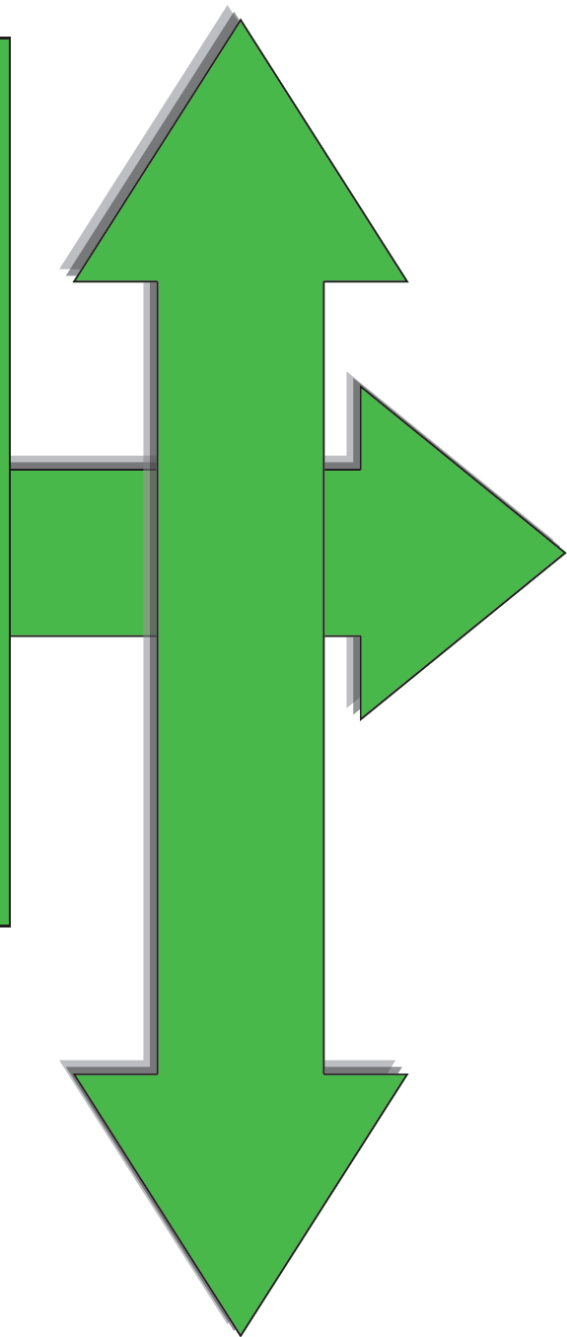


R.E.Po.T.
Rivista di
Economia e
Politica dei
Trasporti



Anno 2015, Numero 1

Rivista Scientifica della Società Italiana di
Economia dei Trasporti e della Logistica



ISSN 2282-6599

Evoluzione della rete italiana delle autostrade del mare

Marino Lupi^{1*}, Alessandro Farina¹, Antonio Pratelli¹, Alessandra Gazzarri¹

¹Polo Sistemi Logistici dell'Università di Pisa con sede a Livorno, Via dei Pensieri 60, 57128 Livorno

Riassunto

Le Autostrade del Mare sono dei servizi di trasporto marittimo a corto raggio (Short Sea Shipping) che hanno fondamentalmente i seguenti obiettivi: costituire una valida alternativa al trasporto di tipo “tutto-strada”; ed integrare i trasporti terrestri, in particolare quando esistono dei vincoli geografici. In questa nota, dopo alcune osservazioni sulla competitività dei servizi di trasporto intermodale basati sulle Autostrade del Mare, rispetto ai servizi di trasporto “tutto-strada”, si analizza lo sviluppo delle rotte da e per i porti italiani. Lo studio mette in evidenza che le rotte delle Autostrade del Mare, fra coppie di porti italiani sulla penisola, non rappresentano, almeno attualmente, un’alternativa efficace al trasporto “tutto-strada”; anche se vi sono dei segni di una inversione di tendenza. Le rotte nazionali delle Autostrade del Mare infatti integrano i collegamenti fra la penisola e le isole; le rotte internazionali delle Autostrade del Mare collegano, fondamentalmente, i porti adriatici con porti della penisola balcanica, in particolare quelli posti sull’altra sponda dell’Adriatico, e i porti tirrenici con i porti, europei e nord africani, del Mediterraneo Occidentale. La nota mette infine in evidenza l’evoluzione delle caratteristiche dei servizi delle Autostrade del Mare negli anni 2008, 2010 e 2012. Seguono alcune considerazioni: sulla competitività del trasporto intermodale, basato su Autostrade del Mare, rispetto al tutto-strada ed sulle azioni relative ad azioni di policy volte a migliorare questa competitività.

Parole chiave: Autostrade del mare, Politica europea dei trasporti, Rotte marittime, Porti italiani, Trasporto intermodale, Trasporto tutto-strada, Competitività trasporto intermodale.

1. Introduzione

Le Autostrade del Mare sono state proposte nel Libro Bianco del 2001 sulla Politica Europea dei Trasporti. Le Autostrade del Mare sono quindi diventate uno dei progetti prioritari del programma della “Trans European Transport Network” (TEN-T) (Parlamento Europeo, 2004). Le Autostrade del Mare sono servizi ro-ro Short Sea Shipping (SSS), ossia servizi ro-ro di trasporto marittimo a corto raggio, che hanno dei particolari attributi. In particolare devono essere: ad orario programmato, regolari, affidabili, a velocità elevata,

* Autore a cui spedire la corrispondenza: Marino Lupi (marino.lupi@unipi.it)

economicamente realizzabili ed integrati nella catena logistica del trasporto porta a porta; ossia deve essere studiato, ed ottimizzato, il coordinamento del trasporto marittimo a corto raggio con i trasporti terrestri (Baird, 2007). L'articolo 12 delle linee guida del 29 Aprile 2004 (Parlamento Europeo, 2004) ha stabilito gli obiettivi principali delle Autostrade del Mare come segue: "La rete europea delle Autostrade del Mare ha come fine quello di concentrare i flussi di merci su itinerari logistici basati sul trasporto marittimo, in modo da migliorare i servizi marittimi esistenti o di stabilire nuovi servizi, regolari, frequenti ed economicamente realizzabili, per il trasporto delle merci fra gli Stati membri al fine di ridurre la congestione stradale e/o migliorare l'accessibilità alle regioni insulari, o periferiche, europee. Le Autostrade del Mare non escludono il trasporto combinato di persone e merci, ammesso che il trasporto delle merci sia predominante".

Lo sviluppo delle Autostrade del Mare in Europa ha riguardato le seguenti aree: Mare del Nord, Mar Baltico, Mediterraneo Occidentale, Mediterraneo Orientale. L'Italia è stata individuata dalla Commissione Europea come Paese "di confine" tra le due aree del Mediterraneo (Ferrari et al., 2011).

Lo sviluppo delle Autostrade del Mare è fortemente supportato dalle politiche della Comunità Europea (Aperte e Baird, 2013). Infatti, malgrado le elevate emissioni del trasporto marittimo, soprattutto relativamente agli SO₂ (Martinez e Sanabra, 2009), le Autostrade del Mare hanno costi esterni più ridotti rispetto al trasporto stradale. Secondo uno studio, citato nel Libro Bianco della Commissione Europea (2001), il trasporto intermodale, basato su Autostrade del Mare, produce, su uno stesso collegamento, 2,5 volte meno inquinamento, in termini di CO₂, dell'alternativa tutto-strada. Un confronto, fatto per il corridoio Genova – Preston, ha messo in luce che il costo esterno è di circa 0,14 €/km per lo short sea shipping rispetto agli 0,24 €/km del trasporto stradale. Esistono però anche studi che mettono in dubbio la migliore "reputazione ambientale" dei servizi ro-ro SSS, rispetto a trasporto stradale (Hejelle, 2010). In ogni caso, come riportato nel Libro Bianco della Commissione Europea (2001), il trasporto stradale ha un elevato tasso di incidentalità.

Il problema principale del trasporto stradale, dopo l'incidentalità, è la saturazione del traffico in determinate zone dell'Europa, come per esempio: l'area di Londra, l'area di Parigi, i Paesi Bassi, alcune zone della Germania e la Pianura Padana: le infrastrutture esistenti sono congestionate ed è molto difficile reperire lo spazio per costruirne di nuove. Da alcuni punti di vista, lo SSS è preferibile anche al trasporto ferroviario: infatti, come riportato nel Libro Bianco, la capacità delle ferrovie è limitata ed in diversi Paesi sono state ottimizzate per il trasporto passeggeri. Inoltre, vi sono ancora diversi colli di bottiglia, soprattutto nelle città più grandi, dove lo stesso tratto di linea è condivisa da treni veloci, lenti e merci.

In più studi sono stati messi in evidenza i vantaggi e gli svantaggi del trasporto SSS (Paixão e Marlow, 2002; Paixão Casaca e Marlow, 2007)

Sono, inoltre, stati fatti diversi studi sulla competitività del trasporto intermodale basato sulle autostrade del mare rispetto al tutto-strada.

Ng (2009) ha analizzato la capacità dello short sea shipping di attrarre parte del traffico merci proveniente dal Belgio e diretto nei Paesi del Baltico; in particolare nei porti: di Tallinn (Estonia), Riga (Lettonia), Klaipeda (Lituania) e Gdynia (Polonia). Nello studio, sono stati considerati i costi generalizzati: costituiti dai costi monetari più il tempo

moltiplicato per il valore monetario del tempo. Ng sostiene che: l'idea che il trasporto marittimo a corto raggio, di tipo ro-ro, sia un modo di trasporto inefficiente è ancora radicata; la competitività delle autostrade del mare è limitata al servizio di zone costiere che abbiano, però, un largo e stabile bacino di utenza; è fondamentale che la Ue investa sulle infrastrutture portuali per migliorare l'efficienza del trasporto intermodale basato su Autostrade del Mare.

Fusco et al. (2012) hanno sviluppato un modello quantitativo per confrontare i costi totali (costi capitale, costi del personale, costi del carburante, altri costi) del trasporto intermodale e del trasporto tutto-strada. Il modello proposto da questi autori considera tre scenari: tutto-strada, trasporto intermodale, con Autostrade del Mare, non accompagnato, trasporto intermodale, con Autostrade del Mare, accompagnato. Sulla relazione Barcellona-Civitavecchia, dall'analisi, è risultato che il trasporto di tipo Autostrada del Mare, non accompagnato, è quello più economico.

Le Autostrade del Mare però hanno diversi problemi. Infatti, non possono fornire un collegamento porta a porta: hanno perciò la necessità di integrarsi col trasporto stradale e ferroviario, e di una rete di terminali localizzati in posizioni strategiche. Inoltre, l'efficienza dei porti e dei collegamenti tra i porti e l'hinterland è ancora molto limitata (Paixao e Marlow, 2002). Un aspetto critico è senz'altro la complessità delle procedure amministrative che devono essere svolte nei porti, che sono di gran lunga superiori a quelle che devono essere svolte negli altri terminali: questo porta ad elevati tempi persi e quindi ad una forte riduzione dell'efficienza dei servizi di Autostrade del Mare (Medda e Trujillo, 2010). Inoltre, malgrado tutti i tentativi compiuti in questo ambito, i servizi di Autostrade del Mare sono ancora caratterizzati da una frequenza e da un'affidabilità ridotte. Oltre a ciò, i prezzi del carburante sono troppo elevati, per cui i costi di bunkeraggio possono arrivare (Fusco et al., 2012) a poco meno della metà del totale dei costi di trasporto: nel caso di trasporto non accompagnato.

Affinché si abbia l'integrazione delle Autostrade del Mare con i sistemi di trasporto terrestre è necessario migliorare tre aspetti del problema: primo, adeguare l'accessibilità, ferroviaria e stradale ai porti; secondo, implementare una migliore cultura organizzativa da parte delle compagnie di spedizione e delle autorità portuali; terzo, migliorare le performance delle Autostrade del Mare in termini di: puntualità, flessibilità, disponibilità e frequenza dei servizi.

In questa nota sono, in primo luogo, esposte le principali politiche adottate per supportare lo sviluppo delle Autostrade del Mare in Europa, ed in particolare in Italia, e sono forniti alcuni dati statistici aggregati su di esse. Quindi sono esposte le principali caratteristiche dei servizi di Autostrade del Mare, da e per i porti italiani, nel 2012: i dati sono stati reperiti nel mese di novembre 2012. Viene poi descritto l'evoluzione dei servizi delle Autostrade del Mare negli anni 2008, 2010 e 2012. Infine sono riportate le conclusioni dell'analisi con alcune considerazioni: sulla competitività del trasporto intermodale, basato su Autostrade del Mare, rispetto al tutto-strada ed sulle azioni relative ad azioni di policy volte a migliorare questa competitività.

2. Le politiche per lo sviluppo del sistema delle Autostrade del Mare ed alcuni dati statistici aggregati

La revisione, del 2004, delle linee guida per lo sviluppo delle reti TEN-T (Parlamento Europeo, 2004) comprende lo sviluppo dei seguenti 4 corridoi di Autostrade del Mare come progetti prioritari delle reti TEN-T:

1. Mare Baltico: le Autostrade del Mare del Corridoio del Mar Baltico collegano gli Stati membri, che si affacciano sul Mar Baltico, con quelli dell'Europa Centrale ed Occidentale.
2. Mare del Nord ed Europa Occidentale: si estendono dal Portogallo e dalla Spagna, lungo l'Oceano Atlantico, al Mare del Nord e al Mare Irlandese.
3. Europa Sud Orientale: connettono il Mare Adriatico, il Mare Ionio ed il Mediterraneo Orientale.
4. Europa Sud Occidentale: si estendono al Mediterraneo Occidentale, connettendo Italia, Francia e Spagna; questo corridoio è inoltre, ovviamente, collegato con quello dell'Europa Sud Orientale.

Nell'intenzione dell'Unione Europea (UE) la rete delle Autostrade del Mare si deve estendere anche ai paesi vicini alla Unione Europea, collegando i quattro corridoi europei, sopra citati, al Mar Nero ed al Canale di Suez (Commissione Europea, 2007a).

La Commissione Europea ha messo in evidenza che un servizio marittimo ad alta frequenza è essenziale per il successo dei servizi delle Autostrade del Mare. L'alta frequenza del servizio, come variabile fondamentale per aumentare la quota parte di domanda assorbita dal trasporto intermodale, basato su Autostrade del Mare, è stata messa in evidenza, anche in letteratura, da studi svolti nel settore dei modelli di utilità aleatoria nella domanda di trasporto merci (Feo et al., 2011). Di conseguenza, i servizi delle Autostrade del Mare devono essere focalizzati su collegamenti fondamentali, in modo da raggiungere la massa critica di traffico, e solo un numero limitato di porti può essere interessato da questo tipo di collegamenti. Oltre a ciò l'intera catena logistica deve essere considerata nella sua interezza: dalle fabbriche, dove le merci vengono prodotte, fino al consumatore finale. Questo richiede la creazione di partenariati fra le parti interessate, pubbliche e private: operatori portuali, compagnie marittime, operatori del trasporto terrestre, operatori logistici integrati, autorità portuali, enti territoriali regionali, enti territoriali comunali. Tutti gli stakeholder, secondo la Commissione Europea, devono concentrare gli sforzi per realizzare le Autostrade del Mare. Ciò richiede non solo lo sviluppo delle infrastrutture fisiche necessarie per il trasporto intermodale, ma anche il superamento di problemi di tipo politico, amministrativo e legale.

Riassumendo, le principali azioni per sviluppare le Autostrade del Mare sono (Commissione Europea, 2007b):

- integrazione delle Autostrade del Mare in una più generale pianificazione dei trasporti;
- cooperazione fra tutti gli attori della catena logistica, inclusi gli operatori portuali;
- miglioramento della capacità, dell'accessibilità e dell'efficienza portuale;
- disponibilità di collegamenti con l'entroterra affidabili e non congestionati;
- creazione di sistemi informativi integrati;
- disponibilità di adeguate unità navali;
- riduzione della burocrazia;

- sviluppo della promozione e commercializzazione;
- raccolta dei benefici della forte espansione del trasporto in contenitori;
- coordinamento degli strumenti di finanziamento;
- controllo della distorsione della concorrenza;
- adeguata formazione delle professioni marittime.

A livello italiano, nel mese di ottobre del 2007 è stato pubblicato, dal Ministero dei Trasporti, il Piano Generale della Mobilità (Ministero dei Trasporti, 2007a). Nel Piano Generale per la Mobilità è stato previsto che lo sviluppo del sistema di Autostrade del Mare italiano possa:

- Produrre un significativo trasferimento modale dalla strada al trasporto marittimo, riducendo così l'inquinamento dell'aria, i livelli di congestione e di incidentalità causati dal trasporto su strada.
- Completare e integrare i servizi forniti dalla rete ferroviaria italiana.
- Stimolare lo sviluppo della cantieristica italiana.
- Stimolare la crescita del PIL italiano e ridurre il tasso di disoccupazione.
- Aumentare la competitività delle imprese italiane nel contesto del mercato globale, riducendo i costi di trasporto generalizzati, con particolare riguardo alle rotte da/per il Maghreb, il Mar Nero e le regioni del Mediterraneo orientale.

Le prime azioni di politica nazionale volte a costruire una rete di Autostrade del Mare sono state messe in atto a partire dal 2001. In particolare, nel 2002, il governo italiano ha promosso l'iniziativa dell'“ecobonus” e nel 2004 ha costituito una nuova società controllata dallo stato, Rete Autostrade Mediterranee (RAM), con il compito specifico di sostenere e coordinare azioni per lo sviluppo di servizi di Autostrade del Mare a livello nazionale ed europeo.

Tuttavia, i dati statistici mostrano chiaramente che molto sforzo deve ancora essere fatto per attuare la politica europea delle Autostrade del Mare. Nell'UE-28, nel 2013, le Autostrade del Mare hanno assorbito un traffico pari solo al 1,7% del traffico merci assorbito dal sistema stradale: il traffico totale delle Autostrade del Mare, in Europa, è stato pari a 234,8 milioni di tonnellate (139,8 accompagnato e 95,1 non accompagnato), mentre il traffico merci su strada è stato pari a 13.941,4 milioni di tonnellate (fonte: Eurostat). In Italia, nel 2013, le Autostrade del Mare hanno assorbito solo il 5,1 % del traffico merci assorbito dal trasporto stradale (una percentuale, comunque più che doppia rispetto a quella totale europea): il traffico totale delle Autostrade del Mare, in Italia, è stato pari a 52,2 milioni di tonnellate (34,3 milioni di “accompagnato” e 17,9 milioni di “non accompagnato”), mentre il traffico merci su strada è stato pari a 1.023,9 milioni di tonnellate (fonte: Eurostat).

I dati italiani sono migliori rispetto alla media europea, tuttavia questi dati mostrano chiaramente che una rilevante riduzione del traffico stradale, connessa allo sviluppo delle Autostrade del Mare, non è ancora stata raggiunta e molto sforzo deve essere ancora profuso, dall'UE, ed in particolare dall'Italia, in questo settore. L'Italia, in particolare, deve, naturalmente, cercare di sfruttare la posizione geografica, al centro del Mediterraneo, e l'ampia estensione delle coste.

D'altra parte, vi sono benefici, in termini di tonnellate-km di trasporto merci stradale risparmiate grazie alle Autostrade del Mare in Europa (tab.1, da Ferrari et al., 2011, pag. 3). In particolare, i risparmi nel trasporto stradale sono evidenti per le connessioni a medio-lungo raggio che spesso vengono tuttora svolte mediante spostamenti tutto-strada.

Tabella 1: Risparmio in tonn-km, % sul totale del traffico sulla rete stradale europea, attraverso l'implementazione delle Autostrade del Mare (Ferrari et al., 2011).

Corridoi di trasporto merci	% in tonn-Km risparmiate
Southern Jutland (DK) and German Baltic Sea coast to Baltic States	0,24%
Poland - East Sweden	0,08%
German Baltic Sea coast- Finland	0,12%
Trieste/ Slovenia - Greece	0,15%
Ireland - Spain/ Portugal	0,33%
French north coast - Spanish north coast	0,49%
French Atlantic coast - Spanish north coast	0,96%
Belgium/ Netherlands - Portugal	0,54%
Spain - northern Italy	0,10%
France - Italy	0,10%

Fonte: Commissione Europea, 2006.

Deve comunque essere messo in evidenza che la possibilità che il trasporto marittimo di tipo short sea shipping possa spostare tonnellate dal trasporto stradale non può essere sopravvalutata.

In sede europea viene spesso messo in evidenza che lo SSS è l'unico sistema di trasporto che ha "tenuto testa", negli ultimi venti anni, alla crescita del trasporto stradale. Nel 2012 la "splittatura" modale, in Europa, è risultata: 44,9% strada, contro 37,2% trasporto marittimo; in termini di tonn-km (EU Transport in figures, 2014). Però su un totale di 1.746,426 milioni di tonnellate di SSS in Europa : 45% sono rinfuse liquide; 19,5% sono rinfuse secche; 14% sono contenitori; 8% sono merci varie convenzionali; 13,4% sono ro-ro (8% accompagnato, 5,4 non accompagnato) (Fonte: Eurostat). In Italia sempre riguardo lo SSS abbiamo 272,295 milioni di tonnellate: 48,7% sono rinfuse liquide; 11,3 % sono rinfuse secche; 14,4% sono contenitori; 6,4% sono merci varie convenzionali ; 19,2 % sono ro-ro (12,6% accompagnato, 6,6% non accompagnato) (Fonte: Eurostat).

Uno studio (Dubreuil, 2009, in Douet e Cappuccilli, 2011, tab.2) mette in evidenza che il 90% del traffico ro-ro (quantizzato in numero di mezzi pesanti) è relativo al traffico con le isole od al superamento di uno stretto; il 4,9% è traffico ro-ro relativo ad un percorso più

breve (“shortest links”) e solo il 4,8% del traffico ro-ro è relativo ad itinerari che sono paralleli ad itinerari stradali.

Tabella 2: Localizzazione dei commerci di tipo ro-ro in Europa nel 2001.

Seaside	Type of route	Lorries (number)	%
Baltic	Islands and straits	405 962	2.5
	Shortest link	190 235	1.2
	Itinerary parallel to road transport	136 787	0.8
Öresund strait, Great Belt	Islands and straits	2 387 649	14.7
	Shortest link	105 454	0.6
	Itinerary parallel to road transport	58 353	0.4
North Sea (English Channel included)	Islands and straits	7 508 265	46.2
	Shortest link	18 110	0.1
	Itinerary parallel to road transport	434 371	2.7
Atlantic	Islands and straits	0	
	Shortest link	0	
	Itinerary parallel to road transport	10 019	0.1
Gibraltar	Islands and straits	46 509	0.3
	Shortest link	0	
	Itinerary parallel to road transport	0	
West Med/Gulf of Lions (Morocco included)	Islands and straits	1 902 095	11.7
	Shortest link	32 394	0.2
	Itinerary parallel to road transport	13 414	0.1
Tyrrhenian Sea	Islands and straits	8645	0.1
	Shortest link	460 665	2.8
	Itinerary parallel to road transport	2819	0
Aegean Sea	Islands and straits	2380 509	14.7
	Shortest link	863	0
	Itinerary parallel to road transport	136 594	0.8
<i>Total by type of route</i>	<i>Islands and straits</i>	<i>14 639 634</i>	<i>90.1</i>
	<i>Shortest links</i>	<i>807 721</i>	<i>4.9</i>
	<i>Itinerary parallel to road transport</i>	<i>792 357</i>	<i>4.8</i>
Grand total		16 239 712	100

Fonte: Dubreuil (2009), in Douet e Cappuccilli (2011), tab. 3 pag. 973.

3. Le rotte delle Autostrade del Mare nell'anno 2012

E' stata eseguita un'indagine sulle rotte delle Autostrade del Mare da/per i porti italiani. I dati sono stati raccolti nel novembre 2012. Le rotte nazionali (che collegano esclusivamente porti italiani fra loro) sono 35, gestite da 14 compagnie di navigazione, con 166 partenze alla settimana dai 20 porti italiani che sono interessati dalle Autostrade del Mare nazionali. Le rotte internazionali sono 56, gestite da 24 compagnie di navigazione, con 241 partenze alla settimana: esse collegano 17 porti italiani con 24 porti non italiani. Il numero totale di rotte rilevate, nel mese di novembre 2012, è 91, gestite da 37 compagnie di navigazione, con 407 partenze settimanali e 50 porti collegati: 26 italiani e 24 non italiani. Per quanto riguarda i porti italiani: 9 sono interessati da rotte solo nazionali, 6 da rotte solo internazionali e 11 da rotte sia nazionali sia internazionali.

Le rotte nazionali più frequenti sono risultate: Civitavecchia - Olbia, con 15 collegamenti settimanali; Napoli - Palermo, con 14 collegamenti settimanali; Livorno - Olbia, con 13 collegamenti settimanali; Salerno - Messina, con 13 collegamenti settimanali. Le rotte nazionali delle Autostrade del Mare sono riportate nella tabella 3.

Le rotte nazionali più lunghe sono risultate: Catania-Ravenna, 1179 km; Catania-Genova, 997 km; Catania-Livorno, 882 km.

Tabella 3: Rotte nazionali da / per i porti italiani. I dati si riferiscono a novembre 2012.

<i>Rotta</i>	<i>Operatore</i>	<i>Frequenza settimanale</i>	<i>Tempo medio viaggio (h)</i>	<i>Distanza (km)</i>
Arbatax-Cagliari-Civitavecchia	Tirrenia navigazione	2	11.5	597
Arbatax-Genova	Tirrenia navigazione	2	19	516
Arbatax-Olbia-Genova	Tirrenia navigazione	3	18	535
Cagliari-Civitavecchia	Tirrenia navigazione	5	13	445
Cagliari-Livorno	Tirrenia, Armamento Sardo	7	18.5	572.6
Cagliari-Napoli	Tirrenia navigazione	2	16	502.9
Cagliari-Palermo	Tirrenia navigazione	1	14	416.2
Cagliari-Salerno	Grimaldi Lines	1	18	328.5
Cagliari-Trapani	Tirrenia navigazione	1	10	327
Cagliari-Vado Ligure	Gruppo Grendi	3	24	685.9
Catania-Civitavecchia	Grimaldi Lines	2	19	644.8
Catania-Genova	Grimaldi Lines	4	29	997.4
Catania-Livorno	Grimaldi Lines, Italtrag	3	25	882.2
Catania-Napoli	TTT Lines	7	10.5	440.2
Catania-Ravenna	Tirrenia Div. Adriatica	3	12.5	1179.3
Catania-Salerno	Grimaldi Lines	3	14	393.2
Civitavecchia-Olbia	Tirrenia, SNAV	15	15	222.8
Civitavecchia-Palermo	Grandi Navi Veloci, SNAV	6	14.5	472
Civitavecchia-Porto Torres	Grimaldi Lines	2	7	318.5
Civitavecchia-Trapani	Grimaldi Lines	1	14.5	458.7
Genova-Olbia	Tirrenia Navigazione	3	11.5	418.7
Genova-Palermo	GNV, Grimaldi	8	20	796
Genova-Porto Torres	Tirrenia Navigazione	7	11.5	399.5
Golfo Aranci – Livorno	Sardinia Ferries	4	10	391.6

Livorno-Olbia	Armamento Sardo, Moby	13	8.5	313.5
Livorno-Palermo	Grimaldi Lines, Italtrag	5	19	696.9
Livorno-Termini Imerese	Grandi Navi Veloci	3	18.5	721
Livorno-Trapani	Italtrag	3	22	686.9
Marina di Carrara-Olbia	Armamento Sardo	6	12	359.7
Messina-Salerno	Caronte & Tourist	13	8	296.5
Milazzo-Napoli	Siremar	2	23	325.1
Napoli-Palermo	SNAV, Tirrenia	14	10.5	320.5
Palermo-Salerno	Grimaldi Lines	2	9.5	316
Salerno-Termini Imerese	Caronte & Tourist	6	9	311.7
T.ni Imerese -Vado Ligure	Strade Blu	4	24	846

Fonte: Sito Rete Autostrade Mediterranee, siti web di compagnie di navigazione.

Le rotte internazionali più frequenti sono risultate: Bari–Durazzo con 31 collegamenti settimanali; Ancona-Igoumenitsa-Patras con 19 collegamenti settimanali; Brindisi-Valona con 17 collegamenti settimanali; Brindisi-Corfu-Igoumenitsa-Patras, con 12 collegamenti settimanali; Livorno-Bastia, con 10 collegamenti. Le rotte internazionali delle Autostrade del Mare sono riportate nella tab. 4.

Le rotte internazionali più lunghe sono risultate: Trieste-Mersin, 2546 km, Trieste – Pendik, 2215 km; Livorno – Barcelona – Tangier, 2385 km.

Tabella 4: Rotte internazionali da e per i porti italiani. I dati si riferiscono a novembre 2012.

<i>Rotta</i>	<i>Operatore</i>	<i>Frequenza settimanale</i>	<i>Tempo medio viaggio (h)</i>	<i>Distanza (km)</i>
Ancona-Durres	Adria Ferries	3	19	575
Ancona-Igoumenitsa-Patras	Adria Ferries, Anek Lines, Minoan	19	22	953
Ancona-Split	Blu Line, Jadrolinija	9	10	260
Ancona-Zadar	Jadrolinija	3	6	180.9
Bari-Bar	Montenegro Lines	2	9	215
Bari-Corfu-Igoumenitsa	Nel Lines, Ventouris	9	11	363
Bari-Corfu-Igoumenitsa-Patras	Superfast	7	9.5	574
Bari-Dubrovnik	Jadrolinija	6	9	201
Bari-Durres	Adria, Albanian, European Seaways, Adriatica Traghetti, Ventouris	31	8	221.8
Brindisi-Corfu-Igoumenitsa	Agoudimos, Grimaldi Lines	9	9	259
Brindisi-Corfu-Igoumenitsa-Patras	Grimaldi Lines, Endeavor	12	16	499
Brindisi-Vlore	Agoudimos, European Ferries, Star Ferries	17	7.5	133.8
Cagliari-Valencia	Grimaldi Lines	3	23	867.9
Catania-Civitavecchia-Barcelona-Civitavecchia-Catania-Malta	Grimaldi Lines	2	40	1699.7
Catania-Corinth	Grimaldi Lines	1	25	710.1
Catania-Malta	Grimaldi Lines	3	7	208
Civitavecchia-Barcelona	Grimaldi Lines	6	19	826.9
Civitavecchia-Palermo-Tunis	SNAV, Grandi Navi Veloci	2	24	779.2

RIVISTA DI ECONOMIA E POLITICA DEI TRASPORTI
(2015), n° 1, articolo 1, ISSN 2282-6599

Civitavecchia-Trapani-Tunis	Grimaldi Lines	1	22.5	699.9
Genova-Alger	Messina	1	240	965
Genova-Barcelona	Grandi Navi Veloci	1	18	666.5
Genova-Barcelona-Tangier	Grimaldi Lines	2	49	1706.6
Genova-Catania-Malta	Grimaldi Lines	3	38	1205.4
Genova-Catania-Malta-Tripoli	Grimaldi Lines	1	68	1565.5
Genova-Livorno-Catania-Patras- Bar-Catania-Salerno-Genova	Grimaldi Lines	1	39	3305.1
Genova-Malta	Messina	1	39	1067.2
Genova-Napoli-Tunis	Messina	1	24	1212.5
Genova-Palermo-Tunis	Grimaldi Lines	2	35	1150.7
Genova-Tunis	CTN, Grandi Navi Veloci	5	24	867.3
Livorno-Barcelona	Flota suardiaz	4	27	712.2
Livorno-Bastia	Corsica ferries	10	4	113.6
Livorno-Barcelona-Tangier	Grimaldi Lines	1	62	2384.6
Livorno-Catania-Malta	Grimaldi Lines	3	28	1094.2
Livorno-Catania-Patras	Grimaldi Lines	1	52	1477.6
Livorno-Palermo-Tunis	Grimaldi Lines	2	36	1044.9
Livorno-Savona-Barcelona	Grimaldi Lines	1	23	800.8
Livorno-Savona-Barcelona- Valencia	Grimaldi Lines	4	47	1107.7
Livorno-Tripoli	Grimaldi Lines	1	120	1214
Palermo-Salerno-Cagliari- Valencia	Grimaldi Lines	2	60	1502.8
Porto Torres-Marseille	SNCM	3	17	407.3
Porto Torres-Propriano	SNMC	2	3.5	169
Pozzallo-Malta	Virtù Ferries	8	1.5	95.7
Salerno-Malta	Grimaldi Lines	1	25	571.9
Salerno-Tripoli	Grimaldi Lines	1	57	925.3
Salerno-Tunis	Grimaldi Lines	2	24	581.5
Salerno-Valencia	Grimaldi Lines	1	42	1319.7
Savona-Bastia	Corsica ferries	5	10.5	200.6
Trapani-Civitavecchia-Barcelona	Grimaldi	1	42	1285.6
Trieste-Ambarli	UN Ro.Ro	1	48	2192.6
Trieste-Ancona-Igoumenitsa- Patras	Grimaldi Lines	3	72	1234
Trieste-Cesme	Ulusoy Gemi Isletmeleri	3	58	1931.1
Trieste-Durres	Agemar	2	24	735.2
Trieste-Mersin	UN Ro.Ro	2	60	2545.9
Trieste-Pendik	UN Ro.Ro	7	60	2214.9
Venezia-Igoumenitsa-Corfu-Patras	Minoan Lines	2	36	1205.9
Venezia-Igoumenitsa-Patras	Anek Lines	5	35	1150.5

Fonti: Sito Rete Autostrade Mediterranee, siti web di compagnie di navigazione.

Le rotte delle Autostrade del Mare nazionali di solito collegano la terraferma con le isole. Molte di queste rotte servono anche il trasporto passeggeri, che però ha un'alta variazione stagionale, soprattutto per quanto riguarda le rotte da e per la Sardegna. La scelta del periodo dell'indagine, novembre, è stata fatta tenendo conto proprio di questo fatto, ossia

per evitare di rilevare servizi che siano esclusivamente stagionali. Vi sono solo poche rotte che collegano i porti della penisola e queste connessioni sono sempre parte di collegamenti internazionali a lungo percorso, ed inoltre registrano anche una bassa frequenza di servizio. Queste rotte sono: Genova - Livorno e Salerno - Genova (sia la prima rotta, sia la seconda in un solo senso), che sono parte della rotta internazionale Genova – Livorno – Catania – Patras – Bar – Catania – Salerno – Genova (frequenza di un servizio per settimana); Genova - Napoli (in entrambi i sensi) che è parte della rotta Genova – Napoli - Tunisi (frequenza di un servizio per settimana); Trieste – Ancona (in entrambi i sensi), che è parte della rotta Trieste – Ancona – Igoumenitsa – Patras e ritorno (3 servizi per settimana); Livorno – Savona (8 servizi per settimana) e Savona – Livorno (2 servizi per settimana), che sono parte della rotta internazionale Livorno – Savona – Barcellona e Livorno – Savona – Valencia. Non si hanno notizie sicure sul fatto che il traffico, sia con origine, sia con destinazione, in porti nazionali sia accettato su queste rotte (solo sulla rotta Trieste - Ancona è sicuro che sia accettato). A questo proposito, ossia di rotte che collegano porti domestici della penisola, deve però essere messo in evidenza che nell'anno 2013 la Grimaldi ha iniziato un servizio Ravenna – Brindisi – Catania che collega due porti nella penisola, Ravenna e Brindisi, all'interno di una rotta tutta nazionale (su questa rotta la merce fra Ravenna e Brindisi è accettata).

Tabella 5: Numero di connessioni delle Autostrade del Mare, per settimana, tra ogni coppia di porti italiani. I dati si riferiscono al novembre 2012.

<i>Number of services by week</i>	Arbatax	Cagliari	Catania	Civitavecchia	Genova	Golfo Aranci	Livorno	Marina Carrara	Messina	Milazzo	Napoli	Olbia	Palermo	Porto Torres	Ravenna	Salerno	Savona	T.ni Imerese	Trapani	Vado Ligure
Arbatax	0	2	0	2	5	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Cagliari	2	0	0	7	0	0	7	0	0	0	2	0	3	0	0	3	0	0	1	3
Catania	0	0	0	4	9	0	8	0	0	0	7	0	0	0	0	4	0	0	0	0
Civitavecchia	2	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	15	8	2	3	0	0	0	3	0
Genova	5	0	9	0	0	0	1	0	0	0	3	6	10	7	0	1	0	0	0	0
Golfo Aranci	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Livorno	0	7	8	0	1	4	0	0	0	0	0	13	7	0	0	1	5	3	3	0
Marina Carrara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Messina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0
Milazzo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Napoli	0	2	7	0	3	0	0	0	0	2	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0
Olbia	3	0	0	15	6	0	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palermo	0	3	0	8	10	0	7	0	0	0	14	0	0	0	0	5	0	0	0	0
Porto Torres	0	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ravenna	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Salerno	0	3	4	0	1	0	1	0	13	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
Savona	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T.ni Imerese	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	4
Trapani	0	1	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vado Ligure	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0

Fonte: Sito Rete Autostrade Mediterranee, siti web di compagnie di navigazione.

Per quanto riguarda il numero di destinazioni con cui ciascun porto italiano è collegato, il più importante porto italiano per le Autostrade del Mare, nel 2012, è risultato Livorno, che è collegato con 10 porti italiani e con 9 porti non italiani. Il secondo porto per numero di destinazioni servite è Genova con 16 destinazioni totali. Per quanto riguarda invece la frequenza settimanale del servizio, Livorno è risultato il più importante porto, con 66 partenze, seguito da Bari, con 55 partenze.

Il numero di collegamenti, settimanali, tra i porti italiani nell'anno 2012, è riportato nella tab. 5.

4. Lo sviluppo delle rotte delle Autostrade del Mare negli anni 2008 –2010 –2012.

E' stato eseguito un confronto con le analisi riportate in Danesi et al. (2008, 2010), che si riferiscono alle rotte delle Autostrade del Mare rilevate nel mese di febbraio del 2008 e del marzo del 2010. Le rotte relative agli anni 2008 e 2010 sono ampiamente presentate in Lupi e Farina (2014).

Facendo un confronto fra le rotte di Autostrade del Mare operate nel 2008, 2010 e il 2012, possiamo vedere (come indicato nella tab.6) che: il numero delle rotte è cresciuto, la loro frequenza leggermente diminuita, e il numero di porti collegati ha registrato un lieve aumento. Ma, come mostrato nella tab.7, è con riguardo al numero di rotte delle Autostrade del Mare che toccano 3 porti, e più di 3 porti, che la situazione è decisamente cambiata negli anni 2008-2012. Il numero di rotte che toccano 3 porti è aumentato: da 4 nel 2008, a 10 nel 2010 e a ben 19 nel 2012. Le rotte delle Autostrade del Mare che toccano più di 3 porti erano assenti fino al 2010 e sono, invece, diventate in numero di 9 nel 2012.

