISULTATI DEL RILIEVO

Di seguito sono presentate le tabelle dei rilievi per ciascuna sezione, con il dettaglio delle manovre effettuate o delle direzioni di percorrenza rilevate su ogni strada monitorata, sia nella fascia oraria mattutina che in quella serale. A supporto dell'analisi, è incluso un grafico rappresentativo della distribuzione del traffico per tipologia veicolare.

### 1. Sezione 1001 - SS84 Frentana (Nord)



Figura. A 2 - sezione 1001

- Fascia mattutina

Tabella. A 2 - Rilievo di traffico mattina sezione 1001 sud (Lanciano centro)

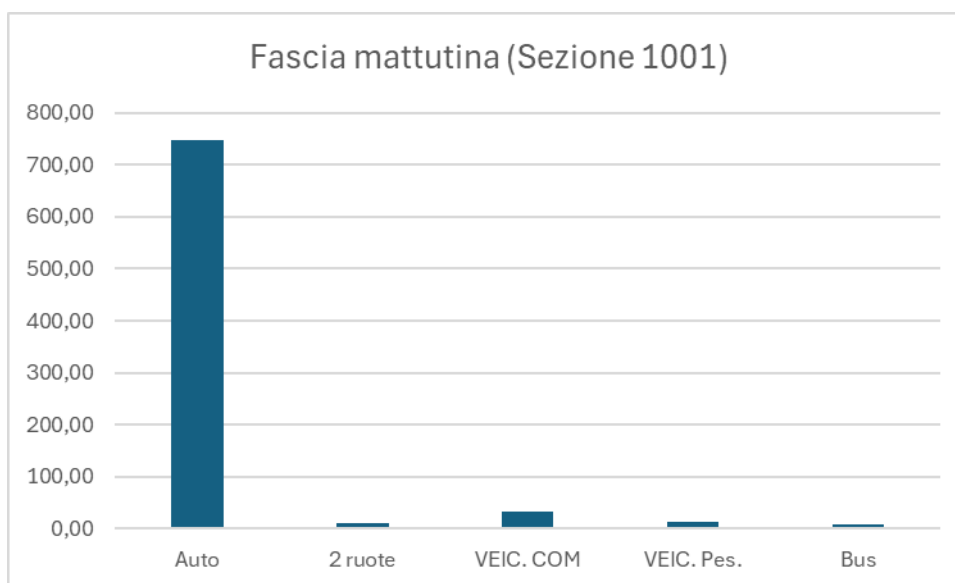
sud (Lanciano centro) 1585 - 1320

Fascia oraria 7:00 - 09:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	17	17	0	3	0	0	0
07:15 - 07:30	17	17	0	4	1	1	0
07:30 - 07:45	40	40	0	1	0	0	0
07:45 - 08:00	57	56	1	0	1	1	0
08:00 - 08:15	48	47	1	2	2	1	1
08:15 - 08:30	34	34	0	2	0	0	0
08:30 - 08:45	44	44	1	2	0	0	0
08:45 - 09:00	40	39	1	1	2	1	1
09:00 - 09:15	24	24	0	2	1	1	0
09:15 - 09:30	27	27	0	3	2	1	1
<b>Totale</b>	<b>348</b>	<b>345</b>	<b>4</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>3</b>

Tabella. A 3 - Rilievo di traffico mattina sezione 1001 nord (San Vito Chietino)

nord (San Vito Chietino) 1320 - 1585

Fascia oraria 7:00 - 09:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	27	27	0	1	1	1	0
07:15 - 07:30	37	37	0	0	3	2	1
07:30 - 07:45	37	37	0	4	0	0	0
07:45 - 08:00	41	40	1	1	2	1	1
08:00 - 08:15	51	50	1	0	1	1	0
08:15 - 08:30	54	53	1	1	1	1	0
08:30 - 08:45	39	39	0	3	2	1	1
08:45 - 09:00	36	36	0	1	0	0	0
09:00 - 09:15	46	45	1	2	1	1	0
09:15 - 09:30	40	40	0	0	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>408</b>	<b>403</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>4</b>





- Fascia serale

Tabella. A 4 - Rilievo di traffico sera sezione 1001 sud (Lanciano centro)

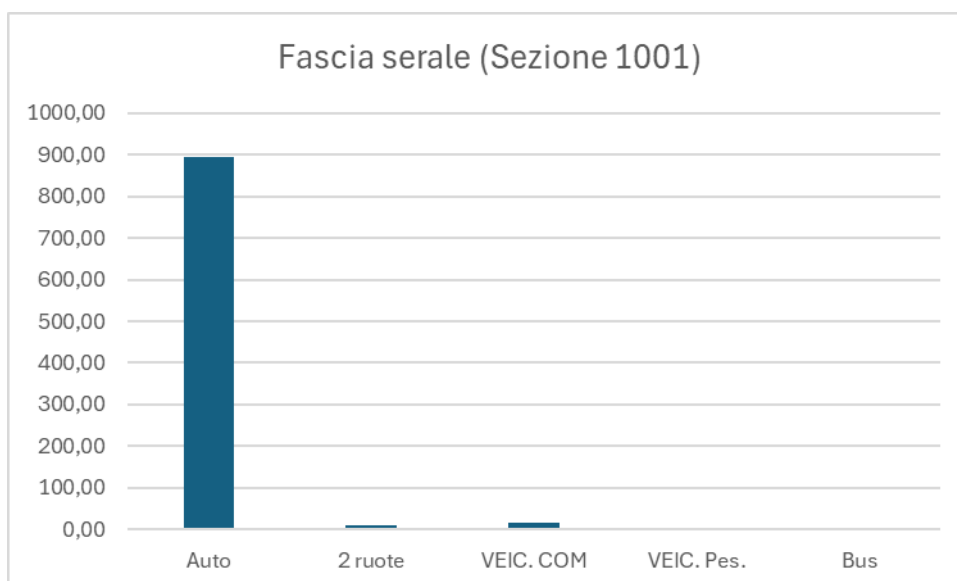
sud (Lanciano centro) 1585 - 1320

Fascia oraria 17:00 - 19:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	26	26	0	0	0	0	0
17:15 - 17:30	21	21	0	1	1	1	0
17:30 - 17:45	31	31	0	0	1	1	0
17:45 - 18:00	31	30	1	2	0	0	0
18:00 - 18:15	32	31	1	0	0	0	0
18:15 - 18:30	35	34	1	2	0	0	0
18:30 - 18:45	22	22	0	2	0	0	0
18:45 - 19:00	20	20	0	0	0	0	0
19:00 - 19:15	21	21	0	0	0	0	0
19:15 - 19:30	21	21	0	0	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>260</b>	<b>257</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

Tabella. A 5 - Rilievo di traffico sera sezione 1001 nord (San Vito Chietino)

nord (San Vito Chietino) 1320 - 1585

Fascia oraria 17:00 - 19:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	65	64	1	5	1	1	0
17:15 - 17:30	62	61	1	0	0	0	0
17:30 - 17:45	70	69	1	2	0	0	0
17:45 - 18:00	68	67	1	0	0	0	0
18:00 - 18:15	71	70	1	0	1	1	0
18:15 - 18:30	66	65	1	0	0	0	0
18:30 - 18:45	68	67	1	1	0	0	0
18:45 - 19:00	53	52	1	0	0	0	0
19:00 - 19:15	54	53	1	1	0	0	0
19:15 - 19:30	70	69	1	1	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>647</b>	<b>639</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>



## 2. Sezione 1002 – Cda Villa Martelli SP82



Figura. A 3 – sezione 1002

- Fascia mattutina

Tabella. A 6 - Rilievo di traffico mattina sezione 1002 sud (Lanciano centro)

sud (Lanciano centro) 1342 - 1468

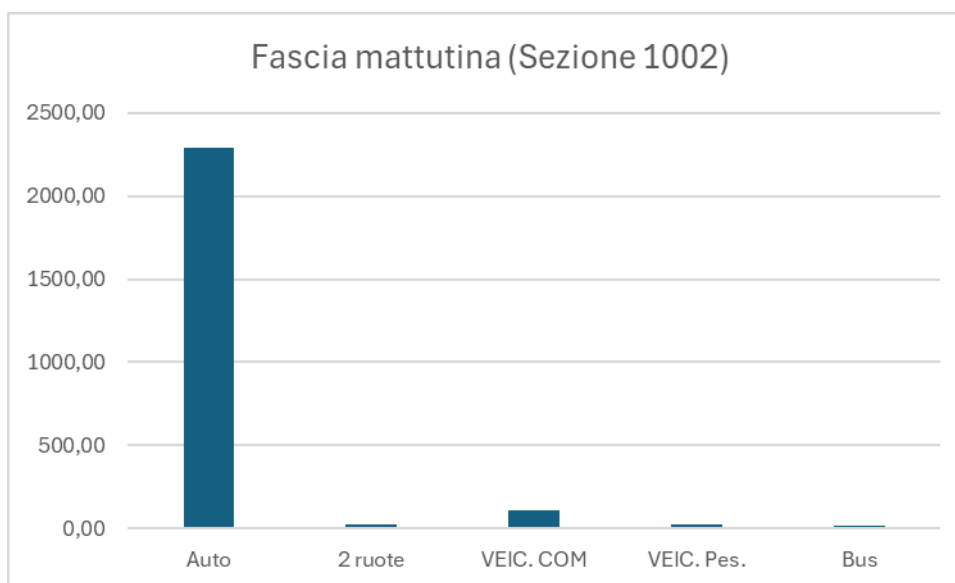
Fascia oraria 7:00 - 09:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	49	48	1	5	1	1	0
07:15 - 07:30	61	60	1	5	1	1	0
07:30 - 07:45	86	85	1	7	2	1	1
07:45 - 08:00	135	133	2	5	8	5	3
08:00 - 08:15	121	119	2	10	3	2	1
08:15 - 08:30	103	102	1	2	1	1	0
08:30 - 08:45	122	120	2	6	1	1	0
08:45 - 09:00	118	117	1	6	5	3	2
09:00 - 09:15	125	123	2	2	1	1	0
09:15 - 09:30	111	110	1	7	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>1031</b>	<b>1017</b>	<b>14</b>	<b>55</b>	<b>23</b>	<b>16</b>	<b>7</b>



Tabella. A 7 - Rilievo di traffico mattina sezione 1002 nord (casello autostradale)

nord (casello autostradale) 1468 - 1342

Fascia oraria 7:00 - 09:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	74	73	1	5	3	2	1
07:15 - 07:30	88	87	1	9	1	1	0
07:30 - 07:45	114	113	1	8	1	1	0
07:45 - 08:00	129	127	2	2	1	1	0
08:00 - 08:15	134	132	2	5	1	1	0
08:15 - 08:30	220	217	3	8	5	3	2
08:30 - 08:45	145	143	2	4	1	1	0
08:45 - 09:00	150	148	2	4	1	1	0
09:00 - 09:15	105	104	1	3	2	1	1
09:15 - 09:30	132	130	2	5	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>1291</b>	<b>1275</b>	<b>16</b>	<b>53</b>	<b>16</b>	<b>10</b>	<b>6</b>



- Fascia serale

Tabella. A 8 - Rilievo di traffico sera sezione 1002 sud (Lanciano centro)

