



ANALISI DI FUNZIONE TERRITORIALE DELLA STRADA TANGENZIALE. UN'APPLICAZIONE NEL CENTRO ABITATO DI ANDRIA

Raffaele Liuzzi

Dipartimento di Vie e Trasporti – Politecnico di Bari
Via Re David 200, 70100 Bari
Tel. +39 080.5963382 Fax +39 080.5245123
E-mail: ingliuzzi@tin.it

Angelo Mele

Dipartimento di Vie e Trasporti – Politecnico di Bari
Via Re David 200, 70100 Bari
Tel. +39 080.5963382 Fax +39 080.5245123
E-mail: ingmele@tin.it

Nicola Mele

ANAS – Compartimento della viabilità per la Puglia
Viale Einaudi 15, 70100 Bari
Tel. +39 080.5091350 Fax +39 080.5245123
E-mail: nicomele@libero.it

ANALISI DI FUNZIONE TERRITORIALE DELLA STRADA TANGENZIALE UN'APPLICAZIONE AL CENTRO ABITATO DI ANDRIA

RAFFAELE LIUZZI Dipartimento di Vie e Trasporti – Politecnico di Bari
ANGELO MELE Dipartimento di Vie e Trasporti – Politecnico di Bari
NICOLA MELE ANAS – Compartimento della viabilità per la Puglia

SOMMARIO

La funzione territoriale delle strade tangenziali è andata modificandosi dalla loro origine, per cui attualmente esse richiedono ammodernamenti ed integrazioni con la viabilità minore complanare. Vengono esposti i criteri economici per la valutazione della distribuzione del traffico tra i tracciati alternativi "urbano" e "tangenziale", riferiti ai collegamenti interzonali delle città.

ABSTRACT

The territorial function of the tangential roads was modified from its origin, for which actually they need to be modernised and integrated with the smaller complainer roads. We expose the economical criteria to evaluate the distribution of the traffic between the alternative paths through urban road and tangential road, reported to the connections of the different zones of the city.

1. LA FUNZIONE TERRITORIALE DELLA STRADA TANGENZIALE

Le caratteristiche generali del traffico richiedono attenzione nel valutare la sua natura all'interno dei centri abitati. Le sue componenti fondamentali sono costituite dal traffico di attraversamento, dal traffico di accesso e dal traffico interzonale.

Il traffico di attraversamento trae origine storica dalla natura stessa del sistema stradale preautomobilistico. Tale sistema era formato da connessioni dirette da centro a centro delle città con una fitta maglia di strade locali all'interno di ogni città, che dava direttamente accesso agli edifici, e da una maglia molto più larga sul territorio, che serviva piccoli insediamenti, fattorie e campi. I legami diretti da centro a centro di città erano decisamente inefficienti per i lunghi viaggi, che i veicoli a motore resero possibili, poiché i veicoli erano costretti a passare attraverso il centro delle città. Per questa ragione nacquero le circonvallazioni agli abitati, che sopportavano il traffico di attraversamento. Nei piccoli centri urbani, specie quelli posti sulle strade principali fra le grandi città, la rimozione del traffico di attraversamento ebbe grande effetto, poiché esso rappresentava un notevole fattore di congestione. Nei grandi centri urbani, invece, il traffico era per una notevole componente dovuto agli spostamenti locali e per un'altra componente, di provenienza dagli altri centri urbani, dovuto all'accesso ai quartieri della città. Per queste ragioni la rimozione della componente dovuta al traffico di attraversamento ebbe scarso effetto sulla congestione.

Alle problematiche della distribuzione del traffico di accesso alle città nei diversi quartieri si aggiunsero quelle del traffico urbano dovuto agli spostamenti interni interzonali, per cui si pervenne alla strutturazione di soluzioni alternative alle circonvallazioni attraverso lo sviluppo di reti, su cui incanalare i flussi di traffico a lunga distanza e distribuire il traffico di accesso mediante diramazioni ai quartieri degli abitati. Tali diramazioni potevano, inoltre, essere utilizzate anche come percorsi alternativi per il traffico interno interzonale. Nacquero in tal modo le strade tangenziali ai centri abitati.

La funzione territoriale fondamentale delle strade tangenziali era limitata in origine ad interconnettere la viabilità urbana alle viabilità provinciali, regionali e statali. In generale il loro tracciato si svolgeva totalmente al di fuori del tessuto urbano dell'abitato.

La costruzione di queste infrastrutture, avvenuta nell'ottica suddetta, induceva assai spesso il sorgere spontaneo di numerose localizzazioni a margine dell'itinerario, di modo che successivamente alla costruzione stessa intorno all'arteria stradale gravitavano insediamenti residenziali, industriali, artigianali e commerciali.

Il territorio circostante la tangenziale si rendeva così via via sempre più accessibile e sempre più attrezzato, in modo che al beneficio dell'alta accessibilità dei luoghi contermini conseguiva un aumento dei tempi di percorrenza durante gli spostamenti sulla tangenziale e l'instaurarsi di una elevata frequenza di interruzioni al flusso veicolare, causata dagli accessi stessi.

Per queste ragioni nacquero le strade complanari, per convogliare il traffico locale di accesso alle tangenziali in un'adeguata viabilità minore. Gli incrementi di traffico prodottisi nel tempo, in parte dovuti agli sviluppi conseguenti alla funzione territoriale originaria svolta ed in parte generati dagli insediamenti, che gravitavano a margine dell'infrastruttura, hanno comportato poi la necessità di ammodernamento delle strade tangenziali esistenti.

E' il caso della strada tangenziale di Andria, Comune della Provincia di Bari, realizzata

sulla base di un progetto degli anni settanta, la cui funzione territoriale è andata modificandosi durante il trentennio trascorso.

Il presente studio innanzitutto analizza la funzione territoriale attuale della strada tangenziale di Andria e considera un suo futuro ammodernamento.

Assumendo, inoltre, una ipotesi di zonizzazione dell'abitato della città di Andria, lo studio valuta la distribuzione del traffico di collegamento interzonale tra i tracciati alternativi riferiti al percorso diretto, che utilizza solo la viabilità interna, ed al percorso, che utilizza anche la viabilità tangenziale. Tali valutazioni vengono effettuate nelle due situazioni prima e dopo l'intervento di ammodernamento.