Tabella 6: Sintesi del confronto tra il 2008, il 2010 e il 2012: numero di porti collegati, numero di partenze settimanali, numero di rotte (febbraio 2008, marzo 2010 e novembre 2012).

	<i>Numero di porti collegati</i>			<i>Numero di partenze settimanali</i>			<i>Numero di rotte</i>		
	<i>2008</i>	<i>2010</i>	<i>2012</i>	<i>2008</i>	<i>2010</i>	<i>2012</i>	<i>2008</i>	<i>2010</i>	<i>2012</i>
Nazionali	24	27	26	169	174	166	28	32	35
Internazionali	22	23	24	245	250	241	50	45	56
Totali	46	50	50	414	424	407	77	77	91

Tabella 7: Numero di rotte che attraversano un diverso numero di porte negli anni 2008, 2010, 2012. I dati si riferiscono alle rotte sia nazionali sia internazionali (febbraio 2008, marzo 2010, Novembre 2012).

<i>Tipologia di rotte</i>	<i>2008</i>	<i>2010</i>	<i>2012</i>
Rotte che toccano soltanto 2 porti	73	67	63
Rotte che toccano 3 porti	4	10	19
Rotte che toccano più di 3 porti	0	0	9

Il tempo di percorrenza medio è variato da 22,12 ore nel 2008 a 19,8 ore nel 2010 e a 24,0 ore nel 2012. La velocità media è variata da 34,3 km/h nel 2008, a 34,0 km/h nel 2010 e al 33,1 km/h nel 2012.

Per valutare la connettività delle reti delle Autostrade del Mare, e la sua variazione negli anni 2008-2012, sono stati utilizzati due misure: l'indice beta e l'indice gamma (Xie e Levinson, 2009; Han et al., 2009). L'indice beta misura il numero medio di archi per nodo: è dato dal rapporto tra il numero di archi ed il numero di nodi della rete. D'altra parte, l'indice gamma mette in evidenza il grado di connessione, ma in senso relativo, di una rete: è dato dal rapporto tra il numero di archi reali ed il numero massimo (potenziale) di archi. Questo calcolo è disponibile per le linee delle Autostrade del Mare nazionali. Chiamando L il numero di archi e n il numero di nodi, sia:

$$\beta = L/n \quad (1)$$

e

$$\gamma = L/[n(n-1)] \quad (2)$$

Ciascun arco è stato considerato non direzionale.

Le misure di connessione sono riportate nella tab. 8. La connettività è aumentata dal 2008 al 2012. Questo si è verificato perché le rotte attraversano un numero più alto di porti. Inoltre l'aumento dell'indice gamma mette in evidenza come il numero di collegamenti potenziali che siano stati effettivamente implementati sia aumentato.

Tabella 8: Valori delle misure di connessione, indici beta e gamma, nella rete delle Autostrade del Mare nazionali, negli anni 2008, 2010, 2012

<i>Indici</i>	<i>2008</i>	<i>2010</i>	<i>2012</i>
n , numero di nodi (porti)	18	19	20
L , numero di archi	56	64	72
$\beta = L/n$	3,11	3,37	3,6
$\gamma = L/[n(n-1)]$	0,16	0,19	0,20

5. Considerazioni e conclusioni

La politica dei trasporti della UE sostiene lo sviluppo della rete delle Autostrade del Mare come un sistema di assi prioritari inquadrati nel programma TEN-T. Con lo sviluppo delle Autostrade del Mare si prevede di assorbire una parte significativa del traffico merci su strada, al fine di ridurre le esternalità negative, diminuire la congestione sulla rete stradale europea e migliorare l'accessibilità delle regioni europee periferiche. Il sistema delle Autostrade del Mare può effettivamente riuscire a determinare un trasferimento modale verso il trasporto marittimo a corto raggio solo se questo viene attuato attraverso servizi che sono, per qualità, paragonabili al servizio offerto dal modo di trasporto stradale. Qualità e competitività riguardano: la regolarità e la frequenza dei servizi offerti; l'efficienza delle operazioni e dei servizi portuali, ma anche dei servizi svolti nel retroterra portuale; il coinvolgimento e la cooperazione dei soggetti pubblici e privati che sono coinvolti nella catena logistica.

Nel contesto generale della politica dei trasporti e della legislazione della UE, le autorità nazionali italiane riconoscono il ruolo specifico dei collegamenti delle Autostrade del Mare come una delle aree di azione strategiche che possono facilitare la mobilità delle merci. Il cosiddetto “ecobonus”, che è un incentivo che il governo italiano offre alla comunità degli autotrasportatori, ha lo scopo di spostare significativi volumi di traffico dalla strada ai servizi di Autostrade del Mare che coinvolgono i porti italiani. Inoltre il governo italiano ha costituito una nuova società, controllata dallo stato, ossia Rete Autostrade Mediterranee (RAM), con il compito specifico di sostenere e coordinare azioni per lo sviluppo di servizi di Autostrade del Mare a livello nazionale ed europeo.

Nel 2013 i volumi di traffico merci, sui collegamenti, nazionali ed internazionali, delle Autostrade del Mare, da e per i porti italiani, sono stati pari al 5,1% dei volumi di traffico merci assorbiti dal sistema stradale italiano. Tuttavia, va sottolineato che, in Italia, le rotte nazionali delle Autostrade del Mare, che collegano porti nazionali della penisola, sono poche e sono parte di rotte internazionali, con l’eccezione della recente rotta Ravenna – Brindisi, che è parte della rotta, esclusivamente nazionale, Ravenna – Brindisi – Catania. Tuttavia la penisola italiana è caratterizzata da due corridoi “naturali” di Autostrade del Mare: il corridoio tirrenico e il corridoio adriatico, che potrebbero “scaricare” le grandi autostrade longitudinali italiane (Autostrada del Sole e Autostrada Adriatica). Sia l’efficienza dei porti, che sono nodi intermodali molto complessi, sia la velocità di crociera delle navi ro-ro, che determina i tempi di viaggio via mare, ma soprattutto la frequenza del servizio e l’affidabilità del servizio offerto, sembrano essere elementi molto critici affinché i servizi delle Autostrade del Mare possano competere con i servizi offerti dal tutto-strada (Bergantino e Bolis, 2003).

L’economia italiana è attualmente in forte crisi, e negli anni 2010-2012 si è registrato un forte calo nel commercio marittimo italiano (fonte: Eurostat). Il cambiamento delle caratteristiche delle rotte delle Autostrade del Mare, dal 2010 al 2012, mette chiaramente in evidenza questa situazione: le frequenze settimanali sono diminuite, i tempi di percorso e le lunghezze delle rotte sono aumentate: specialmente perché è cresciuto il numero di porti toccati lungo la rotta. Questa scelta, di operare rotte più lunghe, viene effettuata dalle compagnie marittime al fine di cercare nuovi mercati e limitare la parte del viaggio compiuta con un basso fattore di carico; questo, tuttavia, diminuisce la velocità del servizio, aumenta i tempi di viaggio e quindi diminuisce la competitività del trasporto intermodale strada - Autostrade del Mare – strada, rispetto al modo di trasporto tutto-strada. E’ inoltre da mettere in evidenza che negli anni 2010 - 2012 il numero di rotte operate ha registrato un aumento. Nuovamente si tratta di un tentativo da parte delle compagnie di navigazione di entrare in nuovi mercati, ma poiché questi nuovi mercati sono in sviluppo, le frequenze offerte, su queste nuove rotte, sono tenute basse e perciò viene a mancare un attributo fondamentale (la frequenza del servizio offerto) della competitività rispetto al tutto-strada.

Vi sono diversi miglioramenti che possono essere espletati in merito ai servizi di Autostrade del Mare. La mancanza più grande riguarda, come è stato detto, i collegamenti tra i porti della Penisola, anche se l’esistenza di una grande quantità di collegamenti tra i porti tirrenici della Penisola e quelli della Sicilia consente di fornire una valida alternativa alla Salerno – Reggio Calabria che è una delle arterie italiane più congestionate. La realizzazione di nuove rotte, soprattutto che colleghino tra loro i porti della Penisola, dovrà

essere mirata a integrare le Autostrade del Mare, con la rete stradale esistente, ma anche a costituire una valida alternativa agli itinerari tutto-strada paralleli.

Gli autori di questa nota stanno svolgendo uno studio quantitativo, relativo al caso specifico italiano, sulla competitività delle Autostrade del Mare rispetto al tutto-strada, facendo riferimento, relativamente al trasporto intermodale basato sulle Autostrade del Mare, ai due casi di trasporto accompagnato e non accompagnato, e limitatamente alle rotte tra la Penisola italiana e la Sicilia. I primi risultati di tale ricerca hanno evidenziato: l'elevata incidenza del costo del biglietto della tratta marittima sulla totalità dei costi del trasporto intermodale, e la ricaduta positiva a favore dell'intermodalità dell'istituzione dei tempi di guida e riposo per gli autotrasportatori (Legge della Commissione europea n°561 del 2006). Pertanto, ulteriori politiche che possono essere adottate potrebbero essere mirate all'incremento del costo del trasporto stradale, ad esempio incrementando il costo del gasolio per i mezzi pesanti, ed utilizzando questi ulteriori ricavi per coprire parte dei costi del trasporto marittimo, riducendo il prezzo del biglietto. Occorre però tenere sempre presente che prima di incentivare economicamente l'alternativa marittima, occorre che l'offerta di collegamenti sia pienamente sviluppata.

Bisogna in ogni caso tenere presente che, come messo in evidenza da studi in letteratura (Douet e Cappuccilli, 2011; Gouvernal, Slack e Franc, 2010; Dubreuil, 2009), le Autostrade del Mare agiscono, per la maggior parte, su "captive markets" e attualmente, sono poche quelle in diretta competizione con un parallelo itinerario tutto-strada; come del resto messo in evidenza anche da questo studio. La possibilità di spostare trasporto merci dal sistema stradale a quello delle Autostrade del Mare appare in ogni caso attualmente limitata. Se si vuole diminuire la quota parte di trasporto merci assorbita dal sistema stradale in modo consistente, bisogna agire dal punto di vista generale della pianificazione del sistema di trasporto merci italiano: integrare le azioni sui servizi ro-ro Short Sea Shipping (SSS) con quelle di rilancio del sistema di trasporto ferroviario, in particolare del trasporto intermodale strada – ferrovia, ed aumentare, allo scopo di favorire sia lo SSS sia il trasporto ferroviario, i collegamenti ferroviari fra i porti e gli interporti italiani.

Riferimenti bibliografici

- Aperte, X.G., Baird, A.J. (2013) "Motorways of the sea policy in Europe", *Maritime Policy & Management* 40(1), pp. 10-26.
- Baird, A.J. (2007) "The economics of Motorways of the Sea", *Maritime Policy & Management* 34, pp. 287-310.
- Bergantino, A.S., Bolis, S. (2003) "An Analysis of Maritime Ro-Ro Freight Transport Service Attributes through Adaptive Stated Preference: an Application to a Sample of Freight Forwarders", *European Transport \ Trasporti Europei* 25-26, pp. 33-51.
- Commissione Europea (2001) *White Paper: European transport policy for 2010: time to decide*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Commissione Europea (2006). *Keep Europe moving: Sustainable mobility for our continent. Mid-term review of the European Commission's 2001 transport White Paper*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

- Commissione Europea (2007a). *The EU's freight transport agenda: boosting the efficiency, integration and sustainability of freight transport in Europe*. Commissione Europea, Bruxelles.
- Commissione Europea (2007b) *Report on the Motorways of the Sea - State of play and consultation, Commission staff working document*. SEC 1367. Commissione Europea, Bruxelles.
- Danesi, A., Lepori, C., Lupi, M. (2008) "The Italian Motorways of the Sea system: current situation, policies and prospects", *Proceedings from the 11th International Conference of Transport Science, ICTS 2008*, Portoroz, Slovenia.
- Danesi, A., Farina, A., Lupi, M. (2010) "A comparative Analysis of Lo-Lo and Ro-Ro short sea shipping networks in Italy", *Proceedings from the 13th International Conference of Transport Science, ICTS 2010*, Portoroz, Slovenia.
- Decreto del Presidente della Repubblica italiana (2008) "Decreto Presidenziale 252 del 9 novembre 2007. Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 11 aprile 2006, n. 205, in materia di ecobonus per le imprese di autotrasporto". *Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana* 5, gennaio 2008, pp. 4-5.
- Douet, M., Cappuccilli, J.F. (2011) "A review of Short Sea Shipping policy in the European Union", *Journal of Transport Geography* 19, pp. 968–976
- Dubreuil, D. (2009) *La compétitivité par les interfaces: l'exemple du transport maritime comme alternative à la route*. Doctoral Thesis. University of East-Paris.
- EU Transport in figures 2014, Part 2 Transport*. European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport.
- Feo, M., Espino, R., Garcia, L. (2011) "A stated preference analysis of Spanish freight forwarders modal choice on the south-west Europe Motorway of the Sea", *Transport Policy* 18, pp. 60-67.
- Ferrari, C., Albanese, M., Tei, A. (2011) "Le Autostrade del mare in Italia – analisi delle criticità e prospettive per il futuro", *Working papers della 13a Riunione Scientifica della Società Italiana di Economia dei Trasporti e della Logistica (SIET)*, Messina, Italia. ISSN 1973-3208.
- Fusco, P.M., Sauri, S., Lago, A. (2012) "Potential freight distribution improvements using motorways of the sea", *Journal of Transport Geography* 24, pp. 1–11.
- Graham, S. (2014) "Competitiveness of Ro-Ro and container sectors in Europe and the Baltic", *Proceedings from the Baltic Ports Conference 2014*, Bornholm, Danimarca.
- Gouvelnal, E., Slack, B., Franc, P. (2010) "Short sea and deep sea shipping markets in France", *Journal of Transport Geography* 18, pp. 97–103.
- Han, D.D., Qian, J. H., Liu, G. (2009) "Network topology and correlation features affiliated with European airline companies", *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications* 388, pp. 71-81.
- Hejelle, H. M. (2010) "Short Sea Shipping's Green Label at Risk." *Transport Reviews* 30 (5), pp. 617–640.
- Lupi, M., Farina, A. (2014) "The development of the Italian Motorways of the Sea network in the years 2008-2012", *Proceedings of 3rd International Conference on Transportation Infrastructure, ICTI 2014*, Pisa, Italia.

- Martinez de Oses, F.X., Castellis I Sanabra, M. (2009) "Sustainability of Motorways of the Sea and Fast Ships", *International Journal of Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* 3(1), pp. 51-54.
- Medda, F., Trujillo, L. (2010) "Short-sea shipping: an analysis of its determinants", *Maritime Policy & Management* 37(3), pp. 285-303.
- Ministero dei Trasporti (2007a) *Piano Generale della Mobilità - Linee Guida*. Ministero dei Trasporti, Roma.
- Ng, A.K.Y. 2009. Competitiveness of short sea shipping and the role of port: the case of North Europe. *Maritime Policy & Management* 36(4): 337-352.
- Paixão, A.C. & Marlow, P.B. 2002. Strengths and weaknesses of short sea shipping. *Marine Policy* 26(3): 167-178.
- Paixão Casaca, A.C., Marlow, P.B. (2007) "The Impact of the Trans-European Transport Networks on the Development of Short Sea Shipping". *Maritime Economics & Logistics* 9, pp. 302–323.
- Parlamento Europeo (2004) *Decision No 884/2004/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 amending Decision No 1692/96/EC on Community guidelines for the development of the trans-European transport network*. Official Journal of European Union, L 167, Apr 2004, pp. 1-38.
- Xie, F., Levinson, D. (2009) "Topological evolution of surface transportation networks", *Computers, Environment and Urban Systems* 33, pp. 211-223.

Sito web "Eurostat": <http://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/data/database>

Sito web "ISTAT": <http://www.coeweb.istat.it/>

Sito web "Autostrade del Mare": <http://www.ramspa.it/>

Siti web delle principali Compagnie di navigazione:

<http://www.anekitalia.com/>

http://www.carontetourist.it/v2.6_it/

<http://www2.gnv.it/>

<http://www.grimaldi-lines.com/>

<http://www.jadrolinija.hr/>

<http://www.messinaline.it/>

<http://www.minoan.it/index.shtml>

<http://www.moby.it/>

<http://montenegrolines.com/>

<http://www.corsica-ferries.it/>

<http://www.snav.it/>

<http://www.tirrenia.it/>



Domanda potenziale e rischio traffico/introiti nel Project Financing di un'infrastruttura viaria a pedaggio

Andrea Pompigna ^{1*}, Franco Righetti ², Pietro Brunetti ²

¹ *Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali – DICAM – Università di Bologna*

² *Righetti&Monte Ingegneri e Architetti Associati – Bologna/Milano*

Abstract

Il Project Financing di un'infrastruttura viaria a pedaggio pone come elemento centrale di valutazione della convenienza e finanziabilità dell'opera la capacità di generare, come introiti da pedaggio, i flussi di cassa che costituiscono la garanzia primaria per i finanziatori privati. L'articolo pone in evidenza la centralità della previsione della domanda di traffico e degli introiti attesi sull'infrastruttura, esplorando gli strumenti e le tecniche modellistiche che consentono di stimarne i valori potenziali e, sulla base di questi, di formulare la decisione di investimento. La discussione chiarisce, tuttavia, come i tradizionali modelli di previsione della domanda potenziale di traffico siano inevitabilmente affetti da quote non eliminabili d'incertezza, legati essenzialmente alla variabilità degli input. Tutto ciò si traduce in elementi non trascurabili di rischio, che mal si coniugano con gli obiettivi di convenienza e redditività che l'investitore si pone nei confronti del progetto. L'articolo propone all'attenzione del lettore un approccio quantitativo all'analisi di rischio che consente di definire statisticamente, ossia individuandone la distribuzione di probabilità, la domanda e gli introiti potenziali, superando la percezione deterministica delle valutazioni, e riportandole nel contesto probabilistico che più propriamente la descrive. La discussione elaborata chiarisce l'operatività di questo approccio e ne evidenzia l'utilità nella valutazione della sostenibilità dell'iniziativa e nella formulazione della scelte di investimento. Essa risulta, altresì, utile a comprendere l'importanza di tale approccio, in termini di oggettivazione e trasparenza, nella strutturazione dei rapporti reciproci e nella definizione delle relative garanzie tra i soggetti pubblici e privati che intervengono.

Parole chiave: Project Financing, Autostrade, Studi di Traffico, Analisi di Rischio.

1. Introduzione

Negli ultimi anni i vincoli di bilancio e le crescenti limitazioni imposte alla spesa delle pubbliche amministrazioni hanno progressivamente portato a un blocco strutturale degli investimenti in opere infrastrutturali, lasciando emergere in maniera sempre più evidente un pesante deficit sull'intero territorio nazionale. L'impellente urgenza di riavviare il processo d'infrastrutturazione e di portare a soluzione il deficit di dotazioni, anche come contributo alla ripresa economica, ha accresciuto la necessità di ricorrere all'apporto di risorse private per la realizzazione e gestione di opere infrastrutturali.

* Autore a cui spedire la corrispondenza: Andrea Pompigna (andrea.pompigna3@unibo.it)

Ciò ha portato ad un crescente ricorso al Partenariato Pubblico-Privato (PPP), ossia a varie forme di cooperazione tra pubblico e privato finalizzate alla progettazione, costruzione, finanziamento, gestione e manutenzione di opere pubbliche o di pubblica utilità. Il ricorso alla Finanza di Progetto o Project Financing, con il conseguente apporto di capitale privato, è divenuto negli anni sempre crescente anche nella progettazione, realizzazione e gestione di infrastrutture stradali. L'attribuzione delle concessioni di costruzione ed esercizio ha aperto, infatti, alla possibilità di finanziamenti privati, legati alla gestione economica delle opere, consentendo di contenere l'impiego di risorse pubbliche.

Il Project Financing (PF), infatti, pone come elemento centrale di valutazione della finanziabilità di un progetto infrastrutturale la relativa valenza tecnico-economica. Il progetto infrastrutturale, quale può essere la realizzazione e gestione di una strada a pedaggio, è valutato principalmente per la sua capacità di generare quei flussi di cassa che costituiscono la garanzia primaria per i finanziatori privati, in termini di rimborso del debito e di remunerazione del capitale di rischio.

Nel caso di una strada a pedaggio, i flussi di cassa sono sostanzialmente legati alle attività di progettazione e costruzione (nel caso di una nuova infrastruttura), manutenzione e gestione operativa per quanto riguarda le uscite, mentre dipendono essenzialmente dagli introiti da pedaggio per quanto riguarda le entrate. La previsione della domanda di traffico attesa sull'infrastruttura, effettuata mediante strumenti e tecniche modellistiche nell'ambito di Studi di Traffico, costituisce, pertanto, un aspetto cruciale nell'iniziativa PPP e della sua attuazione in Project Financing. E' evidente, infatti, come siano i volumi di domanda attesi a influenzare sia i costi d'investimento e manutenzione che, dipendendo dal dimensionamento dell'infrastruttura, sono essenzialmente legati ai volumi di traffico, sia gli introiti attesi, prodotti dagli stessi volumi cui si applicano le tariffe di pedaggio.

Provvedere a un'accurata stima dei volumi e della composizione del traffico atteso è, pertanto, un obiettivo essenziale nelle varie fasi d'impostazione e attuazione di un'iniziativa di PF, al fine di poter assicurare il completamento e la gestione dell'opera nel rispetto degli interessi dei soggetti pubblici e privati coinvolti. Solo un'attenta valutazione della domanda potenziale può consentire, infatti, la predisposizione di un accurato piano previsionale dei flussi di cassa, necessario alla valutazione dell'investimento e alla pianificazione e progettazione, sia infrastrutturale sia finanziaria dell'opera.

Come avviene in ogni progetto d'investimento, la gestione del rischio è un aspetto sensibile per l'intera procedura di PF infrastrutturale e, pertanto, deve essere affrontato in maniera adeguata, al fine di contenere gli impatti futuri derivanti dall'esistenza di condizioni di incertezza, che possono determinare fonti di rischiosità tali da minare l'esito della procedura.

Tra le fonti di rischio più rilevanti per la realizzazione e gestione di un'infrastruttura viaria con ricorso al finanziamento privato si colloca sicuramente il rischio sui flussi di traffico, che si traduce sia sui ricavi derivanti dall'esazione del pedaggio sui transiti, sia sui costi attraverso le spese in conto capitale e quelle di manutenzione. Il rischio traffico esprime, in definitiva, il rischio di avere una domanda di traffico, e quindi flussi in transito sull'infrastruttura autostradale, incapace di coprire con i relativi ritorni da pedaggio i costi economici e finanziari del progetto e generare i ritorni attesi dagli investitori.

In accordo con la formulazione del concetto di rischio che vede combinarsi la probabilità che accada un evento rischioso e l'impatto che questo evento potrebbe avere, l'approccio fondamentale all'analisi del rischio traffico/introiti di un progetto infrastrutturale consiste nel considerare un'ampia gamma di scenari aventi un determinato livello di probabilità di occorrenza e un determinato impatto, e sulla base di questi individuare la relativa gamma di risultati in termini di traffico ed introiti potenziali. Caratterizzare la domanda di traffico anche in termini di rischiosità consente di definire livelli probabilistici di rischio, ossia di individuare un intervallo di confidenza tanto per la stessa domanda quanto per i conseguenti flussi di cassa connessi con la gestione economica del progetto.

Nelle note che seguono, dopo una breve introduzione alle procedure PPP, una carrellata sui soggetti ed i ruoli che si attivano nell'ambito di una iniziativa di partenariato in PF, l'attenzione viene indirizzata sul caso specifico di una nuova infrastruttura viaria a pedaggio, presentando in maniera più puntuale i contenuti degli Studi di Traffico. In particolar modo si prenderanno in esame le elaborazioni e le analisi concernenti la previsione della domanda di traffico attesa sull'infrastruttura e dei relativi flussi di cassa derivanti dall'imposizione della tariffa di pedaggio. A tal proposito sono presentati in maniera sintetica i principali aspetti e fasi della modellazione dei sistemi di trasporto e delle relative tecniche di previsione, arricchite dagli elementi che consentono di produrre un'analisi di rischio, utile a connotare dal punto di vista probabilistico le stime di domanda e di introiti attesi sull'infrastruttura, elementi fondamentali per la definizione della redditività (convenienza economica) e la bancabilità (sostenibilità finanziaria) dell'investimento.

2. Il partenariato Pubblico-Privato

2.2 PPP e Project Financing

Il Project Financing (PF) o Finanza di Progetto¹ è un modo di finanziamento strutturato che può essere utilizzato in alcune operazioni di PPP per finanziare, con apporti di capitale privato, progetti in grado di essere in tutto o in parte finanziariamente indipendenti. Si tratta, in generale, di progetti caratterizzati da elevati fabbisogni finanziari e in grado di generare, nella fase di gestione, flussi di cassa sufficienti a rimborsare il debito contratto per la loro realizzazione e a remunerare il capitale di rischio.

Il Project Financing pone come elemento centrale di valutazione della finanziabilità di un progetto la relativa valenza tecnico-economica. In maniera sintetica, un'operazione di Finanza di Progetto è, quindi, definibile come un'operazione intrapresa per il finanziamento di un'opera pubblica mediante la quale uno o più soggetti privati si

¹ In Italia è il cosiddetto Codice dei Contratti pubblici di lavori, servizi e forniture (d.lgs. 163/2006 e ss. mm. ii.) che definisce le principali figure di partenariato contrattuale e disciplina nei suoi aspetti principalmente procedurali il Project Financing o Finanza di Progetto, introdotta per la prima volta nell'ordinamento italiano con la legge 18.11.1998, n. 415 e richiamata dalla Legge del 21.12.2001 n. 443 (Legge Obiettivo) come opportunità per la realizzazione delle infrastrutture comprese nell'elenco delle opere strategiche.

propongono ad soggetto pubblico per finanziare, eseguire e gestire tale opera, facendosi carico dei relativi costi. Ciò può avvenire mediante ricorso a capitale proprio e a capitale di terzi, eventualmente affiancato da un contributo dello stesso soggetto pubblico, e ottenendo come ritorno gli utili generati dalla gestione dell'opera stessa nell'ambito di un dato intervallo di concessione. Durante tale intervallo, quindi, la gestione deve dimostrarsi efficiente e qualitativamente elevata, per consentire di generare i flussi di cassa necessari a rimborsare il debito e a remunerare gli azionisti.

2.3 Soggetti e ruoli

I principali player in un'iniziativa PPP sono essenzialmente il soggetto pubblico, uno o più soggetti privati e l'utenza finale. Un'operazione di PF produce, pertanto, una composizione bilanciata di interessi da parte del soggetto pubblico, dei soggetti privati e dell'utenza finale, riguardanti rispettivamente:

- l'efficienza, l'efficacia e l'economicità dell'azione amministrativa nell'allocazione delle risorse pubbliche;
- la remunerazione del capitale privato investito;
- un elevato grado di soddisfacimento dei bisogni dell'utenza, a fronte di un eventuale corrispettivo tariffario.

Nei modelli PPP il compito generale del soggetto pubblico è quello di attivare strategie e programmi per consentire, promuovere e facilitare efficienti e sostenibili investimenti nel settore infrastrutturale da parte dei privati. Il soggetto pubblico, inoltre, predispone tutte le azioni concrete che consentono di definire adeguatamente le operazioni suscettibili di PF, di scegliere i partner privati, di allocare i rischi e di identificare i temi e le clausole contrattuali, assicurando nello stesso tempo l'adeguata pianificazione e progettazione dell'opera, insieme alla relativa sostenibilità economica, accettabilità sociale e compatibilità ambientale.

In tal senso, per le opere per cui esiste una possibilità di ricorrere alla finanza di progetto, come può essere per un'infrastruttura viaria per cui sia possibile prevedere un pedaggiamento, il soggetto pubblico² provvede a valutare l'utilità del ricorso al PF come convenienza rispetto ad un appalto tradizionale. Sotto il profilo quantitativo questa convenienza viene valutata ricorrendo al Public Sector Comparator (PCS), strumento che consente di determinare se la scelta di eseguire un'opera in finanza di progetto rappresenta una soluzione più efficace ed efficiente rispetto all'alternativa interamente pubblica (Martiniello, 2005). Effettuate tali valutazioni è rilevata la convenienza di

² Nel caso delle infrastrutture viarie a pedaggio, il soggetto pubblico concedente è rappresentato in Italia principalmente dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, subentrato ad Anas S.p.A. ed operante attraverso la Struttura di Vigilanza sulle Concessionarie Autostradali (DM e n. 341 1 ottobre 2012). Dal 1 ottobre 2012 Anas S.p.A., società pubblica sottoposta alla vigilanza del Ministero delle Infrastrutture, opera come gestore di alcune tratte autostradali non pedaggiate, mentre per altre svolge il ruolo di concedente partecipando al 50% in società regionali, con tratte non ancora in esercizio. Oltre al Ministero e alle Società paritetiche Anas S.p.A. – Regioni, vi sono altre società regionali che svolgono il ruolo di concedente di infrastrutture poste esclusivamente nel territorio della Regione su tratte non ancora in esercizio. Nel caso di infrastrutture di carattere locale o urbano (bretelle e raccordi, tangenziali, ecc.) il concedente può essere rappresentato direttamente locale Amministrazione regionale o comunale.

avviare un PF, il soggetto pubblico può decidere di procedere affidando ad un soggetto privato una concessione³ per la progettazione, realizzazione e gestione dell'opera.

Il soggetto privato è in generale rappresentato da una pluralità di soggetti che a diverso titolo convengono nell'ambito di una procedura PPP (PPIAF, 2009):

- SVP, società concessionaria di progetto;
- Sponsor, investitori di capitale proprio;
- Contractors/constructors, appaltatori ed imprese di costruzione;
- Operators, società concessionarie di servizi autostradali;
- Lenders, banche di investimento;
- Multilateral Lending Agencies, istituzioni finanziarie internazionali;

Generalmente le iniziative di PF per la realizzazione e gestione di un'infrastruttura viaria a pedaggio prevedono l'assegnazione della concessione ad una società veicolo o Special Purpose Vehicle (SPV) nell'ambito della quale convergono un certo numero di investitori. Per gli investitori equity la creazione di una SPV consente di attuare l'investimento nell'iniziativa operando una separazione rispetto alle relative restanti attività imprenditoriali; in tal modo la società di scopo, nella veste di società concessionaria, ha la possibilità di raccogliere nell'ambito di un'unica compagine diversi soggetti investitori, limitando il rischio degli stessi al relativo contributo al capitale proprio della medesima società. Tali soggetti, a loro volta, possono appartenere a diverse categorie:

- Sponsor, ossia investitori privati direttamente coinvolti nella promozione dell'iniziativa, quali imprese appaltatrici, concessionarie autostradali, società di progettazione, consorzi di investitori locali;
- Investitori passivi, ossia investitori (fondi d'investimento o investitori locali) guidati esclusivamente da considerazioni di natura finanziaria che non partecipano a decisioni di natura operativa in merito al progetto, ma partecipano al capitale proprio della SPV in vista di un potenziale ROE che superi per profitto atteso un investimento alternativo.

In molti casi di operazioni PF nel campo delle infrastrutture autostradali, un ruolo importante viene rivestito dalle imprese di costruzione e dagli operatori già attivi nella gestione di infrastrutture autostradali. Costruzione/rifunzionalizzazione e manutenzione di un'infrastruttura viaria, infatti, necessitano di strutture e competenze efficienti e specializzate che possono essere in massima parte assicurate dalle imprese di costruzione, le quali d'altra parte partecipando direttamente alla costruzione dell'opera sono in grado di influenzarla enormemente in termini di controllo delle fasi realizzative, in termini di costi, durata ed efficienza. Inoltre, in virtù dell'estesa capacità finanziaria, i

3 In Italia la Concessione di Lavori Pubblici, definita dall'art. 3, comma 11 del Codice dei Contratti pubblici di Lavori, Servizi e Forniture (D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163 e ss. mm. ii. che definisce la disciplina degli istituti di PPP) come "contratto a titolo oneroso, concluso in forma scritta, avente ad oggetto l'esecuzione, ovvero la progettazione definitiva, la progettazione esecutiva e l'esecuzione, ovvero la progettazione esecutiva e l'esecuzione di lavori pubblici o di pubblica utilità e di lavori ad essi strutturalmente e direttamente collegati, nonché la loro gestione funzionale ed economica, che presenta le stesse caratteristiche di un appalto pubblico di lavori, ad eccezione del fatto che il corrispettivo dei lavori consiste unicamente nel diritto di gestire l'opera o in tale diritto accompagnato da un prezzo".

costruttori non di rado sono tra i pochi soggetti in grado di mobilitare ingenti risorse per la formazione del capitale proprio.

Altrettanto importante nell'ambito di un'operazione PF per la costruzione e gestione di una infrastruttura autostradale e nella formazione del capitale proprio della SPV è il ruolo assunto dagli operatori già presenti nel mercato delle concessioni autostradali, sia per la capacità finanziaria generalmente posseduta che si traduce nella possibilità di importanti apporti di equity, sia per la conoscenza e competenza nella gestione delle fasi operative di esercizio dell'infrastruttura (gestione del traffico, sicurezza, prevenzione e gestione degli eventi incidentali, esazione del pedaggio).

Per la realizzazione dell'opera, e quindi per la concretizzazione dell'operazione, oltre al capitale degli investitori equity, la concessionaria solitamente deve ricorrere a capitale di terzi, acquisito più nella forma di Project Lending (finanziamento del progetto in sé) che nella forma Corporate Lending (finanziamento dell'impresa sponsor in generale). Ciò determina l'ingresso nel sistema di relazioni di una nuova parte attiva, rappresentata dal lender, sia a capitale privato (banche commerciali e d'investimento) che pubblico (state lenders come, in Italia, CDP Cassa Depositi e Prestiti). In alcuni casi, inoltre, la procedura di PF può prevedere, come fonte di finanziamento, anche operazioni capital markets. Apporti finanziari possono, inoltre provenire da istituzioni finanziarie internazionali, dette anche Multilateral Lending Agencies (MLAs), quali ad esempio World Bank o European Investment Bank.

Dal punto di vista del finanziamento, stante il ruolo fondamentale che assumono i soggetti privati, rimane ferma, comunque, la possibilità da parte del soggetto pubblico di partecipare al finanziamento dell'iniziativa mediante erogazione di contribuzione pubblica, secondo varie competenze e nei modi previste dalle norme⁴.

Un ruolo sicuramente chiave è, infine, quello che rivestono utenza e collettività. Se da un lato gli utenti costituiscono la principale fonte di ricavo per gli investitori attraverso l'imposizione del pedaggio a fronte della disponibilità del collegamento, dall'altro è la collettività che sostiene i costi sociali ed ambientali legati all'infrastruttura a fronte dei benefici connessi all'incremento di accessibilità territoriale. Una valutazione superficiale di tali aspetti e una gestione non adeguata delle tematiche collegate potrebbe compromettere la fattibilità dell'opera ed il successo dell'intera operazione.

Come conseguenza del fatto che in tempi recenti l'opera pubblica non riesce più a riassumere in sé, automaticamente e palesemente, i valori della pubblica utilità e dell'interesse generale, tale esplicitazione si rende necessaria nei confronti della

4 In Italia l'art 143 comma 4 del Codice prevede, infatti, la possibilità da parte dell'Amministrazione di assegnare un contributo (prezzo), nel caso in cui "sia necessario assicurare l'equilibrio economico finanziario degli investimenti e della connessa gestione in relazione alla qualità del servizio da prestare", e che può eventualmente consistere nella cessione in proprietà o in diritto di godimento di beni immobili nella propria disponibilità, o allo scopo espropriati. A tal proposito, le Linee Guida CIPE di cui alla delibera n.1 del 18 febbraio 2013, pubblicate in Gazzetta Ufficiale n. 206 del 3 settembre 2013 (Direttiva in materia di attuazione delle misure di compensazione fiscale), hanno reso operativo quanto stabilito all'art. 18 della Legge di stabilità 2012 (legge n. 183/2011) in a favore della realizzazione di infrastrutture strategiche con il sistema della Finanza di Progetto. Le nuove disposizioni normative prevedono la possibilità che il contributo pubblico possa essere sostituito, in tutto o in parte, da agevolazioni fiscali utilizzabili dalle imprese affidatarie di una concessione di costruzione e gestione di opere infrastrutturali (cosiddetta defiscalizzazione). Gli sconti in oggetto sono rappresentati dalla compensazione del contributo con le imposte sui redditi, l'Irap o il credito IVA generati durante il periodo di concessione.

collettività, al fine di evitare o contenere il generarsi di vere e proprie barriere al consenso, con pressioni sociali ed azioni politiche e legali dirette ad ostacolarne/impedirne la realizzazione (sindrome NIMBY Not - In - My - Back - Yard e sue varianti, o comunque effetti consequenziali della sindrome DAD Decide - Announce - Defende) (Cascetta et al., 2013).

3. L'analisi della domanda di traffico e degli introiti

3.2 Piano Finanziario e Studi di Traffico

Il Piano Economico Finanziario (PEF) è lo strumento che esplicita i presupposti e le condizioni di base che determinano l'equilibrio economico-finanziario dell'investimento per la progettazione, costruzione e gestione per l'intero arco del periodo concessorio, consentendo di stimare la redditività del progetto, l'entità delle tariffe e canoni (se previsti) e l'eventuale consistenza di contributi pubblici a fronte della realizzazione dell'investimento.

Oltre agli schemi di Conto Economico e Stato Patrimoniale previsionali, elemento fondamentale del PEF è il piano previsionale dei flussi di cassa (cash flow - CF) generati dall'investimento, che riporta i flussi in entrata e in uscita previsti in relazione alla realizzazione e gestione del progetto. L'analisi dell'andamento del CF mette in evidenza la capacità o meno dell'iniziativa di assicurare l'equilibrio economico e finanziario dell'investimento, ossia rispettivamente (UTFP, 2010):

- il rispetto delle condizioni di convenienza economica, come capacità di creare valore e di generare un livello di redditività per il capitale investito adeguato rispetto alle aspettative dell'investitore privato (analisi di convenienza mediante calcolo del Tasso Interno di Rendimento, TIR, e del Valore Attuale Netto, VAN, del progetto e dell'azionista) nell'arco di durata della concessione;
- il rispetto delle condizioni di sostenibilità finanziaria, come capacità del progetto di generare flussi monetari sufficienti a garantire il rimborso dei finanziamenti e un'adeguata redditività per gli azionisti, valutando il margine di sicurezza su cui i soggetti finanziatori possono contare per essere garantiti sul puntuale pagamento del servizio del debito (analisi di bancabilità mediante calcolo del Debt Service Cover Ratio, DSCR, e Loan Life Cover Ratio, LLCR).