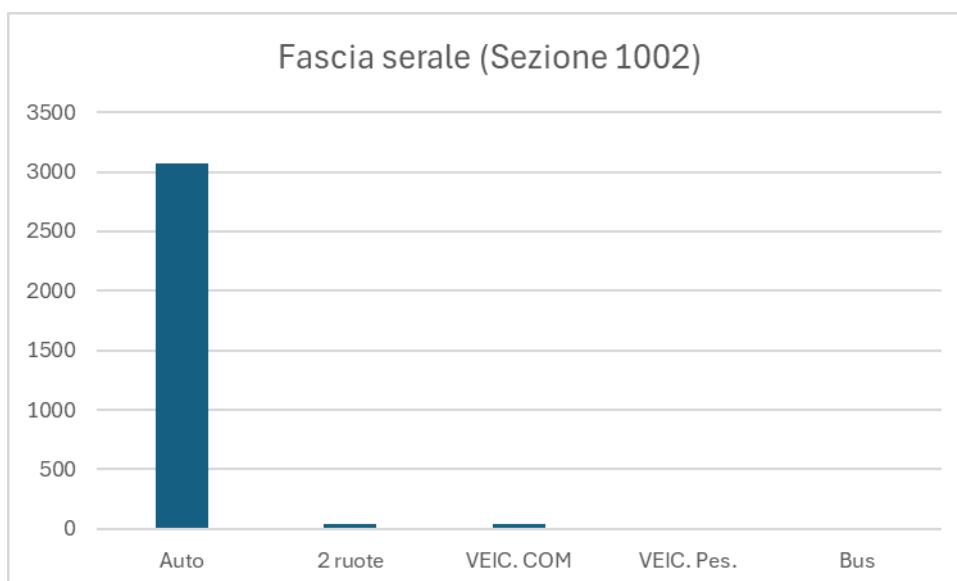
sud (Lanciano centro) 1342 - 1468

Fascia oraria 17:00 - 19:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	154	152	2	6	3	2	1
17:15 - 17:30	187	185	2	2	2	1	1
17:30 - 17:45	158	156	2	4	1	1	0
17:45 - 18:00	187	185	2	2	0	0	0
18:00 - 18:15	209	206	3	2	4	2	2
18:15 - 18:30	192	190	2	1	0	0	0
18:30 - 18:45	173	171	2	1	1	1	0
18:45 - 19:00	167	165	2	1	0	0	0
19:00 - 19:15	133	131	2	1	0	0	0
19:15 - 19:30	131	129	2	0	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>1691</b>	<b>1670</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>4</b>

Tabella. A 9 - Rilievo di traffico sera sezione 1002 nord (casello autostradale)

nord (casello autostradale) 1468 - 1342

Fascia oraria 17:00 - 19:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	149	147	2	6	0	0	0
17:15 - 17:30	151	149	2	4	1	1	0
17:30 - 17:45	170	168	2	4	2	1	1
17:45 - 18:00	159	157	2	1	2	1	1
18:00 - 18:15	161	159	2	1	2	1	1
18:15 - 18:30	137	135	2	1	0	0	0
18:30 - 18:45	163	161	2	1	0	0	0
18:45 - 19:00	111	110	1	1	0	0	0
19:00 - 19:15	102	101	1	0	0	0	0
19:15 - 19:30	118	117	1	0	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>1421</b>	<b>1403</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>3</b>





### 3. Sezione 1003 - SP217 ex SS524



Figura. A 4 - sezione 1003

- Fascia mattutina

Tabella. A 10 - Rilievo di traffico mattina sezione 1003 (Lanciano centro)

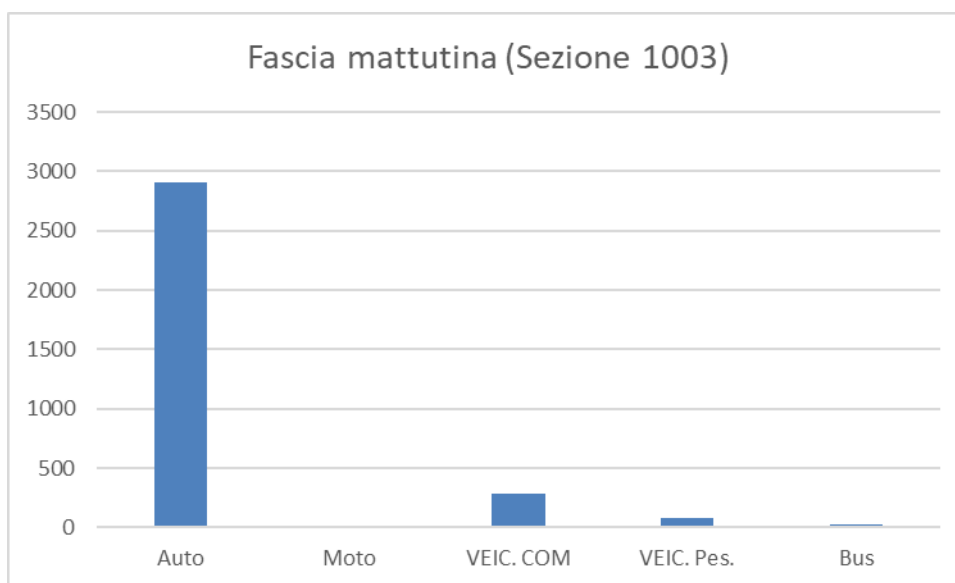
(Lanciano centro) 1589 - 1892

Fascia oraria 7:00 - 09:30					
PERIODO	Auto	Moto	VEIC. COM	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	41	0	13	4	1
07:15 - 07:30	82	0	7	3	0
07:30 - 07:45	151	0	17	2	2
07:45 - 08:00	248	3	22	3	8
08:00 - 08:15	194	2	15	5	0
08:15 - 08:30	158	2	12	5	0
08:30 - 08:45	191	0	11	3	0
08:45 - 09:00	201	0	17	4	1
09:00 - 09:15	186	0	8	2	1
09:15 - 09:30	141	0	12	6	1
<b>Totale</b>	<b>1593</b>	<b>7</b>	<b>134</b>	<b>37</b>	<b>14</b>

Tabella. A 11 - Rilievo di traffico mattina sezione 1003 (Fossacesia)

(Fossacesia) 1892 - 1589

Fascia oraria 7:00 - 09:30					
PERIODO	Auto	Moto	VEIC. COM	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	58	0	8	2	2
07:15 - 07:30	93	1	19	4	4
07:30 - 07:45	142	0	15	6	2
07:45 - 08:00	145	0	8	7	0
08:00 - 08:15	127	0	18	6	1
08:15 - 08:30	187	1	17	4	2
08:30 - 08:45	150	0	17	3	2
08:45 - 09:00	136	0	17	1	2
09:00 - 09:15	137	0	14	3	0
09:15 - 09:30	139	0	17	4	2
<b>Totale</b>	<b>1314</b>	<b>2</b>	<b>150</b>	<b>40</b>	<b>17</b>



- Fascia serale

Tabella. A 12 - Rilievo di traffico sera sezione 1003 (Lanciano centro)

(Lanciano centro) 1589 - 1892

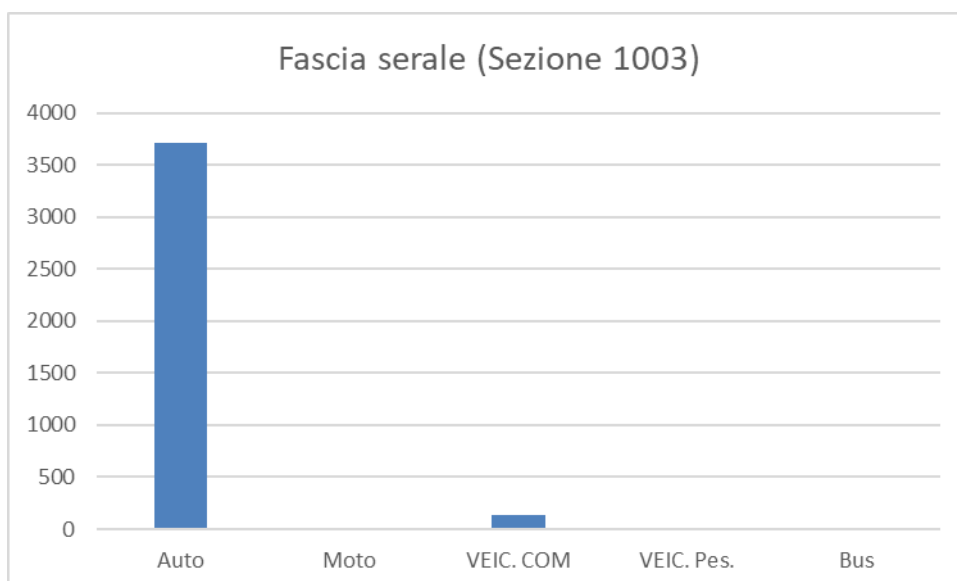
Fascia oraria 7:00 - 09:30					
PERIODO	Auto	Moto	VEIC. COM	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	177	2	21	1	0
07:15 - 07:30	230	0	10	4	0
07:30 - 07:45	207	0	12	3	1
07:45 - 08:00	225	0	9	1	1
08:00 - 08:15	207	1	9	0	0
08:15 - 08:30	192	0	8	0	0
08:30 - 08:45	199	1	1	0	1
08:45 - 09:00	173	0	3	1	0
09:00 - 09:15	177	0	0	0	0
09:15 - 09:30	142	0	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>1929</b>	<b>4</b>	<b>73</b>	<b>10</b>	<b>3</b>

Tabella. A 13 - Rilievo di traffico sera sezione 1003 (Fossacesia)

(Fossacesia) 1892 - 1589

Fascia oraria 7:00 - 09:30					
PERIODO	Auto	Moto	VEIC. COM	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	171	0	14	2	0
07:15 - 07:30	196	1	13	0	0
07:30 - 07:45	195	1	7	1	0
07:45 - 08:00	174	0	2	2	0
08:00 - 08:15	173	0	9	0	0
08:15 - 08:30	189	2	11	0	0
08:30 - 08:45	186	0	3	2	0
08:45 - 09:00	185	1	3	0	0
09:00 - 09:15	158	1	0	0	1
09:15 - 09:30	154	0	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>1781</b>	<b>6</b>	<b>62</b>	<b>7</b>	<b>1</b>





#### 4. Sezione 1006 - SP Lanciano Atesa



Figura. A 5 - sezione 1006

- **Fascia mattutina**

Tabella. A 14 - Rilievo di traffico mattina sezione 1006 nord (Lanciano centro)

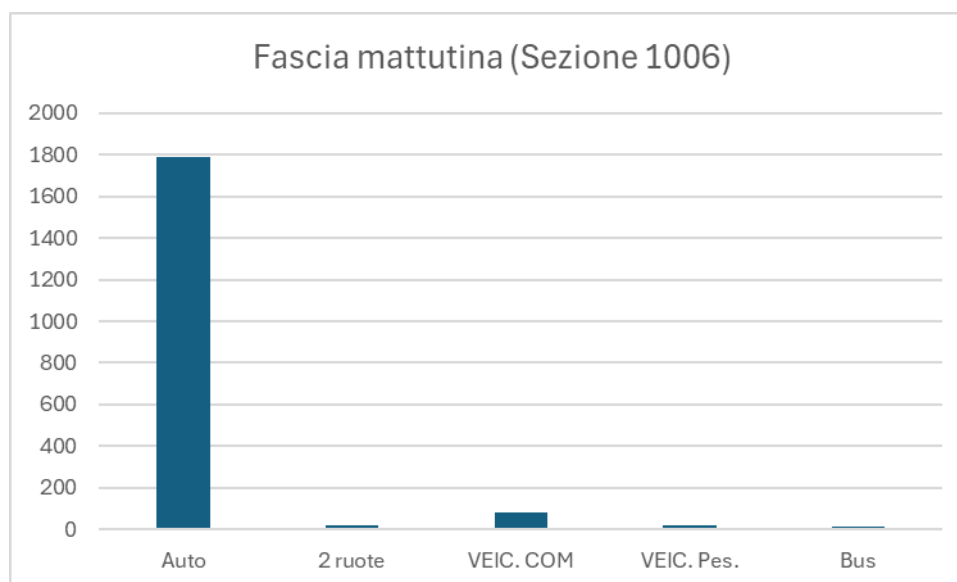
nord (Lanciano centro) 1177 - 1566

Fascia oraria 7:00 - 09:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	24	24	0	1	2	1	1
07:15 - 07:30	53	52	1	5	0	0	0
07:30 - 07:45	72	71	1	4	1	1	0
07:45 - 08:00	104	103	1	8	8	5	3
08:00 - 08:15	98	97	1	5	0	0	0
08:15 - 08:30	84	83	1	5	3	2	1
08:30 - 08:45	110	109	1	4	4	2	2
08:45 - 09:00	96	95	1	4	1	1	0
09:00 - 09:15	64	63	1	3	1	1	0
09:15 - 09:30	88	87	1	1	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>793</b>	<b>783</b>	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>12</b>	<b>8</b>