2. LA STRADA TANGENZIALE E LA VIABILITÀ URBANA DELLA CITTÀ DI ANDRIA

La strada tangenziale di Andria ha uno sviluppo totale di circa sette chilometri ed interseca vie di comunicazione molto importanti nell'ambito della viabilità pugliese. A nord, come detto, la SS 170 dir., che parte da Barletta e, dopo aver attraversato il territorio urbano di Andria, prosegue fino a Castel del Monte. A sud, la SS 98 che, partendo da Cerignola, prosegue verso Bari, dopo aver interessato Canosa, Andria ed altri comuni del Barese, quali Ruvo e Bitonto. A nord-ovest, infine, la SP 130, che si sviluppa da Andria a Trani. La tangenziale peraltro, costituisce una via di collegamento verso l'autostrada A 14 con innesto al casello di Andria - Barletta.

Nei confronti di queste vie di comunicazione la tangenziale di Andria svolge, perciò, un duplice ruolo. Da un lato si pone come strada di collegamento, costituendo un vero e proprio anello di congiunzione tra loro. Dall'altro può essere considerata come territorio, in cui si localizzano centri origine/destinazione, rappresentati dalle numerose aziende ed insediamenti produttivi presenti ai margini dell'infrastruttura, che generano e/o attraggono traffici diretti anche alle altre vie di comunicazione citate.

La strada tangenziale s'inserisce nel sistema stradale del Tavoliere delle Puglie. Tale sistema è caratterizzato da grandi vie di comunicazione nazionale ed interregionale quali la A14, la A16 e la SS 16. Il quadro è completato dalle vie trasversali, che collegano la zona costiera adriatica con il subappennino dauno e la Murgia.

La A14 taglia in due il Tavoliere, lambendo i centri di San Severo, Foggia, Cerignola, Canosa e, proseguendo verso S-E, si inserisce fra i centri della fascia costiera, quali Barletta e Trani, ed i centri della fascia premurgiana, quali Andria e Corato. La SS 16, che corre parallela alla A14 fino a Cerignola, devia poi verso il mare e, superato l'Ofanto, prosegue verso Barletta e Bari. Queste due strade costituiscono il "corridoio adriatico", direttrice di grande comunicazione, che collega il Nord al Sud d'Italia. Andamento simile e parallelo alla dorsale ha la SS 98, che s'innesta sulla SS 16 nei pressi della variante di Cerignola e costituisce una terza infrastruttura di collegamento della dorsale stessa nell'ambito territoriale del Nord barese.

La A16 (Napoli-Canosa) permette il collegamento fra la A1 (Roma-Napoli) e la A14, su cui si innesta presso Canosa; essa, comunque, interessa principalmente la parte sud della Provincia di Foggia.

Tra le trasversali vanno menzionate la SS 93 che, provenendo dalla Basilicata, si sviluppa quasi perpendicolare alla direzione delle dorsali e, dopo aver lambito Canosa, giunge a Barletta; la SS 378, che da Trani si sviluppa verso Corato con un andamento sempre normale alle dorsali, per poi deviare verso Altamura. Altre trasversali sono presenti nel territorio a sud di Bari, la SS 96, la SS 100 e la SS 271, localizzate però

piuttosto distanti da Andria e, quindi, aventi una scarsa influenza sulla tangenziale. Sono presenti, infine, numerose strade provinciali aventi andamento trasversale, che formano una fitta rete di strade a servizio di centri abitati e di piccole localizzazioni.



Figura 1 - Inquadramento regionale della viabilità pugliese

Come si può notare, quindi, Andria si pone come nodo di scambio dei traffici tra le dorsali e le trasversali, che vi confluiscono quasi a raggiera: traffici che, evidentemente, dovranno attraversare la tangenziale, per evitare il territorio urbano della città di Andria. Il territorio contiguo ad Andria è, inoltre, caratterizzato dalla presenza di una linea ferroviaria che, da Barletta, segue l'andamento della SS 170 dir., per poi deviare e correre subparallela alla tangenziale fino all'innesto di questa con la SS 98. La linea ferroviaria segue, poi, l'andamento della SS 98, per rinnestarsi sulla direttrice adriatica. Appare chiaro come un'azione di ricucitura del sistema viario attuale, adeguato alle future esigenze di traffico, si renda ormai necessario, per garantire uno scenario di sviluppo omogeneo nel Nord barese. La tangenziale di Andria di raccordo tra la SS 170 dir e la SS 98 a sud della cittadina rappresenta un ramo importante della viabilità di penetrazione, che dalla costa permette spostamenti verso le destinazioni dell'entroterra. La tangenziale svolge anche funzione di connessione nei confronti della viabilità urbana, creando un anello di congiunzione tra le principali strade di penetrazione nel

centro cittadino andriese. Il ruolo della tangenziale, però, non si ferma ad una dimensione locale, ma assume una connotazione extra locale nei confronti delle numerose aziende, che sono ubicate a nord e a nord - est della città e, che usano la tangenziale, per raggiungere località come Canosa e Minervino, bypassando la ormai congestionata SS 16.

3. I TRACCIATI ALTERNATIVI "URBANO" E "TANGENZIALE"

Come detto, l'obiettivo dello studio è valutare la distribuzione del traffico interzonale tra tracciato "urbano" che utilizza solo la viabilità interna, e tracciato "tangenziale" che utilizza la viabilità della tangenziale e parzialmente quella interna. Inoltre, è obiettivo anche valutare le variazioni di traffico, che si verificano sul percorso "urbano" e sul percorso "tangenziale" per effetto di ammodernamenti di quest'ultimo. La funzione territoriale della strada tangenziale è quella di costituire un percorso alternativo ai percorsi urbani di collegamento tra le localizzazioni interne all'abitato. Nei grafici seguenti sono riportati gli schemi di zonizzazione dell'abitato di Andria e della sua viabilità interna.

