

La tariffazione del traffico urbano. Teoria ed applicazioni pratiche

Edoardo Marcucci

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI URBINO
FACOLTÀ DI ECONOMIA, ISTITUTO DI SCIENZE ECONOMICHE

Paolo Polidori

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI URBINO
FACOLTÀ DI GIURISPRUDENZA, ISTITUTO DI ECONOMIA E FINANZA

1 Introduzione

Le politiche di limitazione del traffico urbano, fra le quali c'è la tariffazione per l'uso delle strade, sono ormai parte integrante dell'attività di gestione dei grandi centri urbani. Il loro utilizzo è principalmente dovuto all'aumento del traffico, in particolare quello privato, ed al conseguente aumento dei fenomeni di disutilità ad esso associati.

Lo stato attuale delle conoscenze tecnologiche ed il loro costo lasciano intravedere possibilità sempre più concrete per l'adozione di sistemi di gestione e indirizzo dei flussi di traffico urbano tali da ridurre i costi esterni ad essi associati. Ma se da un lato le capacità pratiche di internalizzazione dei costi esterni sembrano in sostanziale e continua crescita, dall'altro le realizzazioni pratiche sono ancora poco numerose e la maggior parte allo stato di sperimentazione.

In questo lavoro si intende discutere la relazione esistente fra le esternalità prodotte dal settore dei trasporti, le possibili forme di tariffazione utilizzabili per ridurre tali esternalità ed il ruolo che la tecnologia può avere nello sviluppo di sistemi di controllo dei flussi di traffico urbano.

La relazione esistente fra l'attività di spostamento degli individui (che si manifesta prevalentemente attraverso il trasporto privato) e le esternalità da essa prodotte è tale per cui, in molti casi, è difficile isolare e quantificare tutti i fenomeni di causa ed effetto. Pertanto se è intuitivamente ovvio che spostarsi in auto all'interno di un'area urbana genera inquinamento, rumore e, in molte ore del giorno, congestione, è molto più difficile stimare l'entità dei vari fenomeni e quindi quantificare il danno associato alle varie esternalità prodotte (paragrafo 2).

La possibilità di determinare con precisione la relazione fra attività di trasporto e costi esterni da essa generati diventa tanto più importante quando la tariffazione per l'uso delle strade viene utilizzata come strumento di controllo e di riduzione del traffico. Due elementi meritano un approfondimento: in primo luogo, la correlazione fra lo strumento tariffario utilizzato e l'impatto sull'esternalità che si intende ridurre; in secondo luogo, la possibilità di utilizzare lo strumento tariffario in maniera efficiente. Con riguardo al primo aspetto,

ogni tipologia di tariffazione avrà una sua capacità di contrastare il prodursi di una determinata esternalità. Ad esempio, l'introduzione di una tassa sulla sosta avrà effetti diretti sull'utilizzo delle aree di parcheggio ma soltanto effetti indiretti sul movimento degli autoveicoli. Mentre, con riferimento al secondo elemento, anche in presenza di correlazione positiva fra strumento ed obiettivo, l'efficienza di una tassa rimane strettamente collegata alla capacità di stima delle curve di costo marginale esterno associate all'attività di trasporto. E, quindi, quanto più difficile ed imprecisa risulterà tale stima tanto più incerti saranno i risultati, in termini di benessere sociale, associati all'utilizzo della tariffazione. La seconda parte dell'analisi riguarderà l'individuazione di una relazione specifica fra differenti tipologie di tariffazione

utilizzabili all'interno di un'area urbana ed i relativi impatti sulle diverse forme di esternalità dei trasporti. L'analisi verrà effettuata utilizzando elementi della teoria dei club goods (paragrafo 3).

Le esperienze esistenti in materia di tariffazione per l'uso delle strade rappresentano un interessante campo di analisi delle potenzialità della tecnologia disponibile, dell'efficacia degli strumenti tariffari nel controllo del traffico e del grado di coerenza delle politiche di trasporto urbano. Attraverso un'analisi di alcune delle principali esperienze internazionali si verificherà in che misura la tariffazione per l'uso delle strade ha avuto effetti sul controllo del traffico. Sarà analizzato, inoltre, il livello di coerenza esistente fra obiettivi dichiarati e strumenti utilizzati (paragrafo 4).

2 Rilevanza dei diversi costi esterni provocati dal traffico in ambito urbano

I costi esterni indotti dal settore dei trasporti su strada in area urbana sono di natura diversa e possono essere classificati e studiati in base a diversi criteri. Uno di questi è metterli in relazione con l'attività che li genera. Si possono, ad esempio, considerare gli effetti indotti dal movimento dei veicoli lungo la rete. Fanno parte di questo gruppo di esternalità la produzione di emissioni gassose inquinanti, gli incidenti stradali, la

produzione di rumore e la congestione. Le emissioni inquinanti possono essere a loro volta suddivise e studiate in base agli impatti che producono, cioè ai danni che generano direttamente, attraverso l'inquinamento dell'aria e dell'acqua, ed anche indirettamente a seguito di fenomeni combinati come nel caso delle piogge acide (OECD, 1988; Newbery D., 1990 a; Royal Commission, 1995). Anche nel caso della congestione stradale sono necessarie alcune ulteriori considerazioni, poichè tale fenomeno produce molteplici effetti tra loro interconnessi. E' causa dell'aumento dei tempi di percorrenza sulla rete ma, allo stesso tempo, provoca un aumento sia delle emissioni inquinanti sia del numero di incidenti, sebbene la riduzione delle velocità di percorrenza ne riduca in media la gravità¹. In altri termini, si verificano più incidenti di dimensioni modeste mentre si riducono quelli, ad esempio, con gravi danni ai passeggeri. Diventa dunque particolarmente difficile, parlando di congestione urbana, quantificare con precisione i costi esterni ad essa associati per cui spesso con il termine congestione si fa riferimento principalmente agli effetti sui tempi di percorrenza (Verhoef E., 1996).