Tabella. A 15 - Rilievo di traffico mattina sezione 1006 sud (Atessa)

sud (Atessa) 1566 - 1177

Fascia oraria 7:00 - 09:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	73	72	1	6	3	2	1
07:15 - 07:30	131	129	2	3	0	0	0
07:30 - 07:45	141	139	2	6	0	0	0
07:45 - 08:00	126	124	2	5	0	0	0
08:00 - 08:15	127	125	2	10	1	1	0
08:15 - 08:30	99	98	1	7	0	0	0
08:30 - 08:45	98	97	1	2	2	1	1
08:45 - 09:00	80	79	1	3	3	2	1
09:00 - 09:15	78	77	1	1	1	1	0
09:15 - 09:30	65	64	1	2	1	1	0
<b>Totale</b>	<b>1018</b>	<b>1005</b>	<b>13</b>	<b>45</b>	<b>11</b>	<b>7</b>	<b>4</b>





- Fascia serale

Tabella. A 16 - Rilievo di traffico sera sezione 1006 nord (Lanciano centro)

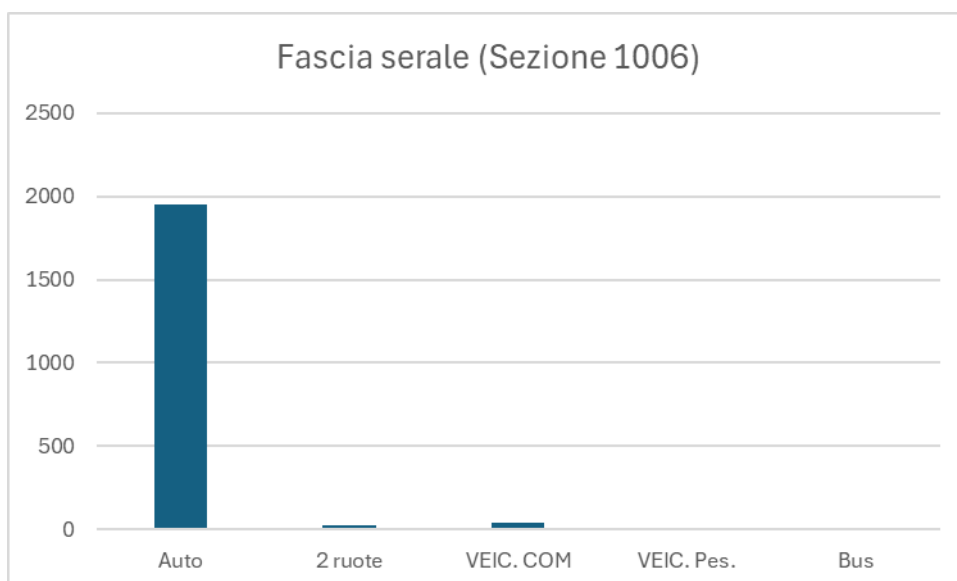
nord (Lanciano centro) 1177 - 1566

Fascia oraria 17:00 - 19:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	124	122	2	1	1	1	0
17:15 - 17:30	179	177	2	1	2	1	1
17:30 - 17:45	134	132	2	5	0	0	0
17:45 - 18:00	162	160	2	3	2	1	1
18:00 - 18:15	107	106	1	2	0	0	0
18:15 - 18:30	127	125	2	1	1	1	0
18:30 - 18:45	72	71	1	1	0	0	0
18:45 - 19:00	85	84	1	3	0	0	0
19:00 - 19:15	69	68	1	3	0	0	0
19:15 - 19:30	68	67	1	1	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>1127</b>	<b>1113</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

Tabella. A 17 - Rilievo di traffico sera sezione 1006 sud (Atessa)

sud (Atessa) 1566 - 1177

Fascia oraria 17:00 - 19:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	91	90	1	3	0	0	0
17:15 - 17:30	84	83	1	3	1	1	0
17:30 - 17:45	93	92	1	4	1	1	0
17:45 - 18:00	89	88	1	2	1	1	0
18:00 - 18:15	101	100	1	0	0	0	0
18:15 - 18:30	96	95	1	2	0	0	0
18:30 - 18:45	78	77	1	1	1	1	0
18:45 - 19:00	67	66	1	0	0	0	0
19:00 - 19:15	67	66	1	4	1	1	0
19:15 - 19:30	80	79	1	1	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>846</b>	<b>835</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>



## 5. Sezione 1008 - SS84 Frentana



Figura. A 6 sezione 1008

- Fascia mattutina

Tabella. A 18 - Rilievo di traffico mattina sezione 1008 est (Lanciano centro)  
est (Lanciano centro) 1840 - 1226

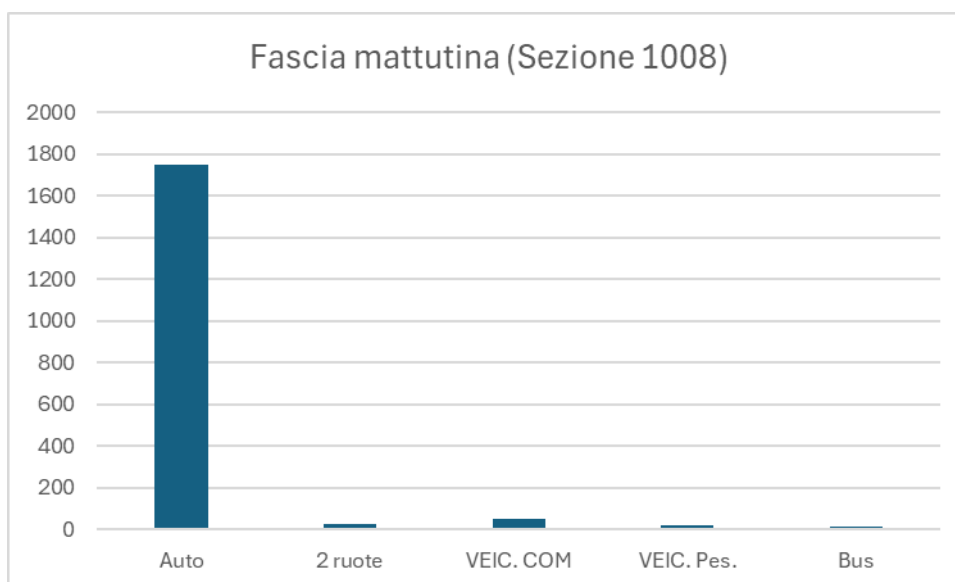
Fascia oraria 7:00 - 09:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	55	54	1	2	2	1	1
07:15 - 07:30	97	96	1	5	2	1	1
07:30 - 07:45	148	146	2	1	2	1	1
07:45 - 08:00	166	164	2	2	6	4	2
08:00 - 08:15	158	156	2	5	2	1	1
08:15 - 08:30	122	120	2	1	0	0	0
08:30 - 08:45	98	97	1	2	4	2	2
08:45 - 09:00	171	169	2	3	0	0	0
09:00 - 09:15	112	111	1	1	0	0	0
09:15 - 09:30	85	84	1	4	1	1	0
<b>Totale</b>	<b>1212</b>	<b>1197</b>	<b>15</b>	<b>26</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>7</b>



Tabella. A 19 - Rilievo di traffico mattina sezione 1008 ovest (Castel Frentano)

ovest (Castel Frentano) 1226 - 1840

Fascia oraria 7:00 - 09:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	25	25	0	2	3	2	1
07:15 - 07:30	28	28	0	3	0	0	0
07:30 - 07:45	56	55	1	1	0	0	0
07:45 - 08:00	73	72	1	3	1	1	0
08:00 - 08:15	73	72	1	1	1	1	0
08:15 - 08:30	85	84	1	2	1	1	0
08:30 - 08:45	65	64	1	1	1	1	0
08:45 - 09:00	54	53	1	2	0	0	0
09:00 - 09:15	46	45	1	2	0	0	0
09:15 - 09:30	57	56	1	4	2	1	1
<b>Totale</b>	<b>562</b>	<b>555</b>	<b>7</b>	<b>21</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>2</b>



- Fascia serale

Tabella. A 20 - Rilievo di traffico sera sezione 1008 est (Lanciano centro)

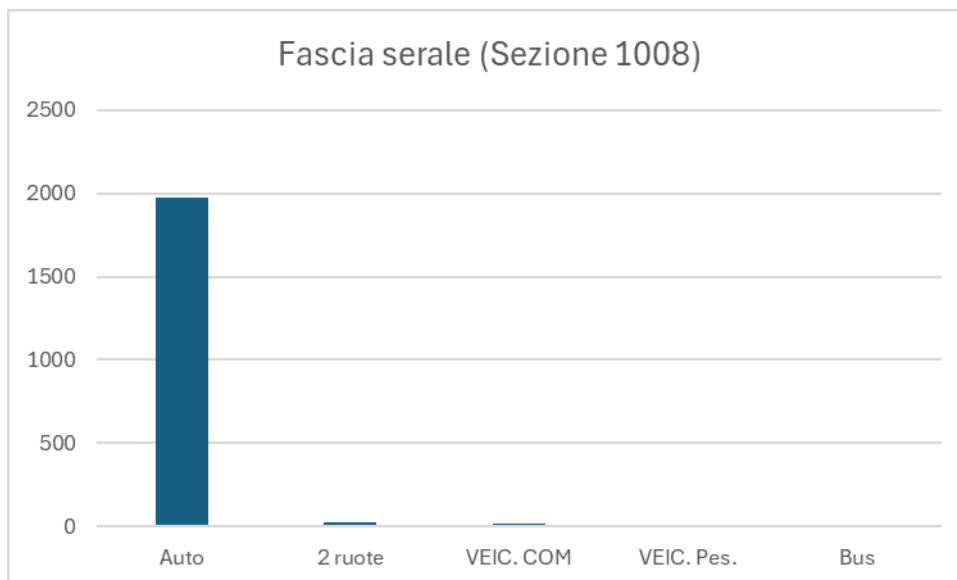
est (Lanciano centro) 1840 - 1226

Fascia oraria 17:00 - 19:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	116	115	1	2	0	0	0
17:15 - 17:30	116	115	1	3	0	0	0
17:30 - 17:45	124	122	2	1	0	0	0
17:45 - 18:00	92	91	1	0	1	1	0
18:00 - 18:15	114	113	1	2	1	1	0
18:15 - 18:30	84	83	1	1	1	1	0
18:30 - 18:45	72	71	1	2	1	1	0
18:45 - 19:00	61	60	1	2	0	0	0
19:00 - 19:15	74	73	1	0	0	0	0
19:15 - 19:30	58	57	1	0	1	1	0
<b>Totale</b>	<b>911</b>	<b>900</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>

Tabella. A 21 - Rilievo di traffico sera sezione 1008 ovest (Castel Frentano)

ovest (Castel Frentano) 1226 - 1840

Fascia oraria 17:00 - 19:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	93	92	1	0	1	1	0
17:15 - 17:30	123	121	2	2	0	0	0
17:30 - 17:45	114	113	1	2	0	0	0
17:45 - 18:00	104	103	1	1	1	1	0
18:00 - 18:15	100	99	1	1	0	0	0
18:15 - 18:30	113	112	1	0	2	1	1
18:30 - 18:45	100	99	1	1	1	1	0
18:45 - 19:00	111	110	1	0	1	1	0
19:00 - 19:15	126	124	2	0	0	0	0
19:15 - 19:30	107	106	1	0	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>1091</b>	<b>1077</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>