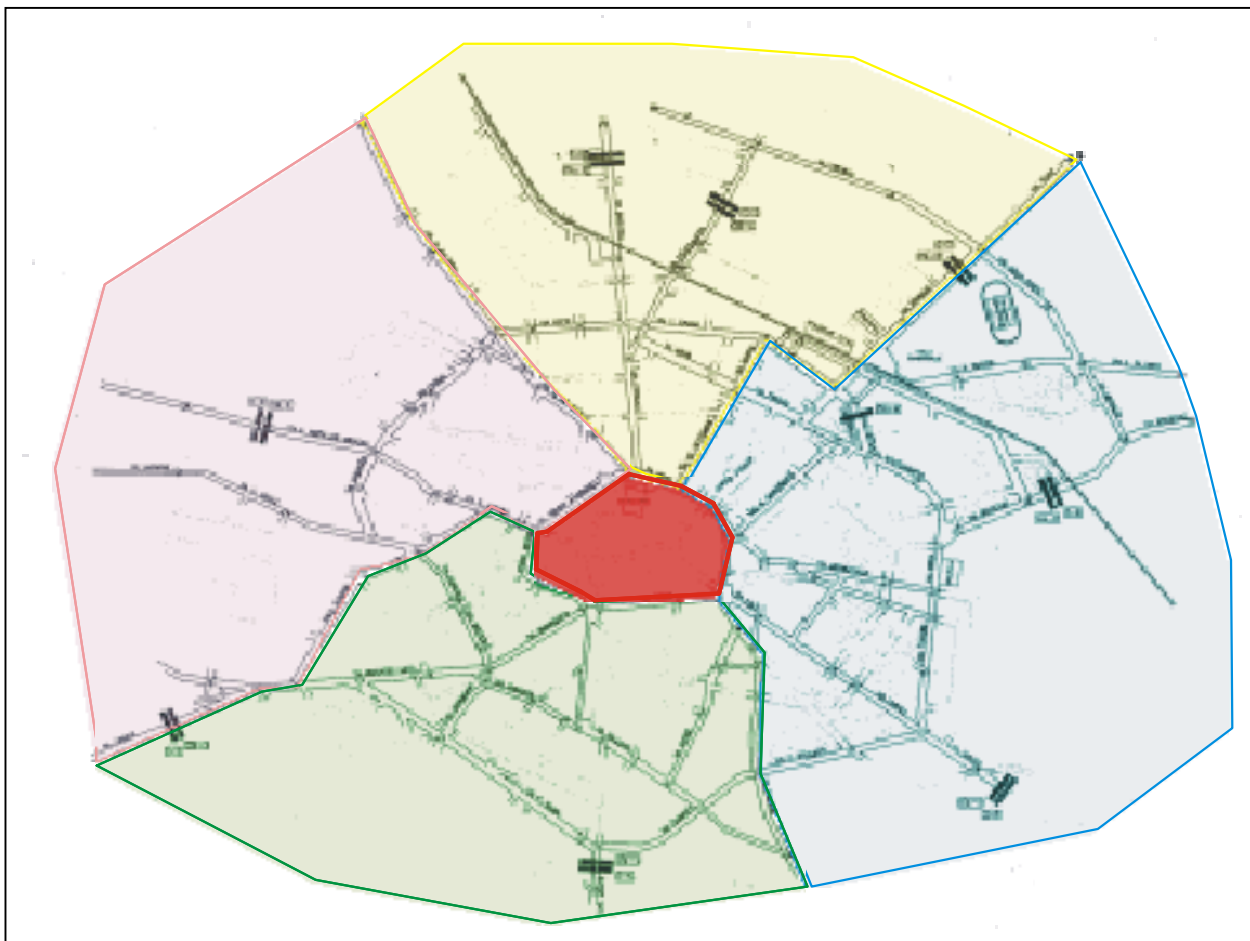


Figura 2 – Ipotesi di zonizzazione della città di Andria

Il tracciato della strada tangenziale connette le localizzazioni interne attraverso le direttrici radiali delle strade provinciali di collegamento di Andria con altri centri limitrofi della Provincia di Bari, quali Barletta, Trani, Bisceglie e Corato.

E' stata valutata una ipotesi di distribuzione del traffico interzonale tra percorso "urbano", e percorso "tangenziale", con riferimento a due localizzazioni interne al centro urbano, denominate A e B, e scelte coincidenti A con un punto di via Corato e B con un punto di via Barletta.

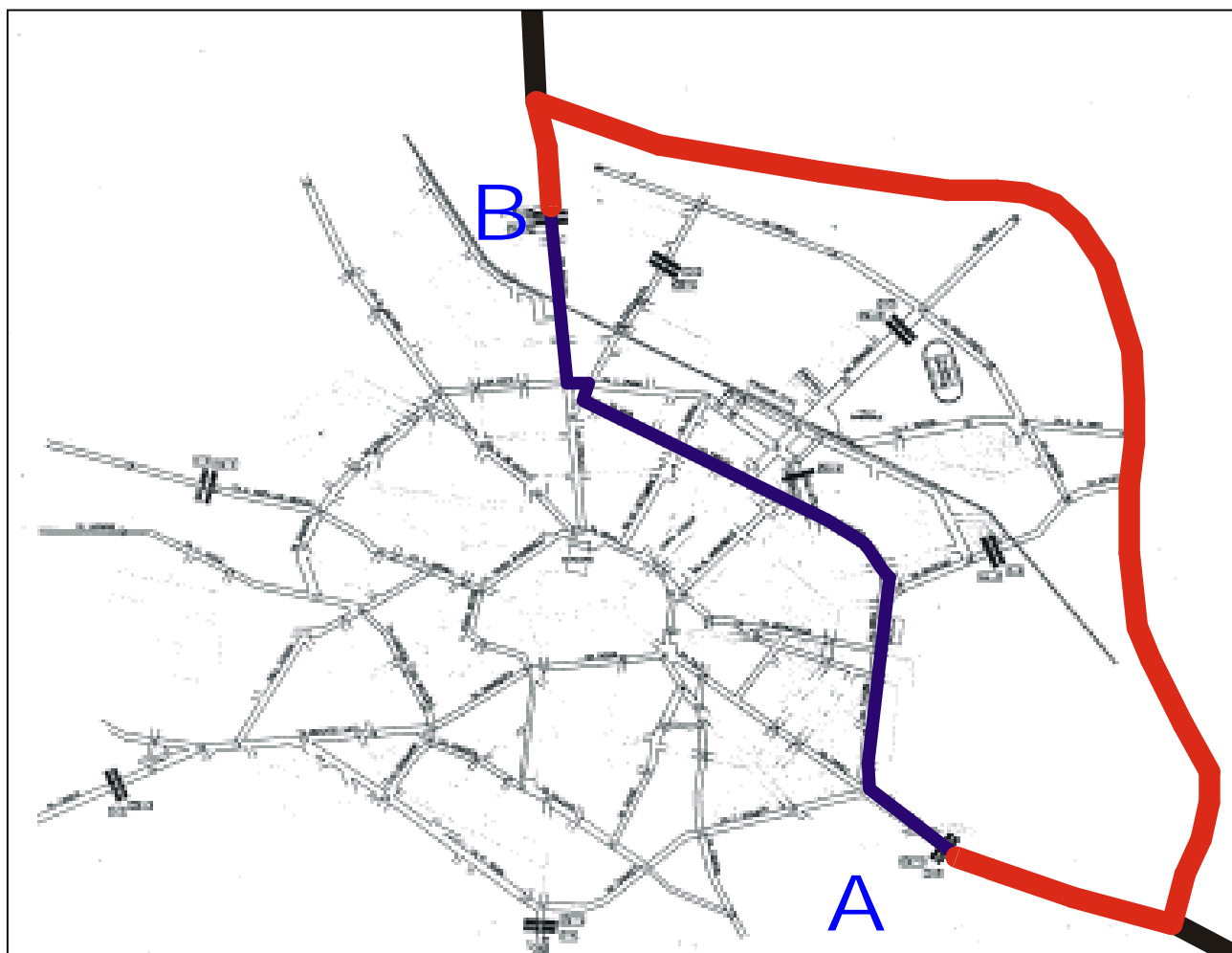


Figura 3 – La viabilità urbana della città di Andria

Il collegamento di A con B può avvenire attraverso due tracciati alternativi: quello interno urbano costituito dalle vie Corato, Puccini, Verdi, Montegrappa, Firenze, Bari, Ospedaletto, Giulia e Barletta e quello esterno costituito dalla via Corato, dalla strada tangenziale e dalla via Barletta.