Vi sono poi le esternalità indotte dai veicoli *non in movimento*. Una delle categorie principali è quella dei costi connessi alla sosta degli autoveicoli. Il bisogno di aree di parcheggio si manifesta attraverso l'utilizzo ed anche la congestione di spazi pubblici che, adibiti ad aree di sosta per autoveicoli, vengono sottratti a possibili usi alternativi (aree verdi, parchi giochi, strutture sportive, ecc). Oppure può trattarsi di spazi pubblici non adibiti alla sosta, come marciapiedi o piste ciclabili che, a seguito dell'eccessivo numero di veicoli vengono impropriamente adibiti a parcheggio, anche se spesso temporaneo². Sempre di questa categoria di costi esterni fanno parte i fenomeni di inquinamento dovuti alla produzione ed alla rottamazione di autoveicoli.

Un'ultima classe di esternalità dovute ai trasporti è legata all'esistenza di *infrastrutture* quali raccordi stradali, sottopassaggi e ponti. Queste producono effetti sull'ecosistema durante la loro messa in opera soprattutto a seguito del reperimento

dei materiali da costruzione, e sulle comunità locali che sono sottoposte a tutti i fastidi dovuti ai lavori. Inoltre, ad opera finita, si possono verificare fenomeni di intrusione visiva³.

Dalla precedente descrizione si intuisce come le diverse tipologie di esternalità elencate producano i loro effetti sia all'interno del settore che le ha generate - si tratta dunque di effetti *intra settoriali* o anche definiti effetti *user on user* - sia al di fuori del settore di origine, cioè sul sistema ambientale e su quello sociale - si hanno in questo caso effetti *extra settoriali* o *user on non user* (Button K., 1994) -. Anche su questa base è possibile, pertanto, effettuare una seconda classificazione delle esternalità. Si avranno così fenomeni tipicamente *intra settoriali*, come la congestione delle strade e delle aree di parcheggio (congestione intesa come solo aumento dei tempi di percorrenza e di attesa), nonché fenomeni *extra settoriali* che a loro volta possono essere catalogati in base agli effetti sull'ambiente sociale e sull'ambiente ecologico, anche se, data la natura delle esternalità prese in considerazione, i confini di questa sottoclassificazione risultano essere più sfumati⁴. Fanno così parte della prima categoria esternalità quali i fenomeni di intrusione visiva, l'utilizzo di spazi pubblici come aree di parcheggio e l'inquinamento da rumore. Appartengono più propriamente alla seconda categoria costi esterni quali l'inquinamento generato a seguito della produzione e rottamazione dei veicoli, le piogge acide, l'inquinamento delle acque e quello prodotto a seguito della costruzione di infrastrutture stradali. L'inquinamento dell'aria produce i suoi effetti su entrambe le categorie in analisi, essendo infatti causa di degrado sia del sistema ecologico (si pensi al contributo del settore dei trasporti all'effetto serra) sia dell'ambiente sociale, come nel caso delle malattie dell'apparato respiratorio indotte dall'esposizione all'inquinamento urbano (Button K., 1990; OECD, 1988). Gli incidenti stradali hanno invece effetti sia *intra settoriali* sia *extra settoriali* a seconda dei soggetti coinvolti nell'incidente; inoltre possono produrre danni all'ecosistema, come nel caso del trasporto di sostanze pericolose (anche se per i trasporti urbani questa possibilità è più remota). La clas-

| | Effetti esterni prodotti dai veicoli in movimento | Effetti esterni prodotti da veicoli non in movimento | Effetti esterni connessi alla costruzione ed esistenza di infrastrutture |
|--|--|--|---|
| Impatti sull'ambiente ecologico (extra settoriali) | Inquinamento aria Inquinamento acqua Piogge acide | Inquinamento generato dalla produzione e rottamazione di veicoli | Costruzione infrastrutture |
| Impatti sull'ambiente sociale (extra settoriali) | Rumore Inquinamento aria Incidenti | Parcheggi - uso di spazi pubblici | Intrusione visiva |
| Impatti intra settoriali | Congestione strade Incidenti | Congestione aree di sosta | |

Tabella 1: Classificazione dei costi esterni dei trasporti

FONTE: RIELABORAZIONE SU VERHOEF E., 1996, P. 15

sificazione effettuata è sintetizzata nella tabella 1.

Le esternalità prodotte dal traffico urbano assumono rilievo diverso anche in base al loro impatto economico, cioè l'entità del danno ad esse associato. In primo luogo la dimensione dell'impatto consente di definire una graduatoria, perlomeno dal punto di vista economico, attraverso cui individuare una classifica dei diversi effetti esterni sulla base della loro gravità. Questo per poter giudicare quali costi esterni sono i più onerosi per la società e quindi meritano, in una situazione di scarsità di risorse da destinare alla gestione del sistema dei trasporti in ambiente urbano, di essere presi in considerazione per primi. In secondo luogo, l'accuratezza della stima economica e la struttura dei costi esterni, permettono di valutare come gli strumenti individuati per internalizzare il fenomeno esternalità debbano essere utilizzati.

Per quanto concerne la valutazione economica, la maggior parte degli studi che hanno affrontato il problema della valutazione delle esternalità prodotte dai trasporti sono del tipo top-down. Si tratta, cioè, di stime a livello aggregato, tipicamente a livello nazionale, con valori espressi in termini assoluti od in percentuale del PIL. Queste stime attribuiscono un danno associato agli incidenti stradali pari al 1,5-2% del PIL, pari al 3% per i danni da rumore, allo 0,4% per l'inquinamento locale e del 2-3% per la congestione stradale (Quinet E., 1994). Va sottolineato che tali risultati provengono da valori con una forte dispersione sulla media⁵.