## 6. Sezione 1021 – Via Silvio Spaventa

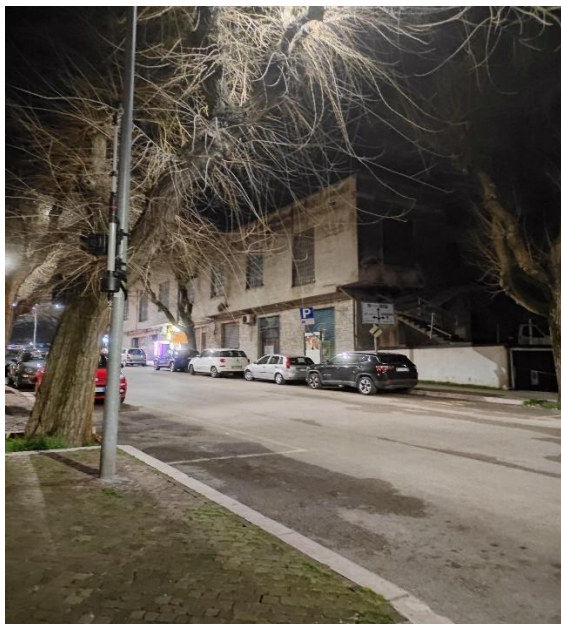


Figura. A 7 - sezione 1021

- Fascia mattutina

Tabella. A 22 - Rilievo di traffico mattina sezione 1021 dir (Torri montanare)

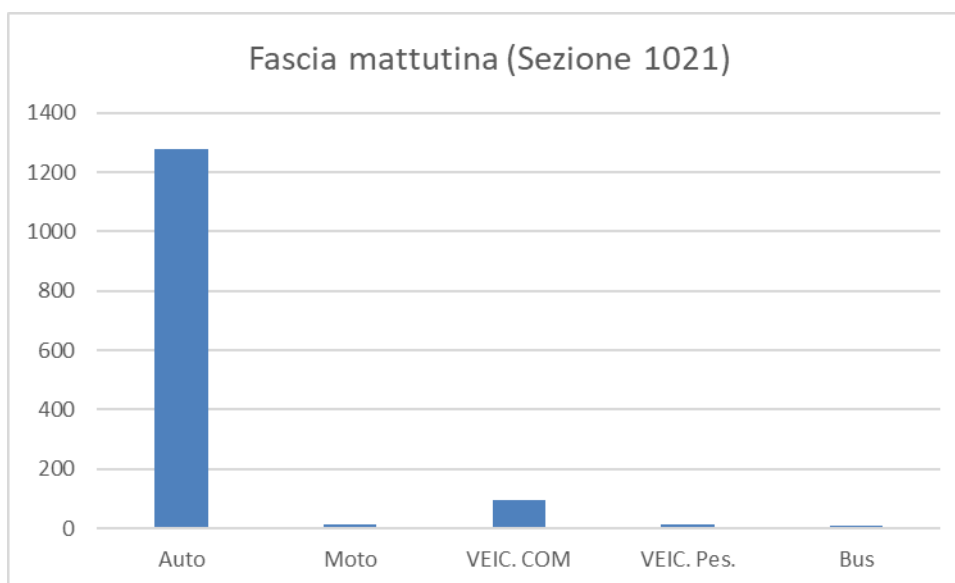
Dir (Torri montanare) 1007 - 1089

Fascia oraria 7:00 - 09:30					
PERIODO	Auto	Moto	VEIC. COM	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	12	0	1	1	2
07:15 - 07:30	20	1	4	0	1
07:30 - 07:45	33	0	4	0	1
07:45 - 08:00	59	0	7	1	1
08:00 - 08:15	74	0	6	0	0
08:15 - 08:30	86	1	4	0	0
08:30 - 08:45	52	0	6	2	1
08:45 - 09:00	56	1	5	0	0
09:00 - 09:15	50	2	9	0	0
09:15 - 09:30	77	0	5	0	1
<b>Totale</b>	<b>519</b>	<b>5</b>	<b>51</b>	<b>4</b>	<b>7</b>

Tabella. A 23 - Rilievo di traffico mattina sezione 1021 dir (Corso Roma)

Dir (Corso Roma) 1089 - 1007

Fascia oraria 7:00 - 09:30					
PERIODO	Auto	Moto	VEIC. COM	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	43	0	8	1	0
07:15 - 07:30	43	1	4	1	0
07:30 - 07:45	66	1	6	0	0
07:45 - 08:00	102	1	1	0	4
08:00 - 08:15	76	2	5	2	0
08:15 - 08:30	83	1	6	1	0
08:30 - 08:45	93	0	5	3	0
08:45 - 09:00	96	0	4	0	0
09:00 - 09:15	74	1	1	0	0
09:15 - 09:30	84	1	4	0	0
<b>Totale</b>	<b>760</b>	<b>8</b>	<b>44</b>	<b>8</b>	<b>4</b>



- Fascia serale

Tabella. A 24 - Rilievo di traffico sera sezione 1021 dir (Torri montanare)

Dir (Torri montanare) 1007 - 1089

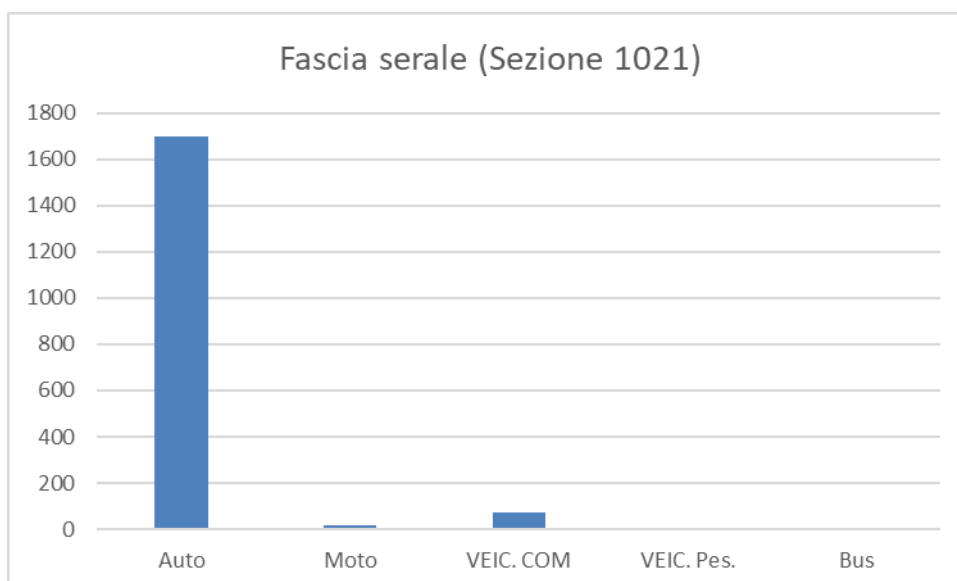
Fascia oraria 17:00 - 19:30					
PERIODO	Auto	Moto	VEIC. COM	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	92	3	8	2	1
17:15 - 17:30	105	2	4	1	0
17:30 - 17:45	118	0	6	0	0
17:45 - 18:00	89	1	5	0	0
18:00 - 18:15	88	1	6	0	1
18:15 - 18:30	91	1	5	0	0
18:30 - 18:45	87	0	3	0	0
18:45 - 19:00	86	0	5	0	0
19:00 - 19:15	98	0	1	0	0
19:15 - 19:30	97	0	4	0	0
<b>Totale</b>	<b>951</b>	<b>8</b>	<b>47</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

Tabella. A 25 - Rilievo di traffico sera sezione 1021 dir (Corso Roma)

Dir (Corso Roma) 1089 - 1007

Fascia oraria 17:00 - 19:30					
PERIODO	Auto	Moto	VEIC. COM	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	81	2	1	0	0
17:15 - 17:30	82	0	3	1	0
17:30 - 17:45	97	0	2	0	0
17:45 - 18:00	67	0	3	1	0
18:00 - 18:15	76	0	5	0	0
18:15 - 18:30	74	2	2	1	0
18:30 - 18:45	72	0	4	0	0
18:45 - 19:00	63	1	4	0	0
19:00 - 19:15	65	2	0	0	0
19:15 - 19:30	68	1	1	0	1
<b>Totale</b>	<b>745</b>	<b>8</b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>1</b>





## 7. Sezione 1026 – Via del Mare

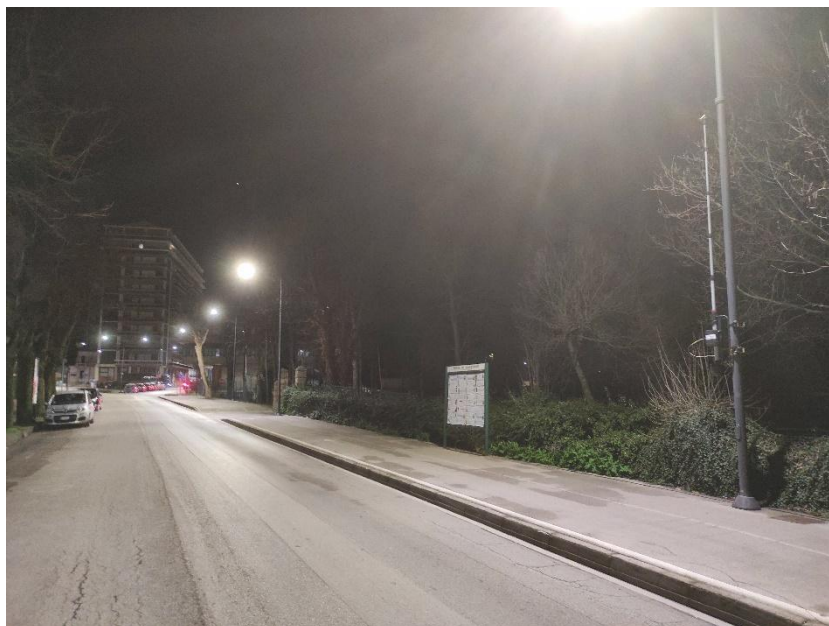


Figura. A 8 - sezione 1026

- **Fascia mattutina**

Tabella. A 26 - Rilievo di traffico mattina sezione 1026 dir (Lanciano centro)

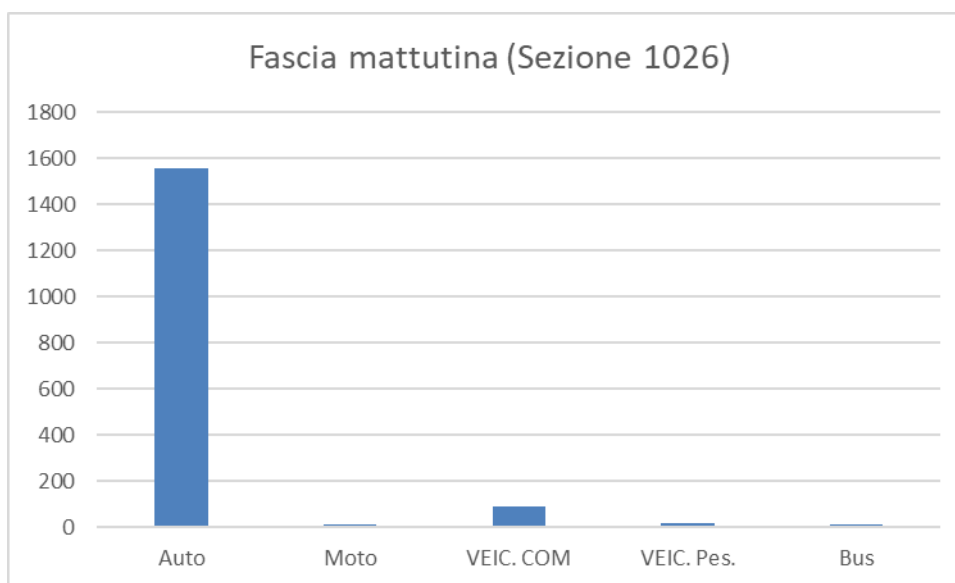
Dir (Lanciano centro) 1859- 1365

Fascia oraria 7:00 - 09:30					
PERIODO	Auto	Moto	VEIC. COM	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	22	0	3	1	0
07:15 - 07:30	39	0	4	0	0
07:30 - 07:45	41	0	6	1	0
07:45 - 08:00	82	0	1	2	2
08:00 - 08:15	100	0	3	1	0
08:15 - 08:30	80	2	9	0	0
08:30 - 08:45	62	1	4	0	0
08:45 - 09:00	74	0	2	0	2
09:00 - 09:15	82	0	2	1	0
09:15 - 09:30	76	1	3	2	1
<b>Totale</b>	<b>658</b>	<b>4</b>	<b>37</b>	<b>8</b>	<b>5</b>