Per i due tracciati e per la loro direttrice, avente origine e destinazione in A ed in B, è necessario valutare la domanda di viaggi e l'offerta dei due itinerari, per poter poi determinare le variazioni di traffico, interessate dall'ammodernamento della strada tangenziale.

4. L'ANALISI DELLA DOMANDA

Per analizzare il traffico sulla direttrice dei due itinerari “ urbano „ e “ tangenziale „ , è necessario analizzare prima il traffico sulla rete stradale interessata dall'abitato di Andria e dalla sua tangenziale . Si è proceduto perciò alla costruzione di un grafo planare, che con i suoi nodi rappresenta i centri origine e destinazione degli spostamenti (centroidi) e con i suoi lati rappresenta i vari collegamenti stradali. Inoltre, sono stati inseriti alcuni nodi cosiddetti ausiliari, che rappresentano le intersezioni tra due o più collegamenti. Sono stati individuati due diversi grafi planari con due diversi gradi di dettaglio.

Nel grafo di primo livello i nodi rappresentano i centri abitati ed una serie di nodi ausiliari, costituiti da svincoli ed intersezioni significative. Questo grafo costituisce una rappresentazione di massima allo scopo di determinare i traffici che interessano la rete ed, in particolare, che potrebbero interessare la strada tangenziale.

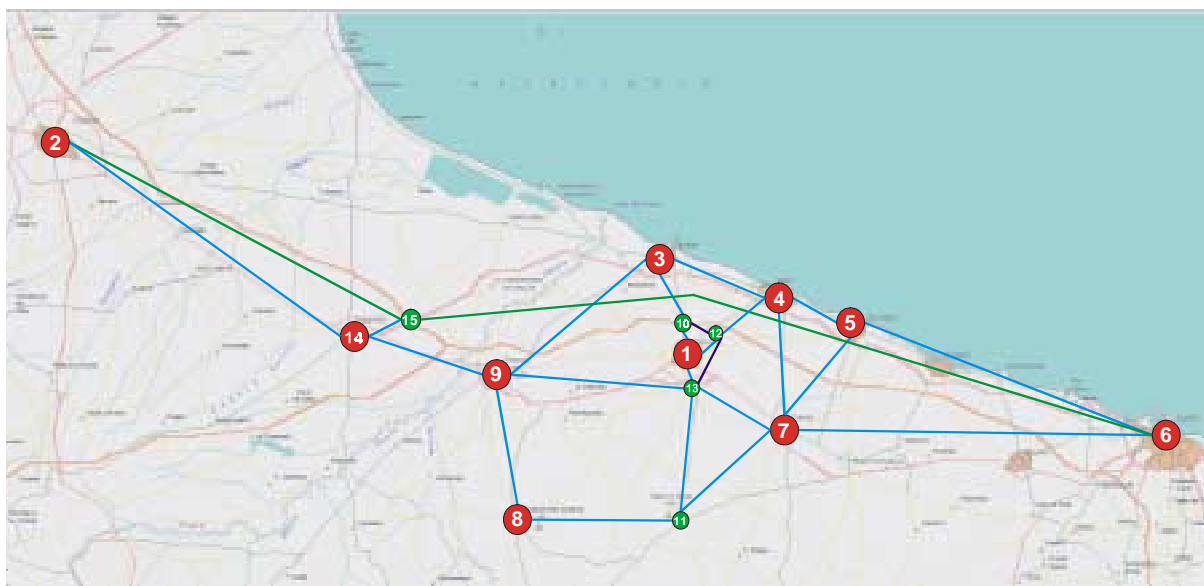


Figura 4 – Grafo planare di I livello

Il grafo di secondo livello, invece, ha un maggior grado di dettaglio, allo scopo di focalizzare lo studio sulla strada tangenziale e sulle sue interazioni con le aree periferiche del centro abitato e con i centri limitrofi.

Al fine di determinare la distribuzione del traffico automobilistico in condizioni prevalenti, cioè la portata media sui vari rami, nell'ipotesi che tutti gli spostamenti si effettuino su strada, è stato definito un modello gravitazionale. Esso ha consentito di ottenere il traffico T_{ij} , che impegna il ramo $i - j$ della rete assunta. Per poter poi ottenere i traffici distinti per senso di marcia nelle ore di punta, cioè la portata massima giornaliera, è stato costituito un modello gravitazionale a doppio vincolo.

Dopo aver applicato i modelli semplice ed a doppio vincolo si è proceduto alla taratura del modello prima dell'assegnazione dei traffici ai rami della rete. Per questo è stato necessario disporre di dati di traffico rilevati in loco. L'assegnazione delle interazioni e dei traffici ad ogni ramo avviene mediante metodi di assegnazione incrementale, valutando i rami che compongono il minimo percorso tra ciascuna coppia di centri.

Il procedimento applicato ha condotto alla valutazione sull'intera tangenziale di Andria della portata media e della portata nelle ore di punta.

E' stato poi valutato il flusso del traffico sulla tangenziale in proiezione futura, cioè al 2010. Per ottenere questi valori si è analizzata la serie storica dei traffici disponibili, estrapolando una tendenza comune alle varie strade. Sono state in tal modo costruite le curve di domanda in condizioni prevalenti e nelle ore di punta oltre il 2010.

Le curve di domanda costruite per la tangenziale sono state aggregate alle curve di domanda costruite per il percorso A - B interno al centro abitato, in modo da ottenere le curve di domanda della direttrice dei percorsi tra le due localizzazioni A e B al 2010 in condizioni prevalenti e nelle ore di punta.