Le stime concernenti la domanda potenziale attesa e ai relativi introiti da pedaggio, che consentono di predisporre il piano previsionale dei flussi di cassa CF, sono definite nell'ambito di specifici Studi di Traffico⁵.

⁵ Indicazioni in merito alla modalità di redazione delle stime di traffico per la quantificazione della domanda di traffico e degli introiti da pedaggio, contenute negli Studi di Traffico, sono fornite dalla Direttiva in materia di regolazione economica del settore autostradale, approvata dal Comitato Interministeriale Programmazione Economica, Cipe, con Deliberazione n. 39 del 15 giugno 2007 (Gazzetta Ufficiale n. 197 del 25 agosto 2007). La Direttiva, le cui disposizioni si applicano sia alle nuove concessioni che alle concessioni in essere, contiene tra i vari indirizzi per la stesura e l'aggiornamento del Piano Economico Finanziario anche dei chiari riferimenti metodologici relativi alla formulazione della stima previsionale della domanda di traffico che "deve essere caratterizzata da robustezza analitica, trasparenza e riproducibilità. Deve, inoltre, consentire l'effettuazione di analisi di simulazione, di sensitività e di rischio da parte dei soggetti istituzionalmente legittimati".

Generalmente gli Studi di Traffico vengono redatti da consulenti indipendenti e supportano le diverse fasi della procedura, dalla redazione degli Studi di Fattibilità, alla definizione della gara, alla concretizzazione della proposta da parte dei proponenti, all'aggiudicazione della concessione. Portata a termine la gara e aggiudicata la concessione, nella definizione delle diverse fasi di negoziazione che portano al Financial Close, ossia la conclusione degli accordi con i finanziatori che consente l'inizio delle attività previste per la realizzazione del progetto, l'operazione di PF vede l'ingresso di altri soggetti, quali gli investitori passivi e lenders. Ciò comporta generalmente l'attivazione di procedure di Due Diligence, finalizzate alla valutazione dell'affidabilità degli Studi di Traffico predisposti e alla formulazione del giudizio finale degli investitori, in termini di condizioni per partecipazione all'operazione in maniera commisurata ai rischi identificati. Le attività di Due Diligence, affidate anche in questo caso a consulenti indipendenti, possono alternativamente limitarsi alla valutazione dell'affidabilità degli Studi di Traffico redatti, evidenziando fattori d'incertezza e di rischio e chiedendo eventuali approfondimenti, ovvero provvedere alla predisposizione di stime autonome da parte dei soggetti intervenuti da utilizzarsi per la formulazione del giudizio sull'investimento.

Pur avendo richiamato l'attenzione sulle fasi procedurali che riguardano l'attribuzione di una nuova concessione su una nuova infrastruttura (green field), occorre rilevare che Studi di Traffico vengono redatti anche per supportare le attività di aggiornamento dei Piani Finanziari di concessioni già in essere su opere già esistenti (brown field), in virtù delle norme contrattuali e di legge che regolano i rapporti tra il concedente ed il concessionario durante il periodo di concessione o al termine dello stesso.

3.3 I modelli di simulazione dei flussi di traffico

Nell'ambito degli Studi di Traffico predisposti nelle varie fasi procedurali che vanno dallo Studio di Fattibilità di una nuova infrastruttura alle attività di aggiornamento dei Piani Finanziari nelle concessioni in essere, le stime della domanda potenziale e dei ricavi da esazione del pedaggio sull'intero arco di durata della concessione, vengono elaborate mediante l'utilizzo delle tecniche di modellazione e degli strumenti di simulazione propri dell'Ingegneria dei Sistemi di Trasporto e del Traffico.

Gli Studi di Traffico, infatti, affrontano il problema della stima di traffico e introiti sull'infrastruttura mediante procedure di analisi e modellazione della domanda e dell'offerta di trasporto che partono dall'individuazione di una porzione di territorio e di rete di trasporto significativa per l'analisi, dall'acquisizione delle informazioni esistenti sulle relazioni di mobilità che interessano gli stessi, dalla raccolta di nuove informazioni utili agli scopi di analisi, per giungere alla definizione della struttura modellistica adeguata a rappresentare lo stato di fatto della mobilità, come riferimento per le previsioni negli scenari futuri.

In termini sintetici, un modello di simulazione dei flussi di traffico è strutturabile nei tre modelli di domanda, di offerta e di interazione domanda/offerta o di assegnazione (Cascetta, 2009).

L'implementazione delle diverse fasi di definizione del modello di domanda e di offerta, e di scelta del modello di assegnazione vengono solitamente effettuate con l'impiego di specifici software commerciali (es. Cube, Transcad, PTV Visum, Saturn,

Emme, ecc.) che consentono di strutturare nelle sue diverse componenti un modello di traffico. Tali strumenti, solitamente operanti in ambienti GIS (Geographic Information System), consentono di predisporre ed elaborare matrici origine/destinazione e grafi caratterizzati di offerta, e di codificare modelli di interazione al fine di produrre, attraverso specifiche risorse di sviluppo, algoritmi di soluzione e procedure computazionali, output relativi sia allo stato di fatto che agli scenari di progetto.

3.4 Il modello di domanda

Il modello di domanda propone una rappresentazione sintetica della domanda di trasporto espressa dal territorio oggetto di analisi, adeguatamente suddiviso in porzioni omogenee sulla base di un insieme di caratteri ritenuti rilevanti per l'analisi. La domanda si esprime sotto forma di un insieme di matrici Origine/Destinazione D^c in cui ogni elemento d_{ij}^c rappresenta l'entità degli spostamenti di una specifica categoria/classe c di veicoli/utenti tra una data zona di origine i ed una data zona di destinazione j , appartenenti all'insieme delle zone nelle quali è suddiviso il territorio.

La definizione del modello di domanda, ossia delle matrici Origine/Destinazione D^c che lo rappresentano, richiede l'acquisizione ed elaborazione di notevoli quantità d'informazioni relative alla mobilità che caratterizza un determinato territorio. La disponibilità di banche dati aggiornate, attendibili ed esaustive rappresenta una questione sicuramente delicata per la messa a punto di un modello adeguatamente rappresentativo. Il punto di partenza per la predisposizione di una prima approssimazione del modello di domanda è costituito generalmente dai risultati di indagini estensive sulla mobilità territoriale, desunte ad esempio dalle rilevazioni censuarie della mobilità dei pendolari (Censimenti Istat) ovvero da specifiche rilevazioni promosse a livello locale (es. indagini sulla mobilità regionale o provinciale a supporto della redazione di strumenti di analisi e pianificazione territoriale).

Altro elemento essenziale per la predisposizione del modello di domanda è rappresentato sicuramente dalle matrici Origine/Destinazione rilevate dai gestori dei servizi di trasporto eventualmente disponibili; nel caso specifico del traffico stradale, ad esempio, le stesse sono solitamente rappresentate dalle matrici della mobilità tra i caselli o barriere della rete gestita dalle Società Concessionarie.

Le basi dati sopra citate rappresentano sicuramente un utile punto di partenza per la strutturazione del modello, al quale vanno necessariamente ad aggiungersi apposite campagne di indagine origine/destinazione ad hoc. Tali indagini, realizzate mediante somministrazione di questionari d'intervista secondo diverse modalità (interviste ai conducenti o utenti, interviste frontali o telefoniche ai residenti, ecc.), vengono effettuate su aree più ristrette e direttamente connesse all'opera oggetto di valutazione, consentendo di integrare le informazioni disponibili aumentandone il grado di definizione e di rappresentatività ad una scala di maggior dettaglio.

Negli ultimi anni le tecniche di analisi della domanda di mobilità si sono ulteriormente arricchite grazie alla capillare diffusione di dispositivi di localizzazione portatili. La diffusione di telefoni cellulari dotati di dispositivi di localizzazione, così come la disponibilità dei localizzatori GPS sui veicoli in movimento ha reso disponibili grandi quantità di dati, per questo detti Big Data, utili per le analisi dei comportamenti di mobilità. Floating Car Data e Floating Cellular Data (FCD), raccolti da diversi

soggetti (operatori telefonici, operatori di servizi assicurativi, gestori di servizi di trasporto), possono oggi essere utilizzati per integrare le tradizionali fonti dati nella predisposizione delle matrici OD che definiscono il modello di domanda di mobilità.

L'eventuale diversa caratterizzazione delle basi dati sopra evidenziate per riferimento temporale, copertura e dettaglio territoriale e segmentazione della domanda, rende in generale necessarie varie operazioni di filtraggio e incrocio con dati socio-economici e territoriali che, attraverso l'impiego dei modelli e delle tecniche della Statistica, dell'Econometria e dell'Economia dei Trasporti, consentono di provvedere all'omogeneizzazione del dato e alla definizione della prima approssimazione delle matrici OD che costituiscono il modello di domanda.

3.5 Il modello di offerta

Il modello di offerta è costituito dalla presentazione sintetica della rete di trasporto attraverso un grafo G , definito da un insieme N di elementi detti nodi e da un insieme L di coppie di nodi appartenenti a N , detti archi. Gli archi hanno la proprietà di essere orientati, ossia di possedere una direzione di percorrenza. Uno spostamento che avviene sulla rete di trasporto è rappresentato da una successione di archi del grafo che collegano il nodo i identificativo dell'origine al nodo j identificativo della destinazione dello spostamento. Gli elementi del sottoinsieme dei nodi i e j , che rappresenta tutte le origini e tutte le destinazioni degli spostamenti corrispondenti alle zone già richiamate, sono detti centroidi.

A ciascun arco a della rete di trasporto sono associati diversi attributi prestazionali ap_a , a rappresentazione di diverse grandezze percepite dagli utenti nel percorrere il medesimo arco, che generalmente dipendono dalle caratteristiche geometriche e funzionali dell'arco e, che nel loro insieme, compongono il costo di trasporto generalizzato sullo stesso. In tali termini, gli attributi prestazionali ap_a , relativi a ciascun arco sono esprimibili come funzioni delle caratteristiche fisiche e funzionali cff_a dello stesso rispetto ad una serie di parametri e coefficienti γ_a la cui combinazione lineare definisce la funzione di costo dell'arco. A ciascun arco è, inoltre, associato il relativo flusso equivalente f_a , ossia il numero di unità di traffico che lo percorrono nell'unità di tempo, composto dalla sovrapposizione dei flussi f_a^c , relativi a ciascuna delle categorie/classi di veicoli/utenti ed in considerazione, per ciascuna di esse, di un opportuno coefficiente di equivalenza cev^c . Il flusso equivalente f_a che percorre l'arco, o in generale i flussi f che percorrono gli archi del grafo, possono influenzare gli attributi prestazionali dello stesso arco con l'insorgere, all'aumentare del flusso, di fenomeni di congestione che condizionano la funzione di costo dell'arco.

Il costo generalizzato cg_a , esprimibile come $cg_a(f, cff_a, \gamma_a)$ di percorrenza dell'arco a esprime la disutilità percepita dagli utenti nello spostamento sul medesimo arco come sovrapposizione di diverse componenti di costo che, essendo in generale espresse in unità non omogenee (ad esempio tempo di viaggio espresso in ore, il costo monetario per pedaggio, i costi operativi dei veicoli espressi in termini monetari), necessitano di una adeguata omogeneizzazione. Il costo generalizzato di percorrenza di un arco è solitamente espresso in termini di tempo, previa traduzione in termini temporali delle componenti di costo monetarie.

L'omogeneizzazione dei costi avviene in considerazione di specifici coefficienti di reciproca sostituzione che possono essere inclusi nell'ambito dei parametri γ_a che

caratterizzano le funzioni di costo. In particolare l'omogeneizzazione dei costi monetari in termini temporali non può prescindere dalla quantificazione del valore di sostituzione rappresentato dal Valore Economico del Tempo per ciascuna categoria/classe di veicoli/utenti, in breve VET^c , ossia la traduzione in termini monetari del valore attribuito dalla medesima categoria/classe ad un'ora impiegata nel compimento di una determinata attività. Legato alle dinamiche dei sistemi di trasporto, il VET misura il valore economico, in termini monetari, di un'ora impiegata per compiere uno spostamento e nello specifico rappresenta la disponibilità a pagare associata al risparmio di un'ora di tempo. Il valore del tempo è, per sua definizione, legato alle caratteristiche socio-economiche dell'area, al tipo di spostamento e all'utente che lo compie, e pertanto la relativa stima deve basarsi sull'analisi delle specificità economico-produttive dell'area e sull'utenza che percorre la rete di trasporto.

Per quanto detto, il modello di offerta è costituito dal grafo orientato G e dalle funzioni di costo sugli archi cg_a , espressi come combinazione lineare degli attributi di prestazione degli archi ap_a a loro volta funzioni delle caratteristiche fisiche e funzionali cff_a degli archi, di una serie di parametri e coefficienti di omogeneizzazione e sostituzione γ_a e dei flussi f , e può essere sintetizzato con l'insieme

$$R = \{G, (cg_a)_{a \in G}\}$$

La definizione del modello di offerta coinvolge l'acquisizione di notevoli quantità di informazioni relative alle reti infrastrutturali a servizio della mobilità che caratterizzano un determinato territorio. In tempi recenti la disponibilità d'informazioni sulla caratterizzazione delle reti a servizio della mobilità si è arricchita a dismisura, per effetto della capillare diffusione dei dispositivi di navigazione e localizzazione satellitare, che ha comportato una domanda crescente di dati territoriali. L'impiego di ingenti risorse nell'acquisizione di dati geografici e territoriali si è tradotto in una sempre più ampia disponibilità, copertura e qualità degli stessi.

Nel campo della modellazione del traffico in pochi anni si è passati, quindi, dalle onerose procedure di digitalizzazione di cartografie di piccole porzioni di territorio, alla disponibilità immediata e a basso costo, se non addirittura open source (come nel caso dei dati Open Street Map) di estese basi dati geografiche. Attraverso l'analisi e l'elaborazione di tali basi dati in ambiente GIS possono essere rapidamente estratte informazioni dettagliate e aggiornate relativamente alla localizzazione, alla geometria ed alle caratteristiche geometriche e funzionali degli elementi delle reti a servizio della mobilità.

Anche nel caso del grafo di offerta alle basi dati sopra richiamate vengono affiancati rilievi ad hoc su aree più ristrette e direttamente connesse all'opera oggetto di valutazione. Queste informazioni aggiuntive consentono di integrare le informazioni già disponibili e di aumentarne il grado di definizione e di rappresentatività ad una scala di maggior dettaglio (es. geometria della sede stradale, segnaletica, gestione delle intersezioni, caratteristiche prestazionali e di deflusso, tariffe di pedaggio, velocità e tempi medi di percorrenza, transiti veicolari).

Come detto, la definizione delle funzioni di costo comporta la quantificazione di alcuni attributi prestazionali (es. Velocità di Flusso Libero, Curve di Deflusso, ecc) o di coefficienti di equivalenza ed omogeneizzazione, quali ad esempio il coefficiente di equivalenza veicolare per mezzi pesanti (CEV). Questi valori, o insiemi di valori, sono definiti mediante l'impiego di opportuni modelli derivati dalla Teoria dei Flussi di

Traffico ed opportunamente calibrati sulla base dei rilievi di flusso, velocità e tempo di percorrenza effettuati su specifici archi. Per quanto riguarda il valore economico del tempo (VET), necessario all'omogeneizzazione dei costi monetari in termini temporali, vengono impiegati opportuni modelli di tipo econometrico, eventualmente integrati da indagini effettuate con tecniche ad hoc (es. Indagini Stated Preferences).

3.6 Il modello di assegnazione

Il modello di assegnazione distribuisce la domanda sugli archi della rete in relazione al costo generalizzato associato alla percorrenza di ciascun arco, combinando le informazioni rappresentate dal modello di domanda e dal modello di offerta. Il modello di assegnazione, elemento centrale nella definizione di un modello di traffico, si caratterizza in funzione del tipo di approccio utilizzato per lo studio dell'interazione tra domanda ed offerta e per le ipotesi relative al comportamento di scelta dei percorsi da parte degli utenti. Le tipologie di modelli di assegnazione identificabili nella teoria dei sistemi di trasporto è estremamente variegata, per via dei diversi approcci e delle molteplici ipotesi che possono essere formulate in relazione alla modellazione dell'interazione tra la domanda e l'offerta. Pur nella vasta e complessa classificazione di modelli di assegnazione (Cascetta, 2009), i modelli di traffico generalmente utilizzati nelle valutazioni della domanda potenziale all'interno degli studi di traffico in oggetto sono tali da considerare un approccio di equilibrio tra la domanda di traffico e le condizioni/prestazioni di funzionamento della rete (equilibrio dell'utente), nell'ipotesi di dipendenza delle stesse prestazioni dal flusso di utenti (reti congestionate). Come già evidenziato a proposito del modello di domanda, anche per i modelli di assegnazione vengono utilizzati solitamente modelli in grado di trattare opportunamente la segmentazione della domanda e dell'offerta di trasporto rispetto alle c categorie/classi di utenti o veicoli (multi classe).

Generalmente si ricorre all'impiego di modelli di assegnazione a domanda costante, ossia caratterizzati da un'indipendenza del modello di domanda dal modello di offerta (domanda rigida). Tale assunzione è utilizzata sia nel caso di modelli mono modalali, che negli studi in oggetto possono riguardare il solo traffico privato sulla rete stradale ed autostradale, sia nel caso di modelli multi-modalali, che possono considerare la presenza di molteplici modalità di trasporto; in quest'ultimo caso la domanda è assunta costante sul totale delle alternative modalali, mentre risulta variabile rispetto a ciascuna di esse in relazione alle condizioni/prestazioni dei diversi sistemi di trasporto modellati (trasporto privato, trasporto pubblico stradale, trasporto pubblico ferroviario, ecc).

Un aspetto importante nella definizione del modello di assegnazione riguarda la modellazione dei comportamenti di scelta, sia in relazione al momento in cui la scelta viene effettuata (preventivamente all'inizio del viaggio, o adattivamente con variazioni di scelta durante il viaggio) sia all'esistenza o meno di componenti aleatorie nella formulazione della stessa scelta. In generale negli Studi di Traffico per la valutazione della domanda potenziale su un'infrastruttura a pedaggio vengono impiegati modelli di scelta preventiva, che a seconda dei casi possono essere di natura stocastica, ossia tali da considerare componenti aleatorie nella formulazione delle stesse scelte, sia di natura deterministica, in cui le componenti aleatorie vengono trascurate.

Occorre precisare che il comportamento di scelta cui si fa riferimento è quello che induce l'uso di un certo percorso da parte del singolo utente tra i diversi percorsi esistenti tra le zone i e j , tra le quali l'utente deve spostarsi. La scelta deriva dalla valutazione della disutilità riscontrata dall'utente sui diversi percorsi, e quindi dall'individuazione del percorso con il minimo costo generalizzato percepito dall'utente in esame per spostarsi tra i e j . Nei modelli stocastici la disutilità, e quindi il costo generalizzato, è una variabile aleatoria caratterizzata da una propria distribuzione di probabilità: ciò fa sì che non tutti gli utenti nella medesima situazione percepiscano il medesimo costo generalizzato e pertanto che la scelta che ne deriva sia aleatoria, ad esempio in dipendenza dall'aleatorietà delle funzioni di costo degli archi cg_a . Ciò non accade nei modelli non aleatori, per i quali l'assunzione deterministica comporta la formulazione della medesima scelta, ossia la percezione del medesimo costo di spostamento, per tutti gli utenti che si trovino in una data situazione.

Formulate le diverse ipotesi ip_i che riguardano gli aspetti sopra richiamati e che identificano, in accordo con la definizione del modello di domanda e di offerta, la tipologia di modello di assegnazione prescelto, lo stesso modello I risulta, pertanto, definito in funzione di dette ipotesi, ossia $I = I(\{ip_i\})$.

Occorre rilevare che, ai fini della definizione del modello di traffico e della valutazione dei risultati prodotti dal modello di assegnazione nell'interazione tra il modello di domanda ed il modello di offerta, è necessario individuare un intervallo temporale di riferimento per le analisi. Solitamente si assume un intervallo di riferimento orario (es. l'ora di punta) di un giorno tipo (es. giorno medio feriale o annuale), rispetto al quale viene definito il modello di domanda, ossia la matrice origine destinazione degli spostamenti che avvengono tra le zone del modello nel dato intervallo e alcuni degli attributi prestazionali del modello di offerta, e in corrispondenza del quale si ottengono gli output del modello di assegnazione.

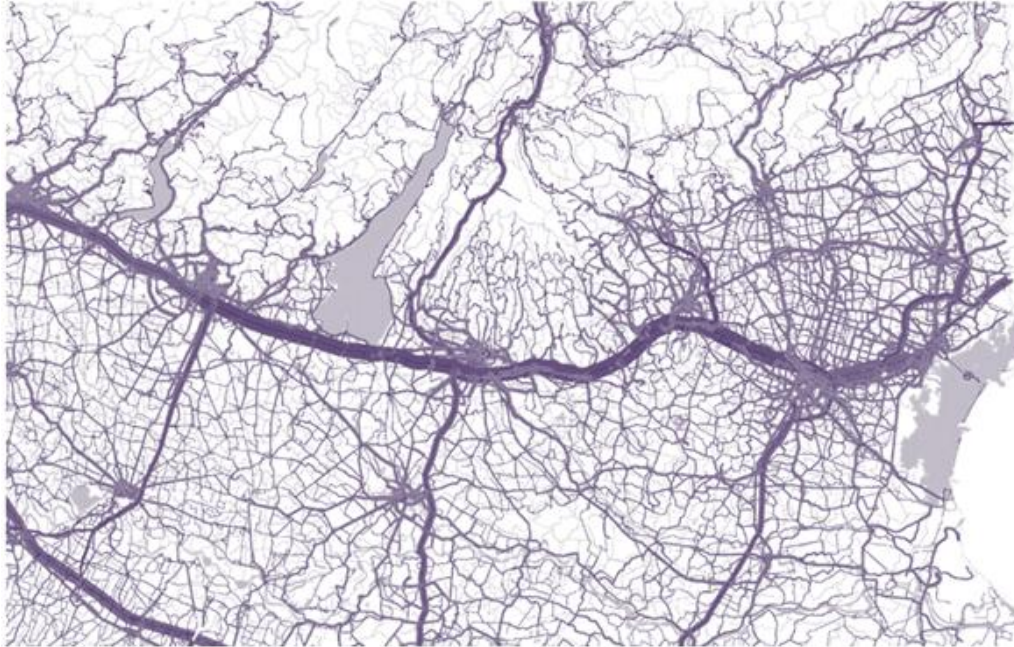
3.7 La modellazione dello stato di fatto

Il processo di costruzione del modello di traffico prevede la definizione dello stato attuale del sistema di trasporto, ossia dello stato di fatto all'orizzonte temporale t_0 assunto come riferimento per le stime di domanda potenziale in questione. Il modello di assegnazione $I(t_0)$, infatti, consente di ottenere a partire dal modello di domanda $D(t_0)$ e dal modello di offerta $R(t_0)$ una stima delle grandezze significative per la rappresentazione dello stato di fatto del sistema di trasporto (flussi, costi generalizzati, livelli di congestione, impatti, ecc.).

Nella fase di predisposizione dello stato di fatto, il modello di assegnazione viene usato per la stima del modello di domanda e per la calibrazione del modello di offerta. Dal punto di vista della domanda, tale procedimento consente di produrre un aggiornamento di ciascuna delle matrici $D(t_0)^c$ in coerenza con i flussi di traffico riscontrati su alcuni punti della rete modellata attraverso conteggi di flusso, ossia consente di ottenere un modello di domanda aggiornato rispetto a quello di partenza e capace di rappresentare al meglio le condizioni effettive del sistema. Dal punto di vista dell'offerta, il procedimento consente di calibrare grandezze e parametri che

caratterizzano la rete $R(t_0)$, consentendo anche in questo caso di ottenere un modello aggiornato e rappresentativo del sistema.

Figura 1: Modello di assegnazione - output con grafo stradale assegnato



La stima del modello di domanda e la calibrazione del modello di offerta vengono effettuate in considerazione di dati rilevati, che possono riguardare ad esempio flussi, velocità e tempi di percorrenza su specifici archi e itinerari, in corrispondenza di un determinato intervallo di rilevazione. Tali informazioni sono ottenute da specifiche campagne di misurazione, predisposte per le finalità degli Studi di Traffico.

Il livello di calibrazione del modello viene testato statisticamente mediante opportuni indici, quali ad esempio R^2 , GEH, NRMSE⁶, confrontando le grandezze rilevate con le analoghe ottenute dal modello di assegnazione. Un adeguato valore assunto da tali indici rispetto ai valori di soglia (es. $R^2 > 0,85$, $GEH < 5$, $NRMSE < 20\%$, ecc.) evidenzia un buon grado di calibrazione dello scenario di riferimento.

3.8 La modellazione dello scenario di progetto

Dalla definizione dello stato di fatto calibrato, si passa alla modellazione dello scenario di progetto, che prevede l'inserimento dell'infrastruttura oggetto di valutazione nel modello rappresentativo dell'offerta di trasporto.

Solitamente lo stato di fatto e lo scenario progettuale sono collocati su orizzonti temporali disallineati, ossia l'entrata in esercizio dell'infrastruttura è posticipata di n

⁶ L' R^2 , o coefficiente di determinazione, rappresenta una proporzione tra la variabilità dei dati rilevati e la correttezza del modello utilizzato, ossia dei risultati da esso prodotti ($R^2 = ESS/TSS$, con ESS devianza spiegata dal modello, ossia dai suoi risultati, e TSS è la devianza totale, ossia dei valori osservati). Il GEH (Geoffrey E. Havers, 1970) è un test basato sulla formula empirica $GEH = [2*(M - C)^2/(M + C)]^{1/2}$, con M valore ottenuto dal modello e C valore osservato. L'NRMSE, o Normalized Root-Mean-Square Error, è uguale al rapporto tra la radice quadrata dell'errore quadratico medio, RMSD, e il range di variabilità della variabilità oggetto di previsione, ossia la differenza tra il valore massimo e il valore minimo; è espresso in percentuale con valori bassi ad indicare variabilità residue basse.

anni rispetto allo scenario attuale, che come detto definisce il t_0 delle valutazioni. Tale sfalsamento comporta necessarie valutazioni sulle dinamiche evolutive, tanto della domanda di mobilità quanto dell'offerta di trasporto, tra l'istante t_0 , l'istante t_n in cui l'opera entrerà nella fase di esercizio e ognuno degli anni successivi fino al termine della concessione.

Le dinamiche evolutive della domanda di mobilità che interessa il territorio oggetto di studio sono affrontate con l'applicazione di modelli econometrici che legano la domanda di trasporto alle variabili macroeconomiche e demografiche, anche tenendo conto delle politiche di sviluppo territoriale previste sull'area d'interesse o comunque con effetti sulla stessa. In generale, definito il modello di domanda $D(t_0)^c$ all'istante t_0 e rappresentato da un insieme di matrici c Origine/Destinazione relative alle diverse classi di veicoli/utenti, viene identificato e calibrato nei parametri β_1, \dots, β_m un modello che lega l'andamento della domanda di mobilità ad un set di m variabili esplicative B_1, \dots, B_m . Il risultato ottenuto può essere rappresentato da un insieme di matrici $E(t_n)^c$ i cui elementi $e(t_n)_{ij}^c$ rappresentano il fattore di incremento della mobilità tra l'anno t_0 e l'anno t_n tra la zona i e la zona j per la data classe veicolare/di utenza c .

Sulla base di tali elementi, stante il modello di domanda per lo stato di fatto $D(t_0)$, le previsioni evolutive formulabili per le variabili esplicative, e il set di matrici dei coefficienti $E(t_n)$, all'anno t_n il modello di domanda è rappresentato dall'insieme delle matrici $D(t_0)^c$ i cui elementi, per ogni i, j appartenenti all'insieme delle zone e per ogni c appartenente all'insieme delle classe di veicoli/utenti, sono definiti da

$$d(t_n)_{ij}^c = e(t_n)_{ij}^c * d(t_0)_{ij}^c.$$

Le medesime considerazioni possono essere fatte per tutti gli anni di esercizio dell'infrastruttura, fino al termine della concessione.

L'evoluzione del sistema di offerta di mobilità a partire dall'istante t_0 ed il conseguente assetto previsto nel periodo a partire dall'anno t_n fino al termine della concessione vengono valutati sulla base di una attenta disamina delle politiche, dei piani, dei programmi e dei progetti messi in atto da vari soggetti ed aventi effetto sul territorio in esame. L'esame degli strumenti di pianificazione programmazione predisposti dai diversi soggetti pubblici e privati operanti sul territorio consente di identificare la natura degli interventi in grado di modificare negli anni futuri rispetto a t_0 l'assetto del sistema di offerta, e di identificare sulla base del relativo livello di definizione o di attuazione l'effettivo istante in cui ciascuno di essi interverrà in modifica dell'assetto dello stesso sistema. Sulla base di tali elementi, per ciascuno degli anni a partire dall'istante t_n fino al termine della concessione vengono predisposti scenari evolutivi per il sistema di offerta, tenendo conto delle modifiche che interverranno sullo stesso e della modellazione delle stesse in aggiornamento al modello rappresentativo dello stato di fatto. In particolare, nello scenario di progetto si provvede alla modellazione dell'infrastruttura oggetto di analisi, adeguandone gli archi ed i relativi attributi e funzioni di costo se si tratta di valutazioni su una infrastruttura autostradale brown field, ovvero inserendo nuovi archi caratterizzati dai relativi attributi e funzioni di costo nel caso di una infrastruttura green field.

In ogni caso, trattandosi di autostrada con transiti soggetti a tariffazione, il modello deve tenere conto del sistema tariffario previsto sull'infrastruttura attraverso un'opportuna caratterizzazione delle funzioni di costo. Mediante opportune soluzioni di

modellazione del grafo e delle funzioni di costo, secondo il sistema di tariffazione previsto (tariffazione chilometrica o forfetaria, con sistemi tradizionali o innovativi di tipo free flow), il modello consente a ciascuna classe c di veicoli/utenti di percepire la relativa imposizione tariffaria sugli archi dell'infrastruttura all'interno del costo generalizzato di percorrenza.

Stante il modello di offerta per lo stato di fatto $R(t_0)$, all'anno t_n il modello di offerta è dato da

$$R(t_n) = \{G(t_n), (cg(t_n)_a)_{a \in G(t_n)}\}$$

dove $G(t_n)$ rappresenta il grafo aggiornato all'anno t_n e $cg(t_n)_a$ rappresenta, per ciascun arco del grafo aggiornato, il relativo costo generalizzato, il tutto riferito all'anno t_n . Le medesime considerazioni possono essere fatte per tutti gli anni di esercizio dell'infrastruttura, fino al termine della concessione.

Anche in questo caso è il modello di assegnazione che simula l'interazione tra il modello di domanda $D(t)$ e modello di offerta $R(t)$. Nel caso del modello di assegnazione, tuttavia, la diversa collocazione temporale degli scenari futuri non produce una variazione delle ipotesi ip_i che identificano il modello di assegnazione $I(t)$. Tali ipotesi, infatti, devono essere assunte come costanti, poiché definiscono l'approccio stesso alla modellazione legato alle sole necessità delle analisi a prescindere dal fattore tempo.

Come già richiamato più volte, le valutazioni riguardanti il sistema di domanda e di offerta devono avere come riferimento temporale l'intera durata della concessione a partire dall'anno di entrata in esercizio, generalmente è posticipato di n anni rispetto al riferimento t_0 rappresentato dallo scenario attuale. Tale necessità, in via teorica, imporrebbe la predisposizione di uno scenario di progetto, caratterizzato da un proprio assetto evolutivo della domanda e dell'offerta, per ciascuno degli anni di esercizio dell'infrastruttura.

Operando in tal modo la procedura di valutazione sarebbe notevolmente appesantita, dal momento che la durata degli intervalli concessori può abbracciare diversi decenni. Al fine di contenere il numero di scenari di valutazione, in generale l'analisi modellistica è indirizzata verso un numero ristretto di scenari futuri di progetto, collocati ad esempio a intervalli regolari di 5-10 anni, ovvero in corrispondenza di orizzonti temporali singolari per l'evoluzione della domanda e dell'offerta. Per quanto riguarda gli anni intermedi, le valutazioni si ottengono utilizzando tecniche interpolative che consentono di coprire l'intera durata dell'arco concessorio.

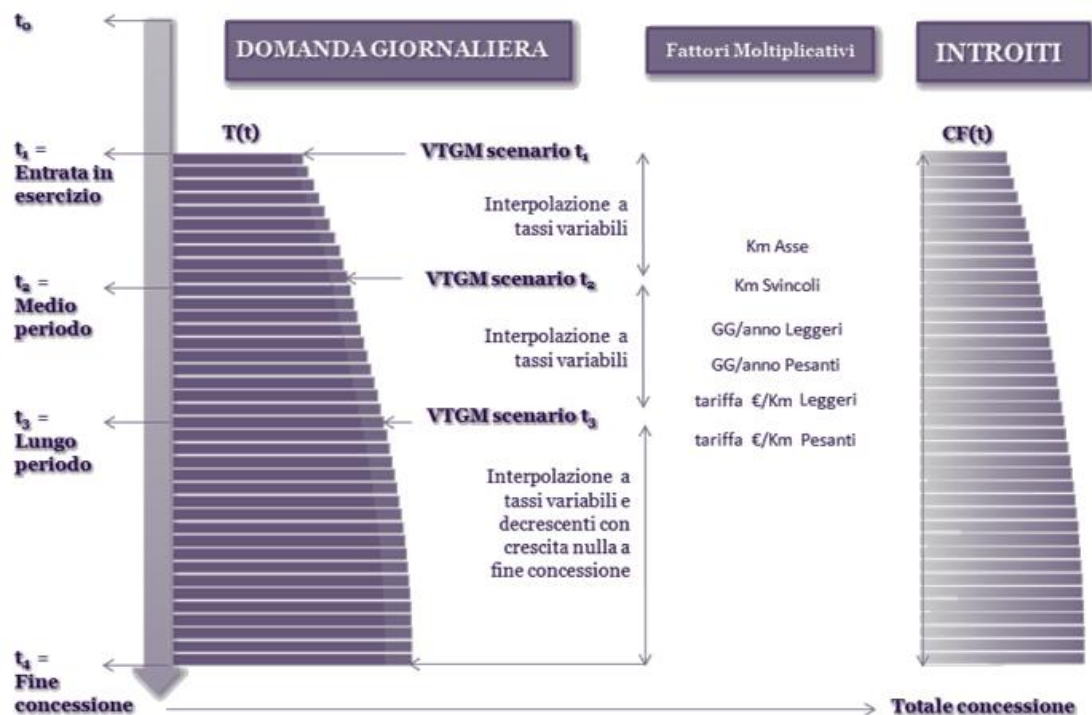
3.9 La quantificazione della domanda e degli introiti potenziali

Dall'istante t_n e per ciascuno degli anni in corrispondenza dei quali si sono definiti gli scenari futuri di simulazione, il modello di assegnazione consente di stimare i flussi sugli archi del grafo rappresentativo dell'assetto ipotizzato per il sistema di offerta $R(t)$ in dipendenza dall'ipotizzata evoluzione della domanda di mobilità $D(t)$.

Per la stima della domanda potenziale sull'infrastruttura oggetto di analisi, assumono rilevanza i valori dei flussi su ciascuno degli archi che modellano tale infrastruttura, e

che si ottengono mediante il modello di interazione domanda/offerta. Gli introiti da traffico sono calcolati in considerazione del sistema di pedaggiamento previsto, con tariffa rispettivamente chilometrica o forfetaria, per le diverse classi veicolari di esazione. Nel caso di tariffazione chilometrica, per ciascuna delle classi veicolari di esazione vengono valutate le percorrenze complessive in termini di *veicoli*km*, calcolate a partire dalla domanda potenziale $T(t)$ stimata sull'insieme delle tratte poste a pedaggio e della relativa estesa chilometrica, e quindi si ricavano i flussi di cassa in considerazione della tariffa di esazione imposta dalla concessionaria. Nel caso di tariffazione forfetaria, per ciascuna delle classi veicolari si valuta la domanda potenziale $T(t)$, ossia i transiti nei punti di esazione del pedaggio, e da essa si ricavano i flussi di cassa in considerazione delle tariffe di esazione imposte.

Figura 2: Domanda e introiti previsti



Per ciascuno degli orizzonti simulati la stima dei flussi di cassa annuali $CF(t)$ attesi dipende, quindi, dalla domanda potenziale $T(t)$ sull'infrastruttura, intesa come ammontare dei flussi di traffico distribuiti dal modello di assegnazione sugli archi nell'intervallo di simulazione (es. ora di punta del giorno medio feriale). A sua volta la domanda potenziale $T(t)$ è legata alla modellazione della domanda e dell'offerta all'orizzonte t , rispettivamente $D(t)$ ed $R(t)$, ed ai valori attribuiti a k fattori.

Si ottiene pertanto che:

$$CF(t) = f(T(t)) = g(D(t), R(t), A_1, \dots, A_k)$$

dove i k fattori A_1, \dots, A_k rappresentano gli opportuni fattori di espansione ed annualizzazione per giungere dal valore nell'intervallo di simulazione (es. l'ora di punta del giorno medio feriale) al valore totale annuale.

Come già detto, per gli orizzonti non simulati all'interno dell'intervallo di concessione la domanda di traffico $T(t)$ ed i relativi flussi di cassa $CF(t)$ possono essere ricavati usando opportune tecniche di interpolazione, consentendo in definitiva di disporre della stima dell'andamento degli introiti da pedaggio, ossia della successione $\{CF(t_y)\}$, con y che va dall'anno di entrata in esercizio dell'autostrada fino al termine della concessione.

L'andamento del CF annuale per introiti da pedaggio rappresenta, infatti, un elemento fondamentale per l'analisi della sostenibilità finanziaria dell'investimento e per la definizione degli elementi sostanziali dell'iniziativa di PF da parte di tutti i soggetti interessati, entrando a far parte del prospetto generale dei flussi che compone il Piano Economico Finanziario.

4. La quantificazione del rischio traffico ed introiti

4.2 Risk Management

Un'operazione di PF si configura come un sistema complesso di relazioni politiche, sociali, finanziarie, legali, contrattuali e tecniche tra soggetti pubblici e privati per progettare, realizzare e gestire un'opera infrastrutturale, che per loro natura presenta una rischiosità intrinseca legata alla volatilità dei risultati futuri. Le stime dei flussi di cassa relativi ai costi di costruzione e gestione ed agli introiti da pedaggio rappresentano sicuramente una di queste fonti di incertezza, traducendosi in componenti di rischio non trascurabili, che mal si coniugano con gli obiettivi di convenienza e redditività.