Tabella. A 27 - Rilievo di traffico mattina sezione 1026 dir (SS 84)

Dir (SS 84) 1365 - 1859

Fascia oraria 7:00 - 09:30					
PERIODO	Auto	Moto	VEIC. COM	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	27	0	9	2	1
07:15 - 07:30	45	0	3	2	1
07:30 - 07:45	73	0	2	1	1
07:45 - 08:00	132	1	2	1	0
08:00 - 08:15	139	3	6	1	2
08:15 - 08:30	117	2	7	0	2
08:30 - 08:45	90	0	9	0	2
08:45 - 09:00	94	2	4	3	0
09:00 - 09:15	92	2	5	0	2
09:15 - 09:30	89	0	6	0	0
<b>Totale</b>	<b>898</b>	<b>10</b>	<b>53</b>	<b>10</b>	<b>11</b>



- Fascia serale

Tabella. A 28 - Rilievo di traffico sera sezione 1026 dir (Lanciano centro)

Dir (Lanciano centro) 1859- 1365

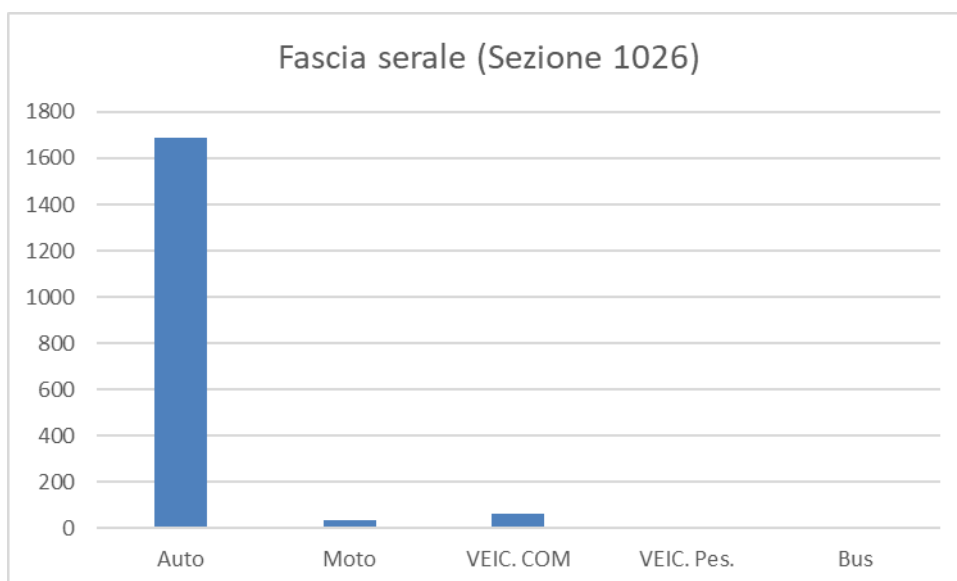
Fascia oraria 17:00 - 19:30					
PERIODO	Auto	Moto	VEIC. COM	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	76	4	1	2	0
17:15 - 17:30	66	0	6	0	0
17:30 - 17:45	48	2	3	0	0
17:45 - 18:00	68	3	7	0	0
18:00 - 18:15	76	0	2	0	0
18:15 - 18:30	71	4	0	0	1
18:30 - 18:45	65	0	2	0	0
18:45 - 19:00	49	3	1	1	0
19:00 - 19:15	68	0	1	0	0
19:15 - 19:30	48	1	0	0	1
<b>Totale</b>	<b>635</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

Tabella. A 29 - Rilievo di traffico sera sezione 1026 dir (SS 84)

Dir (SS 84) 1365 - 1859

Fascia oraria 17:00 - 19:30					
PERIODO	Auto	Moto	VEIC. COM	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	101	3	5	2	0
17:15 - 17:30	93	0	2	1	0
17:30 - 17:45	84	0	0	0	0
17:45 - 18:00	124	0	5	0	0
18:00 - 18:15	100	4	6	1	1
18:15 - 18:30	119	0	1	0	0
18:30 - 18:45	107	2	5	1	0
18:45 - 19:00	112	5	6	0	0
19:00 - 19:15	108	1	2	0	1
19:15 - 19:30	106	2	5	0	0
<b>Totale</b>	<b>1054</b>	<b>17</b>	<b>37</b>	<b>5</b>	<b>2</b>





## 8. Sezione 1034 - Viale Cappuccini

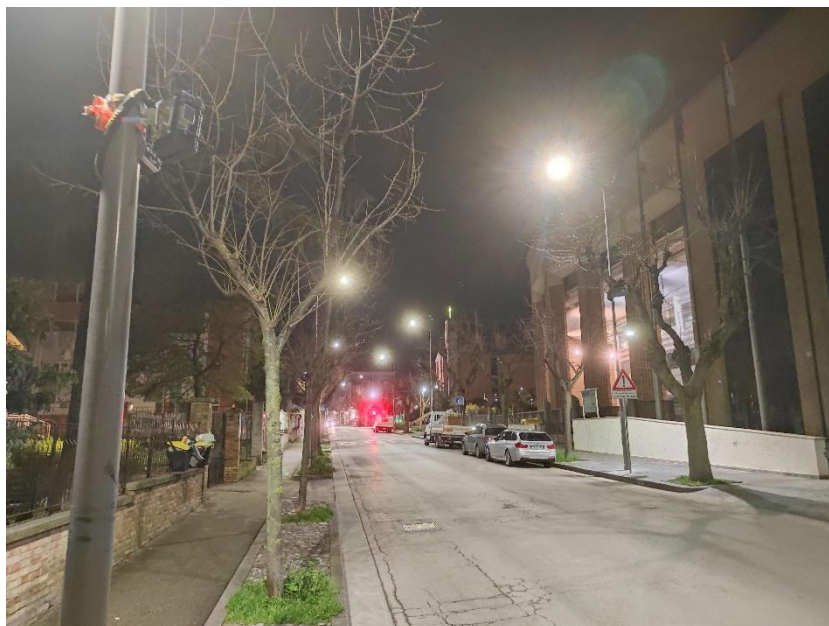


Figura. A 9 - sezione 1034

- Fascia mattutina

Tabella. A 30 - Rilievo di traffico mattina sezione 1034 nord (Centro storico)

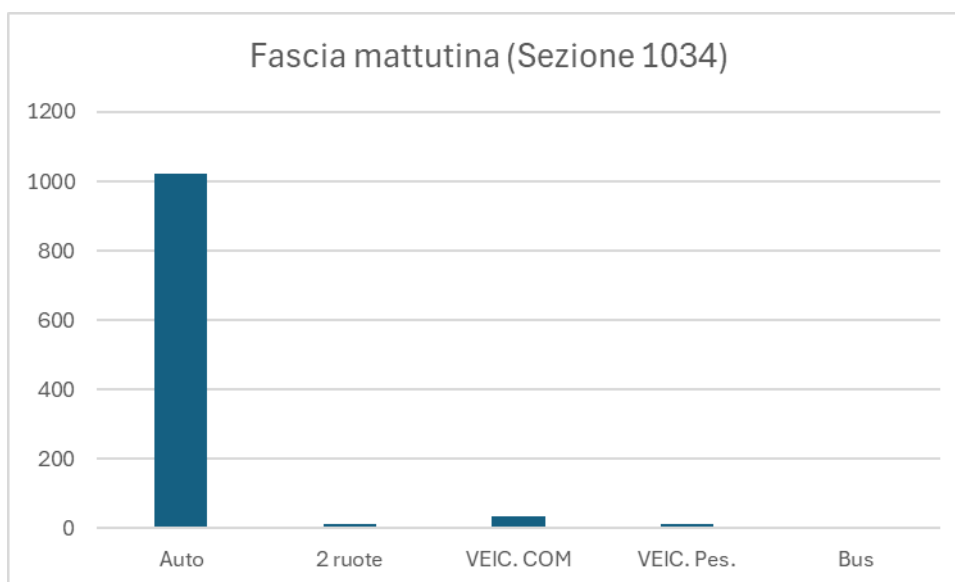
Nord (Centro storico) 1015 - 1014

Fascia oraria 7:00 - 09:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	15	15	0	1	1	1	0
07:15 - 07:30	17	17	0	3	1	1	0
07:30 - 07:45	29	29	0	3	0	0	0
07:45 - 08:00	47	46	1	1	1	1	0
08:00 - 08:15	92	91	1	1	2	1	1
08:15 - 08:30	58	57	1	2	0	0	0
08:30 - 08:45	33	33	0	0	2	1	1
08:45 - 09:00	53	52	1	1	0	0	0
09:00 - 09:15	64	63	1	1	0	0	0
09:15 - 09:30	64	63	1	1	2	1	1
<b>Totale</b>	<b>472</b>	<b>466</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>3</b>

Tabella. A 31 - Rilievo di traffico mattina sezione 1034 sud (Contrada Marcianese)

Sud (Contrada Marcianese) 1014 - 1015

Fascia oraria 7:00 - 09:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	25	25	0	2	3	2	1
07:15 - 07:30	28	28	0	3	0	0	0
07:30 - 07:45	56	55	1	1	0	0	0
07:45 - 08:00	73	72	1	3	1	1	0
08:00 - 08:15	73	72	1	1	1	1	0
08:15 - 08:30	85	84	1	2	1	1	0
08:30 - 08:45	65	64	1	1	1	1	0
08:45 - 09:00	54	53	1	2	0	0	0
09:00 - 09:15	46	45	1	2	0	0	0
09:15 - 09:30	57	56	1	4	2	1	1
<b>Totale</b>	<b>562</b>	<b>555</b>	<b>7</b>	<b>21</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>2</b>



- Fascia serale

Tabella. A 32 - Rilievo di traffico sera sezione 1034 nord (Centro storico)

Nord (Centro storico) 1015 - 1014

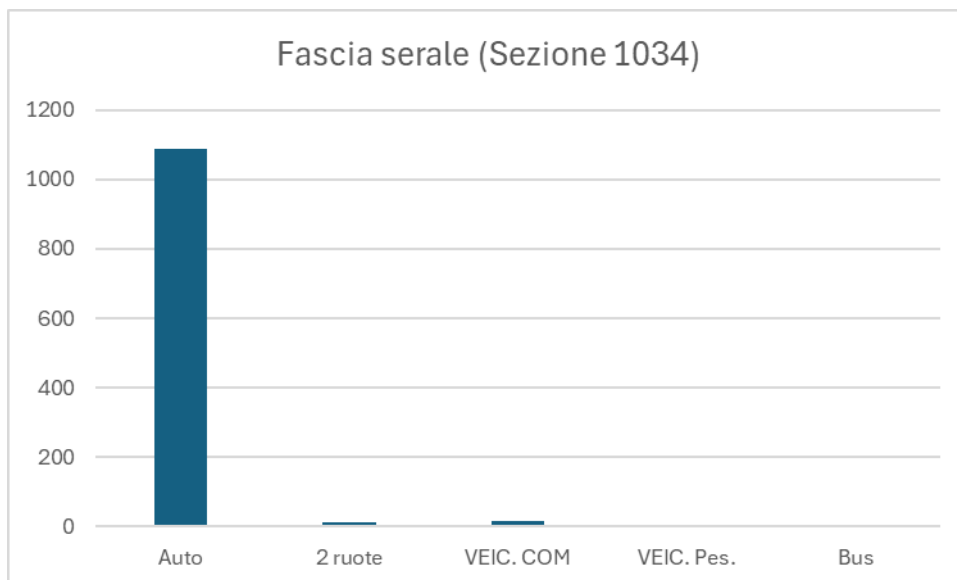
Fascia oraria 17:00 - 19:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	56	55	1	0	0	0	0
17:15 - 17:30	56	55	1	1	0	0	0
17:30 - 17:45	75	74	1	1	1	1	0
17:45 - 18:00	65	64	1	0	0	0	0
18:00 - 18:15	59	58	1	1	1	1	0
18:15 - 18:30	53	52	1	0	1	1	0
18:30 - 18:45	72	71	1	1	0	0	0
18:45 - 19:00	55	54	1	3	0	0	0
19:00 - 19:15	47	46	1	0	0	0	0
19:15 - 19:30	41	40	1	1	1	1	0
<b>Totale</b>	<b>579</b>	<b>572</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>