Dalle stime emerge come gli incidenti e la congestione rappresentino le due categorie di esternalità con una maggiore incidenza in termini economici. Per quanto riguarda gli incidenti, le stime non consentono di isolare l'effetto dovuto a quelli avvenuti in area urbana ed, in particolare, non permettono di capire l'effetto degli aumenti di traffico sul loro numero totale e sulla loro gravità media.

Molto più utili sul piano analitico risulterebbero valutazioni effettuate secondo un criterio bottom-up. Un tentativo è stato fatto nel caso dell'inquinamento dell'aria. L'analisi consiste nello stimare il costo per unità di emissione (ad esempio suddividendo ciclo urbano ed extraurbano). Tale criterio utilizzato per la stima dei danni prodotti dalle emissioni inquinanti di centrali elettriche è stato adottato per stimare il costo dei trasporti su strada (EC, 1995; Eyre N., Ozdemiroglu E., et al., 1997). I risultati attribuiscono, rispettivamente per cicli urbani ed extraurbani, al gas un costo esterno (calcolato in pences al Km.) pari a 0,4 e 0,2 (£ 10 e 5 lire), alla benzina pari a 1,1 e 0,5 (£ 27,5 e 12,5 lire) ed al diesel pari a 2,7 e 0,7 (£ 67,5 e 17,5 lire). Le cifre indicano valori medi che, anche in questo caso, nascono da risultati con una dispersione molto alta e quindi soggetti ad una grande incertezza.

Il vantaggio di una tecnica bottom-up capace di stimare, a livello locale e per ogni singola esternalità, l'ammontare dei danni prodotti dall'attività di trasporto per chilometro percorso è quello di permettere un'applicazione efficiente degli strumenti di tariffazione del traffico in quanto garantisce un'alta correlazione fra strumento ed obiettivo.

Delle varie categorie di esternalità precedentemente considerate la congestione è quella che forse meglio si presta ad esse-

re modellizzata attraverso un criterio bottom-up. Questo soprattutto grazie alle innovazioni tecnologiche che consentono, a costi sempre più contenuti e con un buon livello di precisione, di stimare in maniera dinamica le perdite di tempo associate all'aumento di traffico⁶.

3 Strade come club goods: la tariffa come strumento di internalizzazione

Storicamente l'idea di utilizzare una tassa come strumento per la riduzione dei costi esterni risale a Pigou (1920) e Knight (1924). In questi contributi si fa riferimento all'ipotesi di introdurre una tariffa per distribuire il traffico fra due strade di cui una stretta e congestionata, ma di buona qualità, e l'altra larga e libera ma di qualità inferiore. L'introduzione di un pedaggio per utilizzare la strada di qualità migliore rappresenta un esempio di tassazione della congestione nel tentativo di controllare il flusso di traffico presente sulla rete. Ma, in questo caso, la tassa può anche essere considerata un primo esempio di membership fee per l'appartenenza ad un club⁷. In effetti la teoria dei clubs si presta bene per studiare il fenomeno del traffico, infatti focalizza l'attenzione sulla determinazione della quantità ottimale di bene che deve essere fornita sul numero ottimo di membri appartenenti al club (ottimalità intesa in termini di benessere degli appartenenti al club) (Cullis J., Jones P., 1992).

Due sono gli elementi importanti: definire il tipo di club good che si sta analizzando ed individuare quale è il ruolo della tariffa all'interno di questo club.

Le condizioni necessarie perché, nel caso delle strade urbane si possa parlare di club goods sono almeno due: l'esistenza di rivalità e di escludibilità nel consumo del bene.

Per quanto concerne la condizione di rivalità, una rete stradale urbana può essere considerata un bene pubblico puro o impuro al variare delle condizioni di traffico e dunque dei livelli di congestione. Con un livello di congestione nullo una strada ad accesso libero è un bene non rivale e dunque un bene pubblico puro. Ma all'aumentare del traffico la condizione di non rivalità viene meno, trasformando la rete stradale in un bene pubblico impuro ovvero in un club good.

L'escludibilità, che può essere distinta in tecnica ed economica, consente di individuare i membri ed i non membri del club e soprattutto rende possibile, per i primi, l'introduzione di una quota di partecipazione o tariffa di accesso. Per quanto riguarda l'escludibilità tecnica, la tecnologia ha consentito negli ultimi dieci anni, di superare molti dei problemi di monitoraggio delle vie di accesso ad una rete stradale ed, in particolare in ambito urbano, sono oramai disponibili soluzioni diverse, relativamente semplici da un punto di vista tecnico, che consentono con precisione di rendere escludibile l'accesso alla rete⁸. Il problema dell'escludibilità economica è, invece, strettamente connesso al rapporto costi benefici dell'intervento.

Le varie tipologie di clubs possono essere distinte sulla base dell'utilizzazione: fissa quando tutti i membri del club usufruiscono interamente del bene, variabile quando è presente una qualche forma di razionamento, come ad esempio una

restrizione sul numero o sulla lunghezza delle visite. I clubs possono anche essere distinti sulla base delle caratteristiche dei membri e sulla loro suddivisione in più sottoclubs. Possono essere omogenei o misti, cioè con membri con caratteristiche comuni o diverse. Possono avere una popolazione suddivisa, quando tutti i membri appartengono ad uno ad un altro club, condividendo l'uso di un determinato bene (ma non possono appartenere a più clubs diversi che forniscono lo stesso bene); oppure possono avere popolazione non suddivisa, quando il bene fornito dal club è consumato da membri non suddivisi in sottoclubs (Cornes R., Sandler T., 1996). Ad esempio, appartengono alla categoria membership omogenea, popolazione suddivisa e utilizzazione fissa, i membri di un club di appassionati di opera (membership omogenea con popolazione suddivisa) che decidono di associarsi per finanziare la creazione di un cartellone di rappresentazioni riservate esclusivamente ai membri del club (utilizzazione fissa). Oppure avremo un club di tipo membership mista, popolazione suddivisa e utilizzazione variabile nel caso dei membri di una palestra di ginnastica (membership mista e popolazione suddivisa) la cui partecipazione è aperta ai soli membri ma con delle restrizioni sul numero delle visite (utilizzazione variabile).