Se da un lato la certezza non è sicuramente un obiettivo completamente raggiungibile, l'adeguata analisi del livello d'incertezza è sicuramente un elemento indispensabile per una corretta identificazione, valutazione e gestione del rischio connesso all'operazione, consentendo da un lato ridurre l'aleatorietà dei flussi input/output derivati dalla realizzazione e gestione del progetto e dall'altro di stabilire per le parti in causa l'accettabilità del livello di rischio residuo. In altre parole, sulla base di un'adeguata procedura di Risk Management, gli investitori possono valutare l'entità del rischio e le possibilità di provvedere ad una sua mitigazione; nel caso in cui tale livello sia considerato accettabile, gli stessi provvederanno a finalizzare l'operazione, in quanto ritenuta potenzialmente conveniente ad un livello di rischio accettabile. Una solida procedura di PF deve prevedere, quindi, un adeguato processo di Risk Management che consenta l'identificazione, l'analisi/valutazione, l'allocazione e la mitigazione dei rischi nelle fasi di *Risk Identification - Risk Assessment - Risk Allocation - Risk Mitigation* (PPIAF, 2009).

La fase di *Risk Identification* consente di individuare tutti gli elementi che possono essere considerati come fonti di aleatorietà, e quindi come fattori di volatilità dei risultati futuri esaminati all'interno di un dato orizzonte temporale, sulla base di una attenta analisi delle specificità del progetto infrastrutturale analizzandone le diverse fasi del ciclo di vita (rischi generali, connessi con fattori di rischio che permangono in tutte le fasi del progetto; rischi pre – completion, connessi al periodo di realizzazione del progetto; rischi post- completion, connessi alla gestione economica dell'opera).

L'identificazione dei rischi consente di individuare anche i termini rispetto ai quali essi intervengono nei confronti dell'opera, distinguendo (PPIAF, 2009):

- i rischi di fondo, che possono essere a loro volta causati o comunque collegati a decisioni prese da enti pubblici, ovvero generati da fattori non direttamente controllati o controllabili dagli stessi (rischi politici, legislativi, regolatori, monetari, macroeconomici o legati a cause di forza maggiore);
- i rischi sui costi dell'opera, associati non solo alla fase realizzativa dell'opera ma anche alla fase di gestione operativa e di manutenzione,
- i rischi commerciali, riguardanti gli introiti direttamente o indirettamente generati dall'opera in dipendenza dalla sua gestione commerciale.

Alla fase di identificazione dei rischi segue la fase di *Risk Assessment* per l'analisi e valutazione dell'entità e dell'effetto di tali fattori di rischio sul valore del progetto. La quantificazione dei rischi rispetto ai diversi fattori che possono generare la volatilità del risultato, infatti, è un elemento essenziale sia per provvedere alla loro mitigazione ed ottimale allocazione, sia per determinare la scelta dei soggetti investitori nel finanziare o meno il progetto, stante il grado di rischiosità dello stesso e la propria soglia di accettabilità. In termini di effetti prodotti, il concetto di rischio combina la probabilità del verificarsi di un evento con l'impatto che questo evento potrebbe avere, ossia:

$$RK = p * I$$

dove:

RK = Effetti di rischio

p = Probabilità di occorrenza dell'evento di rischio

I = Impatto generato dall'evento di rischio

La promozione e l'avvio di un'iniziativa PPP comportano necessariamente una ripartizione dei rischi connessi con la stessa tra i diversi soggetti coinvolti, *Risk Allocation*, una volta che gli stessi rischi siano stati identificati e quantificati. I rischi vengono, infatti, ripartiti non solo tra il soggetto pubblico e il privato, ma anche tra i diversi partner privati attraverso la definizione di un quadro contrattuale. Occorre tenere presente che la mal posta allocazione dei rischi tra soggetto pubblico e soggetti privati, e reciprocamente tra gli stessi partner privati, può determinare l'insuccesso dell'intera iniziativa, con la fuoriuscita di soggetti per i quali il rischio allocato si presenta come non sostenibile/non accettabile, o con il palesarsi di una situazione di insostenibilità generale dell'operazione, legata ad un eccesso di redditività attesa a fronte di rischi allocati troppo elevati. Prima dell'avvio concreto del progetto, è necessario che tutti i rischi identificati siano adeguatamente valutati, con un grado di approfondimento crescente col progredire delle fasi attuative. Da questo punto di vista, quindi, se una valutazione qualitativa degli effetti di rischio (mediante matrici di rischio o checklist) può essere ritenuta sufficiente in un momento iniziale, le fasi più avanzate dell'iter di impongono approcci più strutturati e basati su tecniche quantitative, differenziate rispetto al tipo di rischio preso in esame (PPIAF, 2009).

4.3 Il rischio di domanda

Il rischio di domanda è il rischio che la domanda effettiva cui sono legati gli introiti generati si attesti, durante la gestione, su livelli difforni rispetto a quelli previsti in fase di progettazione dell'opera e di avvio della procedura di PF. Il rischio di domanda, detto

anche rischio di mercato, appartiene alla categoria dei rischi commerciali, sicuramente tra i più significativi dal punto di vista dei soggetti privati, ed è connaturato a tutte le categorie di investimenti, con particolare riguardo a quei progetti che basano le proiezioni dei ricavi su stime.

Occorre precisare che se in prima analisi il concetto di rischio di domanda si associa più naturalmente ad una sua sovrastima, in realtà anche effetti di sottostima sono da considerare altrettanto rischiosi. Se da un lato, infatti, la sovrastima, può generare errate aspettative nei confronti della convenienza prefigurando livelli di redditività troppo elevati rispetto a quelli effettivamente conseguibili, dall'altro una sottostima può rivelarsi ugualmente dannosa per il successo dell'iniziativa, con la possibilità di arrivare a prefigurare erroneamente la non convenienza economica o l'insostenibilità finanziaria dell'investimento.

Nei progetti autostradali il rischio di domanda identifica il cosiddetto rischio traffico, ossia il rischio che durante la fase operativa di esercizio dell'infrastruttura il traffico si attesti su valori differenti rispetto a quelli stimati, generando maggiori o minori introiti e compromettendo l'adeguatezza del profilo dei flussi di cassa previsionali nel valutare la profittabilità e la sostenibilità dell'operazione. In tali termini, si parla più propriamente di rischio traffico/introiti in quanto è la combinazione domanda-livello tariffario che definisce il montante annuale degli introiti. Occorre sottolineare come il rischio di domanda non si esaurisca solo in termini di rischiosità commerciale in relazione agli introiti direttamente o indirettamente generati dall'opera, ma abbia risvolti anche sui costi dell'opera in relazione al suo dimensionamento, e presenti elementi di rischiosità di fondo connessi con fattori non controllabili e difficilmente prevedibili.

Occorre rilevare, inoltre, che i soggetti coinvolti in un'iniziativa di PF sono molteplici ed estremamente variegati possono essere i loro livelli di propensione al rischio e di fiducia nel realizzarsi o meno di alcuni scenari previsionali. Da questo punto di vista, infatti, ricerche e studi internazionali (Bain, 2009) mettono in guardia da una tendenza alla sovrastima della domanda da parte dei soggetti promotori (si tratta del cosiddetto *optimism bias*, che spesso può essere legato anche a decisioni strategiche in merito all'investimento), rispetto a stime maggiormente conservative da parte di soggetti pubblici e investitori istituzionali che intervengono con i loro capitali. La definizione del livello di rischiosità, quindi, completa la caratterizzazione della domanda di traffico futura e con essa quella dei flussi di cassa previsionali, consentendo di valutare gli stessi anche in funzione dell'incertezza rispetto agli assetti che potranno caratterizzare gli scenari futuri.

Nella redazione degli Studi di Traffico emerge, pertanto, la necessità di provvedere ad una attenta analisi della domanda potenziale ed insieme di valutarne il livello di rischiosità, individuando le variabili più significative e valutando l'effetto di quelle più sensibili in quanto affette da un maggior grado di incertezza (CIPE, 2007).

Tra le valutazioni preliminari di rischiosità della domanda e degli introiti rientra l'introduzione del cosiddetto *ramp-up* nei primi anni di valutazione, e quindi di entrata in esercizio dell'infrastruttura, che dal punto di vista finanziario hanno un ruolo cruciale nella valutazione di convenienza e sostenibilità (Keiger & al., 2006). Alla domanda ed agli introiti stimati in corrispondenza dei primi anni (solitamente da 2 a 5), vengono operate delle riduzioni di traffico per tenere conto delle differenze tra domanda prevista

e domanda effettiva legate, ad esempio, a fenomeni di apprendimento progressivo e graduale dell'utenza nell'utilizzo della nuova infrastruttura e dei relativi benefici, o di riluttanza al pagamento della tariffa imposta per il transito. I profili di ramp-up possono assumere varie forme, con riduzioni al primo anno che possono andare dal 10% al 50% e che progressivamente si riducono a zero di prassi entro i primi 5 anni di esercizio.

4.4 Le Analisi di Sensitività su scenari alternativi

I risultati forniti, come sopra definito, da un modello tradizionale di stima della domanda di traffico $T(t)$ e dei relativi flussi di cassa $CF(t)$ derivanti dall'esazione dei pedaggi in corrispondenza di un determinato livello tariffario, pur eventualmente considerando un effetto di ramp-up nei primi anni di esercizio, non consentono una quantificazione effettiva del livello di rischio. E' evidente, come, senza altri approfondimenti e valutazioni, domanda di traffico e introiti siano trattate essenzialmente come variabili deterministiche in output dalle analisi simulative, rispetto ad un determinato scenario di riferimento.

Al fine di esplorare al meglio la consistenza e l'affidabilità di tali output, nell'ambito degli Studi di Traffico per la stima della domanda potenziale e degli introiti da pedaggio è diffuso l'approccio di considerare un certo numero di scenari alternativi in corrispondenza di assunzioni diverse per quanto riguarda le ipotesi alla base del modello di traffico (Keiger & al., 2006) (Lemp & al. 2009). Assumendo come riferimento lo scenario base, gli scenari alternativi possono considerare ipotesi diverse rispetto alla crescita della domanda di mobilità (modello di domanda) o all'evoluzione della rete di trasporto (modello di offerta), o a ulteriori parametri che definiscono lo scenario e il relativo modello di simulazione (VET, coefficienti di annualizzazione, tariffe, ecc.).

L'esplorazione e l'analisi comparata degli scenari alternativi consente di predisporre utili analisi di sensitività o stress test (Lemp & al. 2009) che producono, in output, un insieme di successioni della stima dell'andamento degli introiti da pedaggio $\{CF(t_y)\}$, mediante le quali è possibile valutare gli effetti determinati dal realizzarsi di specifiche variazioni rispetto allo scenario base futuro. La quantificazione della domanda e degli introiti del singolo scenario alternativo, pertanto, consente di valutare gli effetti connessi con il verificarsi delle ipotesi che lo definiscono, nei confronti dello scenario base o di un altro tra gli scenari alternativi.

Tra le analisi di sensitività che generalmente vengono prodotte per testare gli scenari alternativi, grande importanza rivestono le analisi di sensitività della domanda e degli introiti alla tariffa di pedaggio. Se da un lato la disponibilità a pagare degli utenti, in relazione alla tariffa di pedaggio prevista ed al livello di servizio assicurato dall'infrastruttura, può essere valutata mediante adeguati strumenti di indagine (es. Indagini Stated Preferences) l'effetto sulla domanda e sugli introiti potenziali deve essere valutato predisponendo vari scenari simulativi. Questi scenari consentono di simulare l'andamento della domanda e degli introiti al variare della tariffa e di stimare il livello tariffario ottimo per la redditività del progetto, ossia quello che consente di massimizzare gli introiti. L'esistenza di una dipendenza tra domanda potenziale e tariffa di pedaggio, e tra introiti e domanda potenziale si traduce, infatti, in una dipendenza degli introiti dal quadrato della tariffa di pedaggio. L'analisi di scenari di variazione della tariffa e delle conseguenti variazioni della domanda e degli introiti consente di

stimare la funzione di elasticità degli stessi rispetto alla tariffa e di individuarne il livello ottimo che consente di ottenere il massimo della redditività.

Altre analisi di sensitività possono essere predisposte per valutare gli effetti di variazioni della disponibilità a pagare dell'utenza (Keiger & al., 2006). Riguardo a quest'ultimo aspetto, ad esempio, una non corretta valutazione e modellazione VET, e quindi della disponibilità a pagare dell'utenza, si traduce in una sovrastima/sottostima dei flussi di traffico previsti in corrispondenza di un dato livello tariffario imposto per il pedaggio, e di conseguenza in uno scostamento tra flussi di cassa stimati (ex ante in previsione) ed effettivi (ex post in esercizio), che non consente un'adeguata valutazione economico-finanziaria dell'investimento.

4.5 L'analisi probabilistica

L'elaborazione di diversi scenari futuri di sensitività, ancorché utile a verificare la solidità dell'iniziativa in corrispondenza di ciascuno degli scenari analizzati e di individuare eventualmente i valori limite per la redditività, non permette di affrontare in maniera propriamente definita il concetto di rischio (Lewis, 1995). L'elaborazione di un numero contenuto di scenari discreti, infatti, non consente di indagare l'intero range di variabilità dei risultati, ma solo di distinguere, tra lo scenario base e gli scenari alternativi, le situazioni caratterizzate da risultati finanziari accettabili da quelle che non producono profili di introiti soddisfacenti (Lemp & al. 2009). In questo senso, tale tipo di analisi non può considerarsi propriamente un'analisi di rischio

L'obiettivo dell'analisi del rischio traffico/introiti è, infatti, quello di caratterizzare dal punto di vista probabilistico le stime annuali della domanda di traffico $T(t)$ e dei relativi flussi di cassa $CF(t)$ derivanti dall'esazione dei pedaggi, individuandone le relative distribuzioni di probabilità. La caratterizzazione probabilistica della domanda e degli introiti potenziali sull'infrastruttura di progetto consente di specificare la probabilità con cui possono essere raggiunti, nei singoli anni e sul totale della concessione, determinati livelli di traffico e di introiti, ovvero di determinare qual è il montante della domanda e degli introiti attesi rispetto ad una soglia di rischio prefissata.

La domanda di traffico $T(t)$ e i relativi flussi di cassa $CF(t)$ per ciascuno degli anni di esercizio dell'infrastruttura possono essere considerate, infatti, come variabili aleatorie. Essendo in definitiva tali variabili risultanti da elaborazioni condotte mediante un modello di simulazione del traffico, la loro aleatorietà è essenzialmente legata all'incertezza con cui necessariamente vengono definiti alcuni degli elementi che rappresentano gli input del modello stesso (ipotesi di base e valori associati ai parametri) (Rasouli, 2012).

Considerando che la stima dei flussi di cassa annuali $CF(t)$ attesi dipende dalla domanda potenziale $T(t)$ sull'infrastruttura, intesa come ammontare dei flussi di traffico distribuiti dal modello di assegnazione sugli archi della stessa nell'intervallo di simulazione, a sua legata alla modellazione della domanda e dell'offerta all'orizzonte t , rispettivamente $D(t)$ ed $R(t)$, ed ai valori attribuiti a k fattori, si è già considerate

$$CF(t) = f(T(t)) = g(D(t), R(t), A_1, \dots, A_k)$$

con i k fattori A_1, \dots, A_k che rappresentano i fattori di espansione ed annualizzazione delle percorrenze, per giungere dal valore nell'intervallo di simulazione al valore totale annuale. L'aleatorietà di $CF(t)$ è, in definitiva, legata alla aleatorietà della definizione del modello di domanda $D(t)$, del modello di offerta $R(t)$ e dei fattori A_1, \dots, A_k .

Il modello di domanda $D(t)$ all'anno t è rappresentato dall'insieme delle matrici $D(t)^c$ i cui elementi, per ogni i, j appartenenti all'insieme delle zone e per ogni c appartenente all'insieme delle classe di veicoli/utenti, sono definiti da

$$d(t)_{ij}^c = e(t)_{ij}^c * d(t_0)_{ij}^c.$$

con $e(t)_{ij}^c$ fattore di incremento della mobilità tra l'anno t_0 e l'anno t tra la zona i e la zona j per la data classe veicolare/di utenza c , rispetto al valore $d(t_0)_{ij}^c$ all'anno t_0 .

Posto che il modello di domanda $D(t_0)$ sia ben calibrato, e quindi rappresenti il valore reale degli spostamenti all'anno t_0 tra le zone i e j , l'aleatorietà del modello di domanda è legata all'aleatorietà dei fattori di espansione $e(t)_{ij}^c$. Tale fonte di variabilità è in definitiva legata all'incertezza con cui può essere considerata valida nel futuro la calibrazione dei parametri β_1, \dots, β_m fatta sui dati storici per il modello che lega l'andamento della domanda di mobilità al set di m variabili esplicative macroeconomiche, demografiche e territoriali B_1, \dots, B_m , e all'aleatorietà con cui sono definite le previsioni future per l'evoluzione delle stesse variabili a partire da t_0 .

In realtà, occorre considerare come anche per la modellazione dello stato di fatto possano intervenire incertezze nella definizione del modello, derivanti ad esempio dall'aleatorietà dei dati di domanda con cui è definita la matrice iniziale o dei valori di controllo (flussi di traffico ed altri parametri) che intervengono nel procedimento di stima della matrice $D(t_0)$. Ciò aggiunge nuove componenti aleatorie al modello di previsione. Il modello di offerta all'anno t è dato da

$$R(t_n) = \{G(t), (cg(t)_a)_{a \in G(t)}\}$$

dove $G(t)$ rappresenta il grafo aggiornato all'anno t e $cg(t)_a$ rappresenta, per ciascun arco del grafo aggiornato, il costo generalizzato. Come discusso in precedenza, il modello di offerta $R(t)$ nello scenario futuro rappresenta una evoluzione del modello di offerta $R(t_0)$ per lo scenario di riferimento all'anno t_0 . Supponendo che il modello di offerta $R(t_0)$ risulti ben calibrato e rappresentativo del reale assetto, delle caratteristiche e delle performances del sistema di trasporto all'anno t_0 , è possibile associare le componenti di aleatorietà del modello di offerta all'anno t alle ipotesi che ne determinano l'evoluzione a partire dallo scenario di riferimento all'anno t_0 .

Le ipotesi di evoluzione dell'assetto di rete formulate sulla base dell'esame degli strumenti di pianificazione e programmazione alle diverse scale territoriali non possono essere, infatti, considerate certe e pertanto possiedono un'evidente connotazione aleatoria. Se aleatoria è, in definitiva, la presenza o meno all'anno t di un insieme di infrastrutture nell'assetto di rete, posta la sua presenza nello scenario risulta aleatoria anche la modellazione dei relativi costi generalizzati. Tale aleatorietà, peraltro, vale anche per l'infrastruttura di progetto, per la quale gli attributi di prestazione e le caratteristiche fisiche e funzionali sono caratterizzate da aleatorietà, e pertanto possono essere descritte mediante una distribuzione di probabilità. Anche in questo caso occorre considerare che il modello di offerta può contenere alcuni fattori di incertezza nella

definizione dei parametri di modellazione degli archi, ovvero nei valori di controllo che intervengono nel processo di calibrazione del modello dello stato di fatto $R(t_0)$.

4.6 L'Analisi dell'elasticità e la simulazione Monte Carlo

Tra i diversi approcci quantitativi all'analisi del rischio traffico/introiti di un progetto autostradale il più diffuso consiste nel considerare un'ampia gamma di scenari alternativi rispetto allo scenario base, aventi un dato livello di probabilità di occorrenza e un relativo impatto e, sulla base di questi, definire la gamma di risultati in termini di traffico ed introiti potenziali utilizzando una simulazione di Monte Carlo (Lemp & al. 2009).

Una procedura strutturata di analisi probabilistica del rischio traffico/introiti con simulazione Monte Carlo, spesso effettuata con l'utilizzo di software commerciali (Vose ModelRisk, Palisade @Risk, ecc.), prevede l'individuazione di una serie di variabili chiave v_i ritenute sensibili per l'analisi e relative alla definizione del modello di domanda $D(t)$, del modello di offerta $R(t)$ e dei fattori A_1, \dots, A_k di espansione ed annualizzazione delle percorrenze. Le variabili v_i possono essere relative, ad esempio, alla definizione dell'evoluzione della domanda negli scenari futuri, alla quantificazione della disponibilità a pagare degli utenti, all'individuazione delle infrastrutture che definiscono l'assetto evolutivo della rete di trasporto, alla definizione dei costi generalizzati sugli archi comprese le tariffe di pedaggio, alla definizione dei coefficienti di espansione ed annualizzazione della domanda e degli introiti.

Per ciascuna delle variabili chiave v_i , vengono predisposti scenari di simulazione univariati che consentono di stimare gli effetti sulla domanda $T(t)$ e, di conseguenza, sui flussi di cassa $CF(t)$. Per ciascuna variabile v_i , pertanto, vengono valutati una serie di scenari che, "ceteris paribus", esplorano gli effetti, sulla base degli output del modello di simulazione, in corrispondenza di una serie di variazioni rispetto al valore di v_i^0 assunto dalla variabile nello scenario base (generalmente un valore centrale rispetto al range di variabilità della stessa).

Lo scenario base, quindi, rappresenta il riferimento per l'analisi di rischio consentendo di valutare l'elasticità della domanda rispetto a ciascuna variabile v_i considerata. Considerando per ciascuna variabile v_i , il relativo campo di variabilità, all'interno di questo vengono individuati un insieme di valori v_i^* , in corrispondenza dei quali, mediante il modello di simulazione, si ricavano i corrispondenti valori di elasticità $\varepsilon_{T-v^*_i}$ rispetto allo scenario di riferimento, ossia:

$$\varepsilon_{T-v^*_i} = \Delta T\% / \Delta v_i^* \% = (T_{v^*_i} - T_{v_0}) / T_{v_0} / (v_i^* - v_i^0) / v_i^0$$

La domanda potenziale all'anno t simulata assumendo il valore v_i^* può essere quindi espressa in funzione della domanda potenziale per lo scenario base:

$$T(t)_{v^*_i} = T(t)_{v_0} * (\varepsilon(t)_{T-v^*_i} * \Delta v_i^* \% + 1)$$

Mediante tali valori, per ciascuna variabile v_i potrà essere individuata una funzione $E(t, v_i)$ che ne associa il valore $(\varepsilon(t)_{T-v_i} * \Delta v_i \% + 1)$. La funzione $E(t, v_i)$ può essere definita in forma discreta sulla base dei vari v_i^* e dei relativi $\varepsilon(t)_{T-v^*_i}$, ovvero in forma

continua mediante interpolazione degli stessi valori.

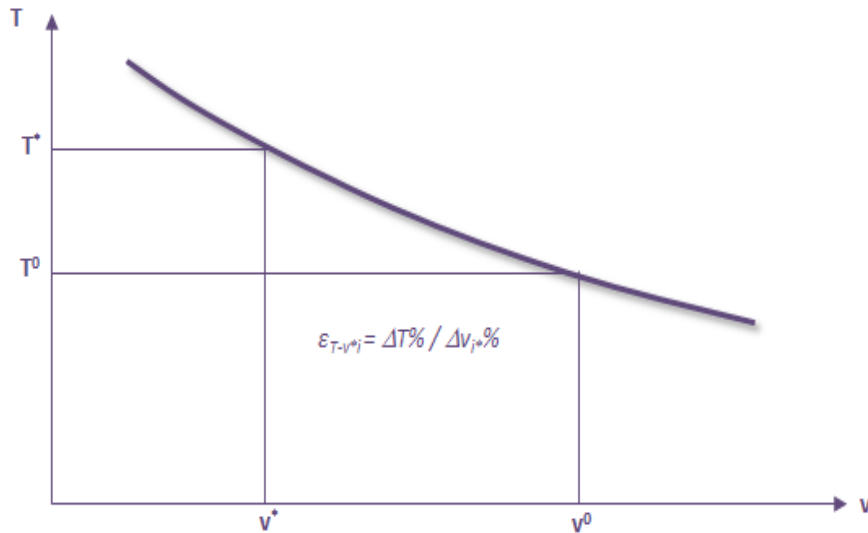
Per la variabile v_i , quindi, si possono esprimere gli effetti sulla domanda di traffico in considerazione di

$$T(t, v_i) = T(t)_{v_0i} E(t, v_i)$$

e sulla base di essi e delle tariffe di pedaggio, gli effetti sui flussi di cassa $CF(t, v_i)$

A ciascuna variabile v_i è associata una distribuzione di probabilità f_i , ossia una funzione matematica che, per ogni valore della variabile, fornisce la probabilità che venga osservato quel valore. Nel caso in cui le variabili non siano indipendenti, oltre alla distribuzione di probabilità f_i , a ciascuna coppia di variabili sarà associata anche la relativa covarianza, che fornisce una misura di quanto le due varino assieme, ovvero della loro dipendenza.

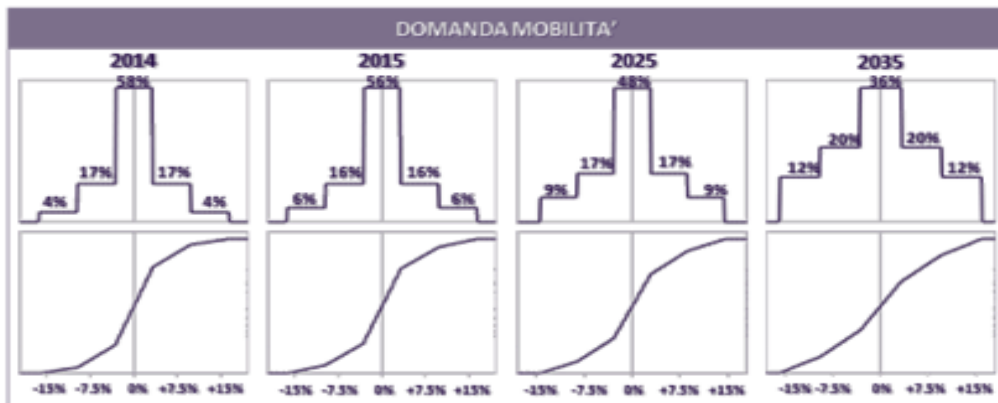
Figura 3: Elasticità della domanda alla variabile v



Le distribuzioni di probabilità sono definite sulla base di dati storici e di valutazioni sulla bontà di adattamento di specifiche funzioni di distribuzione, ovvero adottando distribuzioni empiriche. Generalmente sono utilizzate distribuzioni di probabilità simmetriche del tipo normale, triangolare, trapezoidale o rettangolare, ma nel caso in cui la loro individuazione si basi su procedure di fitting di dati reali, possono essere usate anche funzioni diverse (gamma, log-normale, Weibull, etc.). Nel caso in cui, ad esempio, la variabile in esame coincide con il considerare o meno la presenza di un'infrastruttura nell'assetto evolutivo futuro, la distribuzione sarà bernoulliana che assumerà, con una definita probabilità, rispettivamente i valori 1 o 0.

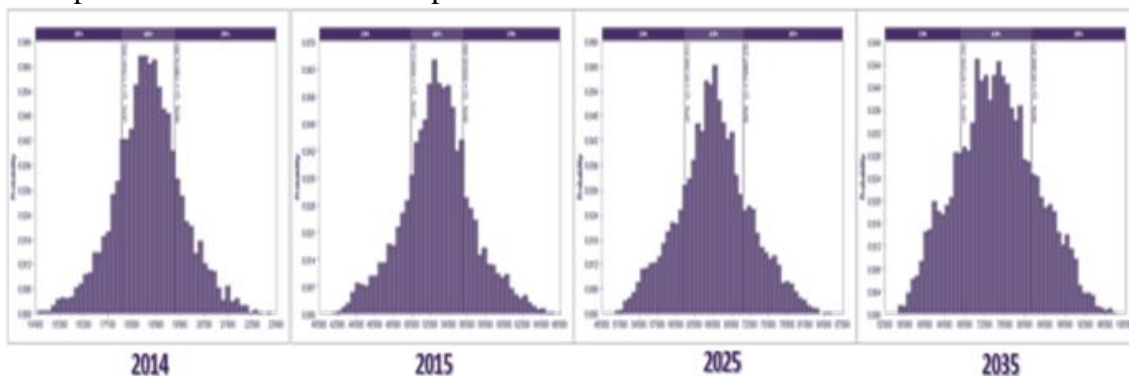
L'attribuzione delle distribuzioni di probabilità f_i per le variabili chiave v_i consente di definire come saranno probabilmente distribuiti i valori futuri delle stesse. Essendo ciascuno scenario univariato individuato da uno specifico v_i^* assunto dalla relativa variabile chiave indipendente, la distribuzione associata alla stessa variabile consentirà di identificare la probabilità $p(v_i^*)$ con cui si manifesterà v_i^* , coincidente con la probabilità con cui si potrà verificare "ceteris paribus" lo scenario in esame, e quindi anche i suoi effetti.

Figura 4: Esempi di distribuzioni di probabilità empiriche per alcune variabili del modello di traffico



Dato l'insieme delle variabili v_i ciascuna con distribuzione di probabilità f_i e nota la eventuale matrice di covarianza tra le stesse variabili nel caso in cui non siano indipendenti, la distribuzione di probabilità della domanda $T(t, v_i)$ e quindi dei flussi di cassa $CF(t, v_i)$ può essere individuata a partire dalla $T(t, v_i) = T(t)_{v_{0i}} E(t, v_i)$ mediante una simulazione Monte Carlo, che consente di calcolare i possibili valori di T in corrispondenza di un elevato campionamento casuale dei valori delle v_i . Il numero di campionamenti necessario, che solitamente va da 1'000 a 10'000 iterazioni, è individuato mediante alcuni test, che consentono di valutare la stabilità delle simulazioni. La valutazione degli effetti probabilistici complessivi tiene conto della sovrapposizione degli effetti legati a ciascuna variabile.

Figura 5: Distribuzioni di probabilità ottenute per la domanda potenziale T in corrispondenza di 4 orizzonti temporali



4.7 Intervalli di confidenza e percentili della domanda e degli introiti

I valori di $T(t)$ e di $CF(t)$ ottenuti in corrispondenza di ciascuna iterazione Monte Carlo attraverso i campionamenti delle variabili indipendenti v_i , operati secondo le funzioni di distribuzione di probabilità f_i individuate per ciascuna di esse, consentono di definire statisticamente le medesime variabili $T(t)$ e $CF(t)$, individuandone la distribuzione di probabilità.

Sulla base dei risultati delle simulazioni Monte Carlo possono essere valutate alcune statistiche significative di centralità, quali la media e la mediana, o di dispersione, quali la varianza. I risultati possono essere utilizzati, inoltre, per la determinazione degli intervalli di confidenza $(1-\alpha)$ del valore medio della domanda $T(t)$ e degli introiti $CF(t)$: individuato ad esempio un livello di confidenza del $(1-\alpha) = 95\%$, è possibile calcolare i valori limite della $T(t)$ e di $CF(t)$ tali che la probabilità che le stesse variabili abbiano una media fuori dall'intervallo definito sia di $\alpha = 5\%$.

Gli output delle simulazioni Monte Carlo consentono, inoltre, di stimare i valori della variabile caratterizzati da una determinata probabilità di essere superati: individuata una probabilità di superamento α è possibile individuare il valore della $T(t)$ e di $CF(t)$ che ha tale probabilità di essere superato dal campione attraverso la stima dell' $(1-\alpha)$ -esimo percentile.

L'analisi degli intervalli di confidenza e, soprattutto, dei percentili è uno degli elementi fondamentali nella valutazione del rischio da parte dei diversi soggetti che intervengono nelle varie fasi dell'iniziativa in PF. In particolare, nella predisposizione e valutazione della struttura finanziaria, l'analisi probabilistica della domanda e degli introiti consente di stimare gli input del Piano Economico Finanziario secondo un definito livello di rischio stabilito dai finanziatori. Se da un lato, infatti, i promotori tendono a considerare lo scenario base come riferimento, la stessa cosa non accade per i lenders che in generale tendono a considerare scenari alternativi diversi, in funzione di una soglia di probabilità prefissata e improntati ad una maggiore cautela.

Facendo riferimento a quanto sopra indicato a proposito della definizione delle variabili indipendenti sensibili alla valutazione di rischio, lo scenario base assunto come riferimento, infatti, considera generalmente i valori centrali di ciascuna variabile rispetto al suo intervallo di variabilità. In questi termini il valore assunto da ciascuna variabile nello scenario base rappresenta la mediana della relativa distribuzione, e pertanto lo scenario base può essere considerato come lo scenario mediano. I risultati ottenuti con le simulazioni Monte Carlo evidenziano valori mediani della domanda $T(t)$ e dei flussi di cassa $CF(t)$ che tendono ai valori dello scenario base per valori elevati del numero di iterazioni. Tali valori, pertanto, coincidono rispettivamente con il 50° percentile di $T(t)$ e di $CF(t)$, quindi con i valori che hanno una probabilità pari al 50% di essere superati (o ugualmente, di non esserlo).

Lo scenario base, che viene quindi a rappresentare il $p50$, o 50° percentile tra gli scenari univariati, è generalmente lo scenario cui fanno riferimento per le valutazioni relative al dimensionamento dell'opera e alla relativa analisi economico-finanziaria sia il soggetto concedente, sia i proponenti. Al fine di effettuare le valutazioni di convenienza economica e finanziaria sulla base di dati di previsione maggiormente conservativi rispetto a quelli dello scenario mediano, nelle fasi di definizione della struttura finanziaria dell'iniziativa l'attenzione tende a spostarsi su scenari caratterizzati da domanda di traffico ed introiti da pedaggio aventi una maggiore probabilità di essere superati durante la gestione economica dell'infrastruttura.

Investitori e lenders generalmente tendono a staccarsi da valutazioni mediane ($p50$) della domanda e dei flussi di cassa, e tendono a considerare al contrario l'intera distribuzione dei profili di domanda $T(t)$ e di introiti $CF(t)$ (Adler & al., 2014).

A tal proposito vengono effettuate valutazioni di convenienza economica e finanziaria sulla base di dati di $T(t)$ e $CF(t)$ con probabilità di essere superati generalmente compresa tra il 70% ed il 90%. Tali valori, generalmente indicati ad esempio con $p70$, $p80$, $p90$, rappresentano rispettivamente il 30°, il 20° o il 10° percentile della distribuzione dei dati ottenuti mediante la simulazione Monte Carlo. Essi identificano livelli di domanda e di introiti previsti che hanno livelli di rischio più bassi rispetto allo scenario mediano, dal momento che la probabilità di avere valori inferiori, è del 30%, 20% e 10% rispettivamente, contro il 50% dello scenario base.

Figura 6: Andamento dei percentili dei flussi di cassa $CF(t)$

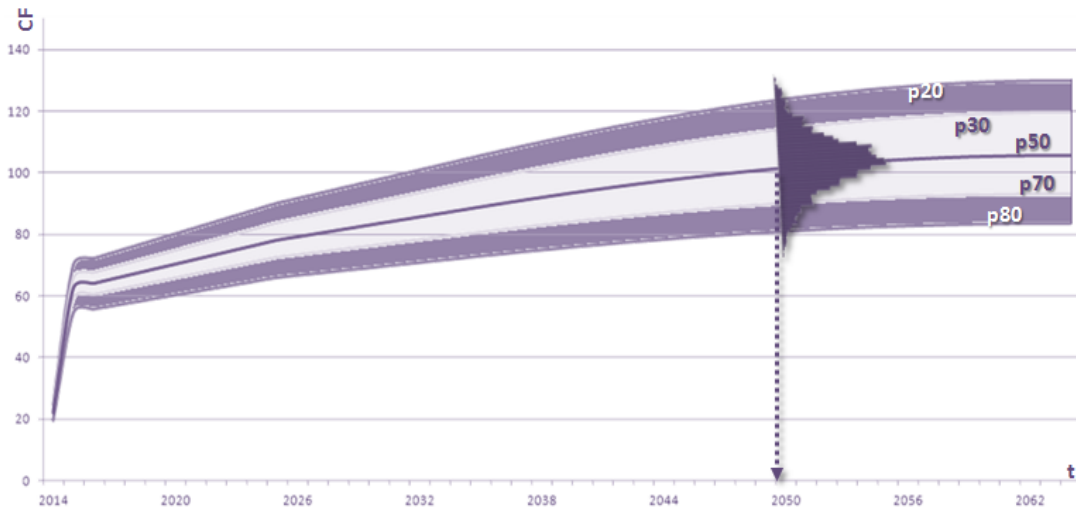
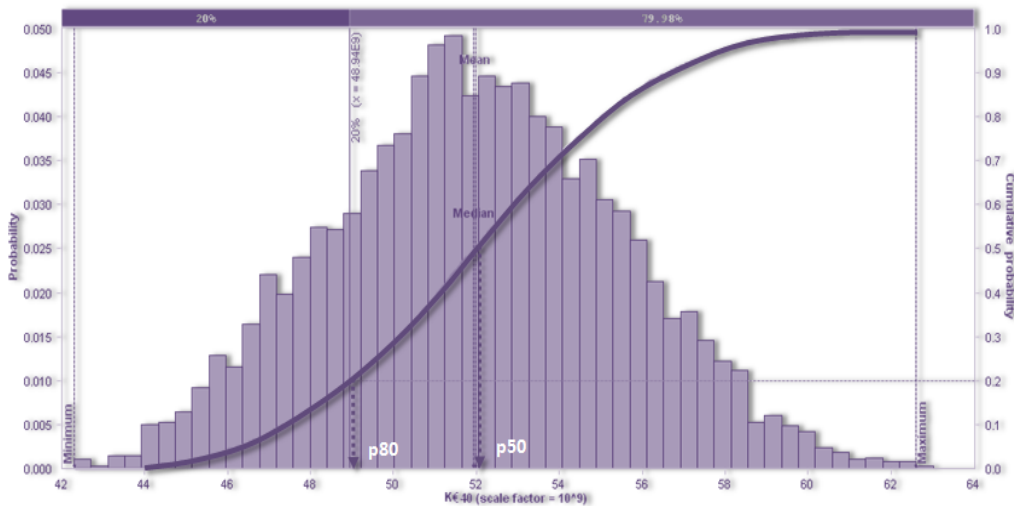


Figura 7: Distribuzione di probabilità e distribuzione cumulata degli introiti totali



5. Considerazioni conclusive

Il ricorso alla Finanza di Progetto o Project Financing ha avuto, negli ultimi anni, costante crescita anche nella progettazione, realizzazione e gestione di infrastrutture stradali a pedaggio, aprendo alla possibilità di apporti di capitale e di finanziamenti

privati legati alla gestione economica delle opere, e consentendo di contenere l'impiego delle sempre più esigue risorse pubbliche.