Tabella. A 33 - Rilievo di traffico sera sezione 1034 sud (Contrada Marcianese)

Sud (Contrada Marcianese) 1014 - 1015

Fascia oraria 17:00 - 19:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	52	51	1	1	0	0	0
17:15 - 17:30	60	59	1	0	0	0	0
17:30 - 17:45	37	37	0	1	1	1	0
17:45 - 18:00	49	48	1	3	0	0	0
18:00 - 18:15	42	41	1	1	0	0	0
18:15 - 18:30	59	58	1	0	1	1	0
18:30 - 18:45	67	66	1	0	1	1	0
18:45 - 19:00	43	42	1	0	0	0	0
19:00 - 19:15	60	59	1	0	1	1	0
19:15 - 19:30	54	53	1	0	1	1	0
<b>Totale</b>	<b>523</b>	<b>516</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>0</b>





## 9. Sezione 1041 - Via Santo Spirito



Figura. A 10 - sezione 1041

- Fascia mattutina**

Tabella. A 34 - Rilievo di traffico mattina sezione 1041 nord (Lanciano centro)

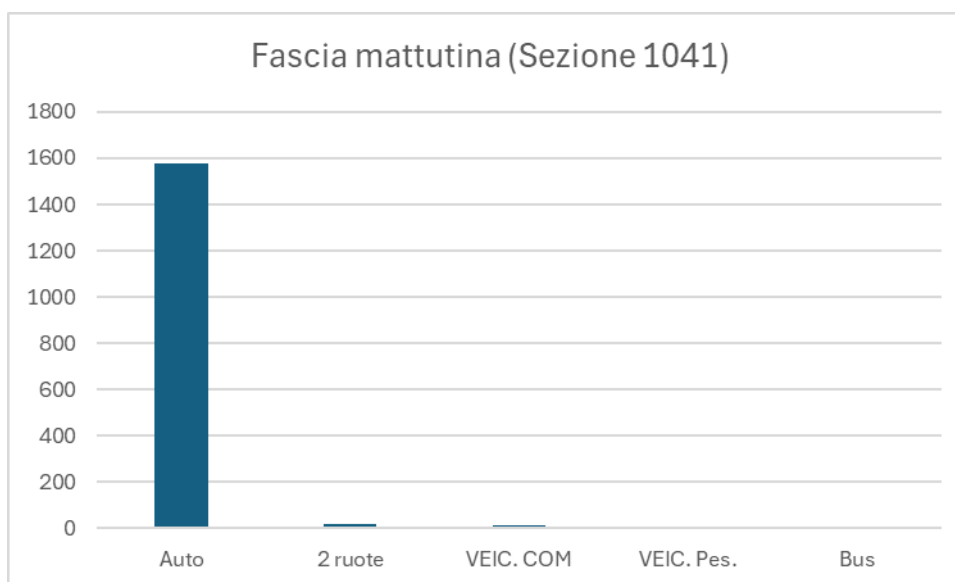
Nord (Lanciano centro) 1251 - 1658

Fascia oraria 7:00 - 09:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	17	17	0	0	0	0	0
07:15 - 07:30	26	26	0	0	0	0	0
07:30 - 07:45	53	52	1	1	0	0	0
07:45 - 08:00	117	116	1	2	0	0	0
08:00 - 08:15	181	179	2	0	1	1	0
08:15 - 08:30	67	66	1	1	0	0	0
08:30 - 08:45	64	63	1	0	0	0	0
08:45 - 09:00	80	79	1	1	0	0	0
09:00 - 09:15	82	81	1	0	0	0	0
09:15 - 09:30	67	66	1	1	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>754</b>	<b>745</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Tabella. A 35 - Rilievo di traffico mattina sezione 1041 sud (SS 84)

Sud (SS 84) 1658 - 1251

Fascia oraria dalle 7:00 - 09:30 - Data _____							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	31	31	0	0	0	0	0
07:15 - 07:30	47	46	1	1	0	0	0
07:30 - 07:45	62	61	1	0	0	0	0
07:45 - 08:00	83	82	1	0	0	0	0
08:00 - 08:15	117	116	1	1	0	0	0
08:15 - 08:30	142	140	2	0	1	1	0
08:30 - 08:45	88	87	1	0	1	1	0
08:45 - 09:00	86	85	1	1	1	1	0
09:00 - 09:15	102	101	1	2	0	0	0
09:15 - 09:30	88	87	1	0	1	1	0
<b>Totale</b>	<b>846</b>	<b>835</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>



- Fascia serale

Tabella. A 36 - Rilievo di traffico sera sezione 1041 nord (Lanciano centro)

Nord (Lanciano centro) 1251 - 1658

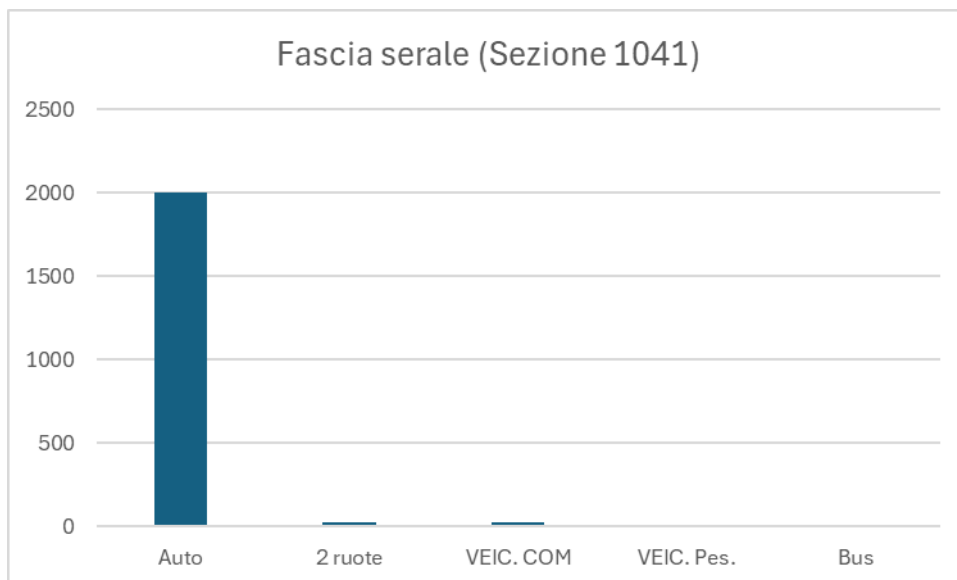
Fascia oraria 17:00 - 19:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	90	89	1	0	3	2	1
17:15 - 17:30	118	117	1	1	0	0	0
17:30 - 17:45	97	96	1	2	0	0	0
17:45 - 18:00	115	114	1	3	0	0	0
18:00 - 18:15	82	81	1	1	0	0	0
18:15 - 18:30	101	100	1	0	0	0	0
18:30 - 18:45	88	87	1	1	0	0	0
18:45 - 19:00	84	83	1	0	0	0	0
19:00 - 19:15	71	70	1	0	0	0	0
19:15 - 19:30	71	70	1	0	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>917</b>	<b>906</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Tabella. A 37 - Rilievo di traffico sera sezione 1041 sud (SS 84)

Sud (SS 84) 1658 - 1251

Fascia oraria 17:00 - 19:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	108	107	1	2	2	1	1
17:15 - 17:30	108	107	1	2	0	0	0
17:30 - 17:45	125	123	2	0	1	1	0
17:45 - 18:00	121	119	2	2	1	1	0
18:00 - 18:15	124	122	2	3	0	0	0
18:15 - 18:30	117	116	1	0	1	1	0
18:30 - 18:45	128	126	2	2	0	0	0
18:45 - 19:00	90	89	1	2	0	0	0
19:00 - 19:15	106	105	1	1	0	0	0
19:15 - 19:30	87	86	1	1	0	0	0
<b>Totale</b>	<b>1114</b>	<b>1100</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>1</b>





## 10. Sezione 1049 - SS 84 Frentana



Figura. A 11 - sezione 1049

- Fascia mattutina

Tabella. A 38 - Rilievo di traffico mattina sezione 1049 nord (San Vito Chietino)

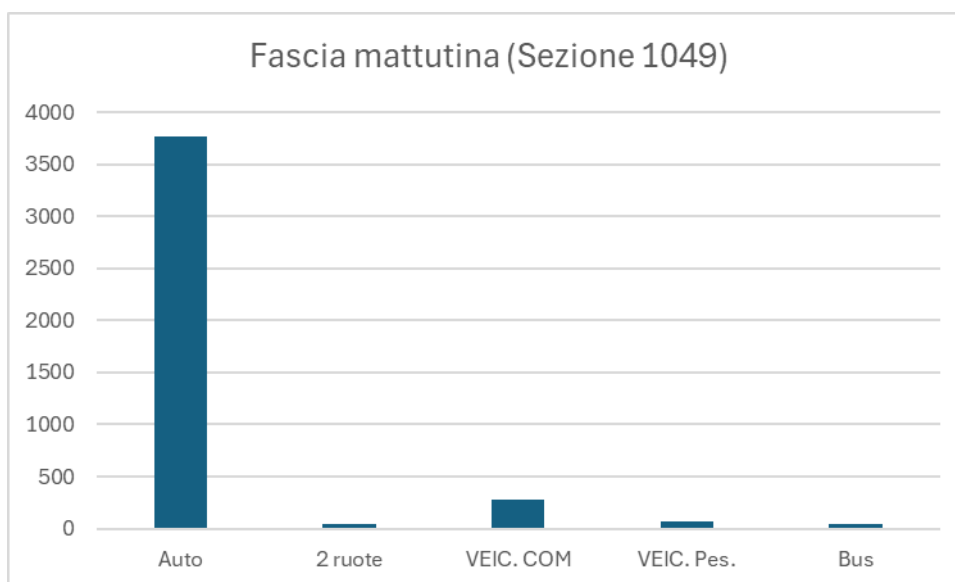
Nord (San Vito Chietino) 1353 - 1448

Fascia oraria 7:00 - 09:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	67	66	1	8	5	3	2
07:15 - 07:30	117	116	1	5	5	3	2
07:30 - 07:45	172	170	2	14	8	5	3
07:45 - 08:00	233	230	3	19	6	4	2
08:00 - 08:15	266	263	3	20	10	6	4
08:15 - 08:30	278	275	3	11	6	4	2
08:30 - 08:45	220	217	3	14	2	1	1
08:45 - 09:00	238	235	3	18	9	6	3
09:00 - 09:15	181	179	2	22	8	5	3
09:15 - 09:30	209	206	3	22	7	4	3
<b>Totale</b>	<b>1981</b>	<b>1956</b>	<b>25</b>	<b>153</b>	<b>66</b>	<b>41</b>	<b>25</b>