Utilizzando questa classificazione, una rete stradale urbana può essere definita un club good con membership mista, popolazione non suddivisa e utilizzazione variabile (purché esista una qualche forma di escludibilità nell'uso del bene). Infatti gli automobilisti che partecipano al club fanno ovviamente parte di una popolazione mista, avendo fra loro caratteristiche diverse. Si tratta anche di una popolazione non suddivisa, cioè non esistono sottoclubs che forniscano lo stesso bene: l'uso della rete stradale. Infine, l'utilizzazione del bene è variabile, infatti la lunghezza delle visite è diversa per i vari membri.

Nella teoria dei clubs il tipo di tariffazione prescelto definisce le modalità di partecipazione al club. Solitamente si fa riferimento a due tipi di tariffe, singola e a più parti, il cui scopo è quello di consentire la copertura dei costi del servizio offerto.

Nel caso delle strade si può ipotizzare che la tariffa scelta, qualunque essa sia, possa avere questa funzione, anche se i costi strutturali di costituzione e mantenimento della rete stradale, essendo elevati, non sempre possono essere coperti dai soli utilizzatori. Oppure la tariffazione può avere lo scopo, oltre che di contribuire alla copertura parziale dei costi di fornitura del servizio, di internalizzare i costi esterni prodotti dal traffico e di razionare l'uso del bene.

In questo secondo caso le reti stradali urbane sono considerate dei club goods in cui le varie forme di tariffazione a disposizione (utilizzate ad esempio con l'obiettivo di ridurre ed internalizzare le esternalità prodotte dal traffico) consentono di regolare e contenere la partecipazione dei membri del club. Delle varie forme di tariffazione per l'uso delle strade se ne prenderanno in considerazione sei tipologie: (1) *l'accesso*, che implica il pagamento di una tariffa nel momento in cui si accede ad una determinata area; (2) *il parcheggio*, in questo caso il pagamento è proporzionato al tempo di sosta; (3) *la permanenza*, in cui la tariffa è determinata indipendentemente dall'uso che viene fatto della rete stradale, cioè la sosta e gli spostamenti vengono considerati allo stesso modo ed il parametro di riferimento è il tempo trascorso sulla rete; (4) *il movimento*, dove la tariffa è applicata in relazione ai chilometri percorsi all'interno dell'area regolamentata; (5) *la circolazione*, che è la combinazione dei concetti di parcheggio e di movimento. In questo caso la tariffa sarà individuata attraverso una ponderazione fra tempo dedicato alla sosta e chilometri percorsi. Infine vi è la tariffazione (6) *integrale*, che combina i concetti di accesso e di circolazione (Quaglia L., 1992). Queste forme di tariffazione si differenziano fra loro per il diverso concetto di mobilità cui fanno riferimento. La loro valutazione dovrà tenere conto: dell'efficienza con cui riescono a centrare l'obiettivo per cui vengono utilizzate, cioè ridurre il costo esterno, dei costi di implementazione e, infine, della loro flessibilità di applicazione.

La tabella 2 incrocia le principali categorie di esternalità precedentemente analizzate con le sei tipologie di tariffazione individuate, consentendo di verificare le diverse correlazioni

| Esternalità/ tariffa | Inq. aria | Incidenti | Rumore | Cong. Stradale | Cong. Aree di sosta | Parcheggi: uso spazio | Intrusione visiva | Piogge acide | Infrastrutt. |
|-------------------------|-----------|-----------|--------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|--------------|
| Accesso | o | o | o | o | o | o | o | x | o |
| Parcheggio | x | x | x | x | ++ | ++ | + | x | + |
| Permanenza | ++ | + | x | ++ | ++ | + | + | x | x |
| Movimento | ++ | ++ | ++ | + | - | - | - | + | - |
| Circolazione | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | + | ++ | + |
| Integrale | ++ | ++ | ++ | + | ++ | ++ | + | ++ | + |

Note sui simboli utilizzati:
 o = strumento non specifico ma con effetto positivo sulla riduzione dell'esternalità;
 x = effetto incerto;
 + = correlazione positiva obiettivo-strumento;
 ++ = forte correlazione positiva obiettivo-strumento;
 - = effetto negativo.

Tabella 2: Relazione fra forme di tariffazione e costi esterni del trasporto urbano

fra strumenti ed obiettivi ed anche, sebbene in maniera generale, il grado di specificità di tali strumenti tariffari.

La tariffazione dell'accesso, cioè introdurre un pedaggio per l'entrata, rappresenta uno strumento non specifico per nessuna delle esternalità in analisi. Questo in quanto la tariffa ha effetto sui costi medi dell'utente ma non su i suoi costi marginali, pertanto non è in grado di internalizzare efficientemente nessuno dei costi esterni considerati. L'effetto positivo diffuso è dovuto - all'interno dell'area regolamentata, poichè per l'esterno sono necessarie ulteriori considerazioni - al fatto che, con l'introduzione di un pedaggio adeguato, il traffico dovrebbe in generale ridursi. Per le aree esterne alla zona sottoposta a tariffazione gli effetti possono essere controversi. L'introduzione della zona a pedaggio, come spesso accade anche in presenza di aree a traffico limitato, tende ad aumentare la circolazione periferica e, dunque, la congestione delle strade esterne all'area regolamentata. Proprio per questo motivo gli effetti sui fenomeni di inquinamento, quali le piogge acide, sono incerti o potrebbero addirittura essere negativi. L'introduzione di tariffazione delle aree di sosta (parcheggio) produce essenzialmente due effetti. Uno incerto su tutte le esternalità, dirette ed indirette, dovute a movimento; l'altro positivo sulle esternalità da non movimento quali: congestione delle aree di sosta, uso dello spazio pubblico adibito a parcheggi e costruzione di infrastrutture (in particolare si dovrebbe ridurre la domanda di nuove aree di parcheggio, in quanto sottoposte ad un prezzo, ed i fenomeni conseguenti di intrusione visiva ad esse associati). Ovviamente il livello di specificità maggiore è ipotizzabile per le esternalità direttamente connesse all'uso delle aree di sosta.