Nell'insieme delle relazioni che si stabiliscono tra i soggetti che intervengono nell'attuazione di un Project Financing, le note proposte prendono in esame il punto di vista di sponsor e investitori, che valutano la sostenibilità dell'iniziativa in rapporto alla capacità di generare quei flussi di cassa che costituiscono la garanzia primaria in termini di rimborso del debito e di remunerazione del capitale di rischio. L'articolo pone in evidenza la centralità della previsione della domanda di traffico e degli introiti attesi sull'infrastruttura, esplorando gli strumenti e le tecniche modellistiche che consentono di stimarne i valori potenziali e, sulla base di questi, di formulare la decisione di investimento. Tali stime sono, in effetti, gli elementi essenziali su cui si basano le valutazioni di sostenibilità economica e finanziaria dell'iniziativa.

Nella discussione si è chiarito come i tradizionali modelli di previsione della domanda potenziale di traffico siano inevitabilmente affetti da quote non eliminabili d'incertezza, legati alla variabilità degli input. Tutto ciò si traduce in elementi non trascurabili di rischio, che mal si coniugano con gli obiettivi di convenienza e redditività che l'investitore si pone nei confronti del progetto. Se da un lato, infatti, la certezza non è un elemento sulla base del quale poter formulare una decisione d'investimento, l'adeguata analisi del livello d'incertezza è sicuramente un elemento indispensabile per una corretta identificazione, valutazione e gestione del rischio connesso all'operazione, consentendo da un lato di ridurre l'aleatorietà dei flussi input/output derivati dalla realizzazione e gestione del progetto, e dall'altro di stabilire, per le parti in causa, l'accettabilità del rischio residuo. A tal proposito occorre rilevare che essendo molteplici i soggetti coinvolti in un'iniziativa di PF, estremamente variegati appaiono i loro livelli di propensione al rischio e di fiducia nel realizzarsi o meno di alcuni scenari previsionali.

Ciò considerato, appare manifesta, nell'ambito degli Studi di Traffico e dei Piani Finanziari che corredano l'iniziativa di finanziamento, la necessità di una più completa caratterizzazione della domanda di traffico e dei flussi di cassa previsionali derivanti dal pedaggio. Tale completezza comporta il superamento della stima di domanda come output apparentemente deterministico di un modello di traffico, per arrivare alla definizione di un vero o proprio profilo d'incertezza e di rischio delle stime. In altri termini, occorre che alle stesse stime sia associato, in maniera esplicita, il relativo grado di variabilità, in funzione dell'incertezza rispetto ai drivers e agli assetti che possono caratterizzare gli scenari futuri.

Le note proposte chiariscono come l'esplorazione e l'analisi comparata di una serie, anche numerosa, di scenari alternativi ottenuti mediante i diffusi modelli di simulazione del traffico, pur consentendo di vagliare alcuni aspetti della solidità dell'iniziativa e di individuare i valori limite per la redditività, non permette di affrontare in maniera propriamente definita il concetto di rischio. L'articolo propone, quindi, all'attenzione del lettore un approccio quantitativo all'analisi di rischio, che considera un'ampia gamma di scenari alternativi aventi un assegnato livello di probabilità di occorrenza e, in conformità a questi, definisce la gamma di risultati in termini di traffico ed introiti potenziali mediante simulazioni Monte Carlo. Negli ultimi anni questo tipo di approccio

è stato applicato nelle stime di traffico e introiti da pedaggio in diverse realtà internazionali, diventando una sorta di framework di procedure, metodi e modelli statistici che consentono un'analisi integrata di scenari e delle relative probabilità di accadimento. Ciò consente di definire statisticamente, ossia individuandone la distribuzione di probabilità, la domanda e gli introiti potenziali e di valutarne alcune statistiche di centralità o di dispersione. I risultati possono essere utilizzati per la determinazione degli intervalli di confidenza e per stimare i valori di soglia caratterizzati da una determinata probabilità di essere superati. L'analisi probabilistica della domanda e degli introiti consente, quindi, di stimare gli input del Piano Economico Finanziario secondo un definito livello di rischio, generalmente variabile secondo il soggetto (concedente, concessionario, lenders, ecc.), superando la percezione deterministica delle valutazioni, e riportandole nel contesto probabilistico che più propriamente e correttamente la descrive.

Un'analisi di rischio quantitativa, che consenta di esplorare probabilisticamente le stime chiarendo la confidenza con cui vengono identificati gli scenari futuri, rende la valutazione dell'iniziativa più resistente sia rispetto al potenziale *optimism bias*, ossia alla cosiddetta "tendenza all'ottimismo" che si riscontra a livello internazionale nei soggetti concedenti e nei concessionari/sponsor, sia rispetto al potenziale *pessimism bias*, ossia alla cosiddetta "tendenza al pessimismo" in cui potrebbero incorrere finanziatori e lenders. D'altra parte la caratterizzazione delle stime di domanda/introiti come sopra definita è di estremo interesse nella formulazione gli accordi tra i soggetti, pubblici e privati per l'allocazione del rischio e per la definizione delle relative coperture. Pur essendo il rischio di domanda (e quindi d'introiti) un rischio commerciale, nei progetti infrastrutturali tale rischio è considerato non totalmente controllabile dal soggetto privato, e quindi mitigato con un intervento di garanzia del soggetto pubblico. Nei progetti autostradali l'allocazione del rischio sulla domanda e sugli introiti da pedaggio è affrontato introducendo le cosiddette garanzie rischio traffico. Tali garanzie pubbliche ripartiscono il rischio tra concessionario e concedente in funzione di definite soglie di domanda, introducendo intervalli di condivisione dei ricavi (*revenue sharing bands*), variazione di durata della concessione o modifiche per il riequilibrio economico e finanziario. In questo contesto è evidente il contributo fornito da una analisi probabilistica del rischio, specialmente se condivisa tra i soggetti interessati, come elemento di trasparenza e di supporto nella scelta dei termini di garanzia e dei relativi livelli di domanda che li rendono attivi, soprattutto nei casi in cui, come in Italia, non esistono strumenti istituzionalizzati di garanzia pubblica per il Project Financing.

La discussione elaborata chiarisce la funzionalità di questo approccio quantitativo al rischio insito nelle stime di traffico e introiti di una strada a pedaggio, che ha visto recenti applicazioni anche in Italia⁷, evidenziandone l'utilità nella valutazione della sostenibilità dell'iniziativa e nella formulazione della scelte di investimento, e il contributo, in termini di oggettivazione e trasparenza, nella strutturazione dei rapporti reciproci e nella definizione delle relative garanzie tra i soggetti pubblici e privati che intervengono.

⁷Si possono citare, ad esempio, gli Studi di Traffico e i Piani Finanziari di Tangenziale Est Esterna di Milano – TEEM e di Autostrada Pedemontana Lombarda – APL.

Riferimenti bibliografici

- Adler, T., Doherty, M., Klodzinski, J., & Tillman, R. (2014). Methods for Quantitative Risk Analysis for Travel Demand Model Forecasts. In Transportation Research Board 93rd Annual Meeting (No. 14-1472).
- Bagui, S. K., & Ghosh, A. (2012). Traffic and revenue forecast at risk for a BOT road project. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 16(6), 905-912.
- Bain, R. (2009), *Error and Optimism Bias in Toll Road Traffic Forecasts*, Transportation, Springer Science+Business Media.
- Bramazza, I. (2005), *I recenti interventi normativi per le infrastrutture: la Finanza di Progetto applicata ad un'autostrada*, 1^ conferenza della Finanza di Progetto nelle PA, Roma, 22 giugno 2005
- Cascetta, E., & Pagliara, F. (2013). Public engagement for planning and designing transportation systems. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 87, 103-116.
- Cascetta, E. (2009). *Transportation System Analysis: Models and Applications*, Springer, New York
- Cipe - Deliberazione n. 39 del 15/06/2007, Direttiva in materia di regolazione economica del settore autostradale, G.U.R.I. n. 197 del 25/08/2007
- Cheung, K., & Polak, J. W. (2010). A Bayesian approach to modeling uncertainty in transport infrastructure project forecasts. In Transportation Research Board 89th Annual Meeting (No. 10-2959).
- Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome (2013), *Linee guida per la redazione degli studi di fattibilità*
- Dipartimento per la Programmazione e il Coordinamento della Politica Economica, Finanza di Progetto (2009), *100 domande e risposte*
- Dipartimento per la Programmazione e il Coordinamento della Politica Economica, Unità Tecnica Finanza di Progetto (2010), *PROJECT FINANCE Elementi introduttivi*
- EPEC - Unità Tecnica Finanza di Progetto (2011), *Una Guida ai PPP Manuale di buone prassi*
- Hau, T. D. (2005). Economic fundamentals of road pricing: a diagrammatic analysis, *Transportmetrica*, 1(2)
- Khan, A. M. (2013). Risk factors in toll road life cycle analysis. *Transportmetrica A: Transport Science*, 9(5), 408-428.
- Lam, W. H., & Tam, M. L. (1998). Risk analysis of traffic and revenue forecasts for road investment projects. *Journal of Infrastructure Systems*, 4(1), 19-27.
- Lemp, J. D., & Kockelman, K. M. (2009). Understanding and Accommodating Risk and Uncertainty in Toll Road Projects. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2132(1), 106-112.
- Lewis, D. L., *The Future of Forecasting: Risk Analysis as a Philosophy of Transportation Planning*, TR News 177, March–April 1995.
- Luo, L. (2012). Risk Analysis of Highway Traffic Forecasts. In *ICLEM 2012@ sLogistics for Sustained Economic Development—Technology and Management for Efficiency* (pp. 541-545). ASCE.
- Martiniello, L. (2005). *Il calcolo del Public Sector Comparator nel settore dei trasporti stradali*. Rirea.

- Maricopa Association of Governments – MAG (2012), Toll Road Modeling Support: Final Report, Phoenix, AZ
- Keiger, D., Shiu, S., & Naylor, S. (2006). NCHRP Synthesis 364: Estimating Toll Road Demand and Revenue. Transportation Research Board. Washington, DC.
- Rasouli, S., & Timmermans, H. (2012). Uncertainty in travel demand forecasting models: literature review and research agenda. *Transportation Letters*, 4(1), 55-73.
- Reviglio E., (2012), Il finanziamento pubblico e privato delle infrastrutture, in Zanardi A. (a cura di) *La finanza pubblica italiana, Il Mulino - Studi e Ricerche*
- The World Bank Group – PPIAF (2009), *Toolkit for Public-Private Partnerships in Roads & Highways*
- Vose, D. (2008). *Risk analysis: a quantitative guide*. John Wiley & Sons.
- Yuwen, W. & Zhang Z. (2013). *Simulation of investment returns for toll projects*, Center for Transportation Research University of Texas at Austin



Concorrenza e strategie anticompetitive nei settori del trasporto aereo e dei servizi aeroportuali

Laura Solimene^{1*}, Marta Trabucchi²

¹ *Istituto di economia e strategie d'impresa, Università Cattolica del Sacro Cuore, Largo Gemelli, 1 - 20123 Milano (MI), 02/72342734, laura.solimene@unicatt.it*

² *Università degli studi di Bergamo, Department of Management, Information and Production Engineering, Via Pasubio, 7/b - 24044 Dalmine (BG), 035/2052011, marta.trabucchi@unibg.it*

Abstract

Le liberalizzazioni ormai compiute anche nei settori che si caratterizzano per la presenza di un'infrastruttura essenziale hanno aperto le imprese ad una varietà di comportamenti strategici che in alcuni casi possono assumere una valenza anticompetitiva. Il presente contributo si interroga sulla presenza di tali comportamenti nel mercato italiano e, concretamente, analizza quelle strategie che l'Autorità Antitrust (AGCM) ha individuato, dalla sua istituzione al maggio 2014, come anti-competitive nel settore del trasporto aereo e dei servizi aeroportuali. La lettura trasversale ragionata di tutti i procedimenti ha permesso di evidenziare l'andamento temporale delle strategie dell'*incumbent*, le dinamiche con cui quest'ultimo ha sfruttato la propria posizione dominante e le correlazioni ed interazioni tra i diversi comportamenti strategici posti in essere. Lo studio ha permesso di osservare una sequenzialità nelle strategie dell'*incumbent*, confermando l'ipotesi che i cambiamenti strutturali generati dal processo di liberalizzazione implicano un mutamento della tipologia di comportamento strategico adottato dalle imprese.

Parole chiave: Trasporto aereo, servizi aeroportuali, comportamenti anticompetitivi

* Autore a cui spedire la corrispondenza: Laura Solimene - laura.solimene@unicatt.it

1. Introduzione

Negli Stati Uniti, dal 1978 in poi è iniziato un vasto processo di liberalizzazione dei mercati che ha interessato in modo particolare i settori a rete. Questo cambiamento, che dalla fine degli anni Ottanta e per tutto il decennio successivo, con diversa intensità, ha poi caratterizzato l'Unione Europea, è stato sia istituzionale che tecnico e ha messo in crisi opinioni e convinzioni molto radicate, che sembravano immutabili sia tra gli operatori che tra le istituzioni. Infatti, la rassicurante suddivisione del passato tra settori "naturalmente" concorrenziali e settori "naturalmente" monopolistici e pubblici è andata modificandosi nelle sue caratteristiche essenziali e le idee neo-liberiste hanno conquistato terreno in tutto il mondo spingendo verso il mercato molte attività fino ad allora sottratte alle sue regole. Negli anni si è assistito ad una dialettica, talvolta aspra, tra i protagonisti di tale cambiamento. Da una parte vi erano i titolari, o ex-titolari, dei diritti speciali o esclusivi e quanti in genere si opponevano all'estensione delle regole di mercato, dall'altra vi erano i nuovi ed i potenziali partecipanti al mercato e le autorità garanti della concorrenza e di regolamentazione che spingevano verso l'applicazione di tali regole e, talvolta, anche di regole "asimmetriche" volte a consentire una reale e più veloce apertura dei mercati. Anche se l'assetto definitivo non è ancora stato raggiunto in tutti i settori, le liberalizzazioni e i conseguenti interventi regolatori hanno sostanzialmente modificato lo scenario competitivo e aperto le imprese ad una varietà di comportamenti strategici. La concorrenza, generalmente considerata benefica per l'economia, ha permesso l'entrata di un numero elevato di nuovi operatori, un ampliamento dell'offerta e, in alcuni settori, riduzioni significative dei prezzi, però tutto ciò è avvenuto ancora in presenza di una sostanziale dominanza dell'operatore ex-monopolista che ha spesso posto in essere strategie con valenza anticompetitiva al fine di rallentare il processo di apertura del mercato. Un'impresa può ignorare i propri rivali, può semplicemente reagire alle loro azioni o può agire strategicamente: queste ultime azioni sono soggette al divieto antitrust quando presuppongono un effetto escludente nei confronti dei concorrenti. Agire strategicamente "means you use the competitors reaction positively to put yourself in a favourable position – there is a multistage game involved, in which you take the first, you hope pre-emptive move" (Singh, Utton and Waterson, 1998, p. 231).

Nel tentativo di allontanarsi da una visione prevalentemente strutturalista per spiegare i risultati economici, gli economisti industriali hanno lungamente discusso sulla connotazione da attribuire ai comportamenti strategici, soffermandosi prevalentemente sulla discussione delle possibili strategie di deterrenza dell'entrata. Lo studio dei mercati oligopolistici, facendo ricorso alla teoria dei giochi e all'analisi dell'informazione asimmetrica, ha potuto tener conto di sofisticate ipotesi comportamentali per descrivere il modo con cui le imprese organizzano sia le relazioni verticali che quelle di mercato, ma non sempre ha saputo fornire indicazioni utili per la verifica empirica dell'interazione strategica tra le imprese.

Paradossalmente, sono stati coloro che si occupano di Antitrust, economisti e giuristi, che hanno permesso progressi nell'analisi del ventaglio dei comportamenti strategici a disposizione delle imprese, anche se poi nell'ottica di tutela della concorrenza, essi hanno ristretto il loro interesse a quelli con valenza anticompetitiva.

Non tutti i comportamenti strategici sono anticompetitivi¹, ed inoltre l'Autorità Antitrust (AGCM) non è in grado di cogliere l'intero insieme di quelli abusivi, in quanto il meccanismo della denuncia o dell'indagine diretta da parte dell'Autorità permette che alcuni di essi sfuggano ai procedimenti istruttori. Nonostante quanto appena affermato, l'analisi che segue si basa su un set di informazioni riguardanti 128 procedimenti di abuso di posizione dominante e, in particolare, 13 casi che hanno interessato il settore del trasporto aereo e dei servizi aeroportuali. Coscienti di non essere in grado di catturare tutti i comportamenti strategici anticompetitivi, l'insieme dei casi Antitrust ci è, comunque, sembrato il dataset di riferimento obiettivo per lo studio affrontato nel presente contributo².

I comportamenti anticompetitivi interessanti per l'Autorità Antitrust si compongono di due tipologie, le intese e l'abuso di posizione dominante, i cui elementi essenziali sono trattati rispettivamente nell'art. 2 e nell'art. 3 della legge Antitrust 287/90.

In questa fase del lavoro l'attenzione si è concentrata sugli abusi di posizione dominante, non perché non si ritenesse un'intesa un comportamento anticompetitivo rilevante, ma perché la complessità del fenomeno delle *partnership* tra compagnie aeree, in particolare nella forma del *code-sharing*³, avrebbe distolto l'attenzione dall'obiettivo primario del lavoro, cioè l'analisi dell'interdipendenza tra comportamenti anticompetitivi e compimento dei processi di liberalizzazione e di regolamentazione dei mercati.

L'articolo 3 della legge n. 287/90, ricalcando l'articolo 102 del Trattato sul Funzionamento dell'Unione Europea (TFUE), vieta al comma 1 "*l'abuso da parte di una o più imprese di una posizione dominante all'interno del mercato nazionale o in una sua parte rilevante*". Il divieto non colpisce la posizione di potere di mercato di cui dispone l'impresa, che resta pienamente legittima, ma solo l'eventuale abuso della stessa. Lo stesso articolo fornisce una tassonomia di comportamenti abusivi che possono presentarsi singolarmente o congiuntamente:

- imporre direttamente o indirettamente prezzi di acquisto, di vendita o altre condizioni contrattuali ingiustificatamente gravose;

¹ Per esempio in Bilotkach e Hüscherlrath (2013) si puntualizza che per identificare una strategia di *market foreclosure* come anticompetitiva è necessario dimostrare il danno nei confronti della concorrenza nei mercati a valle. Invece, Rey e Tirole (2007) sottolineano i vantaggi di una strategia di *foreclosure* nella forma di minori costi, blocco di entrate in eccesso e *free-riding* tra le imprese a valle e asseriscono che la dimostrazione di tali benefici può alleggerire le preoccupazioni anticompetitive del comportamento escludente. Infine, sempre in Bilotkach e Hüscherlrath (2013) si affrontano le prescrizioni della teoria in termini di impatto negativo sul benessere sociale delle azioni di *foreclosure*.

² Per altri settori, come le telecomunicazioni e quello dell'energia elettrica e del gas, per cercare di mappare un numero il più completo possibile di comportamenti strategici, le analisi devono sicuramente considerare il gioco parallelo dell'Autorità Antitrust e dell'Autorità di regolamentazione settoriale che, seppur con ottica diversa, si occupano dei comportamenti anticompetitivi delle imprese. Per esempio, in Gerli e Pontarollo (2013), l'analisi delle scelte strategiche di Telecom Italia si è basata sui procedimenti dell'Autorità Antitrust e sui risultati delle consultazioni indette dall'Autorità di regolamentazione per la definizione delle condizioni tecniche ed economiche per l'offerta dei diversi servizi.

³ Il ricorso al *code-sharing*, che nella forma attuale trova la sua origine all'inizio degli anni 1990, ha permesso il sorgere di alleanze globali che hanno visto negli ultimi quindici anni un sostanziale aumento sia della loro dimensione che degli aspetti regolamentati dall'accordo. Le tre maggiori alleanze (Oneworld, Star Alliance e SkyTeam) hanno una posizione dominante nel mercato aereo globale con una quota del 59% (circa il 70% sul mercato intercontinentale) e per la loro operatività la concessione della "*Antitrust immunity*" è una condizione di primaria importanza (Bilotkach e Hüscherlrath, 2013).

- impedire o limitare la produzione, gli sbocchi o gli accessi al mercato, lo sviluppo tecnico o il progresso tecnologico, a danno dei consumatori;
- applicare nei rapporti commerciali con altri contraenti condizioni oggettivamente diverse per prestazioni equivalenti, così da determinare per essi ingiustificati svantaggi nella concorrenza;
- subordinare la conclusione dei contratti all'accettazione da parte degli altri contraenti di prestazioni supplementari che, per loro natura e secondo gli usi commerciali, non abbiano alcuna connessione con l'oggetto dei contratti stessi.

Data la gravità associata ai comportamenti abusivi, sia la Commissione Europea che l'Autorità Antitrust italiana hanno tradizionalmente ritenuto che questi non possano normalmente essere giustificati da ragioni di efficienza. In presenza di abuso, infatti, non è mai possibile riscontrare effetti benefici per i consumatori come, invece, accade nel caso di forme di cooperazione tra imprese indipendenti.

Per qualificare come abusivo un determinato comportamento, l'Autorità Antitrust, in primo luogo, definisce uno o più mercati rilevanti nei quali si manifesta la dominanza dell'impresa, poi accerta che l'impresa oggetto di indagine abbia o meno una posizione dominante su tali mercati e, infine, verifica se i particolari comportamenti posti in essere dall'impresa in posizione dominante possano essere qualificati come abusivi. Il nostro interesse si è concentrato sull'ultima delle tre fasi, per giungere ad essa le prime due sono sempre state espletate dall'Autorità Antitrust anche se i dettagli non vengono riportati nel presente contributo⁴.

Nella prima parte, dopo l'introduzione, il lavoro procede con una veloce analisi del dataset utilizzato evidenziandone alcune caratteristiche, di seguito si fornisce una panoramica dei principali interventi regolatori che hanno interessato prima il settore del trasporto aereo e poi quello dei servizi aeroportuali. Infine, la metodologia e le evidenze empiriche dell'analisi precedono una breve conclusione.

2. Gli abusi di posizione dominante: 1990-2014

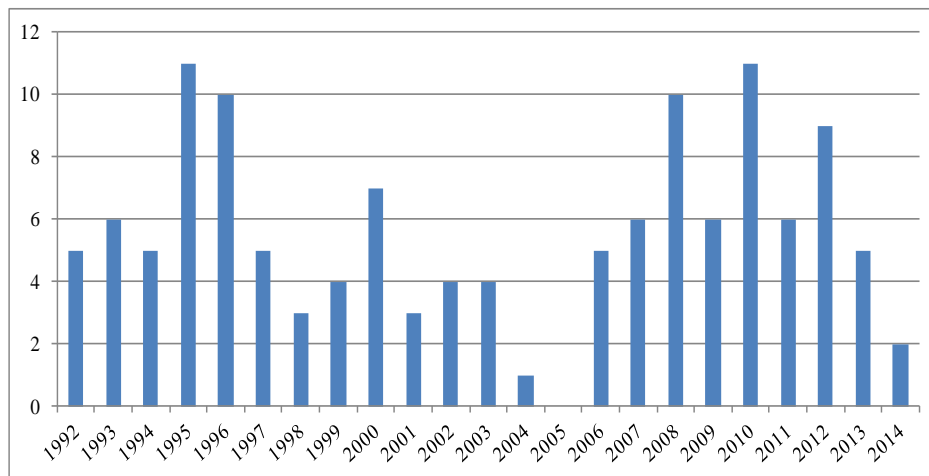
Il presente contributo ha preso avvio dalla catalogazione e classificazione di tutti i casi di abuso di posizione dominante che l'AGCM ha concluso dalla sua istituzione nell'ottobre del 1990 al maggio 2014. Consultando i bollettini settimanali per tutto il periodo considerato, emerge che l'Autorità Antitrust ha concluso 128 provvedimenti per abuso di posizione dominante, registrando un'attività più intensa nel biennio 1995-1996, nel 2008, nel 2010 e nel 2012; la sua azione ha subito un rallentamento nei primi anni 2000, tanto che nel 2005 (in corrispondenza del cambio di presidenza) non è stata conclusa alcuna istruttoria.

Come accennato nel paragrafo introduttivo, affinché venga avviato un procedimento deve essere presentata una denuncia all'Autorità Antitrust o è necessaria un'indagine diretta da parte dell'Autorità stessa. Nell'esperienza italiana più del 50% dei casi trova origine da una denuncia presentata da un concorrente (attuale o potenziale), mentre nel 10% circa dei casi l'AGCM stessa ha avviato un'indagine.⁵

⁴ Per un'analisi completa del concetto di posizione dominante e di mercato rilevante si veda Capobianco e Creatini (2006).

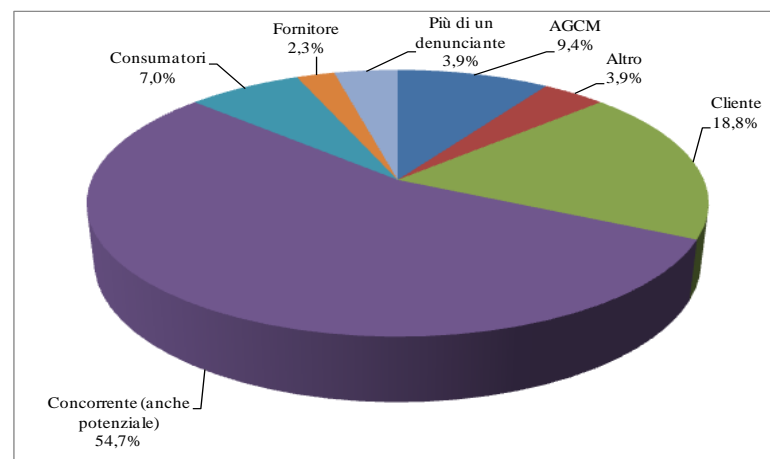
⁵ Nella figura 2 sono stati classificati con la voce "Consumatori" i consumatori finali e le associazioni di consumatori; con la voce "Altro" le gare e le segnalazioni da altre Autorità; rientrano invece nella voce "Più di un denunciante" i procedimenti che vedono diverse tipologie di denunciati.

Figura 1: Numero di procedimenti chiusi per anno (1992-2014).



Fonte: nostra elaborazione su dati AGCM

Figura 2: Classificazione dei procedimenti secondo la tipologia di denunciante (%).



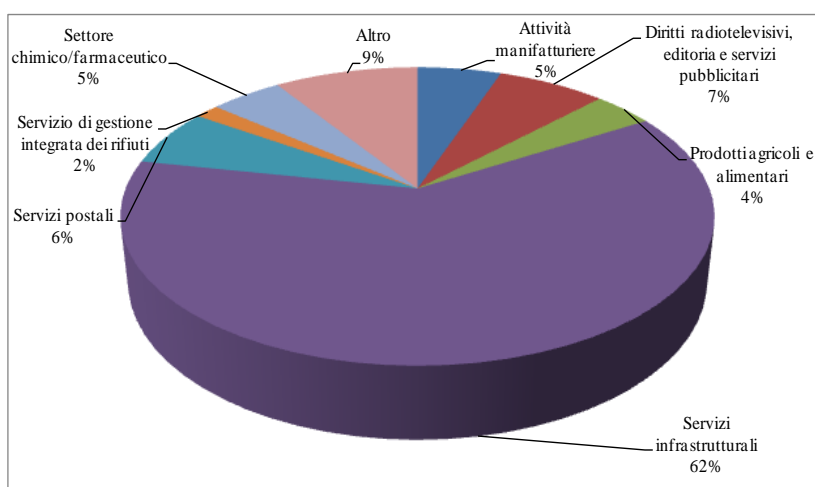
Fonte: nostra elaborazione su dati AGCM

Operando una classificazione dei casi portati a termine dall'AGCM in base al settore in cui operano le imprese protagoniste dell'istruttoria, si nota che l'attività dell'Autorità Antitrust ha interessato svariati settori, riconducibili a 14 tipologie principali.⁶ In generale, è possibile asserire che l'attività dell'AGCM si è concentrata principalmente sui servizi infrastrutturali (telecomunicazioni, elettricità e gas, trasporti marittimi e

⁶ I macrosettori adottati in questa analisi sono: Attività manifatturiere, Diritti radiotelevisivi, editoria e servizi pubblicitari, Prodotti agricoli e alimentari, Servizi idrici, Servizi postali, Servizio di gestione integrata dei rifiuti, Telecomunicazioni, Trasporti ferroviari, Trasporti marittimi e servizi portuali, Trasporto aereo e servizi aeroportuali, Settore chimico/farmaceutico, Gestione rete autostradale e servizi accessori, Energia elettrica e gas. Inoltre è stata inserita la classe residuale Altro, che include Attività educative, ricreative, culturali e sportive, Servizi assicurativi, Radiodiffusione, Informatica, Raccolta e distribuzione delle informazioni commerciali di provenienza delle Camere di Commercio e Distribuzione moderna di prodotti alimentari e non alimentari di largo e generale consumo.

servizi portuali, trasporto aereo e servizi aeroportuali, trasporti ferroviari, servizi idrici, gestione rete autostradale e servizi accessori) che rappresentano il 62% dei casi trattati. Tale interesse si giustifica dal fatto che la fornitura di questi servizi prevede l'impiego di grandi reti che, oltre a richiedere elevati investimenti con in genere una lunga vita utile, solo in alcuni casi possono essere in modo economicamente conveniente duplicate. Inoltre, questi settori hanno storicamente visto la presenza di un operatore monopolista che gestiva completamente l'infrastruttura ed era spesso verticalmente integrato. Essi, sebbene abbiano conosciuto un intenso processo di liberalizzazione, si caratterizzano ancora la presenza di un operatore che conserva una posizione dominante.

Figura 3: Classificazione dei procedimenti secondo il settore di appartenenza (%).



Fonte: nostra elaborazione su dati AGCM

Nel presente contributo abbiamo scelto di focalizzarci sui servizi infrastrutturali, in particolare, all'interno di questa tipologia, il lavoro si concentra sui settori del trasporto aereo e dei servizi aeroportuali; dal 1990 al 2014, l'Autorità Antitrust ha trattato 13 casi inerenti questi settori, pari al 10% del totale.

3. Il contesto regolatorio

La liberalizzazione del trasporto aereo in Europa è stata perseguita mediante l'introduzione di pacchetti normativi comunitari che si sono progressivamente sostituiti ad una regolazione di tipo prettamente nazionale.

L'attuale quadro regolatorio europeo ha iniziato a prendere forma alla fine degli anni '80; in precedenza, si era optato per una politica maggiormente protezionistica, sviluppata attraverso negoziazioni bilaterali con alcune regole tese a favorire l'unico vettore esistente in un Paese (la compagnia di bandiera) impedendo di fatto ad altre imprese di accedere al mercato. Tale politica protezionistica riceveva l'avallo dello stesso Trattato di Roma, il quale escludeva esplicitamente il trasporto aereo dalla politica europea dei trasporti salvo deliberazioni diverse. Tale concezione era altresì supportata dai sistemi giuridici interni ai differenti Stati Membri, nei quali la normativa

in materia era basata principalmente sullo strumento concessorio e sulla regolazione amministrativa delle tariffe.

La breccia nel sistema protezionistico esistente è stata aperta nel 1984 con una prima parziale liberalizzazione dei voli regionali; di seguito il processo di liberalizzazione si è realizzato gradualmente nell'arco di un decennio attraverso tre diversi pacchetti normativi⁷. Il primo ed il secondo pacchetto, rispettivamente in vigore dal 1988 e 1990, allentarono i vincoli dovuti alle limitazioni di capacità e permisero un più ampio accesso alle rotte, senza però scardinare completamente il sistema di accordi bilaterali precedentemente in vigore.

È con il terzo pacchetto che, a partire dal 1993, il trasporto aereo comunitario costituisce un mercato unico dal punto di vista regolamentare e ai vettori viene consentita la piena libertà di accesso nei Paesi Membri a tutte le rotte intracomunitarie e la facoltà di porre in essere politiche tariffarie autonome. Il passo culminante di questo processo è stato, a partire dal 1 aprile 1997, l'abolizione della riserva di cabotaggio, garantendo la possibilità per le compagnie aeree di uno Stato Membro di operare qualsiasi rotta che colleghi due aeroporti situati all'interno dell'Unione Europea. In tal modo sono state gettate le fondamenta per lo sviluppo della concorrenza all'interno del mercato europeo; è bene però ricordare che l'introduzione delle norme non assicura automaticamente l'aumento della pressione competitiva nei mercati (Arrigo e Giuricin, 2006).

Il Regolamento 95/93/CEE ha segnato un ulteriore passo verso norme trasparenti, imparziali e non discriminatorie nell'accesso al mercato del trasporto aereo. Infatti, uno degli snodi fondamentali nel processo di trasformazione di questo mercato a livello comunitario è stata la definizione di un sistema normativo unitario relativo alle condizioni di accesso alle bande orarie per il decollo e l'atterraggio (*slot*) dei principali scali comunitari. L'introduzione di tali regole si è resa necessaria per consentire l'ingresso di nuovi operatori sulle rotte comunitarie e al fine di evitare, per scarsa disponibilità di bande orarie, una ripartizione diseguale dei vantaggi della liberalizzazione, nonché una distorsione della concorrenza. In Italia, in data 8 giugno 1994, il Ministero dei Trasporti e della Navigazione, in applicazione dei Regolamenti CEE n. 2408/92 e n. 95/93, ha istituito il Comitato di coordinamento per lo svolgimento dei compiti di programmazione, indirizzo e controllo del traffico sui sistemi aeroportuali e di assegnazione di bande orarie sugli aeroporti congestionati, con la funzione di controllare l'operato del coordinatore della *clearance* aeroportuale facendo valere il diritto di prelazione sugli *slot* già occupati solo se la compagnia aerea ne abbia garantito, per il passato, una utilizzazione minima dell'80% (AGCM, 1996c, *Bollettino settimanale* 45/1996).

In Italia, solo a partire dagli anni 1999-2000, vi sono stati nuovi ingressi nel settore – si pensi al gruppo Volare o a Windjet – e si sono sviluppati operatori già esistenti sul

⁷ Primo pacchetto: Regolamenti n.3975/87/CEE (finalizzato all'applicazione degli artt. 85 e 86 del Trattato di Roma); n.3976/87/CEE (autorizzazione alla non applicazione dell'art. 85 a determinate categorie di accordi); Direttiva CEE n. 601/87 (tariffe per i servizi aerei di linea tra gli Stati Membri).

Secondo pacchetto: Regolamenti n.2342/90/CEE (tariffe dei servizi di linea, che abroga la direttiva n. 601/87); n.2343/90/CEE (accesso dei vettori aerei alle rotte intracomunitarie); n.2344/90/CEE (che modifica il regolamento n.3976/87/CEE, relativo all'applicazione delle regole della concorrenza).

Terzo pacchetto: Regolamenti n.2407/92/CEE (Norme comuni per il rilascio delle licenze ai vettori aerei) n.2408/92/CEE (Accesso dei vettori aerei europei alle rotte intracomunitarie) n.2409/92/CEE (Liberalizzazione delle tariffe per i servizi aerei intracomunitari) n. 95/93/CEE (Disposizioni comuni in materia di allocazione degli *slot*)

mercato, quali AirOne, Meridiana, Alpi Eagles e Airdolomiti. Accanto ad iniziative di successo, comunque, si sono registrate anche alcune uscite dal mercato, da parte di vettori minori. Prima della *deregulation*, l'assetto competitivo del settore era caratterizzato da una posizione di monopolio sulla quasi totalità delle rotte da parte di Alitalia, concessionaria dei servizi di trasporto aereo di linea sin dal 1946, ovvero di Meridiana per le tratte di collegamento con la Sardegna.

La crescita del mercato italiano è andata quasi esclusivamente a vantaggio di vettori alternativi ad Alitalia, "nel 1985 esistevano solo tre vettori con Alitalia che controllava il 96% della flotta complessiva esistente. Nel 2003 esistevano invece 22 vettori con Alitalia che controllava solo il 54% della flotta" (Boitani e Cambini, 2007, 15-16).

La liberalizzazione ha interessato anche la gestione dell'infrastruttura aeroportuale⁸, che si compone "di beni e infrastrutture strumentali alle operazioni di volo (piste, rampe, atterraggio, piazzole di sosta,...), beni e infrastrutture strumentali alle operazioni di assistenza a passeggeri e aeromobili (*loading bridge*, sistemi di stoccaggio e distribuzione carburante, ...), spazi [...] dedicati alle attività commerciali. Le attività svolte in ambito aeroportuale si distinguono tra attività *aviation*, relative alle operazioni di volo ed ai servizi ad esse collegati, e attività *non aviation*, relative a servizi commerciali offerti ai passeggeri all'interno dell'aeroporto." (AGCM, 2006a, 43-44).

I due principali interventi per il settore aeroportuale a livello comunitario sono stati la Direttiva 96/67/CE, e la Direttiva 2009/12/CE, che si occupano rispettivamente del mercato dei servizi di assistenza a terra e delle tariffe dei servizi aeroportuali. In Italia, il decreto legislativo 13 gennaio 1999, n. 18, dà attuazione nazionale alla Direttiva 96/67/CE, e consente che i servizi di assistenza a terra possano essere svolti anche da operatori terzi, con l'ausilio delle infrastrutture messe a disposizione dal gestore aeroportuale. Quest'ultimo, in base ad una convenzione con il Ministero dei Trasporti e con l'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC), amministra e gestisce le infrastrutture aeroportuali di un determinato scalo e, sempre in forza del Decreto 18/99, deve assicurare condizioni trasparenti, obiettive e non discriminatorie per l'accesso alle infrastrutture aeroportuali, stabilendo corrispettivi orientati ai costi per il loro utilizzo.

Il contesto regolatorio che si è delineato nel tempo è ora chiamato ad adeguarsi agli ultimi orientamenti espressi a livello comunitario con la Direttiva n. 2009/12/CE del Parlamento europeo e del Consiglio dell'11 marzo 2009, volta a stabilire principi comuni per la riscossione dei diritti aeroportuali negli aeroporti della Comunità. A tale scopo la direttiva prevede l'istituzione di una procedura obbligatoria di consultazione periodica tra il gestore e gli utenti dell'aeroporto offrendo la possibilità alle parti di rivolgersi in ultima istanza ad una Autorità di vigilanza indipendente ogni qualvolta una decisione di modifica dell'ammontare dei diritti aeroportuali o del sistema di tariffazione è contestata dagli utenti. Pertanto, indirettamente si richiede allo Stato di istituire un'Autorità di vigilanza indipendente, che sia autonoma, cioè giuridicamente distinta e funzionalmente indipendente da qualsiasi gestore aeroportuale e vettore aereo. Il sistema regolatorio delineato per il settore aeroportuale, oltre a promuovere l'efficienza produttiva, mira anche a realizzare un'efficienza allocativa, imponendo la convergenza dei prezzi verso i costi ed eliminando gli extra profitti di cui il gestore aeroportuale potrebbe godere stante la struttura monopolistica del mercato.