Tabella. A 39 - Rilievo di traffico mattina sezione 1049 sud (Castel Frentano)

Sud (Castel Frentano) 1448 - 1353

Fascia oraria 7:00 - 09:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
07:00 - 07:15	84	83	1	4	9	6	3
07:15 - 07:30	134	132	2	13	9	6	3
07:30 - 07:45	185	183	2	7	6	4	2
07:45 - 08:00	197	195	2	13	4	2	2
08:00 - 08:15	241	238	3	8	0	0	0
08:15 - 08:30	215	212	3	8	3	2	1
08:30 - 08:45	184	182	2	12	4	2	2
08:45 - 09:00	183	181	2	18	4	2	2
09:00 - 09:15	201	198	3	17	4	2	2
09:15 - 09:30	202	199	3	27	7	4	3
<b>Totale</b>	<b>1826</b>	<b>1803</b>	<b>23</b>	<b>127</b>	<b>50</b>	<b>31</b>	<b>19</b>



- Fascia serale

Tabella. A 40 - Rilievo di traffico sera sezione 1049 nord (San Vito Chietino)

Nord (San Vito Chietino) 1353 - 1448

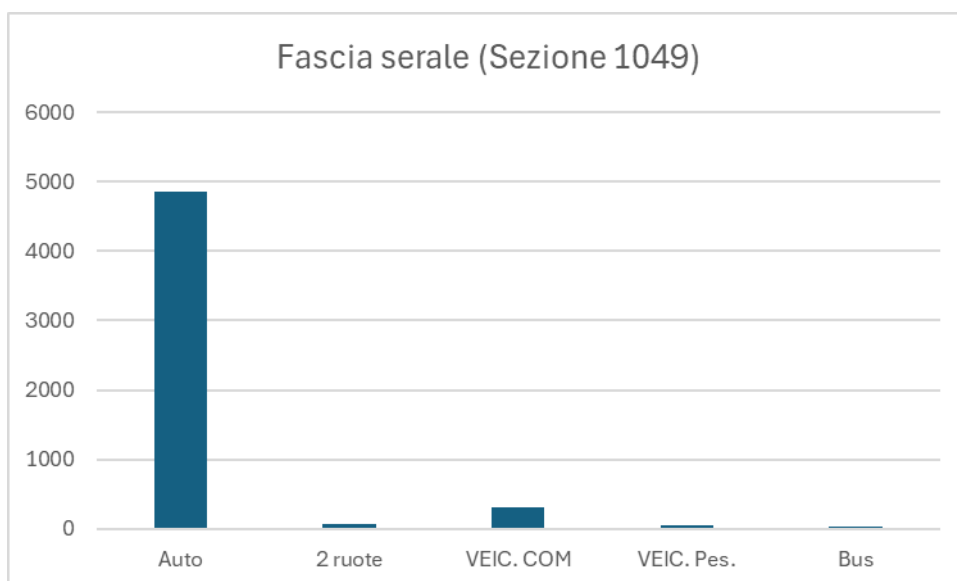
Fascia oraria 17:00 - 19:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	229	226	3	16	5	3	2
17:15 - 17:30	280	276	4	14	6	4	2
17:30 - 17:45	245	242	3	14	2	1	1
17:45 - 18:00	244	241	3	13	5	3	2
18:00 - 18:15	238	235	3	17	4	2	2
18:15 - 18:30	237	234	3	10	5	3	2
18:30 - 18:45	208	205	3	15	3	2	1
18:45 - 19:00	232	229	3	14	0	0	0
19:00 - 19:15	197	195	2	16	1	1	0
19:15 - 19:30	167	165	2	9	4	2	2
<b>Totale</b>	<b>2277</b>	<b>2248</b>	<b>29</b>	<b>138</b>	<b>35</b>	<b>22</b>	<b>13</b>

Tabella. A 41 - Rilievo di traffico sera sezione 1049 sud (Castel Frentano)

Sud (Castel Frentano) 1448 - 1353

Fascia oraria 17:00 - 19:30							
PERIODO	AUTO + 2 ruote	Auto	2 ruote	VEIC. COM	VEIC. Pes. + Bus	VEIC. Pes.	Bus
17:00 - 17:15	255	252	3	17	10	6	4
17:15 - 17:30	248	245	3	18	5	3	2
17:30 - 17:45	285	281	4	13	6	4	2
17:45 - 18:00	276	273	3	20	0	0	0
18:00 - 18:15	253	250	3	14	3	2	1
18:15 - 18:30	306	302	4	16	4	2	2
18:30 - 18:45	271	268	3	14	4	2	2
18:45 - 19:00	245	242	3	17	3	2	1
19:00 - 19:15	260	257	3	22	1	1	0
19:15 - 19:30	245	242	3	15	5	3	2
<b>Totale</b>	<b>2644</b>	<b>2611</b>	<b>33</b>	<b>166</b>	<b>41</b>	<b>25</b>	<b>16</b>





## INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 – STRUTTURA DEI MODELLI PER LA SIMULAZIONE DEI SISTEMI DI TRASPORTO .....	4
FIGURA 2 – ESEMPIO DI UN GRAFO.....	7
FIGURA 3 – MATRICE DI INCIDENZA ARCHI-PERCORSI .....	7
FIGURA 4 – ESEMPIO DELLA RETE STRADALE DI BASE PER UNA PORZIONE DI AREA URBANA .....	13
FIGURA 5 – ESEMPIO DI GRAFO RAPPRESENTATIVO DI UN SISTEMA STRADALE URBANO .....	15
FIGURA 6 – RAPPRESENTAZIONE DETTAGLIATA DI UNA RETE .....	16
FIGURA 7 – GRAFI DI UN'INTERSEZIONE STRADALE .....	16
FIGURA 8 – ANDAMENTO DELLA BPR IN AMBITO AUTOSTRADALE PER DIVERSI VALORI DEI PARAMETRI .....	20
FIGURA 9 – TEMPO DI ATTESA AD UNA INTERSEZIONE SEMAFORIZZATA .....	22
FIGURA 10 – AREA DI STUDIO E ZONIZZAZIONE DELLA CITTÀ DI LANCIANO.....	31
FIGURA 11 – AREA STUDIO E ZONIZZAZIONE DEL COMUNE DI LANCIANO (CENTRO ABITATO) .....	32
FIGURA 12 – RETE STRADALE DELLA CITTÀ DI LANCIANO .....	36
FIGURA 13 – GRAFO STRADALE .....	38
FIGURA 14 - GRAFO DETTAGLIATO DELLA CITTÀ. INQUADRAMENTO SU ORTOFOTO .....	39
FIGURA 15 - MATRICE O/D DEGLI SPOSTAMENTI RIFERITA ALL'ORA DI PUNTA DEL MATTINO.....	48
FIGURA 16 – MATRICE O/D DEGLI SPOSTAMENTI RIFERITA ALL'ORA DI PUNTA DELLA SERA.....	50
FIGURA 17 – INDIVIDUAZIONE DELLE SEZIONI DI RILIEVO .....	53
FIGURA 18- RAPPRESENTAZIONE DELLA RETE E DELLA MATRICE O/D CON VALORI DELLA DOMANDA DI SPOSTAMENTI SUDDIVISA IN CLASSI.....	59
FIGURA 19 - RAPPRESENTAZIONE DELLA RETE STRADALE CON IN SCALA COLORE LA CRITICITÀ (FLUSSO/CAPACITÀ) DEGLI ARCHI. LA TABELLA RIPORTA I RISULTATI AGGREGATI.....	60
FIGURA 20 - RAPPRESENTAZIONE DELLA RETE STRADALE CON DATI DI INPUT E DI OUTPUT DI UN ARCO SELEZIONATO. .....	60
FIGURA 21 - RAPPRESENTAZIONE DEI FLUSSI DI SVOLTA PER UN NODO “IMPLICITAMENTE ESPLOSO” E DEI DATI NUMERICI RELATIVI AD UNA SVOLTA. ....	61
FIGURA 22 - RAPPRESENTAZIONE DI UN MINIMO PERCORSO FRA COPPIA OD E CARATTERISTICHE DELLO STESSO ALL'EQUILIBRIO. ....	61
FIGURA 23- RAPPRESENTAZIONE MULTI WINDOWS. LA FINESTRA DI SINISTRA RAPPRESENTA I FLUSSI IN SCALA SPESSORE, QUELLA DI DESTRA LE CRITICITÀ IN SCALA COLORE. ....	62
FIGURA 24 - DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI E RELATIVO GRADO DI CONGESTIONE – SCENARIO ATTUALE. ORA DI PUNTA DELLA MATTINA. (SU ORTOFOTO) .....	68
FIGURA 25 - DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI E RELATIVO GRADO DI CONGESTIONE – SCENARIO ATTUALE. ORA DI PUNTA DELLA MATTINA. (GOOGLE ROAD).....	69
FIGURA 26 - CONDIZIONI DI TRAFFICO – SCENARIO ATTUALE. ORA DI PUNTA DELLA MATTINA. (FONTE: GOOGLE TRAFFIC) .....	70
FIGURA 27 - DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI E RELATIVO GRADO DI CONGESTIONE. SCENARIO ATTUALE. ORA DI PUNTA DELLA SERA. (ORTOFOTO).....	71
FIGURA 28 - DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI E RELATIVO GRADO DI CONGESTIONE. SCENARIO ATTUALE. ORA DI PUNTA DELLA SERA (GOOGLE ROAD).....	72
FIGURA 29 - CONDIZIONI DI TRAFFICO – SCENARIO ATTUALE. ORA DI PUNTA DELLA SERA. (FONTE: GOOGLE TRAFFIC) .....	73
FIGURA 30 – PLANIMETRIA DI PROGETTO: REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA STRADA VIA PER TREGLIO .....	76
FIGURA 31 – PLANIMETRIA DI PROGETTO: REALIZZAZIONE DI ROTATORIA TRA L'INTERSEZIONE DI VIA ICONICELLA CON LE STRADE COMUNALI VIA CALACIOPPA – VIA MAMELI .....	77
FIGURA 32 - GRAFO STRADALE – SCENARIO DI RIFERIMENTO .....	78
FIGURA 33 - DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI E RELATIVO GRADO DI CONGESTIONE – SCENARIO DI RIFERIMENTO. ORA DI PUNTA DELLA MATTINA. (SU ORTOFOTO) .....	79
FIGURA 34 - DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI E RELATIVO GRADO DI CONGESTIONE – SCENARIO DI RIFERIMENTO. ORA DI PUNTA DELLA MATTINA. (GOOGLE ROAD) .....	80
FIGURA 35 - DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI E RELATIVO GRADO DI CONGESTIONE – SCENARIO DI RIFERIMENTO. ORA DI PUNTA DELLA SERA. (SU ORTOFOTO) .....	81

FIGURA 36 - DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI E RELATIVO GRADO DI CONGESTIONE – SCENARIO DI RIFERIMENTO. ORA DI PUNTA DELLA SERA. (GOOGLE ROAD).....	82
FIGURA 37 - GRAFO STRADALE – SCENARIO DI PIANO.....	86
FIGURA 38 - DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI E RELATIVO GRADO DI CONGESTIONE – SCENARIO FUTURO. ORA DI PUNTA DELLA MATTINA. (SU ORTOFOTO) .....	87
FIGURA 39 - DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI E RELATIVO GRADO DI CONGESTIONE – SCENARIO FUTURO. ORA DI PUNTA DELLA MATTINA. (GOOGLE ROAD).....	88
FIGURA 40 - DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI E RELATIVO GRADO DI CONGESTIONE – SCENARIO FUTURO. ORA DI PUNTA DELLA SERA. (SU ORTOFOTO) .....	89
FIGURA 41 - DISTRIBUZIONE DEI FLUSSI E RELATIVO GRADO DI CONGESTIONE – SCENARIO FUTURO. ORA DI PUNTA DELLA SERA. (GOOGLE ROAD).....	90
FIGURA 42 - PERCORSI NELLO SCENARIO ATTUALE.....	93
FIGURA 43 - PERCORSI NELLO SCENARIO PUMS .....	94