La tariffazione della permanenza, cioè tariffare senza distinguere fra sosta e spostamenti ma solamente in base al tempo passato all'interno della rete stradale, genera effetti diversi. Quelli positivi di maggiore intensità si avranno sulle esternalità in cui il fattore tempo assume un ruolo rilevante. Dunque le riduzioni maggiori si avranno su costi esterni quali l'inquinamento dell'aria e la congestione, sia stradale sia delle aree di sosta. Altri effetti positivi ma di minor entità, dovuti principalmente ad una generale riduzione del traffico, si verificheranno sui fenomeni di intrusione visiva e sull'uso di spazio pubblico da adibire a parcheggio. Anche nel caso degli incidenti stradali si dovrebbe verificare un impatto positivo, seppure resta da valutare la correlazione fra un possibile aumento delle velocità di percorrenza, dovuto ad un effetto incentivante prodotto dalla tariffa che opera in base ai tempi di permanenza ed una ipotizzata generale riduzione del traffico. Gli effetti sulle altre forme di esternalità appaiono incerti.

La tariffazione del movimento genera due tipologie di effetti. Riduce le esternalità da movimento (anche se nel caso della congestione non è specifica in quanto non tassa il tempo) ed in misura minore i fenomeni di inquinamento quali le piogge acide. Ma ha un effetto negativo sulle esternalità da non movimento, in quanto è ipotizzabile che l'utente, una volta effettuata la scelta di recarsi all'interno dell'area tariffata non abbia nessun interesse a rimanerci per un tempo limitato ed al contrario potrebbe optare per una permanenza più lunga

approfittando del fatto che questo comportamento non modifica il costo sostenuto.

Le ultime due forme di tariffazione: circolazione e integrale sono quelle che maggiormente incidono sui costi esterni infatti influenzano la domanda di trasporto attraverso parametri che hanno un impatto sia sulle esternalità prodotte dai veicoli in movimento sia su quelle dovute al non movimento combinando tempi di sosta con chilometri percorsi⁹. Nel caso della tariffa integrale è anche ipotizzabile un ulteriore effetto di riduzione del traffico all'interno dell'area regolamentata dovuto alla presenza del pedaggio di accesso. Anche se, in questo caso, gli effetti totali sulle esternalità possono essere non molto diversi rispetto al caso della tariffazione della circolazione in quanto, come affermato in precedenza, un pedaggio di accesso può portare a risultati controversi (riducendo il traffico all'interno della zona soggetta a tariffazione ma aumentando la circolazione periferica con effetti finali, sul totale dei costi esterni, incerti). Si può notare che, con riguardo alla congestione, queste due forme di tariffazione producono effetti positivi, legati ad una generale riduzione del traffico, ma con un basso livello di correlazione strumento-obiettivo, poichè non considerano come parametro rilevante il tempo passato all'interno della zona regolamentata.

La schematizzazione effettuata consente di individuare le relazioni esistenti fra alcuni possibili strumenti tariffari, utili al controllo del traffico urbano, e obiettivi di riduzione dei costi esterni ad esso associati. Naturalmente queste considerazioni non dicono nulla sul peso relativo delle diverse esternalità ed in particolare sugli effetti finali sul benessere sociale dovuti all'introduzione di una particolare forma di tariffazione. Ciò nonostante questa griglia si rivela utile quando ci si appresta a studiare e valutare la coerenza di casi concreti. Inoltre, aiuta a verificare in che misura le difficoltà di implementazione pratica possano aver inciso sulla scelta degli strumenti da adottare.

4 Alcuni casi di realizzazione pratica a confronto

In questo paragrafo si descrivono vari sistemi di road pricing già realizzati o in corso di sperimentazione, per riflettere sia sulla coerenza fra obiettivi dichiarati e strumenti utilizzati sia per verificare gli effetti della tassazione per l'uso delle strade sul traffico.

I principali sistemi di tariffazione sono: quello al cordone in Norvegia e in Svezia, il road pricing elettronico ad Hong-Kong, il road pricing d'area in Olanda, il metering nel Regno Unito e l'Area Licensing Scheme a Singapore.

Le varie esperienze possono essere analizzate sotto diversi profili.

Gli obiettivi enunciati dalle autorità competenti rappresentano un criterio interessante. L'internalizzazione più o meno completa dei costi esterni provocati dal traffico è, ad esempio, l'obiettivo principale che si intende perseguire in Olanda e Svezia, mentre la generazione di risorse per la costruzione di nuove infrastrutture costituisce l'interesse primario in Norvegia. Ad Hong-Kong e Singapore, invece, scopo prioritario è contenere la domanda di trasporto su mezzo privato

Naturalmente vi sono aree di sovrapposizione negli obiettivi perseguiti poiché l'internalizzazione dei costi esterni, ad esempio, prevede un innalzamento dei costi sostenuti dagli automobilisti che, molto probabilmente, provocherà anche una riduzione della domanda di trasporto su mezzo privato. Le differenze dipendono soprattutto dall'enfasi posta su un aspetto rispetto ad un altro, piuttosto che dalla natura dell'obiettivo perseguito.

Anche la struttura della tariffa imposta è un elemento importante in base al quale analizzare e raggruppare le varie esperienze.