I principi contenuti nella Direttiva stanno lentamente trovando applicazione negli Stati Membri. In Italia, il primo passo è stato compiuto con l'istituzione ai sensi dell'art. 37

⁸ Per un approfondimento si veda Starkie (2002, 2012), Charlton (2009), Oliveira (2013) e Zhang e Czerny (2012).

del decreto legge 6 dicembre 2011, n. 201 (convertito in legge, con modificazioni, dalla legge 22 dicembre 2011, n. 214) dell'Autorità di regolazione dei trasporti (ART). Il suo primo collegio è stato nominato con Decreto del Presidente della Repubblica del 9 agosto 2013 e la stessa si è insediata a Torino il 17 settembre 2013.

In questo breve periodo di attività, l'Autorità ha effettuato una Consultazione sui modelli di regolazione dei diritti aeroportuali con l'obiettivo di fornire ai gestori adeguati margini di flessibilità e, allo stesso tempo, garantire la trasparenza del processo di determinazione dei diritti aeroportuali (ART 2014a). Inoltre, sono state poste le basi per definire la procedura obbligatoria per la consultazione periodica tra il gestore e gli utenti o i loro rappresentanti e le associazioni in merito al funzionamento del sistema dei diritti aeroportuali, all'ammontare di tali diritti ed alla qualità dei servizi forniti.

4. Metodologia

Il presente contributo rappresenta un tentativo di mappare i comportamenti anticompetitivi individuati dall'Antitrust attraverso la sua attività di tutela delle condizioni concorrenziali di mercato, in particolare quella che rientra nell'ambito di competenza dell'articolo 3 della legge 287/90, per verificare se i cambiamenti strutturali generati dal processo di liberalizzazione hanno anche implicato un mutamento della tipologia di comportamento strategico adottato dalle imprese. Infatti, pur avendo consentito l'ingresso di nuovi operatori, la liberalizzazione non neutralizza, quantomeno in tempi brevi, la posizione dominante di quello che è stato l'operatore monopolista, di fatto o legale. Data l'estensione temporale dei dati raccolti, che abbracciano tutto il periodo di attività dell'Autorità Antitrust, è possibile effettuare una comparazione tra i comportamenti strategici attuati prima delle riforme dei settori e quelli posti in essere successivamente.

La modellizzazione proposta a tal fine trova origine in Pontarollo (2004) dove vengono analizzati i comportamenti strategici dell'operatore dominante nel settore della telefonia fissa. L'idea di fondo è quella di evidenziare il comportamento dell'operatore che, in funzione del diverso grado di apertura del mercato, pone in essere diverse strategie al fine di negare, ostacolare e cercare di rendere inoffensiva, per quanto possibile, l'effettiva concorrenza.

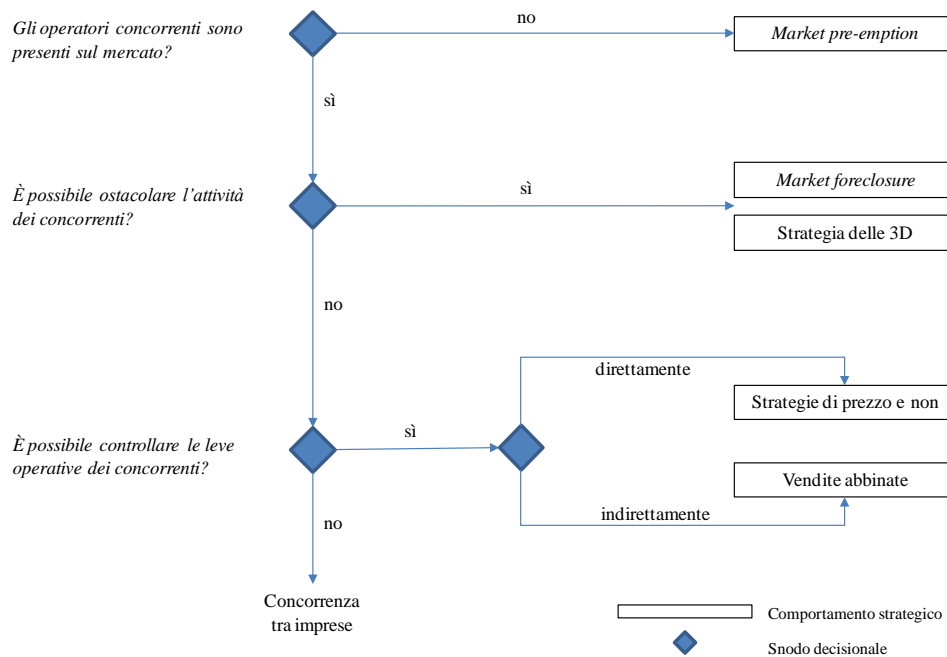
Questa rappresentazione si presta ad essere applicata a tutti settori che, partendo da una situazione di monopolio, hanno conosciuto un graduale processo di liberalizzazione. Al fine di catturare al meglio le dinamiche proprie di ciascun settore è però necessario declinare questo schema generale dettagliandone gli snodi principali in funzione delle specificità del singolo processo di liberalizzazione.

In particolare, nell'applicazione al settore del trasporto aereo e dei servizi aeroportuali sono stati individuati tre snodi fondamentali e per ognuno viene messa a fuoco la strategia dell'*incumbent* per ottenere vantaggi competitivi sui concorrenti. Nel caso in cui questo comportamento non fosse possibile, il mercato assumerà le connotazioni tipiche della concorrenza tra imprese, nonostante il persistere della posizione dominante dell'impresa ex-monopolista. Il primo snodo valuta la presenza di operatori concorrenti nel mercato. Se essi non sono presenti, l'operatore dominante può attuare azioni volte

ad ostacolarne l'ingresso (*market pre-emption*⁹). Invece, nel caso in cui gli operatori concorrenti siano già attivi, l'impresa *incumbent* cercherà di ostacolare la loro attività con forme di deterrenza strategica (*market foreclosure*¹⁰) e/o imponendo condizioni ingiustificatamente gravose per l'accesso ai servizi essenziali. Qualora questo non sia possibile, l'impresa dominante può porre in essere azioni di disturbo (strategia delle 3D¹¹) per ritardare la completa operatività dei concorrenti fino a non applicare o applicare solo parzialmente gli obblighi regolamentari. Consolidato l'accesso dei concorrenti al mercato, l'*incumbent* affronta l'ultimo snodo, ossia il tentativo di controllare le leve operative del nuovo entrante sfruttando la sua posizione dominante. Tale controllo può attuarsi in modo diretto ricorrendo a strategie di prezzo e non (discriminazione, discriminazione di prezzo, *price squeeze*, *predatory pricing*, etc) oppure indirettamente tramite le vendite abbinate in cui si cerca di sfruttare il potere di mercato detenuto in mercati distinti, ma contigui.

L'insieme di questi comportamenti strategici, riferito ai settori oggetto di studio nel presente contributo, è riportato nella Tavola 1.

Tavola 1: I comportamenti strategici dell'operatore dominante



Fonte: nostra elaborazione

⁹ *Market pre-emption*: è una strategia secondo cui l'impresa decide di occupare preventivamente un mercato, accaparrandosi tutte le risorse disponibili al fine di controllare il mercato stesso ed isolarlo dalla concorrenza potenziale (Capobianco e Creatini, 2006).

¹⁰ *Market foreclosure*: è la deterrenza strategica all'entrata, messa in atto dall'impresa attraverso il rifiuto a contrarre con un concorrente. Questa pratica può manifestarsi in diversi modi, dal rifiuto di fornitura di un bene scarso, al rifiuto all'accesso ad un'infrastruttura essenziale, sino alla concessione della fornitura a condizioni particolarmente e ingiustificatamente gravose (Rey e Tirole, 2007).

¹¹ Strategia delle 3D (*Denial, Detail, Delay*): è una tattica adottata da un'impresa che si sviluppa in tre momenti: inizialmente l'*incumbent* rifiuta le richieste dei nuovi entranti, obbligando l'Autorità a intervenire (*Denial*); a ciò segue l'imposizione di un ampio numero di vincoli per rendere più tortuoso il processo di liberalizzazione (*Detail*); infine, se ancora le prime due pratiche non fossero sufficienti a scoraggiare l'entrata, viene adottata una strategia dilatoria, che comporta il ritardato adempimento degli obblighi sanciti dall'Autorità (*Delay*) (Pontarollo, 2004).

Nella parte sinistra della tavola sono riportate delle domande che fanno riferimento al livello di apertura concorrenziale del mercato, nella parte destra si è cercato di declinare le diverse tipologie di comportamento strategico implementabili a seconda della contingenza di mercato. È bene precisare che le strategie attuate dalle imprese sono molteplici e possono presentarsi anche congiuntamente.

La rappresentazione proposta è servita per analizzare i singoli casi di abuso di posizione dominante con una chiave di lettura univoca. Ogni comportamento individuato dall'Autorità Antitrust in ciascun procedimento è stato riportato all'interno di questa rappresentazione, nel tentativo di mappare e collocare temporalmente le manifestazioni con cui l'abuso si è realizzato, declinando più specificatamente la classificazione esemplificativa fornita nell'art. 3 della legge 287/90. Lo studio puntuale dei singoli casi è riportato in forma schematica nell'Appendice, nella sezione successiva, invece, viene fornita una loro lettura trasversale, nel tentativo di cogliere le dinamiche generali dei comportamenti anticompetitivi che hanno interessato i settori oggetto di studio.

5. I comportamenti strategici anticompetitivi: le evidenze empiriche

5.1 Il settore del trasporto aereo

I quattro casi riguardanti il trasporto aereo si collocano temporalmente tra il 1994 e il 2001, due prima della liberalizzazione del mercato (A58-Assoutenti/Alitalia e A102-Associazione Consumatori Utenti/Alitalia) e due ad essa successivi (A291-Assoviaggi/Alitalia e A306-Veraldi/Alitalia). La condotta di Alitalia si è manifestata con diversi livelli di rilevanza per l'Antitrust a seconda delle modalità con cui è stata posta in essere. Nei primi due provvedimenti, chiusi nel 1994 e 1996, i denunciati, associazioni di utenti o concorrenti di Alitalia, segnalavano comportamenti anticompetitivi inerenti all'accesso alle bande orarie per il decollo e l'atterraggio (*clearance* aeroportuale) presso l'aeroporto di Milano Linate. Infatti, all'epoca, in alcuni aeroporti italiani, le condizioni di accesso agli *slot* continuavano ad essere coordinate da Alitalia¹², in quanto il Regolamento europeo n.95/93 sulle disposizioni comuni in materia di allocazione degli *slot*, volte a consentire l'ingresso di nuovi operatori sulle rotte comunitarie, non aveva ancora trovato piena attuazione.

Alitalia si collocava in posizione dominante ed era potenzialmente in grado di attuare strategie di deterrenza all'entrata, dal momento che gli *slot* costituiscono una risorsa essenziale e scarsa per l'erogazione del trasporto aereo. Queste strategie si sono concretizzate nell'attuazione di una programmazione sovrastimata e poi sistematicamente disattesa sulla rotta Roma Fiumicino–Milano Linate e viceversa, che

¹²La circolare di Civilavia n.2804 del 29 ottobre 1971 affidava ad Alitalia l'incarico della gestione tecnica della *clearance* aeroportuale per gli aeroporti in cui si sono verificati problemi di congestione tali da richiedere l'espletamento di funzioni centralizzate di allocazione delle bande orarie. In data 24 ottobre 1996 Alitalia ha rimesso il mandato relativo alla *clearance* aeroportuale al Ministero dei Trasporti e della Navigazione, che, dal 5 novembre 1996, nell'ambito di Civilavia, ha assunto tale ruolo di coordinatore, delegandolo poi ad Assoclearance con DM 4/8/1997.

ha comportato un'artificiale occupazione degli *slot* e di conseguenza il blocco dell'entrata di soggetti privi di un patrimonio di *slot* su Linate (A58)¹³.

Analogamente, nel caso A102, Alitalia ha utilizzato in maniera discriminatoria i vantaggi derivanti dallo svolgimento dell'attività di *clearance* aeroportuale attraverso tre principali modalità: l'applicazione discrezionale della *grandfather rule*¹⁴ e delle disposizioni relative ai vettori nuovi entranti; l'applicazione in modo discriminatorio dei vincoli di capacità aeroportuale e la gestione dei flussi informativi. In particolare, tramite questa strategia è stato possibile negare la richiesta di nuovi *slot* da parte di Aliadriatica/AirOne e Meridiana, con l'obiettivo ultimo di difendere dall'aggressione dei concorrenti la tratta più redditizia del mercato, ossia la rotta Roma-Milano.

Nel modello presentato, tali comportamenti si configurano come azioni di *market pre-emption*¹⁵. Nel periodo pre-liberalizzazione, in attesa dei mutamenti definitivi del quadro regolamentare, i vettori erano fortemente incentivati a consolidare la loro posizione all'interno dei mercati nazionali e, non essendo presenti altri operatori, Alitalia, attraverso l'uso strategico della funzione di *clearance* aeroportuale è inizialmente riuscita ad impedirne l'accesso, occupando anticipatamente l'intero mercato. Il possesso degli *slot* presso gli aeroporti terminali della rotta costituisce, infatti, un prerequisito per lo svolgimento del servizio del trasporto aereo di linea, e coloro che non riescono ad accedere a queste risorse sono automaticamente esclusi dal mercato. L'operatore ex-monopolista ha cercato così di ostacolare lo sviluppo della concorrenza negli ambiti non più soggetti alla riserva legale e di rallentare l'effettivo completamento del disegno di liberalizzazione comunitario.

In entrambi i casi, i comportamenti escludenti di Alitalia, oltre all'effetto sopra indicato nei confronti dei potenziali concorrenti, hanno anche determinato una limitazione della gamma del servizio offerto, a danno dei consumatori, che si sono visti ridurre notevolmente le possibilità di scelta. Non a caso, infatti, i denunciatori originari sono associazioni di consumatori. Questi comportamenti sono stati considerati dall'Autorità Antitrust abusi di posizione dominante in violazione dell'art. 3 della legge 287/90.

Ai comportamenti tesi a proteggere la propria posizione monopolistica, si affiancano altre strategie anti-competitive. Infatti, leggendo i bollettini dell'AGCM emerge l'abbandono da parte di Alitalia di strategie di *market pre-emption* non più percorribili in un mercato che si sta avviando verso la piena liberalizzazione. Nello specifico, successivamente all'intervento dell'Autorità Antitrust, il Ministero dei Trasporti e della Navigazione ha provveduto a dare piena applicazione nell'aeroporto di Linate alle disposizioni contenute nel Regolamento europeo 95/93 in merito all'assegnazione degli *slot*, che prevedono, tra l'altro, che il mancato rispetto della regola dell'utilizzazione minima dell'80% di ciascuna banda oraria da parte di un vettore comporti l'iscrizione

¹³Dal procedimento istruttorio emerge che nel periodo gennaio-agosto 1993 Alitalia ha effettuato cancellazioni rispetto ai voli pubblicati sull'orario ufficiale nell'ordine del 10% in media, le cancellazioni effettuate per motivi commerciali rappresentavano una quota rilevante del totale (circa l'8,5%) ed in valore assoluto sono state in media pari a 99 al mese con un massimo di 241 nel mese di marzo.

¹⁴ La *grandfather rule*, confermata dal Regolamento europeo n.95/93, prevede che i vettori già presenti sul mercato conservino i diritti acquisiti in precedenza sugli *slot*, seppur il regolamento abbia introdotto criteri di maggior equità e trasparenza nell'allocatione degli stessi.

¹⁵ Alitalia ha anche contestato in sede giurisdizionale l'ingresso di nuovi concorrenti e ha tentato di risolvere le sub-concessioni in essere a favore di Meridiana, visto l'insuccesso di tali comportamenti ha posto in essere le strategie che si descrivono nel presente contributo alle quali è stata riconosciuta una valenza anticompetitiva tesa a mantenere il monopolio di fatto sulla maggior parte delle rotte nazionali.

della banda oraria non utilizzata tra gli *slot* disponibili per la distribuzione ad altri operatori. Vengono quindi progressivamente adottati altri comportamenti, quali tentativi di *market foreclosure*, di fatto attuabili anche dopo il 1999, anno della liberalizzazione. Le strategie di questo tipo non causano necessariamente l'uscita dal mercato degli operatori concorrenti, ma mirano ad influenzare negativamente la possibilità di svolgere la propria attività, riducendo così l'incentivo a competere nel mercato (Bilotkach e Hüschele, 2013). Nella rappresentazione proposta tale fattispecie è classificata come conseguente allo snodo che riguarda la possibilità dell'impresa dominante di ostacolare l'attività dei concorrenti.

Le azioni di *market foreclosure* individuate nel caso A102 hanno interessato sia direttamente che indirettamente i concorrenti. Nello specifico Aliadriatica/AirOne e Meridiana hanno denunciato su alcune delle loro rotte una sovrapposizione degli orari di partenza dei propri voli giornalieri e di quelli effettuati da Alitalia. Questa programmazione strategica ("francobollaggio") è stata attuata dall'*incumbent* come risposta all'ingresso nel mercato del primo concorrente (Aliadriatica/AirOne), mentre, per l'altro concorrente (Meridiana) ha fatto seguito al rifiuto della richiesta allo stesso di abbandonare tali rotte. Secondo i denunciati, la sovrapposizione oraria ha ridotto di circa il 40% il loro coefficiente di riempimento (*load factor*) e, conseguentemente, ha determinato l'abbandono della fascia oraria inizialmente prescelta dai nuovi vettori. Infatti, su quattro delle sei rotte interessate dal comportamento contestato si è passati da un duopolio a un monopolio. Prima dell'abbandono delle rotte in questione, Meridiana ha cercato di rispondere a queste strategie riducendo le proprie tariffe del 20% senza ottenere però risultati in termini di traffico, ma solo una penalizzazione dei ricavi. Alitalia è quindi riuscita a provocare una riduzione dei ricavi dei concorrenti, particolarmente gravosa poiché si tratta di nuovi entranti sulle rotte nazionali. Anche in questo caso, tutto ciò ha scaturito una riduzione del benessere dei consumatori, non compensata né da una riduzione di prezzi né da un aumento della gamma dei servizi offerti (A102).

L'azione escludente indiretta, invece, si è attuata attraverso comunicazioni inviate alle agenzie di viaggio della Calabria e della Puglia, diffidandole dall'emettere biglietti con piastrinatura Alitalia a favore di Aliadriatica, a seguito dell'ingresso di quest'ultima sui collegamenti tra Puglia e Calabria in precedenza effettuati in regime di monopolio da Alitalia. Tale imposizione risultava particolarmente gravosa, data l'assenza della possibilità presso numerose agenzie di viaggio di utilizzare la "biglietteria neutra" IATA. A conferma dell'intento escludente di Alitalia si sottolinea che altre compagnie non hanno posto in essere un simile comportamento, ad esempio, Airdolomiti ha concesso ad Aliadriatica l'utilizzo della propria piastrinatura.

Queste azioni di *market foreclosure* hanno costituito per l'autorità Antitrust una violazione dell'art. 3 della legge n.287/90 e per l'insieme delle infrazioni è stata applicata ad Alitalia una sanzione amministrativa pecuniaria di 214.329,61 euro.

Comportamenti anticompetitivi indiretti, sempre riguardanti rapporti con le agenzie di viaggio sono presenti anche nel periodo successivo alla liberalizzazione, a conferma della ricerca da parte dell'operatore dominante di nuove strategie per ostacolare l'attività dei concorrenti non essendo più nella posizione di poterne impedire l'accesso. Nel caso A291, l'associazione italiana Agenzie di viaggio denuncia un abuso di posizione dominante da parte di Alitalia, consistente nell'applicazione alle agenzie di viaggio di sistemi incentivanti mediante extra-commissioni non legate né alle dimensioni, né all'efficienza delle agenzie, né alla specificità dei servizi offerti, ma

direttamente connesse al raggiungimento di obiettivi di fatturato rispetto all'anno precedente per la vendita di biglietti Alitalia. L'AGCM ha ritenuto Alitalia detenere una posizione dominante dal lato della domanda, infatti essa risultava il principale acquirente a livello nazionale sul mercato dei servizi di agenzia per il trasporto aereo e la dimensione degli acquisti di Alitalia rendeva non economicamente conveniente per le agenzie di viaggio non offrire i propri servizi alla compagnia di bandiera. Tale prassi è stata considerata abusiva in quanto danneggiava gli altri vettori, nazionali ed esteri, perché rappresentava un incentivo per le agenzie a concentrare gli acquisti da quel fornitore, non diversificando le fonti di acquisto. Inoltre, queste condotte attuavano una discriminazione tra le agenzie di viaggio, poiché alle diverse agenzie erano applicate condizioni dissimili per prestazioni equivalenti (A219).

A conferma della possibilità da parte dell'*incumbent* di adottare comportamenti strategici che non risultano necessariamente anticompetitivi, il caso A306 si chiude non accertando alcuna violazione dell'art. 3 della legge 287/90. I denunciati avevano segnalato prezzi ingiustificatamente gravosi sui voli della tratta Lamezia Terme-Milano. Per valutare il valore della prestazione offerta su questa tratta è stata adottata la metodologia del mercato del confronto, paragonando il valore economico della prestazione fornita sulla tratta Milano-Lamezia con quello della rotta Milano-Reggio Calabria. L'esame, supportato anche dall'analisi del rapporto tra prezzo offerto e costo di produzione del servizio, evidenzia una differenza di Alitalia nell'offerta, ma non fornisce elementi sufficienti a spiegare tale divario come frutto di un abuso di posizione dominante nelle politiche di prezzo adottate dall'operatore dominante (A306).

5.2 Il settore dei servizi aeroportuali

Nel settore dei servizi aeroportuali, dall'inizio dell'attività Antitrust a maggio 2014 sono stati conclusi nove casi di abuso di posizione dominante.

Sei procedimenti vedono nella posizione di denunciato la società Aeroporti di Roma Spa (AR), due interessano la Società Esercizi Aeroportuali Spa (SEA) ed un caso la società Aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna. Tutto ciò nasce da ragioni storiche, dato che l'insieme delle attività aeroportuali è stato svolto a lungo in via esclusiva dai gestori aeroportuali, stante la natura di monopolio naturale dell'infrastruttura. In ragione di tale presupposto, queste attività sono state affidate tramite concessione esclusiva ad un unico soggetto. Il graduale processo di liberalizzazione ha però interessato anche questo settore e il decreto legislativo 13 gennaio 1999, n. 18, "Attuazione della direttiva 96/67/CE relativa al libero accesso al mercato dei servizi di assistenza a terra negli aeroporti della Comunità", consente ad operatori terzi di svolgere i servizi di *handling*, con l'ausilio delle infrastrutture messe a disposizione dal gestore aeroportuale.¹⁶ Non sono tuttavia infrequenti i casi di gestori aeroportuali che sono rimasti attivi anche nell'offerta di servizi di *handling*, mediante società controllate o collegate: ad esempio, presso gli scali di Linate e Malpensa, SEA, gestore dei due scali milanesi, fornisce servizi di assistenza passeggeri e merci per il tramite, rispettivamente, delle società SEA Handling Spa e MLE (Malpensa Logistica Europa) Spa; presso gli scali di Fiumicino e Ciampino, la società AR, gestore dei due scali romani, ha fornito servizi di assistenza passeggeri per il tramite di Aeroporti di Roma Handling, fino al 2006, e servizio di

¹⁶ Per le successive modifiche e per una descrizione dettagliata del quadro regolatorio relativo alla determinazione dei corrispettivi per l'accesso agli spazi e alle infrastrutture aeroportuali si veda il Bollettino n.40 del 17 novembre 2008, pp. 9-21

assistenza merci fino al dicembre 2007. Le attività non *aviation*, invece, sono generalmente svolte da soggetti terzi nell'ambito delle infrastrutture aeroportuali, ma anche in questo caso emerge il ruolo del gestore aeroportuale che concede in affitto gli spazi necessari allo svolgimento di tali attività.

Il gestore aeroportuale assume un ruolo centrale nell'offerta dei servizi aeroportuali, in forza del quale può considerarsi l'operatore dominante nell'aeroporto di sua competenza. Infatti, ad esso è affidato, sotto il controllo e la vigilanza dell'ENAC, insieme ad altre attività o in via esclusiva, il compito di amministrare e di gestire, secondo criteri di trasparenza e non discriminazione, le infrastrutture aeroportuali e di coordinare e controllare le attività dei vari operatori privati presenti nell'aeroporto o nel sistema aeroportuale considerato.

Sia il gestore aeroportuale milanese (SEA, procedimento A56-IBAR/SEA) che quello romano (AR, procedimenti A11-IBAR/AR e A247-AR/Gruppo Sicurezza) hanno limitato l'accesso al mercato dei servizi di *handling* non accogliendo, senza giustificato motivo, le richieste avanzate da alcune compagnie aeree di effettuare in autoproduzione questi servizi. Tali condotte sono state ritenute violazioni dell'art. 3 della legge 287/90, in quanto comportamenti escludenti e vengono classificate nella rappresentazione adottata come forme di *market pre-emption*, sebbene non siano tali in senso stretto, dal momento che sul segmento dell'*handling* sono già attivi alcuni vettori e non sussiste quindi una vera e propria attività preventiva di saturazione del mercato. Consentendo di espletare l'autoproduzione solo ad alcuni vettori (TWA e Alitalia nell'aeroporto di Roma Fiumicino, TWA in quelli di Milano Linate e Malpensa), i gestori aeroportuali hanno applicato nei rapporti commerciali condizioni oggettivamente diverse per prestazioni equivalenti. Nel primo caso (A11) AR ha operato un'ulteriore discriminazione tra i due vettori a cui è stato concesso di operare in autoproduzione, praticando riduzioni sul corrispettivo dei servizi non basate su criteri economicamente omogenei.

Acclarata la presenza dei concorrenti nel mercato, *l'incumbent* può attuare strategie di *market foreclosure*, che possono declinarsi nel negare ai concorrenti l'accesso ad infrastrutture essenziali per lo svolgimento del servizio. Quest'ultima azione è stata attuata da AR nei confronti della società De Montis, che opera nel settore del vettovagliamento aereo (A61-De Montis Catering/AR), e nei confronti della società Gruppo Sicurezza, che opera nel settore dei servizi aggiuntivi di sicurezza (A44-AR/Gruppo Sicurezza). AR, in forza del regime concessorio deteneva il monopolio legale nella gestione delle infrastrutture aeroportuali e nella prestazione di taluni servizi essenziali, collocandosi in posizione dominante anche nel mercato dei servizi direttamente funzionali alla gestione di un aeroporto.

Per quanto riguarda il settore del catering, a queste condizioni si aggiunge che AR era di fatto l'unica impresa a fornire il servizio di catering alle compagnie aeree presso gli scali romani. Tenuto conto che piste e piazzole risultano indispensabili al caricamento dei pasti a bordo degli aeromobili e che non esiste piena sostituibilità tra l'approvvigionamento dei servizi di catering presso l'aeroporto di Roma e presso gli scali d'origine, il rifiuto dell'accesso all'infrastruttura costituiva un'effettiva preclusione al mercato per gli altri operatori, classificabile quindi come comportamento abusivo.

Per quanto riguarda i servizi di sicurezza integrativi, la possibilità di svolgerli è subordinata al possesso di alcuni requisiti, tra cui un atto di subconcessione da parte di AR e il possesso, sempre in subconcessione, di un locale come ufficio di supporto in ambito aeroportuale. AR non ha rinnovato a Gruppo Sicurezza la subconcessione del

locale ad uso ufficio, senza addurre alcuna giustificazione, cercando così di estromettere la società dal mercato dei servizi di vigilanza, abusando della propria posizione dominante su un mercato distinto ma contiguo.

Un'altra possibilità con cui viene declinata una strategia di *market foreclosure* consiste nell'imposizione di prezzi di vendita e condizioni contrattuali ingiustificatamente gravose. Ciò è stato riscontrato nei primi due procedimenti che hanno coinvolto AR: nel primo caso (A11), la società ha scoraggiato le compagnie aeree dal richiedere di poter effettuare il *self-handling* condizionandolo al pagamento di *royalties* ed altri oneri impropri; nel secondo (A44), ha imposto condizioni contrattuali ingiustificatamente gravose agli istituti di vigilanza operanti in ambito aeroportuale.

Qualora le azioni di deterrenza strategica all'entrata non riuscissero pienamente ad impedire le attività dei concorrenti, anche a seguito di riforme normative, come nel caso delle liberalizzazioni, *l'incumbent* cercherà di ritardare il più possibile l'effettivo ingresso di nuove imprese e di esercitare il maggior controllo possibile sulle leve operative di queste ultime.

Un esempio di queste azioni di disturbo, catturate dal modello adottato sotto la voce strategia delle 3D, è riscontrato nel procedimento A303- Aviapartner/ Società aeroporti Guglielmo Marconi (SAB). Nonostante l'attestazione di idoneità per operare presso l'aeroporto di Bologna conseguita nel novembre 1999, Aviapartner, che fornisce servizi di assistenza a terra in numerosi aeroporti europei, ha potuto iniziare ad operare per KLM soltanto nel mese di novembre 2000. Dopo l'iniziale diniego di concedere le infrastrutture necessarie per l'espletamento dei servizi (*Denial*), sono stati posti in essere ritardi nell'iter autorizzativo e rallentamenti nell'identificazione del personale interessato al trasferimento dal gestore aeroportuale al nuovo entrante (*Delay*). Inoltre, al fine di ritardare il più possibile l'operatività di Aviapartner le procedure burocratiche sono state artificialmente dettagliate, con ripetute richieste di ulteriore documentazione (*Detail*). Il comportamento è stato identificato come violazione dell'art. 3 della legge 287/90, volto a ostacolare l'ingresso dei concorrenti, tesi ulteriormente supportata dal diverso trattamento riservato alla società Bologna Airport Service Spa, partecipata del Gruppo SAB, che non ha subito simili azioni dilatorie.

Data la possibilità di controllare le leve operative dei concorrenti, negli ultimi tre casi relativi al settore aeroportuale (A376-AR/Tariffe Aeroportuali, A377 SEA/Tariffe Aeroportuali, A442 Assofort/AR-Servizi aeroportuali) sono state riscontrate strategie di prezzo consistenti nella richiesta di corrispettivi per i servizi offerti (erogazione del carburante, attività di *handling* cargo, attività di assistenza catering) non orientati ai costi e definiti secondo criteri non trasparenti ed unilateralmente determinati. Tali corrispettivi eccessivi hanno permesso all'*incumbent* di estrarre una rendita quasi monopolistica e, pertanto, si qualificano come violazione dell'art 102 del trattato TUE.

Quando il controllo delle leve operative dei concorrenti può avvenire anche in modo indiretto, l'operatore dominante cercherà di attuare strategie di vendite abbinata. In particolare, AR e SEA (A11 e A56) hanno applicato una tariffa forfettaria per i servizi di assistenza a terra, che non potevano essere acquistati separatamente dai vettori, tariffa includente anche servizi non resi o servizi per cui era già stato pagato un apposito corrispettivo. L'opposizione dei gestori a smembrare l'offerta in pacchetto, costituisce un'infrazione all'art. 3 della legge 287/90.

Trattazione separata merita l'ultimo caso A442 Assofort/AR. In questo procedimento AR è stata denunciata a seguito del tentativo di imporre a Hertz Italia condizioni ingiustificatamente gravose nella forma di corrispettivi per servizi non resi. Durante il

procedimento, AR secondo le modalità indicate dall'Autorità Antitrust (art.14- *ter* della legge 287/90) ha presentato degli impegni¹⁷ consistenti nella rinuncia a chiedere alla società Hertz Italia il pagamento delle *royalties*, commisurate sulle performance commerciali delle imprese e nella disponibilità ad affidare in subconcessione, eventualmente tramite gara, aree demaniali destinate alla fermata e alla sosta delle navette per il trasporto dei clienti e di eventuali soggetti interessati a svolgere attività di autonoleggio senza conducente. Tali impegni sono stati ritenuti idonei a far venire meno i profili anticoncorrenziali oggetto dell'istruttoria e quindi sono stati resi obbligatori, senza che si sia proceduto all'accertamento dell'infrazione.

Le istruttorie hanno inoltre rivelato che alcuni comportamenti strategici segnalati non violano la normativa Antitrust, in quanto per essi non sono state individuate evidenze sufficienti a dimostrarne la natura anticompetitiva (ad esempio, nei procedimenti A247 e A376).

6. Conclusioni

L'analisi condotta nel presente lavoro fornisce una visione di sintesi dei comportamenti strategici anticompetitivi individuati dall'Autorità Antitrust come abusi di posizione dominante (art. 3 della legge 287/90; art. 102 del TUFE) nei settori del trasporto aereo e dei servizi aeroportuali. In tutti i procedimenti è stata confermata la posizione dominante del soggetto denunciato sul mercato rilevante; nel caso dei servizi aeroportuali, quest'ultimo è stato distinto in servizi relativi all'infrastruttura, servizi di assistenza a terra e servizi commerciali, a seconda dell'infrazione, mentre nel settore del trasporto aereo, il mercato rilevante ai fini delle diverse istruttorie è quello del trasporto aereo di linea riferito ad una particolare rotta o fascio di rotte e quello dei servizi di agenzia per il trasporto aereo. Non sono stati riscontrati casi di abuso di posizione dominante che interessano la competizione tra aeroporti.

La lettura trasversale ragionata di tutti i procedimenti ha permesso di evidenziare l'andamento temporale delle strategie dell'*incumbent*, le dinamiche con cui quest'ultimo ha sfruttato la propria posizione dominante e le correlazioni ed interazioni tra i diversi comportamenti strategici posti in essere. Lo studio ha permesso di osservare una sequenzialità nelle strategie dell'*incumbent*, confermando l'ipotesi che i cambiamenti strutturali generati dal processo di liberalizzazione implicino un mutamento della tipologia di comportamento strategico adottato dalle imprese.

Dopo il 2001, sia nel settore del trasporto aereo che in quello dei servizi aeroportuali non si riscontrano più casi di *market pre-emption*. Nelle prime fasi della liberalizzazione, sfruttando le possibilità concesse dalla non piena implementazione delle norme, gli operatori dominanti hanno cercato di consolidare la propria posizione attraverso la preventiva occupazione del mercato in modo da non lasciar spazio all'entrata dei nuovi concorrenti. Particolarmente grave è stato l'effetto escludente esercitato da Alitalia, che ha adottato esattamente questa tipologia di azioni, sfruttando strategicamente la funzione di *clearance* aeroportuale. Similmente i gestori aeroportuali hanno inizialmente cercato di impedire l'accesso allo svolgimento dei servizi di *handling* liberalizzati. Nel tempo, l'attuazione delle riforme dei settori ha precluso agli operatori ex-monopolisti questa forma di comportamento, spingendoli ad individuare altre modalità per ostacolare i concorrenti, quali azioni di *market foreclosure* e strategie dilatorie. I più recenti procedimenti analizzati si occupano di

¹⁷ In forma finale in data 22 gennaio 2013

comportamenti riconducibili a strategie di prezzo, suggerendo che la posizione dominante ancora mantenuta, se da un lato non permette più effetti escludenti, dall'altro fornisce ancora l'opportunità di agire sulle leve operative dei rivali. Inoltre, da un punto di vista temporale, nel settore del trasporto aereo l'ultima istruttoria si conclude nel novembre 2001, mentre nel settore dei servizi aeroportuali si registrano procedimenti lungo tutto il periodo considerato.

Il processo di liberalizzazione nel settore del trasporto aereo ha avuto ripercussioni sulle modalità con cui si svolge la competizione nel settore dei servizi aeroportuali. Infatti, i vettori nuovi entranti sono divenuti potenziali concorrenti anche del gestore aeroportuale, per esempio richiedendo di poter svolgere in autoproduzione i servizi di *handling* e, più in generale, hanno esercitato una pressione competitiva, potenzialmente in grado di migliorare l'efficienza anche nel segmento dei servizi aeroportuali.

In conclusione, guardando al numero assoluto dei procedimenti analizzati, si può proporre una riflessione più generale. In più di vent'anni di attività, l'Autorità Antitrust italiana ha concluso 128 casi di abuso di posizione dominante, di cui solo 13 inerenti i settori del trasporto aereo e dei servizi aeroportuali. Considerata la portata delle due industrie in termini di valenza strategica ed interesse economico, pare opportuno chiedersi se tale esiguo numero dipenda dalla difficoltà a catturare questi comportamenti abusivi o dall'effettiva scarsità degli stessi. Sicuramente esiste un'obiettivo difficoltà da parte dell'Autorità Antitrust a catturare tali comportamenti, ma potrebbe anche essere presente un non ancora risolto conflitto tra politiche a tutela della concorrenza e politiche pubbliche nei confronti, per esempio, del vettore di bandiera. Qualora si propendesse per l'ipotesi di effettiva scarsità di comportamenti anti-competitivi si dovrebbe cercare di capire se questa situazione possa intendersi come indicatore del livello di maturità del quadro regolatorio del settore. Nella direzione individuata dal presente contributo, è ragionevole aspettarsi che il progredire del processo di liberalizzazione abbia indotto gradualmente l'operatore ex-monopolista ad affiancare all'abuso di posizione dominante altre strategie per la massimizzazione del proprio profitto, poiché quest'ultima dovrebbe essere progressivamente erosa dallo sviluppo della concorrenza.

La ricerca di collaborazione con gli altri operatori, che ricade, da un punto di vista Antitrust nella fattispecie delle intese, individuata all'art. 2 della legge 287/90 e dall'art.101 del TUFE, si muove proprio in questa direzione. Non è un caso che una parte importante della letteratura, sia teorica che empirica, analizzi proprio questo fenomeno che nel settore si è manifestato prevalentemente con le pratiche di *code-sharing* e che ha visto per la loro implementazione l'introduzione dell'*Antitrust immunity*. Un interessante sviluppo futuro del presente studio potrebbe comprendere un'analisi dei procedimenti riguardanti le intese, nell'intento di fornire una visione complessiva dell'evoluzione dei comportamenti strategici anticompetitivi.