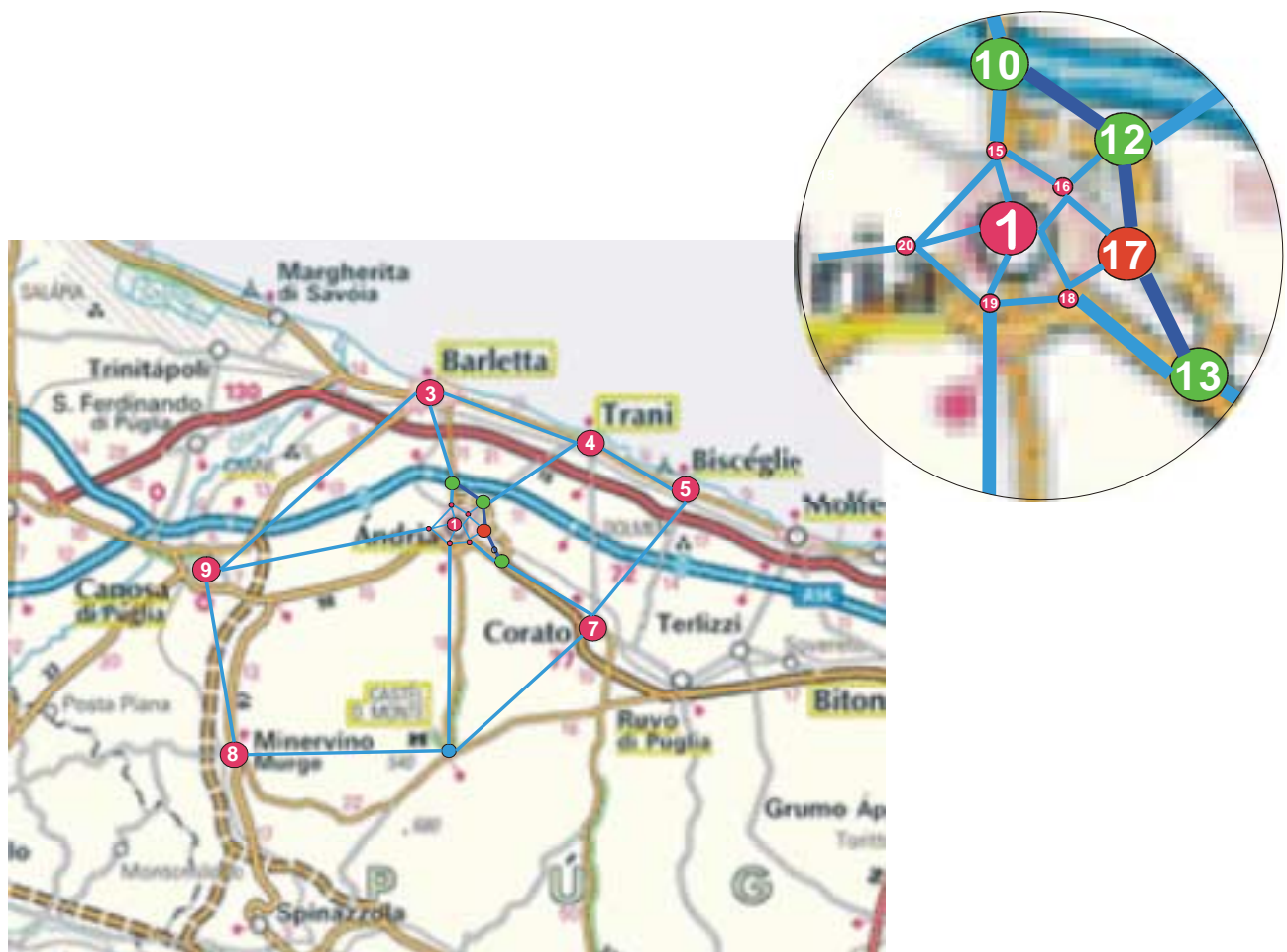


Figura 5 – Grafo planare di II livello

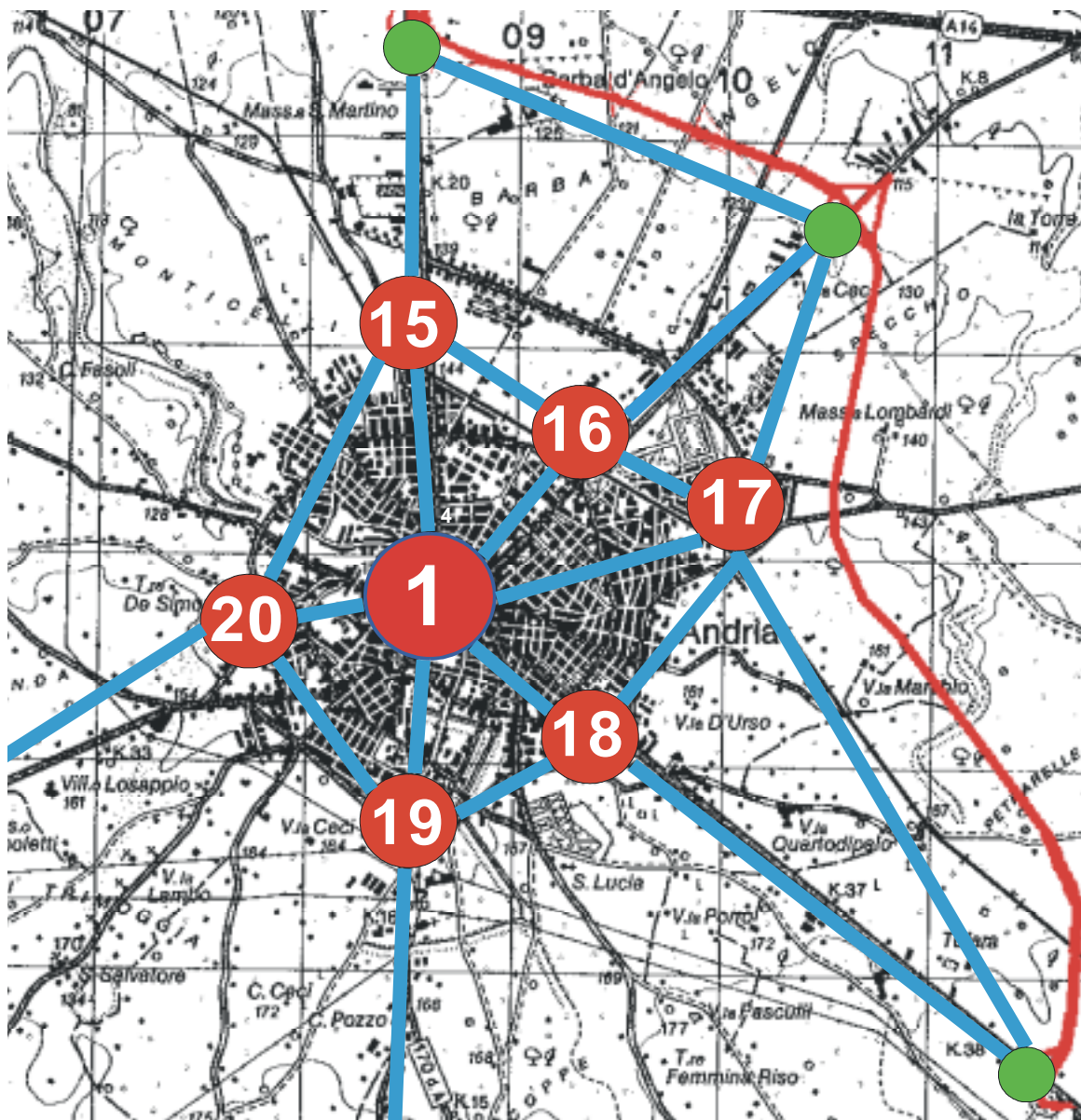


Figura 6 Grafo planare della viabilità di Andria

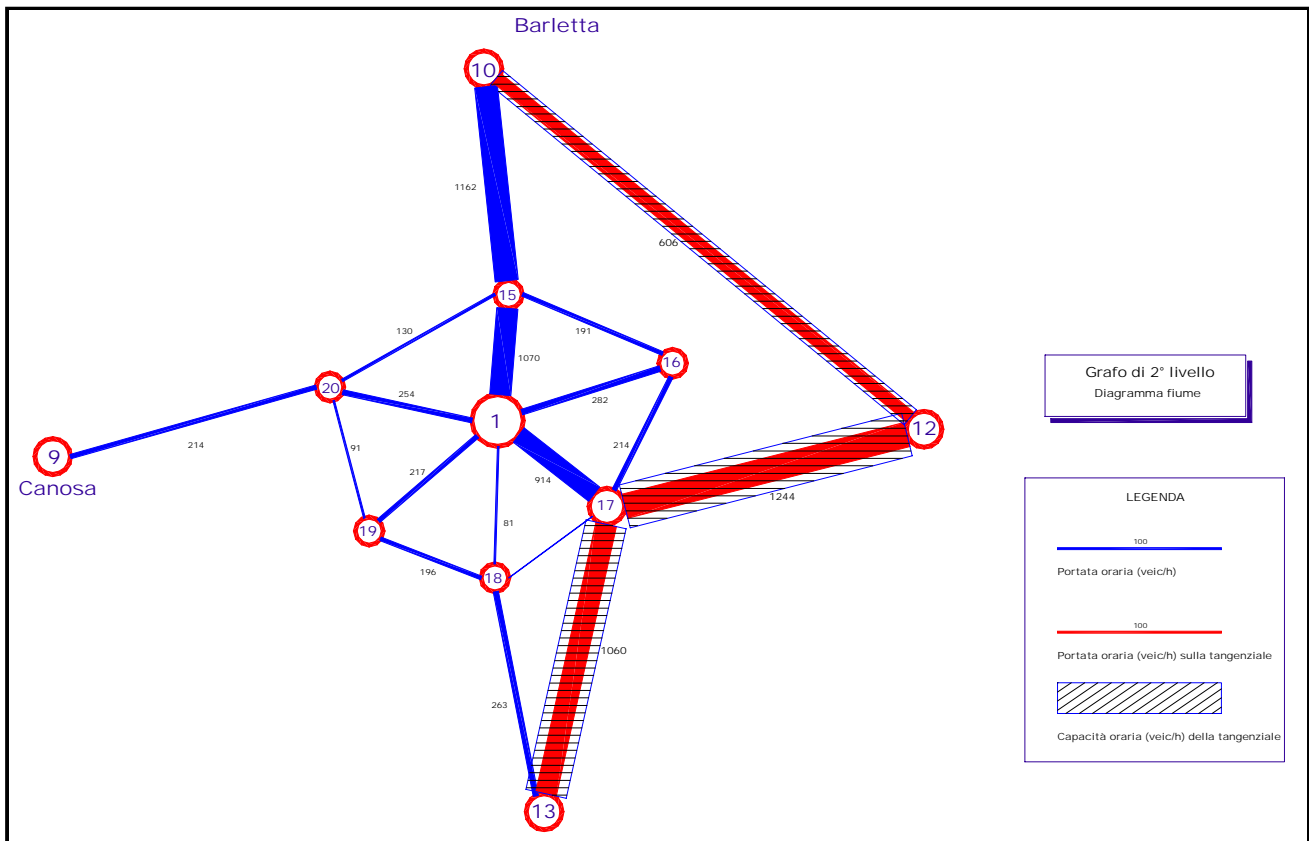


Figura 7 – Grafo di II livello : diagramma fiume

5. L'ANALISI DELL'OFFERTA

Il percorso "urbano" dal punto A sulla via Corato al punto B sulla via Barletta ha lunghezza pari a 2,235 Km. La sezione del percorso è ad unica carreggiata con una corsia per ogni senso di marcia, larghezza della corsia pari a 3,50 m e banchine di larghezza 0,50 m . Il percorso è perciò assimilabile ad una strada tipo VI della normativa CNR:

Il percorso "tangenziale" dal punto A al punto B è costituito dalla via Corato, dalla strada tangenziale e dalla via Barletta. Attualmente il percorso della tangenziale di Andria è costituito da una sezione ad unica carreggiata con una corsia di 3,75 m per ogni senso di marcia e banchina di 1,50 m, che consente di assimilare la strada al tipo IV della normativa CNR. La tangenziale è stata suddivisa in tre tronchi aventi lunghezza il tratto I pari a 2,40 Km, il tratto II a 1,40 Km ed il tratto III a 3,30 Km.

Per quanto riguarda l'ammodernamento della strada tangenziale relativamente ai tratti I e II si è prevista l'adozione di una sezione a doppia carreggiata con due corsie di larghezza 3,50 m ciascuna per ogni senso di marcia e banchine di 1,75 m , del tipo III della normativa CNR.

Le strade di accesso all'abitato di Andria costituenti i tronchi 1 - 15 e 17 - 1 sono costituite da una sezione ad unica carreggiata con una corsia per ogni senso di marcia, larghezza della corsia pari a 3,00 m e banchine di larghezza 1,00 m . Tali strade sono assimilabili ad una strada tipo VI delle norme CNR.

La strada 15 - 10, costituita dalla SS 170 dir, ha una sezione ad unica carreggiata con

una corsia per ogni senso di marcia pari a 3,75 m e banchine di larghezza 1,50 m. E' assimilabile ad una strada tipo IV della normativa CNR.