La tecnologia adottata per realizzare il sistema di tariffazione costituisce una categoria molto utile per articolare l'analisi e l'accorpamento dei vari casi. La tecnologia AVI (automatic vehicle identification), ad esempio, basata a terra ed in grado di identificare i veicoli in movimento, è stato un elemento portante dei sistemi di road pricing elettronico nei paesi scandinavi¹⁰. Al passaggio ai caselli di accesso all'area cui si applica il provvedimento possono essere utilizzati metodi di esazione manuale¹¹, sistemi automatici o combinazioni dei due. Oltre ai sistemi basati su tecnologia a terra sono stati realizzati sistemi nei quali la tecnologia è, principalmente, a bordo dei veicoli, come nel caso del metering di Cambridge, dell'Electronic road pricing di Singapore e del road pricing d'area in Olanda. Un sistema basato a bordo è costituito da un sistema integrato di "risponditore intelligente" (transponder) e da un lettore di smart cards, che vengono rispettivamente attivati e disattivati nei punti di ingresso ed uscita della zona soggetta al provvedimento.

Dato che sia gli obiettivi perseguibili sia il tipo di tariffazione imponibile sono funzione della tecnologia adottata, si utilizza quest'ultima categoria per analizzare la coerenza fra obiettivi dichiarati e forme di tariffazione impiegate, nonché per verificare gli effetti dei controlli sul traffico. I casi in cui è stata utilizzata la tecnologia a terra sono: i sistemi al cordone in Norvegia ed in Svezia, il road pricing elettronico ad Hong-Kong e l'Area Licensing Scheme a Singapore, mentre è stata scelta un'impostazione con tecnologia a bordo del veicolo nel metering nel Regno Unito e nel road pricing d'area in Olanda¹².

Tecnologia a terra

Il sistema al cordone in Norvegia

Sistemi di road pricing sono stati adottati ad Oslo, Trondheim e Bergen. Oslo ha attivato nel febbraio 1990 un sistema a cordone con tariffa fissa per l'accesso dei veicoli alla città ed è in corso un dibattito sull'opportunità di passare ad una tariffazione differenziata che tenga conto dei diversi carichi di traffico. Le risorse generate sono utilizzate per finanziare la costruzione di un nuovo tunnel per l'autostrada E18 che incanala il traffico di attraversamento sotto la City Hall Square, permettendo miglioramenti ambientali nella zona centrale. Il tunnel, aperto al traffico due settimane prima che il sistema di tariffazione venisse attivato, ha contribuito all'accettazione del provvedimento da parte dei cittadini.

Anche a Trondheim, terza città della Norvegia, nell'ottobre del 1991 è stato attivato un sistema simile a quello di Oslo, impiegando un meccanismo di addebito elettronico per l'accesso alla città, funzionante solo durante il giorno e lasciando l'accesso libero di notte. L'automobilista che arriva nelle apposite piazzole create nei punti di accesso al cordone può scegliere se pagare in contanti, con schede prepagate, o tramite addebito mensile direttamente sul conto corrente. Per prevenire comportamenti illegali sono state installate videocamere per il controllo dell'accesso ai varchi. Con un traffico medio giornaliero ad Oslo di 210.000 ed a Trondheim di 50.000 autoveicoli nei periodi di esercizio del sistema, i costi per transazione sono rispettivamente di 1.33 corone norvegesi (£ 295 lit.) e di 1.17 (£ 259 lit) in prezzi 1990. Il sistema al cordone di Bergen è entrato in funzione il 2 gennaio 1986, circa due anni dopo che ne fu proposta la realizzazione. Bergen è la seconda città, dopo Singapore, in cui è stata imposta una tariffa per l'accesso al centro finanziario della città, con una tariffazione basata su sei punti di esazione manuale (Larsen O. I., 1987 e 1988). Il pagamento avviene sia in contanti sia tramite schede prepagate con validità anche mensile. Le violazioni vengono rilevate tramite l'analisi di filmati eseguiti in maniera stocastica all'entrata della zona soggetta al provvedimento. Fin dal suo inizio la tariffa imposta è stata di circa 5 corone norvegesi (£ 1.100 lire) per le auto, il doppio per i veicoli pesanti mentre i motocicli ed autobus erano esentati. Il sistema è in funzione dal lunedì al venerdì dalle 6.00 alle 22.00 ad eccezione delle feste pubbliche. Obiettivo della bassa tariffa imposta è quello di generare fondi per la costruzione di nuove infrastrutture stradali. Dalle indagini condotte dall'Istitute of Transport Economics, Norwegian Centre for Transport Research (Larsen O.I., 1987, 1988), risulta che i principali effetti della creazione del toll ring sono stati i seguenti: 1) scarso reindirizzamento dei flussi di traffico a causa della topografia cittadina che non consente sostanziali variazioni negli spostamenti; 2) aggiustamento interno alle famiglie che, disponendo di più di un'auto, hanno acquistato un abbonamento all'entrata ed effettuano un numero maggiore di spostamenti dato che il costo marginale del viaggio è nullo; 3) riduzione del 6-7% del traffico di attraversamento; 4) incremento sostanziale dell'occupazione media delle auto; 5) cambiamenti nei tempi di spostamento subito dopo la fine o prima dell'inizio del periodo di imposizione della tariffa.

Lo scopo principale di tutti e tre i toll ring costruiti in Norvegia (Oslo, Trondheim e Bergen) è quello di raccogliere fondi per il finanziamento della costruzione di nuove strade. La stima dei benefici è stata effettuata sull'ipotesi che la scelta del tempo, della destinazione e del percorso dello spostamento rimanessero fissi, poichè tutti gli automobilisti diretti al centro cittadino non hanno altra alternativa che attraversare il ring.