L'esistenza ancora oggi, sia nel settore del trasporto aereo che in quello dei servizi aeroportuali di potere di mercato e/o di rendite di posizione non deve far pensare come conclusa la grande fase di trasformazione iniziata più di trent'anni orsono, anche a motivo dell'assenza di una visione univoca della bontà o meno del processo di cambiamento che ha interessato i settori. La deregolamentazione non è sempre stata accompagnata dall'introduzione di effettive pratiche concorrenziali e la possibilità, tuttora esistente, di sfruttare il potere di mercato ancora nelle mani degli operatori non è un'ipotesi remota, in particolar modo negli aeroporti di interesse locale o regionale. La discriminazione di prezzo, la possibilità di sussidi incrociati tra attività *aviation* e non

aviation e il controllo delle risorse aeroportuali, che influenza pesantemente il potere contrattuale tra compagnie aeree e gestori aeroportuali, sono tutti aspetti che vanno costantemente monitorati.

Comunque, la visione in ottica Antitrust, descritta nel presente contributo deve essere integrata da considerazioni di natura regolatoria. Questa esigenza assume maggior rilevanza nel contesto attuale, dove, a livello Europeo, in ottemperanza a quanto previsto dalla Direttiva n.2009/12/CE, altre Autorità indipendenti di settore si stanno aggiungendo a quella inglese, costituita nel 1986.

Indipendentemente dalle specifiche scelte di ciascuna Autorità in merito all'ampiezza degli interventi (se e quanto regolare) e ai diversi criteri di regolazione (*cost plus vs price-cap; single till vs dual till*, etc.), l'operare stesso dell'Autorità di settore introduce un cambiamento significativo nei mercati, cambiamento di cui gli attori dovranno tener conto nel definire i propri comportamenti strategici.

Per esempio, la Direttiva n. 2009/12/CE prevede che, per gli aeroporti con un traffico annuo superiore a 5 milioni di passeggeri, il livello dei diritti aeroportuali sia frutto di una procedura di consultazione obbligatoria tra il gestore aeroportuale e gli utenti. L'Autorità italiana, con la Delibera n. 22 del 12 marzo 2015 ha concluso la prima consultazione riguardante la revisione dei Diritti Aeroportuali dell'Aeroporto "Galileo Galilei" di Pisa per il periodo tariffario 2015-2018. In tale delibera sono riportati i correttivi individuati dall'Autorità che il gestore deve porre in essere per rendere conformi le tariffe proposte a quanto emerso dalla consultazione. Tale procedimento condiziona il gestore aeroportuale nelle sue strategie rendendo probabilmente più difficile l'esplicitarsi di comportamenti anti-competitivi simili a quelli descritti nella parte empirica del presente contributo (per esempio: A376; A377, A442).

Con lo svilupparsi dell'attività dell'Autorità dei trasporti assisteremo, quindi, ad un'evoluzione dei comportamenti strategici, della loro consistenza e delle caratteristiche che assumeranno. L'azione congiunta degli interventi ex-ante ed ex-post delle due Autorità sarà quella che in futuro identificherà e nel contempo circoscriverà lo spazio in cui gli operatori declineranno i propri comportamenti strategici. Quanto più queste politiche saranno frutto di interventi armonizzati tanto più gli operatori saranno chiamati ad incrementare la propria efficienza per continuare ad essere competitivi; altrimenti essi potranno individuare nuovi spazi dove poter esercitare comportamenti abusivi in forza del loro residuo potere di mercato.

Tutto questo nell'attesa della piena implementazione un sistema coerente di privatizzazione, regolazione e concorrenza nei settori considerati nel presente contributo.

Riferimenti bibliografici

Arrigo U., Giuricin A. (2006) "Gli effetti della liberalizzazione del trasporto aereo e il ruolo delle compagnie low cost. Un confronto USA-Europa", *XVIII Conferenza della Società Italiana di Economia Pubblica "Servizi pubblici. Nuove tendenze nella regolamentazione, nella produzione e nel finanziamento"*, 14-15 settembre, Università di Pavia.

Barone G., Bentivogli C. (2006) "Il trasporto aereo in Italia: ancora un caso di liberalizzazione incompiuta", *Mercato concorrenza regole*, 1, 151-175.

- Bilotkach V., Hüschelrath K. (2013) "Airline alliances, Antitrust immunity and market foreclosure", *The Review of Economics and Statistics*, 95, 1368-1385.
- Boitani A., Cambini C. (2007) "La liberalizzazione del settore del trasporto aereo" in Cambini C., Pamolli F., Giannaccari A. (a cura di) *Politiche di liberalizzazione e concorrenza in Italia*, Il Mulino, Bologna.
- Bottasso A. e Conti M. (2012), "Concorrenza e regolazione nel settore aeroportuale in Europa", *Mercato concorrenza regole*, 1, 117-141.
- Capobianco A., Creatini R. (2006) *Antitrust. Lezioni e casi dell'esperienza italiana*, Rubbettino Editore, Soveria Mannelli.
- Charlton A. (2009) "Airport regulation: Does a mature industry have a mature regulation?", *Journal of Air Transport Management*, 15, 116-120.
- Gerli P., Pontarollo E. (2013) *La concorrenza negata. I comportamenti strategici nella telefonia fissa*, Vita & Pensiero, Milano.
- Grillo M. (2006) "Antitrust", *Rivista di Politica Economica*, 3, 325-419.
- Oliveira G.P. (2013) "Abuse of dominance in the airport sector", *Journal of Transport Literature*, 1, 8-51
- Polk A., Bilotkach V. (2013) "The assessment of market power of hub airports", *Transport Policy*, 29, 29-37.
- Pontarollo E. (2004) "Barriere strutturali e comportamenti strategici nelle telecomunicazioni fisse", in Frova S., Pontarollo E. (a cura di) *La liberalizzazione zoppa*, Vita & Pensiero, Milano.
- Rey P., Tirole J. (2007) "A primer on foreclosure" in Armstrong M. And Porter R. (eds) *Handbook of Industrial organization*, Vol. 3, North-Holland, Amsterdam.
- Singh S., Utton M., Waterson M. (1998) "Strategic behaviour of incumbent firms in the UK", *International Journal of Industrial Organization* 16, 229-251.
- Starkie D. (2002) "Airport regulation and competition", *Journal of Air Transport Management*, 8, 63-72.
- Starkie D. (2012) "European airports and airlines: Evolving relationships and the regulatory implications", *Journal of Air Transport Management*, 21, 40-49.
- Zhang A., Czerny A.I. (2012), "Airports and airlines economics and policy: An interpretative review of recent research", *Economics of Transportation*, 1,15-34.

Riferimenti normativi

- AGCM (1992), *Bollettino quindicinale 14/1992*, IBAR/Aeroporti di Roma, 6-7, Roma.
- AGCM (1993a), *Bollettino quindicinale 4/1993*, Gruppo Sicurezza/ Aeroporti di Roma, 9-11, Roma.
- AGCM (1993b), *Bollettino quindicinale 6/1993*, IBAR/Aeroporti di Roma, 6-20, Roma.
- AGCM (1993c), *Bollettino settimanale 26/1993*, IBAR/SEA, 5-6, Roma.
- AGCM (1993d), *Bollettino settimanale 31/1993*, Assoutenti/Alitalia, 5-6, Roma.
- AGCM (1993e), *Bollettino settimanale 35/1993*, Gruppo Sicurezza/Aeroporti di Roma, 9-18, Roma.
- AGCM (1994a), *Bollettino settimanale 11/1994*, IBAR/SEA, 5-18, Roma
- AGCM (1994b), *Bollettino settimanale 28-29/1994*, De Montis Catering/Aeroporti di Roma, 7 -10, Roma.
- AGCM (1994c), *Bollettino settimanale 30-31/1994*, Assoutenti/Alitalia, 7 -25, Roma.
- AGCM (1995a), *Bollettino settimanale 9/1995*, De Montis Catering/Aeroporti di Roma, 5-18, Roma.

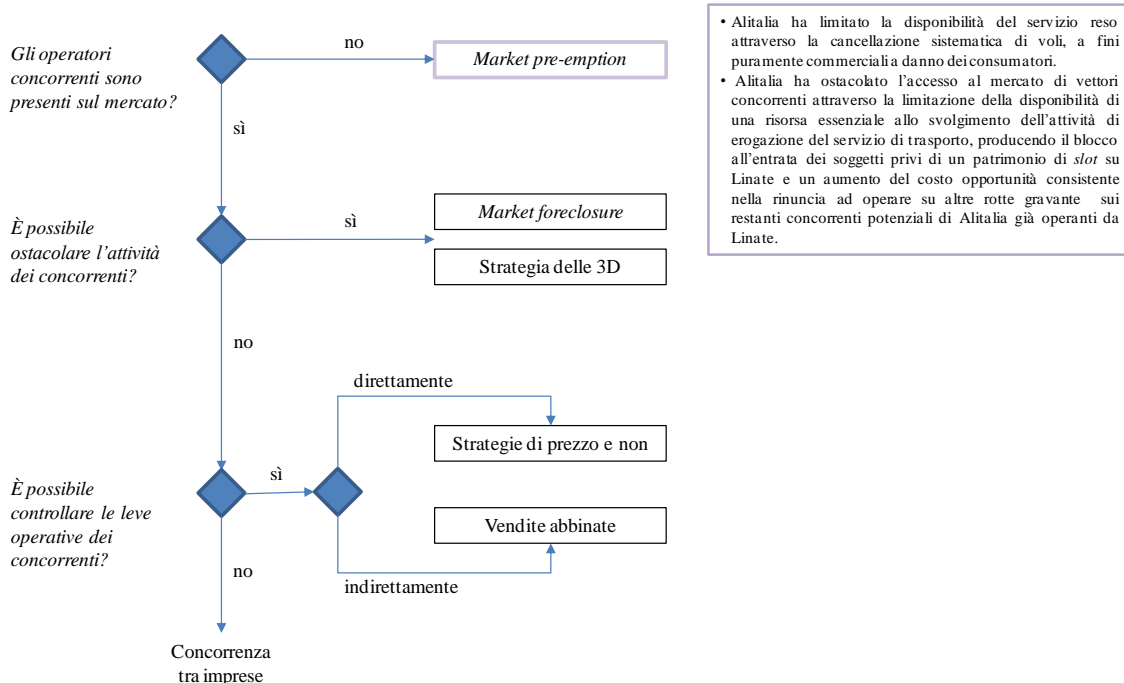
- AGCM (1996b), *Bollettino settimanale 9/1996*, Associazione Consumatori Utenti/Alitalia, 5-9, Roma.
- AGCM (1996c), *Bollettino settimanale 45/1996*, Associazione Consumatori Utenti/Alitalia, 5-37, Roma.
- AGCM (1999), *Bollettino settimanale 44/1999*, Aeroporti di Roma/Tariffe del Groundhandling, 5-15, Roma.
- AGCM (2000a), *Bollettino settimanale 25/2000*, Assoviaggi/Alitalia, 5-16, Roma.
- AGCM (2000b), *Bollettino settimanale 26/2000*, Veraldi/Alitalia, 16-20, Roma.
- AGCM (2000c), *Bollettino settimanale 38/2000*, Aeroporti di Roma/Tariffe del Groundhandling, 5-56, Roma.
- AGCM (2001a), *Bollettino settimanale 26/2001*, Assoviaggi/Alitalia, 5-31, Roma.
- AGCM (2001b), *Bollettino settimanale 46/2001*, Veraldi/Alitalia, 5-62, Roma.
- AGCM (2002), *Bollettino settimanale 25/2002*, Aviapartner/Società Aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna, 5-15, Roma.
- AGCM (2003), *Bollettino settimanale 22/2003*, Aviapartner/Società Aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna, 5-52, Roma.
- AGCM (2006a), *Bollettino settimanale 49/2006*, Aeroporti di Roma-Tariffe Aeroportuali, 25-41, Roma.
- AGCM (2006b), *Bollettino settimanale 49/2006*, SEA-Tariffe Aeroportuali, 42-55, Roma.
- AGCM (2008), *Bollettino settimanale 40/2008*, Aeroporti di Roma-Tariffe Aeroportuali, 5-75, Roma.
- AGCM (2009), *Bollettino settimanale 45/2009*, SEA-Tariffe Aeroportuali, 5-82, Roma.
- AGCM (2012a), *Bollettino settimanale 17/2012*, Assofort/ AR-Servizi Aeroportuali, 5-10, Roma.
- AGCM (2012b), *Bollettino settimanale 44/2012*, Assofort/ AR-Servizi Aeroportuali, 5-6, Roma.
- AGCM (2013), *Bollettino settimanale 6/2013*, Assofort/ AR-Servizi Aeroportuali, 5-12, Roma.
- ART (2014a), *Documento di Consultazione sui modelli di regolazione dei diritti aeroportuali. Osservazioni scritte pervenute all’Autorità di regolazione dei trasporti*, <http://www.autorita-trasporti.it/consultazioni-concluse/>
- ART (2014b), *Primo Rapporto Annuale al Parlamento*, http://www.autorita-trasporti.it/wp-content/uploads/2014/07/2_Primo-Rapporto-Annuale1.pdf
- ART(2015) *Proposta di revisione dei Diritti Aeroportuali dell’Aeroporto “Galileo Galilei” di Pisa per il periodo tariffario 2015-2018*, Delibera n. 22 del 12 marzo 2015.
- Commissione Europea (2008) “Guidelines on the assessment on non-horizontal mergers under the Council Regulation on the control of concentration between undertakings”, *Official Journal of the European Union*, C265, 6-25.

APPENDICE

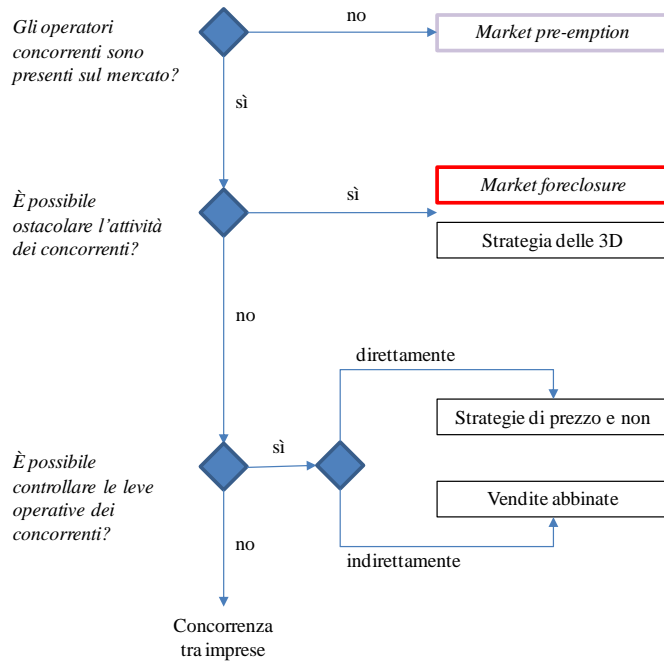
Di seguito viene fornita la rappresentazione secondo lo schema individuato nel presente contributo (cfr. Metodologia) dei comportamenti strategici esaminati all'interno dei singoli provvedimenti. Con il diverso colore del bordo viene individuata la tipologia di comportamento, accanto ad essa sono riportati i riquadri contenenti i singoli comportamenti analizzati nell'istruttoria. Nei casi in cui l'AGCM ha ritenuto non abusive le condotte analizzate, queste hanno comunque trovato rappresentazione nello schema, ma per segnalare la non riconosciuta abusività di tali comportamenti, il bordo del riquadro che ne contiene la descrizione e quello della corrispondente fattispecie all'interno del modello sono tratteggiati. La rappresentazione dei provvedimenti è riportata separatamente per il settore del trasporto aereo e per quello dei servizi aeroportuali. All'interno di ciascun settore i provvedimenti sono riportati in ordine cronologico.

Settore del trasporto aereo

Caso A58: Assoutenti/Alitalia



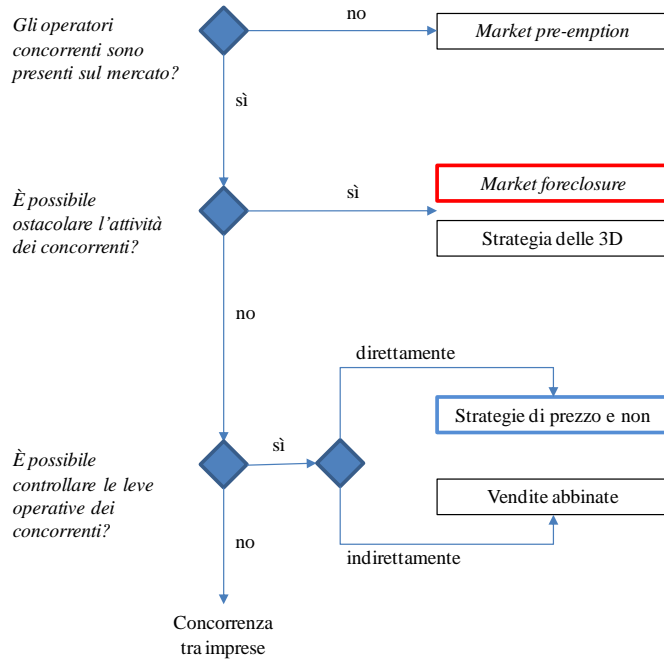
Caso A102: Associazione consumatori utenti/Alitalia



- Alitalia ha utilizzato strategicamente la *clearance* aeroportuale attraverso tre modalità: gestione dei flussi informativi; applicazione discrezionale della *grandfather's rule* e delle disposizioni relative ai vettori nuovi entranti e un'applicazione discriminatoria dei vincoli di capacità aeroportuale.

- Alitalia ha diffidato le agenzie di viaggio della Calabria e della Puglia dall'emettere biglietti con piastrinatura Alitalia esclusivamente in favore di Aladriatica.
- Alitalia ha spesso collocato la partenza dei propri voli con breve anticipo rispetto a quelle dei concorrenti Aladriatica/AirOne e Meridiana sulle rotte Linate-Reggio Calabria, Linate-Brindisi, Roma-Venezia, Roma-Palermo e Roma-Catania; l'azione è seguita all'entrata nel mercato di AirOne e al rifiuto di Meridiana di abbandonare il servizio sulle rotte in oggetto.

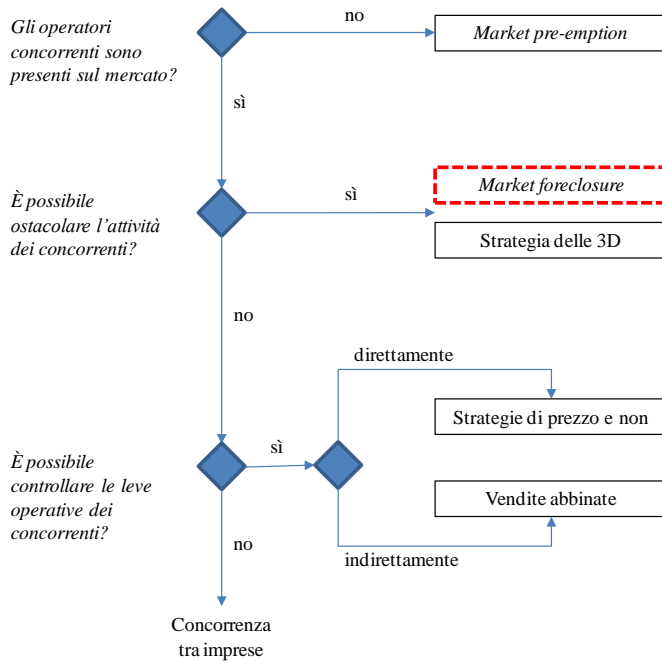
Caso A291: Assoviaggi/Alitalia



- Alitalia ha adottato schemi di incentivazione che prevedono la corresponsione di premi (*over commission*) commisurati al raggiungimento di obiettivi di volato Alitalia basati sui risultati dell'anno precedente, producendo un forte effetto fidelizzante nei confronti delle agenzie di viaggio ed ostacoli alla concorrenza nel trasporto aereo.

- Discriminazione tra agenzie di viaggio: Alitalia ha applicato alle agenzie schemi di incentivazione che prescindono da valori assoluti di volato, senza alcuna considerazione del livello di efficienza.

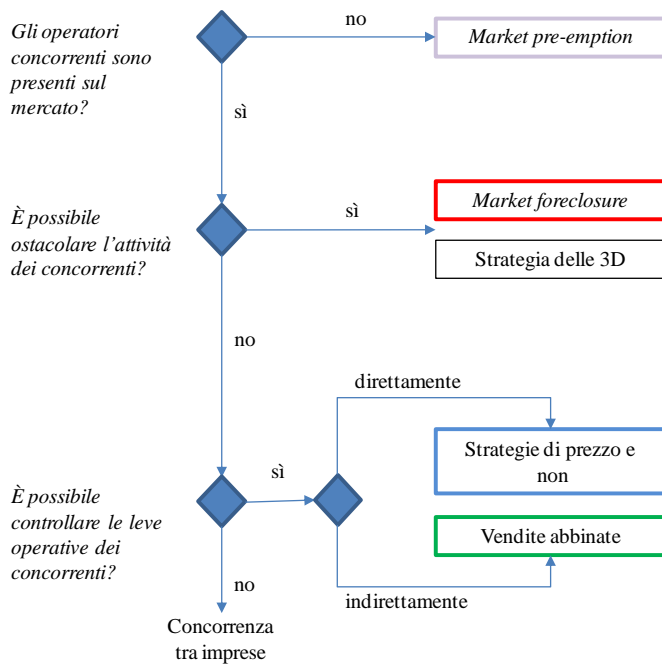
Caso A306: Veraldi/Alitalia



• Alitalia ha applicato sulla rotta Milano-Lamezia Terme condizioni di prezzo significativamente diverse (molto più gravose) rispetto a quelle che vengono praticate sulla tratta Milano-Reggio Calabria, dove Alitalia subisce la concorrenza di AirOne. L'applicazione della metodologia del confronto tra le due tratte del rapporto tra ricavi e costo di produzione del servizio, pur evidenziando un divario tra la politica tariffaria adottata sulle due tratte non ha fornito elementi probatori sufficienti a spiegare tale divario come frutto di abuso di posizione dominante.

Settore dei servizi aeroportuali

Caso A11: IBAR/Aeroporti di Roma



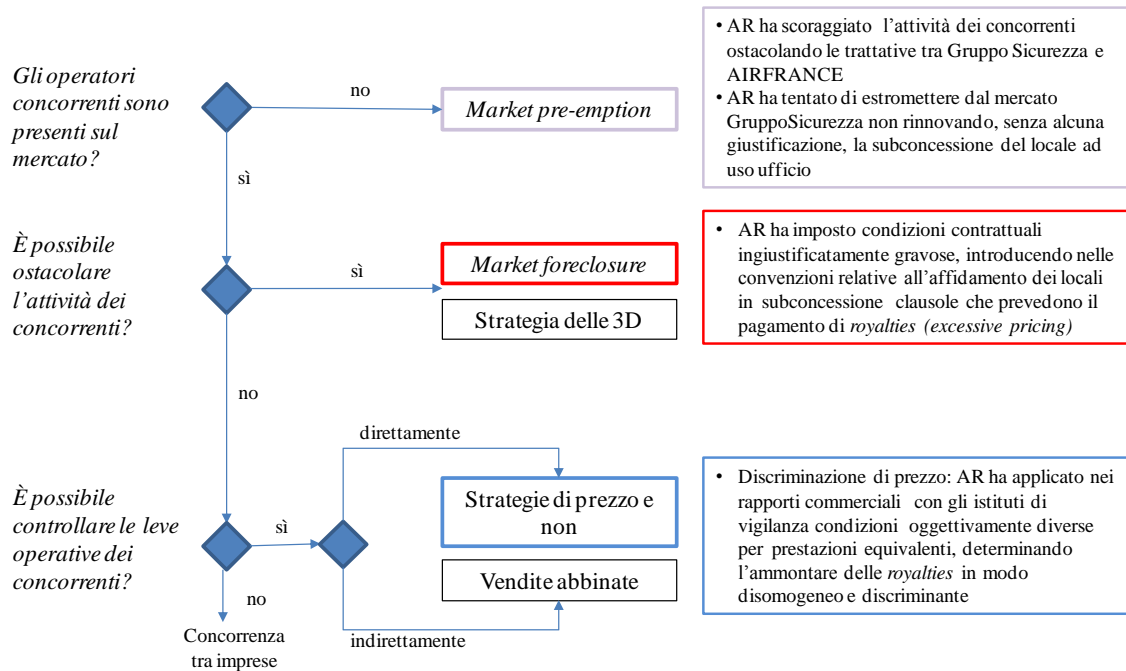
• AR ha limitato l'accesso al mercato impedendo l'autoproduzione dei servizi di *handling* ai vettori interessati e consentendo di effettuarla solo a due compagnie aeree

• AR ha dissuaso le compagnie interessate dal richiedere di effettuare la *self handling* condizionando lo svolgimento dell'autoproduzione al pagamento di *royalties* e ad altri oneri impropri (*excessive pricing*)

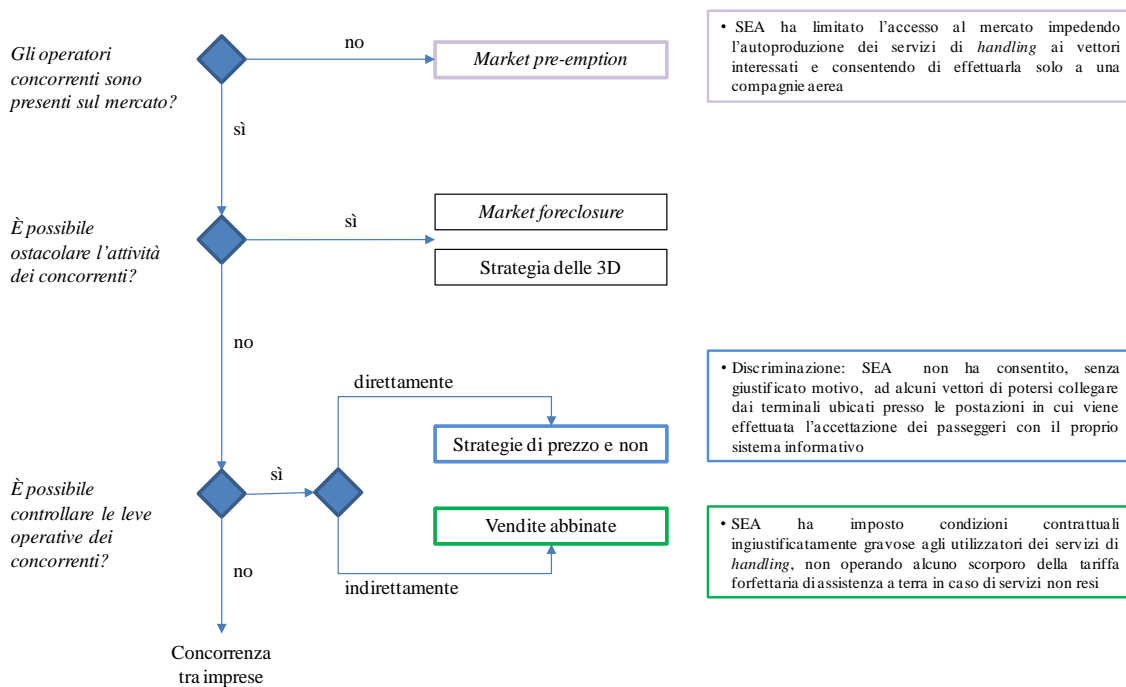
• Discriminazione di prezzo: AR, concedendo solo ad Alitalia e TWA una riduzione della tariffa di *handling*, ha applicato nei rapporti commerciali condizioni diverse per servizi equivalenti; inoltre la riduzione era basata su criteri economicamente non omogenei tra Alitalia e TWA.

• AR ha subordinato la conclusione dei contratti al pagamento di una tariffa ordinaria forfettaria, imponendo ai vettori prestazioni supplementari non desiderate e non usufruite.

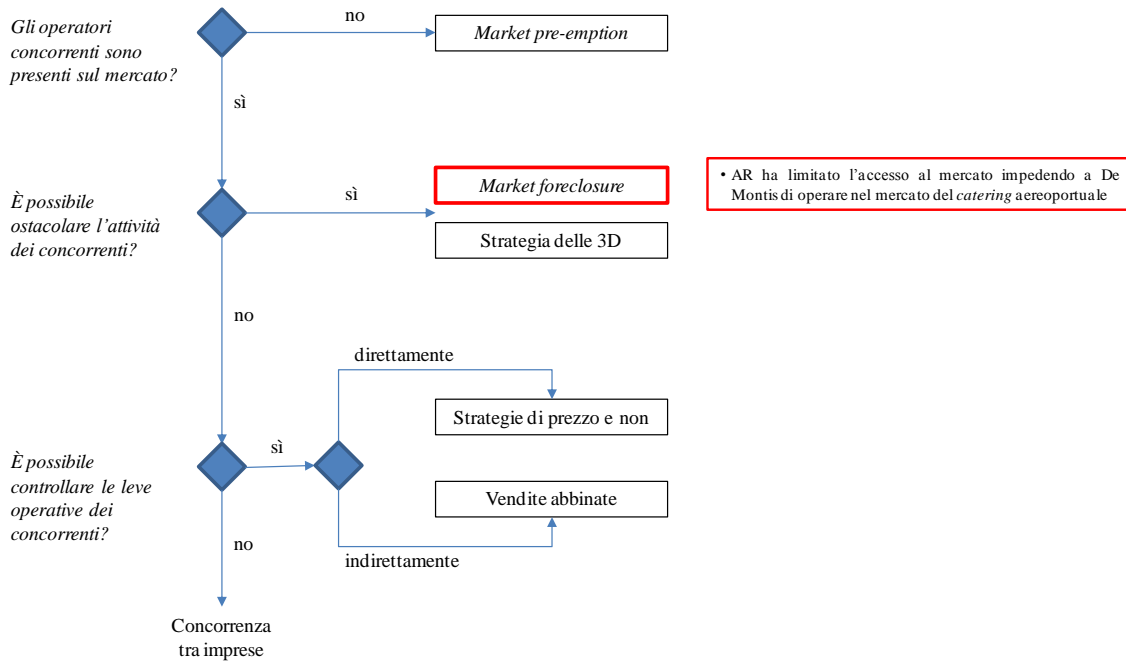
Caso A44: Aeroporti di Roma/Gruppo Sicurezza



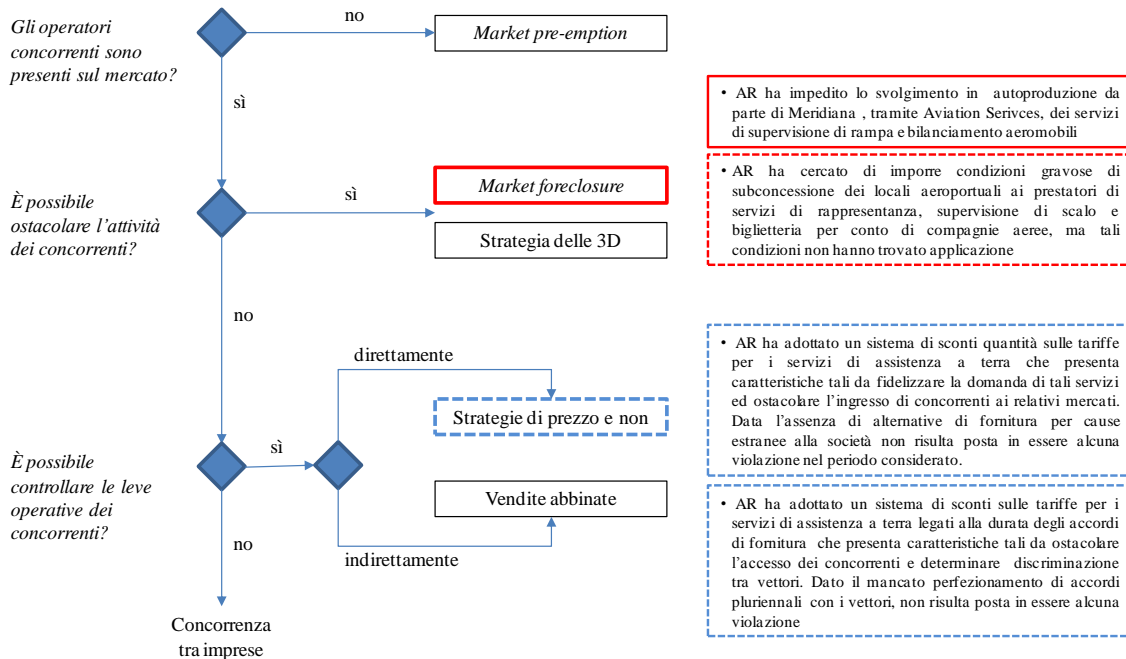
Caso A56: IBAR/SEA



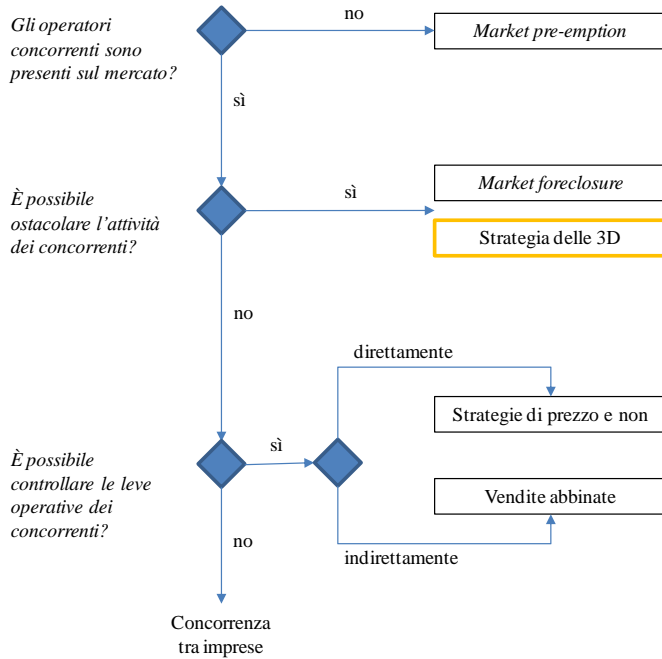
Caso A61: De Montis Catering/Aeroporti di Roma



Caso A247: Aeroporti di Roma/Tariffe del Ground Handling

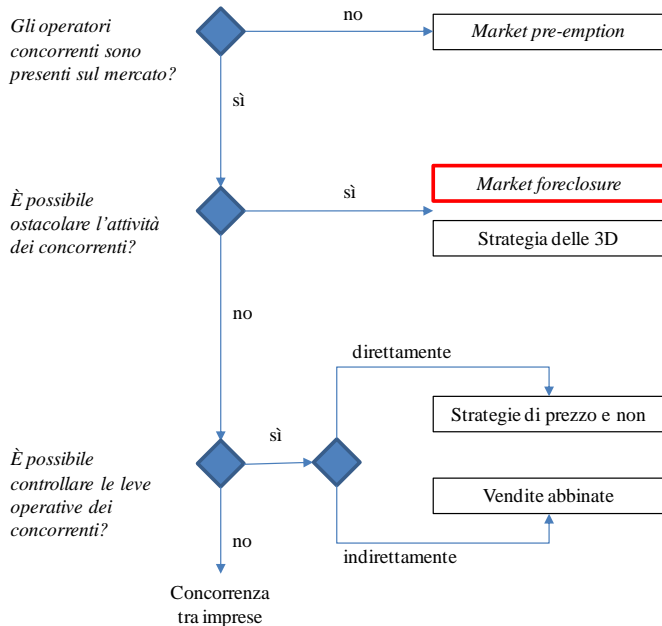


Caso A303: Aviapartner/Società aeroporti Guglielmo Marconi di Bologna



- SAB ha inizialmente negato la concessione delle infrastrutture necessarie per l'espletamento dei servizi
- SAB ha strutturalmente rallentato le procedure relative al trasferimento di personale dal gestore al nuovo entrante e ha ritardato la messa a disposizione dei locali e delle attrezzature aeroportuali necessarie ad Aviapartner per poter avviare la propria attività.
- SAB ha adottato comportamenti ostruzionistici mediante pressioni esercitate su KLM e Air France, per dissuaderle dall'avvalersi di Aviapartner come fornitore dei servizi di *handling*

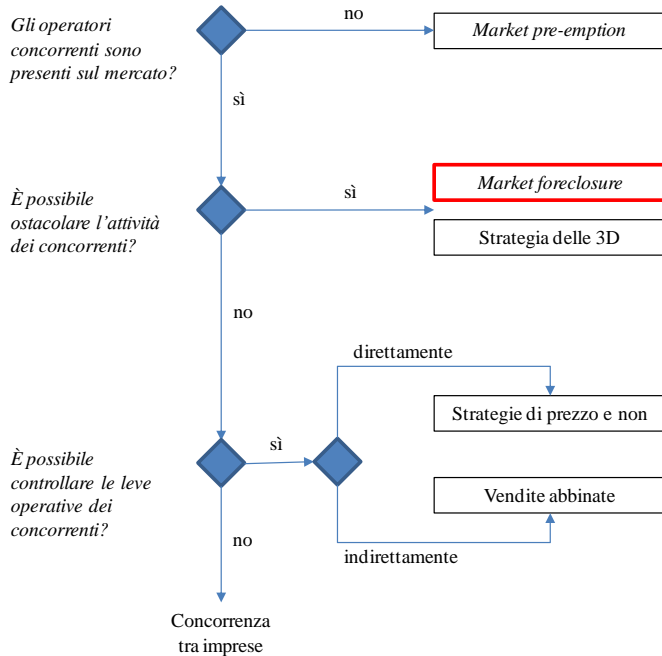
Caso A376: Aeroporti di Roma/ Tariffe aeroportuali



- AR ha applicato un corrispettivo per l'erogazione del carburante non orientato ai costi e superiore a questi in maniera sproporzionata rispetto al valore economico della prestazione fornita (*excessive pricing*)
- AR ha applicato agli operatori *handler* cargo canoni di subconcessione più che doppi, rispetto a quelli applicati ai vettori cargo, assunti come *benchmark* nel mercato.
- AR ha applicato un sistema di tariffazione con effetti escludenti sul mercato dell'*handling* cargo.

- AR ha applicato tariffe unilateralmente determinate e non orientate ai costi per l'accesso alle infrastrutture centralizzate. Le evidenze descritte però non paiono sufficienti a soddisfare lo standard probatorio per dimostrare l'abusività del comportamento.
- AR ha applicato ai *caterer fee* che prescindono da un criterio di corrispondenza ai costi, che sono però in linea con il corrispettivo individuato dall'ENAC, commisurato al numero dei pasti
- AR ha richiesto *fee* concernenti i servizi di sicurezza aggiuntiva, richiesti da alcune compagnie, ma gli elementi raccolti non sono sufficienti per accertarne l'eccessiva onerosità.