Il percorso "tangenziale T" ha la seguente lunghezza complessiva:

1 - 15 = 1,5 Km

15 - 10 = 2,0 Km

10 - 12 = ramo I tangenziale = 2,4 Km

12 - 17 = ramo II tangenziale = 1,4 Km

17 - 1 = 2,5 Km

Per ciascuno dei precedenti percorsi è stata costruita la curva prezzo - portata. Aggregando di caso in caso tali curve prezzo - portata dei singoli tronchi si descrivono le curve relative al percorso U, al percorso T, alla direttrice U + T, al percorso ammodernato T_a ed alla direttrice ammodernata U + T_a.

6. LA DISTRIBUZIONE DEL TRAFFICO TRA ITINERARIO "URBANO" ED ITINERARIO "TANGENZIALE".

Nei paragrafi precedenti sono state determinate le curve di domanda in proiezione futura al 2010 e le curve prezzo - portata dei due tracciati alternativi "urbano U" e "tangenziale T", aventi stessa origine - destinazione in due punti A e B della viabilità urbana dell'abitato di Andria. La curva di domanda all'anno 2010 della direttrice dei due tracciati è costruita per aggregazione delle due componenti ed è indicata con D₂₀₁₀.

La curva prezzo - portata della direttrice è anch'essa aggregazione delle due componenti ed è indicata con U + T.

Il percorso A-B interno all'abitato di Andria è costituito, come detto, dalle seguenti strade della viabilità urbana:

- via Corato
- via Puccini
- via Verdi
- via Montegrappa
- via Firenze
- via Bari
- via Ospedaletto
- via Giulia
- via Barletta

Il percorso A-B esterno all'abitato di Andria è costituito dai seguenti rami della viabilità urbana e della strada tangenziale:

1 - 15 - 10 ≡ via Barletta

10 - 12 ≡ I ramo tangenziale

12 - 17 ≡ II ramo tangenziale

17 - 1 ≡ via Corato

Il percorso A-B interno è denominato urbano U ed il percorso A-B esterno è denominato tangenziale T.

Il traffico totale sulla curva di domanda della direttrice (d) sarà dato da Q. Nell'ipotesi che gli utenti razionalizzino la scelta tra i due itinerari in base al criterio del minimo costo di viaggio consentito, la distribuzione del traffico sui due itinerari "urbano U" e

"tangenziale T" avverrà come segue:

Q^I affluirà sul percorso urbano

Q^{II} affluirà sul percorso tangenziale

nell'ipotesi che $Q^I + Q^{II} = Q$.

L'ammodernamento dei rami I e II della tangenziale comporterà che la curva prezzo - portata relativa all'itinerario A-B esterno all'abitato di Andria assumerà l'andamento indicato con T_a e la curva della direttrice dei collegamenti A-B assumerà l'andamento indicato con $U+T_a$.

Il traffico della direttrice dopo l'ammodernamento è pari ad R, che si ripartirà in un traffico R^I sull' "itinerario urbano U" ed in un traffico R^{II} sull' "itinerario tangenziale ammodernato T_a ", per cui risulterà $R=R^I+R^{II}$.

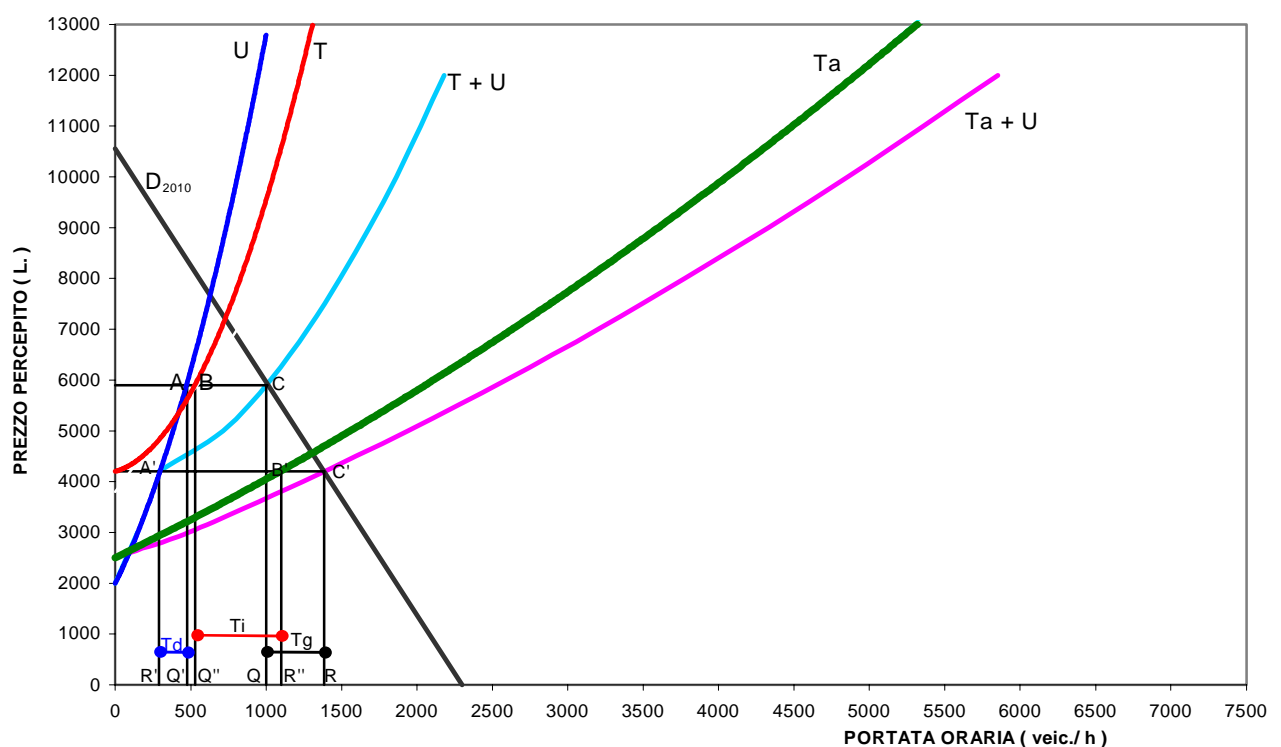


Figura 8 – La distribuzione del traffico tra itinerario urbano e itinerario tangenziale in condizioni prevalenti

I diagrammi indicati consentono di valutare:

- 1) il traffico, che si potrà generare per la direttrice a seguito dell'ammodernamento della tangenziale, e che indicheremo con T_g ;
- 2) il traffico, che si indurrà sulla tangenziale ammodernata e che indicheremo con T_i ;
- 3) il traffico, che sarà deviato dall'itinerario urbano U all'itinerario ammodernato tangenziale T_a .