Nel caso della città di Oslo: 1) la domanda è stata distinta in quattro fasce (punta-mattino, punta-pomeriggio, intermedia, morbida); 2) la scelta del modo è stata limitata tra trasporto privato e pubblico; 3) i benefici economici sono stati stimati

in funzione dei risparmi nei costi di esercizio dei veicoli¹³ e del valore del tempo risparmiato da coloro che pagano la tariffa e continuano a spostarsi con il mezzo privato; 4) i costi sono stati stimati sulla base della perdita di surplus del consumatore da parte di coloro che smettono di effettuare gli spostamenti con il mezzo privato a causa della tariffa¹⁴. Una tariffa costante di 10 corone, 24 ore al giorno per 365 giorni l'anno, non risulta ottimale in quanto troppo alta nel periodo di morbida e in quello tra i due picchi (mattino/pomeriggio), troppo bassa nei periodi di punta così da non rendere il rapporto costi-benefici soddisfacente (18%) (Larsen O.I., Ramjerdi F., 1990; Larsen O. I., Mathieu P., Ramjerdi F., 1991). L'imposizione, invece, di una tariffa di 25 corone per i soli periodi di punta¹⁵, che corrisponde in media, secondo stime condotte da Larsen e Ramjerdi (1990), al costo marginale di congestione, anche se genera entrate pari a circa un terzo di quelle ottenibili con una tariffa fissa, offre un rapporto entrate-costi di 2.6 con un incremento di circa 6 volte nel rapporto costi-benefici¹⁶. Le simulazioni effettuate hanno contribuito all'accettazione da parte della popolazione del provvedimento, dimostrando l'equità degli effetti sulle diverse categorie d'utenza.

Si può, a ragione, affermare che sussiste una buona correlazione tra gli obiettivi dichiarati ed il metodo adottato dato che il decisore pubblico intende generare risorse per finanziare la costruzione di nuove infrastrutture stradali e non tanto perseguire espressamente una riduzione della domanda di trasporto privato.

Il sistema a cordone in Svezia

Anche in questo caso il sistema proposto si basa su tecnologia AVI disposta a cordone, con lo scopo dichiarato di ridurre la congestione ed il degrado ambientale. È prevista la creazione di un cordone con 32 punti di accesso più una linea composta da altre 9 stazioni di esazione all'interno. Il sistema dovrebbe essere operativo dalle 6 alle 18, dal lunedì al venerdì. Il governo svedese ha deciso di fissare i prezzi dei servizi al costo marginale sociale, includendovi la congestione, il degrado ambientale, i costi di manutenzione delle strade ed i costi degli incidenti¹⁷. Nella regione di Stoccolma il costo marginale sociale per il solo traffico automobilistico privato è stato stimato attorno ai 10 miliardi di corone nel 1990, di cui il 42% dovuti alla congestione ed il 35% agli incidenti (Tegnér G., 1991). I benefici netti derivabili dalla realizzazione di un sistema basato sull'imputazione dei costi marginali sociali, ammontano a circa 8 miliardi di corone l'anno, data l'ipotesi di reimpiego delle tariffe esatte per la costruzione di raccordi anulari e per l'incremento dell'estensione della rete viaria, nonché della qualità del servizio di trasporto pubblico. In questo caso la riduzione della congestione ed il contenimento del degrado ambientale male si coniugano con una tariffazione al cordone. Come risulta nella tabella 2, una tariffa di accesso, sebbene abbia un generico effetto positivo sulla riduzione delle principali esternalità, ad esclusione delle piogge acide, non costituisce uno strumento specifico per conseguire l'obiettivo individuato dalle autorità svedesi. La scelta

di adottare una griglia di "risponditori intelligenti" sembra inopportuna in funzione sia del costo da sostenere sia dell'approssimazione nella stima dei diversi costi esterni generati. Pur non avendo dati relativi agli effetti del provvedimento (il sistema non è ancora stato reso operativo), il traffico giornaliero di circa 195.000 auto dovrebbe ridursi del 20%, con l'imposizione di una tariffa di 25 corone svedesi (£ 5.150 lire) e con un costo di esazione di 0,69 corone (£ 140 lire) per veicolo.

Il road pricing elettronico ad Hong-Kong

L'esperienza condotta ad Hong Kong dal 1983 al 1985 rappresenta la prima applicazione completa di un sistema di road pricing in un'area congestionata con strade a più carreggiate, effettuata su un campione di 2.500 auto equipaggiate con targhe elettroniche. Il sistema, operativo dalle 7 alle 19, prevede la divisione della domanda in quattro fasce con una tariffazione nelle fasce precedenti la punta, onde evitare l'accumulo di traffico ai margini della zona interessata dal provvedimento. La proposta originale prevede l'installazione di targhe elettroniche a bordo di tutti i veicoli circolanti e la creazione di 18 punti di controllo con la disseminazione di spire induttive affogate nell'asfalto e la predisposizione di apparati per l'acquisizione dati. Le tariffe previste erano di tre tipi: A) semplice, meno onerosa e meno estesa geograficamente; B) intermedia, basata sia sui carichi presenti sulla rete sia sulla direzione del traffico; C) complessa, capace di rilevare anche gli spostamenti brevi, con una maglia per zone più fitta. La tariffa ottima stimata per il 1985 era di 10 dollari di Hong Kong (£ 2.200 lire) con la quale si otteneva il beneficio teorico massimo misurato in termini di tempo risparmiato e riduzione dei costi di gestione del veicolo al netto del costo imposto a coloro che sono scoraggiati dalla tariffa. Da alcune simulazioni effettuate si rileva che gli schemi proposti riuscivano a catturare rispettivamente 6/10, 7/10 e 3/4 del beneficio massimo associato al valore teorico ottimo di 1,850 milioni di \$HK (£ 400 milioni di lire) (Hau T., 1992). Dato il prevedibile incremento del traffico ed il contestuale abbassamento dei costi della strumentazione elettronica necessaria, i rapporti benefici-costi di 14.7, 17.8 e 17.8 delle tre opzioni sarebbero probabilmente migliorati con il tempo. Particolarmente forti sono state, in questo caso, le critiche rivolte alla violazione della privacy che, associate al passaggio di Hong Kong sotto la Cina Popolare nel giugno 1997, hanno scoraggiato il governo a passare da una realizzazione sperimentale ad una generale.