FIGURA. A 1 - SEZIONI STRADALI PER IL RILIEVO DEL TRAFFICO .....	119
FIGURA. A 2 - SEZIONE 1001.....	120
FIGURA. A 3 – SEZIONE 1002 .....	124
FIGURA. A 4 - SEZIONE 1003.....	128
FIGURA. A 5 - SEZIONE 1006.....	132
FIGURA. A 6 SEZIONE 1008 .....	136
FIGURA. A 7 - SEZIONE 1021 .....	140
FIGURA. A 8 - SEZIONE 1026.....	144
FIGURA. A 9 - SEZIONE 1034.....	148
FIGURA. A 10 - SEZIONE 1041 .....	152
FIGURA. A 11 - SEZIONE 1049.....	156

## INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1 – ZONE DI TRAFFICO DEL COMUNE DI LANCIANO E RELATIVE SEZIONI CENSUARIE .....	33
TABELLA 2- CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE EXTRAURBANE E RELATIVE CARATTERISTICHE. ....	40
TABELLA 3 - SUDDIVISIONE DEGLI SVINCOLI IN FUNZIONE DELLA MODALITÀ DI PEDAGGIO .....	41
TABELLA 4- TIPOLOGIE DI STRADE EXTRAURBANE E RELATIVE CURVE DI DEFLUSSO .....	42
TABELLA 5 – NUMERO DI SPOSTAMENTI CON L'AUTO. ORA DI PUNTA DELLA MATTINA.....	49
TABELLA 6 - MATRICE O/D SPOSTAMENTI CON L'AUTO. ORA DI PUNTA DELLA MATTINA.....	49
TABELLA 7 - MATRICE O/D SPOSTAMENTI CON L'AUTO. ORA DI PUNTA DELLA MATTINA.....	49
TABELLA 8 – NUMERO DI SPOSTAMENTI CON L'AUTO. ORA DI PUNTA DELLA SERA.....	51
TABELLA 9- MATRICE O/D SPOSTAMENTI CON L'AUTO. ORA DI PUNTA DELLA SERA.....	51
TABELLA 10 - MATRICE O/D SPOSTAMENTI CON L'AUTO. ORA DI PUNTA DELLA SERA.....	51
TABELLA 11 – CONFRONTO FLUSSI RILEVATI E SIMULATI NELL'ORA DI PUNTA DELLA MATTINA.....	54
TABELLA 12 – CONFRONTO FLUSSI RILEVATI E SIMULATI NELL'ORA DI PUNTA DELLA SERA.....	55
TABELLA 13 - INDICATORI DI PRESTAZIONE DELLA RETE URBANA, SCENARIO ATTUALE INVERNALE – COMUNE LANCIANO .....	75
TABELLA 14 - INDICATORI DI PRESTAZIONE DELLA RETE URBANA, SCENARIO ATTUALE INVERNALE - AREA ABITATA ...	75
TABELLA 15 - INDICATORI DI PRESTAZIONE DELLA RETE URBANA, SCENARIO DI RIFERIMENTO– COMUNE LANCIANO.	83
TABELLA 16 - INDICATORI DI PRESTAZIONE DELLA RETE URBANA, SCENARIO DI RIFERIMENTO - AREA ABITATA .....	83
TABELLA 17 - INDICATORI DI PRESTAZIONE DELLA RETE URBANA, SCENARIO FUTURO – COMUNE LANCIANO .....	91
TABELLA 18 - INDICATORI DI PRESTAZIONE DELLA RETE URBANA, SCENARIO FUTURO - AREA ABITATA .....	91
TABELLA 19 - EMPI DI PERCORRENZA A CONFRONTO TRA LO SCENARIO ATTUALE E LO SCENARIO PUMS .....	94
TABELLA 20 - GLI IMPATTI STIMATI .....	98
TABELLA 21 – I BENEFICI ESPPLICITAMENTE CONSIDERATI NELL'ANALISI COSTI-BENEFICI .....	98
TABELLA 22 – VALORE MONETARIO DEL TEMPO (FONTE: MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI (GIUGNO 2017); LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DEGLI INVESTIMENTI IN OPERE PUBBLICHE - D.LGS. 228/2011.....	100
TABELLA 23 – CALCOLO DEI BENEFICI.....	101
TABELLA 24 – COSTO ASSOCIATO AL TEMPO RISPARMIATO .....	101
TABELLA 25 – COSTI OPERATIVI.....	102
TABELLA 26 – COSTO ASSOCIATO ALLA CONGESTIONE STRADALE .....	103
TABELLA 27 – COSTO ASSOCIATO ALL'INCIDENTALITÀ.....	103
TABELLA 28 – COSTO ASSOCIATO ALL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO PER CATEGORIA EURO DEL VEICOLO.....	104
TABELLA 29 – COSTO ASSOCIATO ALL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO.....	104
TABELLA 30 – COSTO ASSOCIATO ALL'INQUINAMENTO ACUSTICO .....	104
TABELLA 31 – COSTO ASSOCIATO AL RISCALDAMENTO GLOBALE PER CATEGORIA EURO DEL VEICOLO .....	104
TABELLA 32 – COSTO ASSOCIATO AL RISCALDAMENTO GLOBALE .....	105
TABELLA 33 – TABELLA RIASSUNTIVA DEI BENEFICI DIRETTI E INDIRETTI (€/ANNO). SCENARIO DELL'ORA DI PUNTA DELLA MATTINA .....	105
TABELLA 34 - TABELLA RIASSUNTIVA DELLE EMISSIONI DI INQUINANTI IN ATMOSFERA, SCENARIO ATTUALE, COMUNE LANCIANO .....	107
TABELLA 35 -TABELLA RIASSUNTIVA DELLE EMISSIONI DI INQUINANTI IN ATMOSFERA, SCENARIO ATTUALE, AREA ABITATA.....	107
TABELLA 36 - TABELLA RIASSUNTIVA DELLE EMISSIONI DI INQUINANTI IN ATMOSFERA, SCENARIO DI RIFERIMENTO, COMUNE LANCIANO .....	107
TABELLA 37 -TABELLA RIASSUNTIVA DELLE EMISSIONI DI INQUINANTI IN ATMOSFERA, SCENARIO DI RIFERIMENTO, AREA ABITATA .....	107
TABELLA 38 - TABELLA RIASSUNTIVA DELLE EMISSIONI DI INQUINANTI IN ATMOSFERA, SCENARIO FUTURO, COMUNE LANCIANO .....	107
TABELLA 39 -TABELLA RIASSUNTIVA DELLE EMISSIONI DI INQUINANTI IN ATMOSFERA, SCENARIO FUTURO, AREA ABITATA.....	108



TABELLA 40	TABELLA RIASSUNTIVA DEI CONSUMI CARBURANTE SULLA RETE, SCENARIO ATTUALE, COMUNE LANCIANO .....	108
TABELLA 41	TABELLA RIASSUNTIVA DEI CONSUMI CARBURANTE SULLA RETE, SCENARIO ATTUALE, AREA ABITATA. ....	108
TABELLA 42	TABELLA RIASSUNTIVA DEI CONSUMI CARBURANTE SULLA RETE, SCENARIO DI RIFERIMENTO, COMUNE LANCIANO .....	108
TABELLA 43	TABELLA RIASSUNTIVA DEI CONSUMI CARBURANTE SULLA RETE, SCENARIO RIFERIMENTO, AREA ABITATA.....	108
TABELLA 44	TABELLA RIASSUNTIVA DEI CONSUMI CARBURANTE SULLA RETE, SCENARIO FUTURO, COMUNE LANCIANO .....	109
TABELLA 45	TABELLA RIASSUNTIVA DEI CONSUMI CARBURANTE SULLA RETE, SCENARIO FUTURO, AREA ABITATA..	109
TABELLA 46	– VARIAZIONE DI INQUINAMENTO ACUSTICO DOVUTO DAL TRAFFICO VEICOLARE. ORA DI PUNTA DELLA MATTINA .....	109
TABELLA 47	– VARIAZIONE DI INQUINAMENTO ACUSTICO DOVUTO DAL TRAFFICO VEICOLARE. ORA DI PUNTA DELLA SERA .....	110
TABELLA. A 1	- INCIDENTI STRADALI ACCORSI SUL TERRITORIO COMUNALE ANNO 2024 (AGG. AL 23/08/2024) .....	112
TABELLA. A 2	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1001 SUD (LANCIANO CENTRO) .....	120
TABELLA. A 3	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1001 NORD (SAN VITO CHIETINO) .....	121
TABELLA. A 4	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1001 SUD (LANCIANO CENTRO) .....	122
TABELLA. A 5	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1001 NORD (SAN VITO CHIETINO).....	122
TABELLA. A 6	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1002 SUD (LANCIANO CENTRO) .....	124
TABELLA. A 7	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1002 NORD (CASELLO AUTOSTRADALE) .....	125
TABELLA. A 8	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1002 SUD (LANCIANO CENTRO) .....	126
TABELLA. A 9	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1002 NORD (CASELLO AUTOSTRADALE).....	126
TABELLA. A 10	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1003 (LANCIANO CENTRO).....	128
TABELLA. A 11	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1003 (FOSSACESIA).....	129
TABELLA. A 12	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1003 (LANCIANO CENTRO) .....	130
TABELLA. A 13	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1003 (FOSSACESIA).....	130
TABELLA. A 14	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1006 NORD (LANCIANO CENTRO) .....	132
TABELLA. A 15	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1006 SUD (ATESSA) .....	133
TABELLA. A 16	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1006 NORD (LANCIANO CENTRO) .....	134
TABELLA. A 17	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1006 SUD (ATESSA).....	134
TABELLA. A 18	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1008 EST (LANCIANO CENTRO) .....	136
TABELLA. A 19	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1008 OVEST (CASTEL FRENTANO) .....	137
TABELLA. A 20	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1008 EST (LANCIANO CENTRO) .....	138
TABELLA. A 21	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1008 OVEST (CASTEL FRENTANO) .....	138
TABELLA. A 22	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1021 DIR (TORRI MONTANARE) .....	140
TABELLA. A 23	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1021 DIR (CORSO ROMA) .....	141
TABELLA. A 24	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1021 DIR (TORRI MONTANARE) .....	142
TABELLA. A 25	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1021 DIR (CORSO ROMA) .....	142
TABELLA. A 26	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1026 DIR (LANCIANO CENTRO) .....	144
TABELLA. A 27	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1026 DIR (SS 84) .....	145
TABELLA. A 28	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1026 DIR (LANCIANO CENTRO) .....	146
TABELLA. A 29	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1026 DIR (SS 84) .....	146
TABELLA. A 30	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1034 NORD (CENTRO STORICO) .....	148
TABELLA. A 31	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1034 SUD (CONTRADA MARCIANESE).....	149
TABELLA. A 32	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1034 NORD (CENTRO STORICO) .....	150
TABELLA. A 33	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1034 SUD (CONTRADA MARCIANESE).....	150
TABELLA. A 34	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1041 NORD (LANCIANO CENTRO) .....	152
TABELLA. A 35	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1041 SUD (SS 84).....	153
TABELLA. A 36	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1041 NORD (LANCIANO CENTRO) .....	154
TABELLA. A 37	- RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1041 SUD (SS 84) .....	154
TABELLA. A 38	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1049 NORD (SAN VITO CHIETINO).....	156
TABELLA. A 39	- RILIEVO DI TRAFFICO MATTINA SEZIONE 1049 SUD (CASTEL FRENTANO) .....	157

---

TABELLA. A 40 - RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1049 NORD (SAN VITO CHIETINO) .....	158
TABELLA. A 41 - RILIEVO DI TRAFFICO SERA SEZIONE 1049 SUD (CASTEL FRENTANO) .....	158