Le misure delle tre aliquote sono rappresentate come segue:

- 1) $T_g = R - Q$ traffico generato
- 2) $T_i = R^{II} - Q^{II}$ traffico indotto

3) $T_d = Q^I - R^I$ traffico deviato

La relazione intercorrente tra le tre aliquote indicate del traffico si determina, sottraendo membro a membro:

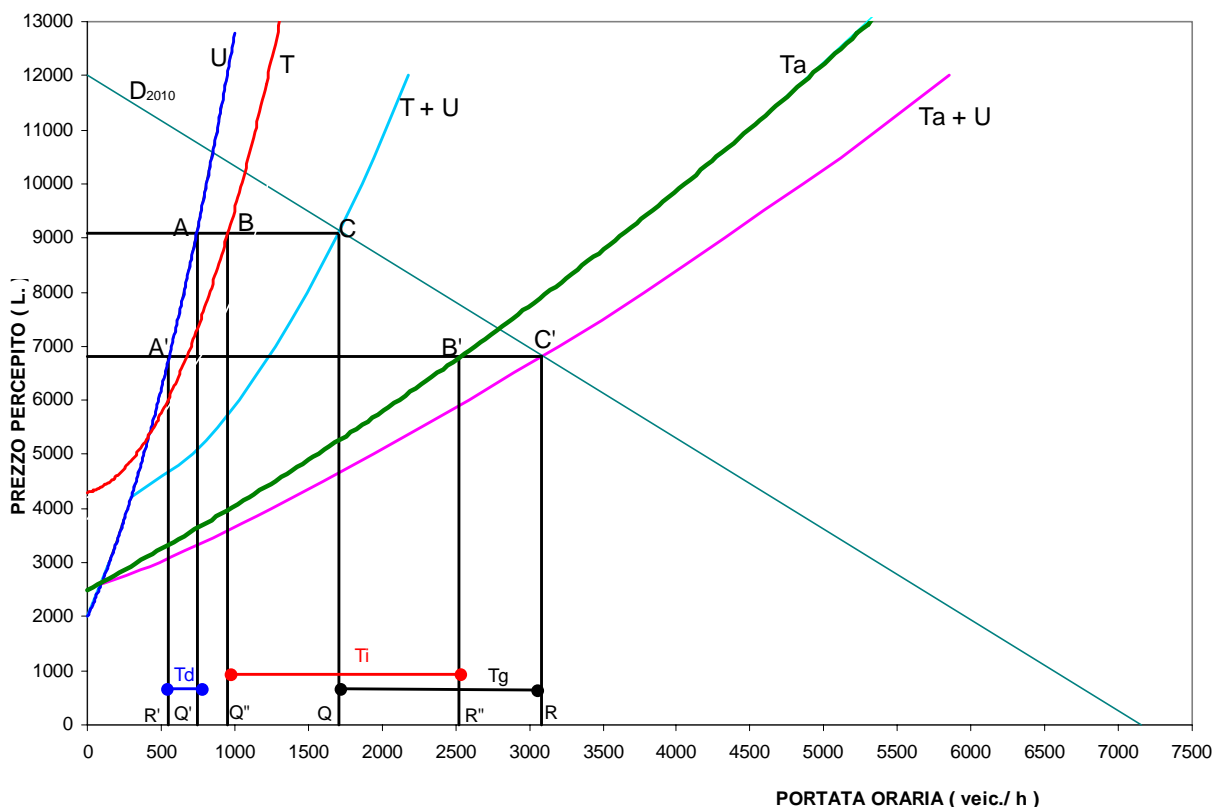


Figura 9 – La distribuzione del traffico tra itinerario urbano e itinerario tangenziale nelle ore di punta

$$R = R^I + R^{II}$$

$$Q = Q^I + Q^{II}$$

$$T_g = R - Q = R^I + R^{II} - Q^I - Q^{II} = (R^I - Q^I) + (R^{II} - Q^{II})$$

per cui risulta:

$$T_g = T_i - T_d$$

ovvero:

$$T_i = T_g + T_d$$

Il traffico indotto sull'itinerario tangenziale ammodernato T_a è maggiore del traffico generato per la direttrice ed è pari alla somma delle due aliquote traffico generato per la direttrice più traffico deviato dall'itinerario urbano all'itinerario tangenziale ammodernato.

La distribuzione del traffico tra itinerario "urbano" e itinerario "tangenziale" è stata determinata con riferimento alla domanda futura dell'anno 2010 sia in condizioni prevalenti sia nelle ore di punta.

L'entità delle aliquote è determinabile graficamente:

- in condizioni prevalenti:

traffico generato = 385 veic/h

traffico deviato = 185 veic/h
traffico indotto = 570 veic/h

- nelle ore di punta:
traffico generato = 1375 veic/h
traffico deviato = 200 veic/h
traffico indotto = 1575 veic/h

7. CONCLUSIONI

Le strade tangenziali ebbero origine come bracci di reti, percorsi da flussi di traffico a lunga distanza, che avevano funzione di distribuire tale traffico tra le diramazioni di accesso ai quartieri degli abitati. Esse indussero ben presto localizzazioni a margine dell'itinerario e perciò una strutturazione del territorio circostante. Tali fenomeni sono stati causa di notevoli incrementi di traffico sulle strade tangenziali e perciò origine dei loro ammodernamenti e della realizzazione della viabilità minore complanare relativa. Nello studio sono stati valutati alcuni effetti indotti dagli ammodernamenti delle tangenziali. Le valutazioni riguardano la distribuzione del traffico urbano interzonale tra tracciato "urbano", che utilizza solo la viabilità interna, e tracciato "tangenziale" che utilizza la viabilità della tangenziale e parzialmente quella interna. L'obiettivo conseguito è stato la determinazione del traffico indotto sull'itinerario tangenziale ammodernato come somma di due aliquote, una di traffico generato per la direttrice "itinerario urbano più itinerario tangenziale" ed una di traffico deviato dall'itinerario urbano all'itinerario tangenziale ammodernato. Tali aliquote sono state determinate, utilizzando i principi della economia applicata alle infrastrutture stradali.

BIBLIOGRAFIA

- G. Gatti - "**Modelli gravitazionali**" - Continuità 1982
- G. Gatti - "**Analisi strutturale delle reti stradali: le reti come grafi**" - Continuità 1982
- G. Gatti - "**Analisi strutturale delle reti stradali: accessibilità**" - Continuità 1982
- F. Nuti - "**L'analisi costi-benefici**" - Il Mulino Editore 1987
- G. Gatti E. Cavuoti - "**L'impiego dei modelli tassonomici per l'analisi funzionale di reti stradali**" - Autostrade n° 2/1989
- G.M. Catalano S. Lombardo - "**L'analisi costi-benefici nelle opere pubbliche**" - Dario Flaccovio Editore 1995