In questo caso, in presenza di un sistema di zonizzazione multipla, la tariffazione realizzabile è potenzialmente più sofisticata. I veicoli che entrano nella zona regolamentata vengono seguiti e localizzati nei punti di passaggio da una zona all'altra. La rispondenza più o meno accurata della tariffa al costo sociale generato è funzione della suddivisione in zone adottata. L'obiettivo di ridurre la congestione, nell'area interessata potrebbe essere perseguito più efficacemente collegando la tariffa alla permanenza, ovvero al tempo trascorso sulla rete indipendentemente dall'uso che ne viene fatto. Con

il Green Paper del 1989 sulla politica dei trasporti, il Governo di Hong-Kong ha effettuato un sondaggio sulla percezione popolare di un sistema di road-pricing sotto forma di area-pricing. Il Second Comprehensive Transport Study su cui si fonda il Green Paper sostiene, sulla base di una simulazione degli effetti dell'imposizione di una tariffa leggermente più bassa di quella della soluzione B precedentemente descritta, che il sistema di tariffazione a zona è il mezzo migliore per controllare la congestione.

L'Area Licensing Scheme a Singapore

Il sistema operativo utilizzato a Singapore rappresenta una delle esperienze più significative, in quanto l'Area Licensing Scheme (ALS), già operativo dal 1975 su un'area di 610 ettari delimitata tramite 22 punti di accesso, verrà trasformato nei primi mesi del 1998 in un sistema di Electronic Road Pricing (ERP), con un costo di installazione di 197 milioni di dollari di Singapore (£ 44 miliardi di lire) ed un costo di gestione, per i primi cinque anni, di 39 milioni di dollari di Singapore (£ 8,7 miliardi di lire). Singapore è una piccola città-stato con una popolazione di 3,4 milioni ed una superficie di 648 chilometri quadrati, con un parco macchine, nel 1995, di 642.000 unità di cui il 53% è posseduto da privati o da imprese. La densità di 210 veicoli/chilometro sarebbe stata ancor più alta se non si fosse intervenuti con misure restrittive sulla proprietà e sulla congestione (Phang S. Y., Asher M. G., 1997). Nel 1995 le competenze di vari enti sono confluite nella Land Transport Authority (LTA) che, sotto la guida del Ministero delle Comunicazioni, ha il compito di promuovere e sostenere l'introduzione di miglioramenti nei sistemi di trasporto terrestre¹⁸. Nell'ambito della strategia delineata nel White Paper, presentato al Parlamento nel gennaio 1996 come documento su cui impostare la costruzione di un sistema di trasporto di livello mondiale, si definiscono i punti principali della politi-

ca dei trasporti: integrazione tra land use, pianificazione urbana e dei trasporti; espansione e ottimizzazione della capacità di trasporto della rete stradale; incremento dell'offerta e della qualità del trasporto pubblico ed, infine, gestione della domanda per l'uso delle strade. L'ALS, già in funzione dal 1975, rimane per il periodo 1975-1989, un sistema dedicato al controllo del traffico nelle ore di punta della mattina, per poi essere applicato nell'intero arco della giornata con una struttura della tariffa a due livelli (Wilson P. W., 1988).

Si riporta una tabella riassuntiva, aggiornata al maggio 1997, con la struttura della tariffa (part-day license e whole-day license) e degli orari su cui si basa l'ALS nella zona del Central Business District.

Per entrare nella zona di circa 725 ettari dove è applicato il provvedimento nei periodi in cui è in funzione il sistema (dalle 7,30 alle 19,00 nei giorni feriali e dalle 7,30 alle 14,00 il sabato), si passa attraverso 33 varchi, esponendo sul parabrezza un permesso di accesso valido per il giorno e per l'orario in cui si sta entrando. La LTA ha assicurato che oltre alla realizzazione dell'ERP verranno varate misure per attenuare l'impatto delle tariffe imposte, ad esempio riduzioni sulle tasse di circolazione annuali. L'ERP si baserà su una tecnologia che prevede una combinazione di radiofrequenze, analisi d'immagine e smart cards. Ciascun veicolo avrà a bordo un In-Vehicle Unit (IVU), composto da un display a cristalli liquidi su cui si può leggere il valore residuo della scheda prepagata. L'IVU confermerà l'inizio e la fine di ogni transazione tramite un segnale acustico che, nel caso il credito residuo scenda al di sotto della soglia delle 22.000 lire, sarà prolungato. Anche le macchine provenienti da altri Stati verranno assoggettate alla tariffa e potranno accedere al centro avendo acquistato un permesso giornaliero o mensile a prezzi maggiorati rispetto ai residenti.

Con il passaggio da una tariffazione al cordone ad un sistema

| Giorno | permesso part-time | | permesso giornaliero | |
|--|--------------------|------------|----------------------|------------|
| | giornaliera | mensile | giornaliera | mensile |
| giorni feriali | 9.30 — 16.30 | | 7.30 — 19.00 | |
| Sabato + vigilia dei 5 giorni di festività nazionale | 9.30 — 14.00 | | 7.30 — 14.00 | |
| Sabato e festività pubbliche | non in funzione | | non in funzione | |
| Tariffa | giornaliera | mensile | giornaliera | mensile |
| Motocicletta | 160 Lire | 3100 Lire | 226 Lire | 4500 Lire |
| Automobile privata ed altri mezzi | 450 Lire | 9000 Lire | 680 Lire | 13500 Lire |
| Auto aziendale | 900 Lire | 18600 Lire | 1300 Lire | 27000 Lire |

Tabella 3: Struttura della tariffa e degli orari su cui si basa l'ALS di Singapore.

FONTE: PHANG S. Y., ASHER M. G., 1997