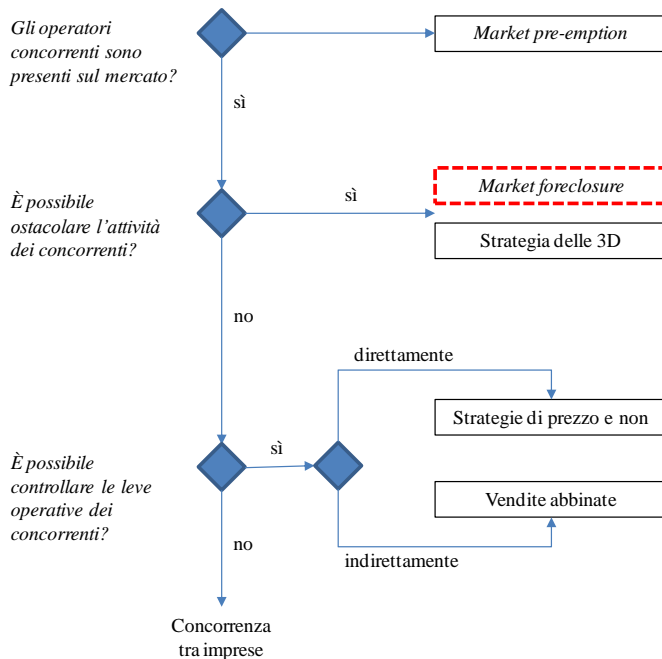
Caso A377: SEA/Tariffe aeroportuali



- SEA ha applicato un corrispettivo per l'erogazione del carburante non orientato ai costi e superiore a questi in maniera manifestamente sproporzionata rispetto al valore economico della prestazione fornita (*excessive pricing*)
- SEA ha applicato agli operatori cargo in autoproduzione canoni di subconcessione più che doppi, rispetto a quelli assunti come *benchmark* nel mercato della messa a disposizione di beni ad uso comune ed esclusivo per lo svolgimento delle attività di *handling cargo*.
- SEA ha applicato corrispettivi in misura evidentemente superiore a qualsiasi valore economico del servizio nel mercato della messa a disposizione dei beni ad uso comune ed esclusivo per lo svolgimento dell'attività di assistenza *catering*.

- SEA ha applicato tariffe unilateralmente determinate e non orientate ai costi inclusivi della remunerazione del capitale per l'accesso alle infrastrutture centralizzate. Le evidenze descritte però non paiono sufficienti a soddisfare lo standard probatorio per dimostrare l'abusività del comportamento.
- SEA ha applicato *fee* concernenti i servizi di sicurezza aggiuntiva richiesti da alcune compagnie, ma gli elementi raccolti non sono sufficienti per accertarne l'eccessiva onerosità.

Caso A442: Assofort/ Aeroporti di Roma



- AR ha tentato di imporre a Hertz Italia (HI) condizioni ingiustificatamente gravose nella forma di corrispettivi per servizi non resi, richiedendo *royalties* su attività di autonoleggio che si svolgono fuori dall'area aeroportuale e pertanto non assoggettabili alla pretesa di corrispettivi da parte di AR.
- AR ha minacciato HI di risolvere la subconcessione da cui dipende la disponibilità per HI degli spazi necessari all'interno dell'Aeroporto per l'esercizio dell'attività di autonoleggio.



- AR presenta **impegni** consistenti nella:
- Rinuncia di AR a chiedere alla società Hertz Italia il pagamento delle *royalties* anche sulle attività di autonoleggio.
 - Disponibilità ad affidare in subconcessione delle aree demaniali localizzate all'interno del sedime aeroportuale destinate alla fermata/sosta delle navette per il trasporto dei clienti di eventuali soggetti interessati a svolgere attività di autonoleggio senza conducente.

Gli impegni vengono valutati coerenti e proporzionati ed accettati.



Innovazione tecnologica nella riscossione delle sanzioni da infrazioni stradali

Stefano Carrese, Marialisa Nigro, Sergio Maria Patella

*Dipartimento di Ingegneria - Università degli studi Roma Tre
stefano.carrese@uniroma3.it, marialisa.nigro@uniroma3.it, sergiomaria.patella@uniroma3.it*

Riassunto

Il presente contributo propone un sistema innovativo di avviso telematico che informa l'utente della strada della violazione commessa e che permette il pagamento diretto della contravvenzione. Tale sistema ha come primo obiettivo la facilitazione/snellimento delle procedure per il pagamento delle contravvenzioni, rivolgendosi prettamente agli utenti "non evasori" e garantendo così introiti sicuri per l'amministrazione pubblica da trasporto privato.

Parole chiave: ricavi da traffico, Intelligent Transportation System – ITS, Revealed Preferences and Stated Preferences.

1. Introduzione

Il presente contributo nasce da un'attenta riflessione sui possibili introiti derivanti all'amministrazione pubblica dal trasporto privato. Più specificatamente la riflessione va verso il tema dalle contravvenzioni e verso gli utenti della strada che hanno di per sé una "propensione" al pagamento delle contravvenzioni, i.e. gli utenti non generalmente atti all'evasione delle stesse.

Le usuali politiche adottate dalle amministrazioni per recuperare i debiti da violazione del Codice della Strada seguono la logica di perseguire gli evasori: seppur formalmente e socialmente corretta, è ben noto come tale logica si tramuti spesso ed a forza in operazioni di sanatoria che comportano costi gestionali aggiuntivi e che difficilmente raggiungono i risultati attesi.

Con lo sviluppo sempre più forte delle moderne tecnologie di rilevazione e comunicazione e la loro sempre più diffusa applicazione al campo dei trasporti (Intelligent Transportation System - ITS), si può pensare di rovesciare il problema configurando un sistema che abbia come primo obiettivo la facilitazione/snellimento delle procedure per il pagamento delle contravvenzioni.

Tale sistema si configura come un avviso telematico di violazione (ad esempio tramite e-mail o avviso su cellulare) che informa l'utente della strada della violazione commessa e che permette il pagamento diretto della contravvenzione, senza dover

aspettare la notifica cartacea presso l'indirizzo di residenza ed evitando quindi le spese di procedimento e notifica.

Attualmente la possibilità di avere uno "sconto" sulla contravvenzione è previsto solo in alcuni casi. La ricezione di avviso di accertamento, ovvero di quel "foglietto" che l'agente accertatore lascia sul parabrezza dell'autovettura, costituisce un valido strumento per l'esenzione dalle spese di notifica e per usufruire delle riduzioni previste dalla normativa. Tale avviso consente al trasgressore di pagare (entro 5 giorni) la multa senza l'aggiunta delle succitate spese, ma presenta differenti criticità: (i) non c'è alcuna garanzia che l'avviso pervenga al proprietario del mezzo o a chi lo guida; (ii) comporta spreco di materiali, eccessivi tempi per la compilazione e rischio di commettere errori; (iii) non è applicabile ad un veicolo in moto.

Con un avviso telematico di violazione, ricevuto in tempi pressoché istantanei alla constatazione dell'infrazione, tali criticità verrebbero superate e si inizierebbe ad entrare in una logica di snellimento delle procedure e di facilitazione al pagamento che possa garantire incassi sicuri dal trasporto privato.

2. Stato dell'arte

2.1 Mancati introiti da contravvenzioni al Codice della Strada

Un recente articolo pubblicato sul quotidiano "Il sole 24 ore" (2014) riporta quanto emerso da un'analisi condotta dall'agenzia di stampa Adnkronos circa l'evasione del pagamento delle contravvenzioni al Codice della Strada ed i conseguenti mancati incassi da parte dei Comuni italiani. I risultati mostrano un enorme deficit nelle casse dei comuni dovuto proprio alla mancata riscossione delle multe. Questi i numeri:

- partendo dalla Capitale, nel bilancio 2013 gli incassi dalle multe sono arrivati a 408 milioni, ma il totale delle multe da riscuotere a ben 732 milioni;
- a Napoli, le multe per infrazioni al codice della strada registrano un tasso nei mancati pagamenti superiore al 50%, con percentuali di cancellazioni prossime al 30% e con un andamento sempre più consistente negli ultimi 5 anni; tale quota di cancellazioni sembra essere per lo più imputata ad una difficoltà di riscossione delle contravvenzioni;
- a Genova nel 2013 è stato messo a bilancio un introito da contravvenzioni pari a circa 24 milioni di euro, ma gli incassi non sono stati più di 20 (17% di perdita sugli introiti stimati);
- a Brescia, sui 52 milioni di euro che i cittadini devono al comune per mancati pagamenti, sono pari a 43,5 milioni quelli per infrazioni al Codice della strada che il Comune deve ancora incassare;
- a Pescara, gli incassi da multe nel 2013 (1,7 milioni di euro) si sono praticamente dimezzati rispetto al 2012 (3,5 milioni);
- a Pistoia erano previste entrate da contravvenzioni al Codice della strada per 6,6 milioni di euro, mentre sono entrati 5 milioni e 400mila euro (18% di perdita sugli introiti stimati).

2.2 Constatazione, accertamento e notifica delle infrazioni

I mancati introiti da contravvenzioni al Codice della Strada risultano dunque

particolarmente rilevanti con quote che si aggirano tra il 20 ed il 50%. All'interno di tali quote possono essere ricondotti anche gli utenti potenzialmente "non evasori", ma che hanno difficoltà nel pagamento della contravvenzione per motivi di carattere economico. Tali utenti potrebbero essere invogliati al pagamento tramite l'introduzione di un opportuno sconto. Attualmente esistono differenti possibilità di pagamento delle sanzioni con la riduzione del 30%:

1. Preavvisi di accertamento di violazione: "foglietti" lasciati sul parabrezza del veicolo in assenza del trasgressore/proprietario. In questo caso si dovrà versare solamente l'importo della sanzione ridotto del 30%, già indicato sul preavviso, senza ulteriori aggiunte di spese. Il versamento con questa modalità non può essere effettuato nei casi di violazioni che comportano la decurtazione di punti dalla patente di guida.
2. Verbali meccanizzati notificati presso il domicilio del trasgressore: l'utente riceve un plico con gli importi senza riduzione. Per avvalersi della sconto del 30%, il pagamento può essere effettuato entro 5 giorni, riportando tutte le indicazioni e l'importo della sanzione per la violazione commessa decurtato del 30%, più le spese di procedura e notifica. Nella causale l'utente deve indicare il numero del verbale e la data dell'infrazione, rilevabili dal verbale stampato.

Nel primo caso, la mancata ricezione dell'accertamento di violazione lasciato sul parabrezza del veicolo comporta le spese di notifica presso il domicilio (la decurtazione del 30% è dunque al netto delle spese di notifica). Questo sistema presenta ovviamente diverse criticità:

- Anche qualora l'agente accertatore lasci l'avviso sul parabrezza, non c'è alcuna garanzia che questo pervenga al proprietario del mezzo o a chi lo guida. Il foglietto è infatti esposto a una serie di eventi (scivolamento, deterioramento a causa della pioggia, ecc.) che ne pregiudicano la finalità di avviso.
- L'avviso è di tipo cartaceo e solitamente compilato a mano da parte dell'agente accertatore. E' innegabile dunque la scomodità, lo spreco di carta, gli eccessivi tempi per la compilazione e il rischio di commettere errori. Tutto ciò rappresenta un costo in termini di tempo e di materiale per gli operatori.
- Esistono tipologie di infrazioni che per loro natura possono essere solamente notificate presso la residenza del trasgressore. Questo solitamente accade quando viene accertata una violazione ad un veicolo in moto e non è possibile fermare il trasgressore. Il trasgressore è dunque ignaro dell'infrazione fino al momento in cui non gli viene direttamente notificata la contravvenzione (caso 2) presso la residenza. Lo stesso ragionamento è valido per le contravvenzioni accertate da apparecchiature elettroniche.

La mancata ricezione del "foglietto" e della seguente notifica presso il domicilio comporta oltre al pagamento delle spese postali (13,88 euro) la perdita della possibilità di usufruire del 30% di sconto.

Inoltre, il mancato pagamento entro 60gg (inevitabile se non giunge la notifica presso il domicilio), comporta l'innalzamento della sanzione al doppio del minimo, essendo il verbale di contestazione già considerato titolo esecutivo per la riscossione. Infatti al 61°

giorno la sanzione raddoppia e cominciano a mature gli interessi e le more fino all'eventuale azione di recupero della somma a mezzo notifica di cartella esattoriale. Inutile aggiungere anche le spese di notifica della cartella.

Per la riduzione degli errori manuali da parte degli agenti accertatori, in diversi comuni italiani la stesura del verbale cartaceo è stata attualmente sostituita da un sistema di emissione delle contravvenzioni tramite l'impiego di palmari integrati con stampanti.

Per quanto riguarda la notifica presso il domicilio, è in corso di approvazione l'invio della contravvenzione sulla casella di posta elettronica certificata (Pec) dell'automobilista (La Legge per tutti, 2014). La notifica elettronica potrà dunque essere utilizzata per i soggetti obbligati per legge a dotarsi di Pec (ad esempio aziende e imprenditori iscritti a Camera di Commercio).

Se da una parte la notifica tramite Pec è un decisivo passo in avanti verso la facilitazione burocratica della procedura di notifica dell'infrazione, tuttavia non è ancora percepibile un effettivo snellimento dell'intero processo di constatazione, accertamento e notifica, nonché della riscossione del corrispettivo.

3. L'innovazione tecnologica

L'architettura tecnologica proposta consiste in un sistema di avviso telematico di violazione che integra un processore, un sistema Wi-Fi ed un sistema GPS in un unico dispositivo.

Constatata la violazione, tramite rilevazione manuale o tramite sistemi automatici (varchi elettronici, autovelox), ad essa viene associato il codice della violazione e la targa del trasgressore. Il dispositivo mediante GPS acquisisce inoltre i dati circa la localizzazione.

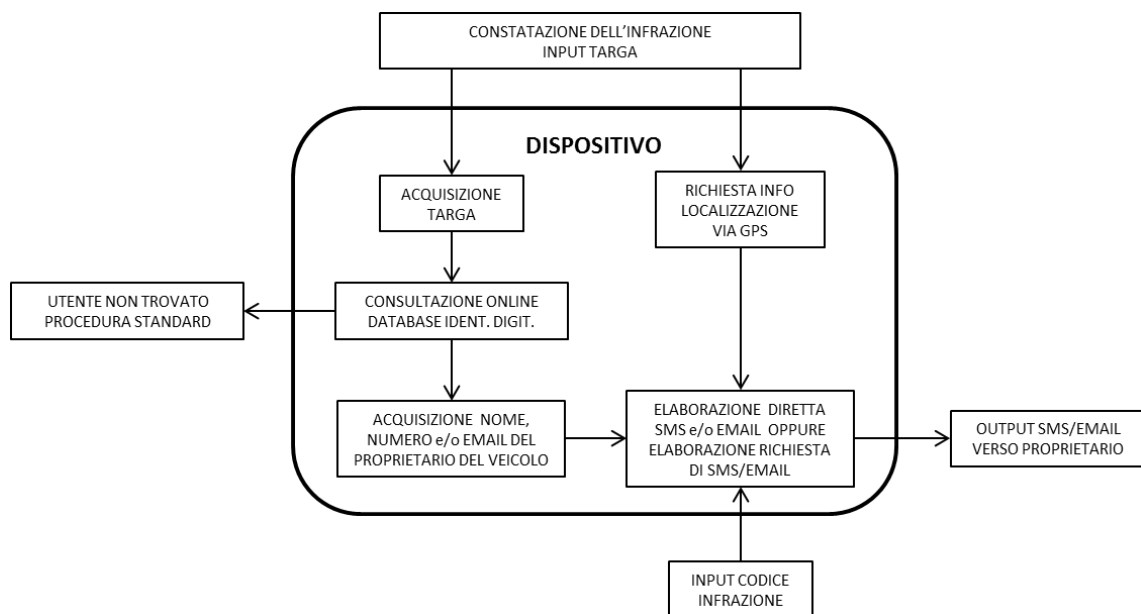


Figura 1: schema logico del sistema di accertamento telematico

A questo punto la targa viene automaticamente cercata in modalità on-line nel database che associa la targa ad un numero cellulare e/o ad un indirizzo di posta

elettronica. Successivamente viene mandato, sempre automaticamente, un sms e/o una e-mail al numero e all'indirizzo e-mail associato alla targa del veicolo. In alternativa il dispositivo invia una richiesta di invio sms/e-mail ad un elaboratore centrale.

Il testo dell'SMS e/o dell'e-mail conterrà le seguenti informazioni:

- data e ora dell'illecito
- articolo del C.d.S. violato
- nominativo e targa del proprietario della vettura
- codice informatico dell'infrazione

Una volta ricevuto l'SMS e/o l'e-mail il proprietario del mezzo può accedere direttamente al pagamento on-line attraverso il codice informatico che gli è stato comunicato. La Figura 1 mostra lo schema logico del sistema.

Chiaramente l'interessato potrà anche non avvalersi di tali procedure ed attendere l'invio del verbale di notifica presso il proprio domicilio (ad esempio se reputa opportuna la contestazione dell'infrazione). Il pagamento on-line entro un termine stabilito blocca la procedura di notifica.

Un aspetto rilevante è quello dell'effettiva possibilità di ottenere i dati dell'automobilista. Il proprietario di un veicolo che decide di usufruire del nuovo servizio, e dunque di registrare il proprio account in un sito progettato ad hoc, associa alla targa dell'auto un numero di cellulare e un indirizzo e-mail.

Attualmente l'Automobile Club d'Italia (ACI), gestisce il Pubblico Registro Automobilistico (PRA), nel quale sono effettuate le iscrizioni, le trascrizioni e le annotazioni relative agli autoveicoli, ai motoveicoli e ai rimorchi, in quanto "beni mobili registrati" secondo le norme previste dal codice civile. Essendo il PRA un Registro Pubblico, chiunque abbia interesse può richiedere ed ottenere i dati e le informazioni relative a qualsiasi veicolo iscritto sulla base della indicazione del numero di targa. Conseguentemente il database dell'ACI potrebbe essere già predisposto per tale utilizzo.

Qualora l'utente decida di non avvalersi della procedura, il dispositivo segnalerà di non aver trovato nel database i dati relativi a quella targa e quindi verrà segnalata all'operatore la necessità di procedere con la consueta stesura del verbale.

I vantaggi immediatamente percepibili del sistema proposto possono essere elencati sinteticamente come segue:

1. il trasgressore è messo nella condizione di pagare qualsiasi tipo di contravvenzione comodamente e senza l'aggiunta delle spese di notifica;
2. il trasgressore prende atto in tempi brevi, volendo quasi immediati, dell'infrazione compiuta;
3. in caso di infrazioni che prevedono rimozione del veicolo o blocco forzato tramite ganasce, il trasgressore può tempestivamente prendere provvedimenti;
4. la procedura burocratica ne risulta considerevolmente accelerata;
5. si azzerà il rischio di errori nella rilevazione dell'infrazione.

4. Metodologia

Introdotta l'architettura del sistema, lo studio si focalizza su:

1. un'analisi comportamentale di quelle che sono le variabili che maggiormente incidono nel definire l'utente "propenso" al pagamento della contravvenzione: ciò risulta necessario al fine di comprendere il potenziale mercato del sistema di avviso telematico di violazione e definirne i possibili introiti;

2. un'analisi dell'attuale stato di conoscenza da parte dell'utente stradale delle forme di risparmio associate alle contravvenzioni e il comportamento abituale a riguardo del pagamento;
3. il possibile consenso che otterrebbe un sistema di avviso telematico di violazione e le possibili caratteristiche informatiche/tecnologiche più appetibili da parte dell'utente;
4. la propensione dell'utente ad usufruire del sistema di avviso telematico a seguito di incentivi (sconti) sul pagamento della contravvenzione.

La metodologia seguita verte sull'uso di indagini sia di tipo RP che SP (rispettivamente Revealed Preferences and Stated Preferences, Cascetta, 2006) per l'acquisizione dei dati necessari a rispondere ai succitati punti. In particolare, i dati ricavati dall'indagine RP permettono l'acquisizione delle variabili che definiscono l'utente "propenso" al pagamento (Carrese et al., 2014) e l'analisi dello stato attuale di conoscenza del sistema delle contravvenzioni. I dati acquisiti dall'indagine SP consentono invece di valutare l'efficacia del sistema e l'elasticità in funzione di possibili incentivi.

Partendo dalle indagini RP, il questionario verte sull'acquisizione delle seguenti informazioni:

- definizione delle caratteristiche socio-economiche dell'utente: età, sesso, condizione economica (occupato/non occupato; tipologia di attività lavorativa; tempo pieno/parziale);
- definizione delle caratteristiche di mobilità: possesso di un mezzo di trasporto privato (auto/motociclo), tipologia di mezzo utilizzato per le differenti tipologie di spostamenti, frequenza e lunghezza degli spostamenti usuali e non con mezzo privato, utilizzo di percorsi abituali o meno, ambito degli spostamenti (urbano, extraurbano, autostradale);
- definizione del rapporto utente-infrazione: infrazioni stradali usuali e loro frequenza, livello di conoscenza dell'attuale sistema di accertamento delle infrazioni e del sistema di avviso di accertamento, conoscenza delle possibili riduzioni sui pagamenti, comportamento nei confronti del pagamento (pagamento immediato o in ritardo, usuale contestazione, etc.).

L'indagine SP si focalizza sulla risposta dell'utenza alla nuova procedura proposta. In primo luogo viene quantificata la predisposizione ad un avviso telematico dell'infrazione. Poi, viene richiesto di indicare i vantaggi più significativi per il singolo e per la comunità derivanti dall'adozione del sistema di notifica telematica. Infine viene richiesta l'effettiva disponibilità a rendere disponibile agli organi accertatori il numero di telefono e/o l'email (associati alla targa) per l'invio immediato dell'avviso. In questa sede è possibile definitivamente classificare l'utenza secondo tre diverse categorie: interessato, non interessato, interessato con sconto. Quest'ultima categoria raccoglie tutti coloro che usufruirebbero del sistema solamente a patto di uno sconto sulla contravvenzione.

La fase di "experimental design" risulta cruciale nella stesura del questionario di indagine, soprattutto nel caso delle indagini SP. Per questo sono adottate le usuali tecniche di definizione degli attributi e dei livelli che vanno poi a definire le alternative di scelta e quindi i "profili" (Rotaris, 2003).

Le interviste sono condotte sia via personale che tramite internet attraverso canali di posta elettronica e social network. Queste differenti modalità risultano necessarie al fine

di avere un campione quanto più eterogeneo in termini di caratteristiche socio-economiche. Ci si aspetta infatti una maggiore propensione all'uso del sistema per certe categorie di età e fascia economica, cosa che solo l'eterogeneità del campione permette di verificare.

4.1 Risultati delle indagini

La campagna di rilevamento dati si è svolta a Roma per un periodo di tre mesi a partire da Ottobre 2014. Sono state acquisite complessivamente circa 400 interviste. Di seguito i principali risultati ottenuti:

a) Caratteristiche socio-economiche

Nei riguardi del genere si è osservata una sostanziale equi distribuzione. Mentre, per quanto riguarda l'età del campione, si è osservata la seguente ripartizione: 18-25 anni (38%), 45-55 (21%), 25-35 (13%), 35-45 (12%), 55-65 (12%), più di 65 (4%). Un'ulteriore informazione necessaria per l'analisi comportamentale è quella circa l'occupazione. Il campione è stato suddiviso in quattro categorie di cui si riportano le rispettive aliquote: occupati e professionisti (54%), studenti (35%), disoccupati e casalinghe (7%), pensionati (4%).

b) Caratteristiche di mobilità

Le abitudini circa la scelta del mezzo sono state rilevate sia per quanto riguarda gli spostamenti abituali, casa-lavoro o casa-università, sia per gli spostamenti saltuari tipici dei giorni festivi. I risultati hanno mostrato una spiccata tendenza, caratteristica del contesto romano, all'utilizzo dell'automobile in entrambi i casi, rispettivamente il 68% e 78%. L'incremento di 10 punti percentuali per i viaggi 'fuori porta' è evidentemente imputabile alla difficoltà nell'utilizzo di mezzi di T.P. così come di moto o motorini per tali spostamenti. Questa ampia percentuale di campione, congiuntamente a quelli che hanno dichiarato di utilizzare moto o morino (10% per spostamenti abituali) è stata poi interrogata circa l'intestatario del mezzo in questione. Nel 55% dei casi il conducente coincide con l'intestatario, nel 42% è un familiare e la rimanente parte utilizza mezzi privati a noleggio o in condivisione. Si è ritenuto quest'ultimo aspetto di notevole importanza nei riguardi del comportamento verso il pagamento delle contravvenzioni. Infatti, coloro che utilizzano vetture a noleggio o in condivisione sono verosimilmente più predisposti a ritardare il pagamento.

L'ultima informazione richiesta nell'ambito delle caratteristiche di mobilità è quella circa il chilometraggio medio quotidiano. Per quanto un considerevole numero di intervistati non è stato in grado di rispondere (20%), le percentuali maggiori si riferiscono a valori compresi tra i 5-15 km (34%) e tra i 15-30 km (32%).

c) Comportamento nei confronti delle contravvenzioni

Considerando la molteplicità di contravvenzioni a cui l'utenza può incorrere si è scelto di raggruppare le relative infrazioni in tre campi: veicolo in moto (29%), veicolo fermo (37%), mix moto/fermo (12%). A questi tre campi se ne aggiunge un altro che raccoglie coloro che dichiarano di non prendere multe e che dunque non possono indicarne la tipologia più frequente (22%). Per quanto riguarda il numero medio di multe negli ultimi tre anni si è rilevato che il 35% non ne ha prese, il 46% ne ha prese meno di 3, il 17% tra 3 e 10 e il 2% più di 10. Ulteriori due domande riguardano la conoscenza della normativa: la possibilità di usufruire dell'esenzione dal pagamento delle spese di notifica attraverso il foglietto è nota al 47% degli intervistati; il 73% del campione è a conoscenza dello sconto del 30% derivante dal pagamento della contravvenzione entro

5 giorni. Il preavviso di accertamento, scelto dal 71%, rappresenta la via preferita per il pagamento. Il rimanente 29% utilizza la notifica presso il domicilio e per il 76% dei casi lo fa perché confida nel ritardo del recapito della raccomandata che, se giunge oltre i 90gg dall'accertamento dell'infrazione, rende illegittima la violazione. La domanda conclusiva di questa sezione del questionario accerta la propensione a pagare dell'utente e rappresenta la variabile di uscita del modello comportamentale utilizzato per la definizione dell'utente propenso: l' 80% del campione dichiara di pagare subito, il 12% tende a ritardare il pagamento, l'8% manifesta la tendenza a non pagare la contravvenzione.

d) Indagine SP

La proposta di un avviso telematico dell'infrazione viene accolta positivamente dall' 81% del campione. Quando interrogati sui benefici, gli intervistati indicano al 34% lo snellimento della procedura burocratica come vantaggio principale per la comunità. La domanda conclusiva del questionario chiede la disponibilità dell'utenza a fornire i propri contatti telematici per l'invio immediato dell'avviso di violazione e definisce, come già detto nel precedente paragrafo, le tre categorie finali in cui l'utenza è ripartita. Si ha dunque che il 39% aderirebbe alla procedura, il 36% solo a patto di uno sconto e il 25% non accetterebbe in qualsiasi caso.

La

Figura 2 riassume la suddivisione del campione all'interno delle categorie di comportamento nei confronti delle contravvenzioni nonché le risposte all'indagine SP.

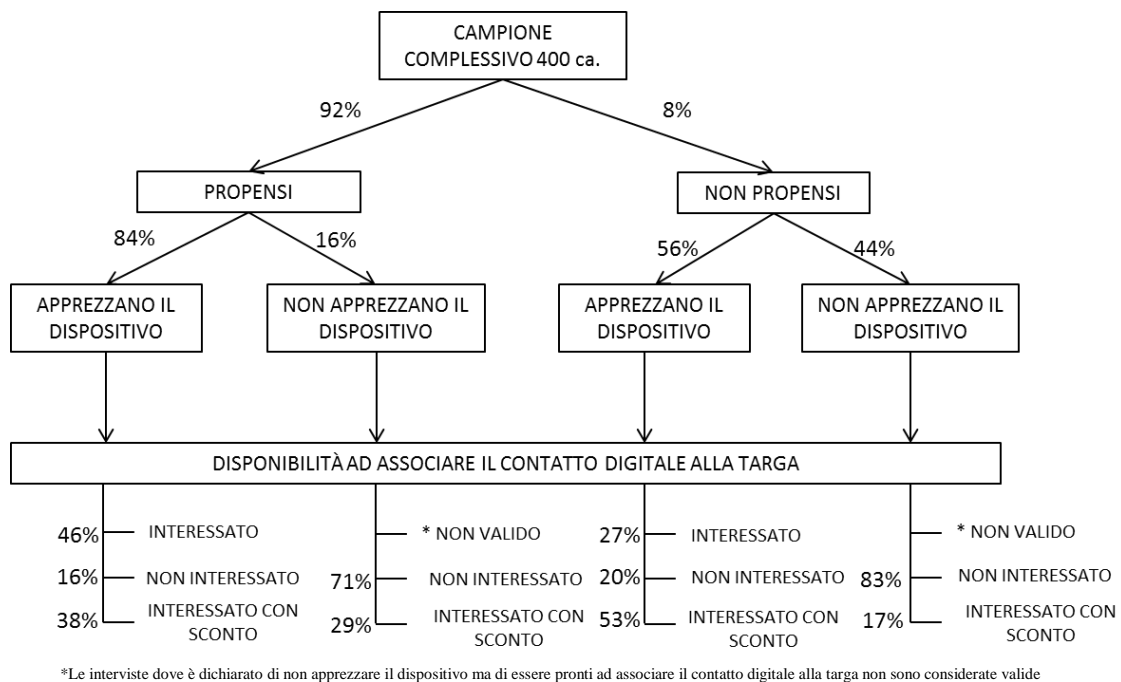


Figura 2: Classificazione dell'utenza

4.2 Formalizzazione del modello comportamentale

L'utente "propenso" al pagamento della contravvenzione e l'utente interessato al sistema di avviso telematico sono modellizzati attraverso due differenti modelli comportamentali basati sulla teoria dell'utilità aleatoria (logit binomiale: utente "propenso" o meno; logit multinomiale: utente interessato, non interessato, interessato con sconto), dove la funzione di utilità sistematica della singola alternativa è espressa da una funzione $V_j(X_j^k)$ degli attributi X_j^k legati all'alternativa ed al soggetto decisore (Ben Akiva e Lerman, 1985):

$$V_j = \sum_k \beta^k X_j^k \quad (1)$$

Gli attributi X_j^k sono in particolare relativi a caratteristiche socio economiche, caratteristiche di mobilità e caratteristiche delle infrazioni.

Si noti che la variabile di uscita del primo modello, che definisce l'utente propenso, viene poi successivamente utilizzata come attributo nel secondo modello. La scelta di due modelli distinti invece di gerarchizzare gli output del secondo modello a quelli del primo nasce da osservazioni fatte sulla base dei dati aggregati. Infatti è possibile trovare individui appartenenti alle tre classi di interesse in entrambi i gruppi caratterizzanti il primo modello (vedi Figura 2). Ne conseguirebbe un modello cross nested logit in cui le alternative in condivisione di fatto sono tutte quelle esistenti e dunque scarsamente applicabile.

La calibrazione dei due modelli, ottenuta tramite massima verosimiglianza, consente la definizione dei coefficienti β^k . La funzione di verosimiglianza $L(\beta)$ è definita come la produttoria delle probabilità di scegliere l'alternativa che l'utente sceglie effettivamente:

$$L(\beta) = \prod_i P_i[j(i)] \quad (2)$$

da cui:

$$\beta^* = \operatorname{argmax} L(\beta) \quad (3)$$

Una volta calibrati e validati i due modelli, si passa a verificare se gli utenti "propensi" coincidono con gli utenti interessati al sistema di avviso telematico.

Per la scelta degli attributi e per i risultati della calibrazione dei coefficienti con i relativi indicatori statistici si rimanda a Carrese et al. 2015.

5. Conclusioni e sviluppi futuri

La metodologia riportata consente la quantificazione dei risparmi immediatamente percepibili, per le pubbliche amministrazioni (P.A.) e per i singoli utenti, dovuti allo snellimento delle procedure ed alle mancate spese di notifica.

Per quanto riguarda le P.A, infatti, i suddetti risparmi derivano principalmente dalla rapidità di notifica dell'infrazione e di riscossione del corrispettivo. Occorre dunque stimare i costi legati all'attuale procedura in termini del tempo, inteso come somma dei tempi di elaborazione della notifica e di attesa per la riscossione.

L'utente "propenso" e contemporaneamente interessato percepisce un immediato beneficio, dovuto dall'esenzione dalle spese di notifica postale e dal risparmio, in termini di tempo, ottenuto grazie alla possibilità di un tempestivo pagamento telematico.

Come già ampiamente discusso, tra gli utenti esiste una quota parte interessata a patto di ottenere un sicuro sconto dal pagamento immediato della contestazione. L'obiettivo successivo al lavoro presentato in questo contributo è quello di quantificare lo "sconto ottimo", ossia quel tasso di decurtazione pecuniaria da applicare alla sanzione in grado

di condurre l'utenza all'immediato pagamento del corrispettivo senza tuttavia ridurne eccessivamente l'ammontare.

Definendo con:

- δ : sconto percentuale sul costo della effettiva multa
- $\varepsilon(\delta)$: la percentuale di coloro che grazie ad uno sgravio sul costo effettivo della multa usufruirebbero del servizio proposto.

All'aumentare dello sconto percentuale, il valore di ε cresce fino a catturare idealmente tutti gli utenti; contestualmente, all'incrementare dello sconto, gli introiti tendono ad annullarsi. La seguente relazione descrive la variazione degli incassi da innovazione (I_{inn}), a seguito dell'introduzione di accertamento telematico, al variare dello sconto δ . Il termine Δi raccoglie quel deficit nelle casse dei Comuni dovuto alla mancata riscossione dei corrispettivi.

$$I_{inn} = \Delta i \cdot \varepsilon(\delta) \cdot (1 - \delta) \quad (4)$$

La massimizzazione degli incassi da innovazione porta alla definizione dello sconto ottimo.

$$\delta_{ott} = \text{argmax } I_{inn}(\delta) \quad (5)$$

La Figura 3 riporta un diagramma a blocchi che mette a sistema i modelli comportamentali presentati in questo contributo con la metodologia per la definizione dello sconto ottimo e quindi la quantificazione degli introiti.

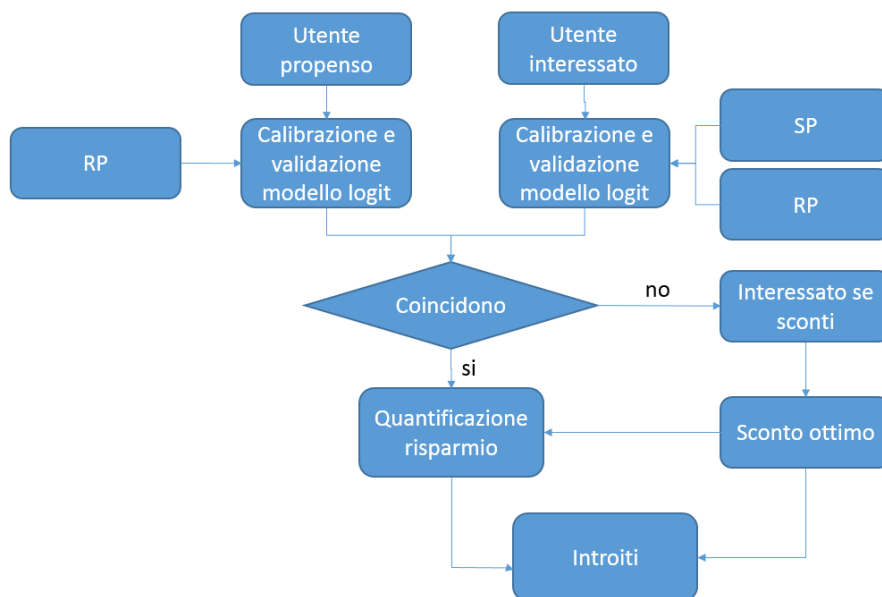


Figura 3: Diagramma a blocchi per la quantificazione degli introiti da avviso telematico

L'applicazione della metodologia descritta in Figura 3 e dunque la quantificazione dei benefici previsti, è propedeutica ad una successiva fase sperimentale per la quale è necessaria:

1. la definizione dell'ambito territoriale di sperimentazione;
2. la progettazione e il collaudo del dispositivo elettronico e di tutto l'apparato informatico descritto nel capitolo nel capitolo 3;

3. la definizione della normativa per l'introduzione e l'utilizzo del database contenente le informazioni relative all'identità digitale dei conducenti;
4. l'autorizzazione da parte degli organi istituzionali all'applicazione della procedura.

Lo studio di fattibilità del servizio proposto consiste dunque in un'analisi ad ampio spettro che coinvolge parallelamente gli utenti, le P.A. e gli organi istituzionali. Se in primo luogo i risultati ottenuti dall'elaborazione dei questionari forniscono informazioni indispensabili per l'individuazione dei potenziali "clienti", la successiva sperimentazione identifica le soluzioni per lo scioglimento di vincoli di natura tecnica, amministrativa e legale.

Ulteriori considerazioni derivano dal successivo e potenziale sviluppo di applicazioni per smartphone/tablet. E' infatti facilmente prevedibile, a seguito dell'istituzionalizzazione della procedura, lo sviluppo di applicazioni in grado di:

- facilitare ulteriormente il pagamento online della contravvenzione;
- creare un profilo dell'automobilista sulla base della sua "condotta";
- utilizzare un sistema a punteggio e classifiche per far impegnare maggiormente gli utenti a mantenere un comportamento di guida "virtuoso";
- permettere alla comunità di utenti di segnalare la presenza di vigili accertatori o di sistemi di rilevazione, semplicemente eseguendo l'applicazione durante la guida.

Riferimenti bibliografici

- Ben Akiva M., Lerman S. (1985). *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Carrese S, Mantovani S, Nigro M (2014). A Security Plan Procedure for Heavy Goods Vehicles parking areas: an application to the Lazio Region (Italy). *Transportation Research Part E-Logistics And Transportation Review*, ISSN: 1366-5545, doi: 10.1016/j.tre.2013.12.011
- Carrese S, Nigro M., Patella S.M. (2015). Analysis of the demand for an electronic advise of traffic code violations. *Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS)*. Under review.
- Cascetta, E. (2006). *Modelli per i sistemi di trasporto. Teoria e applicazioni*. Utet.
- Il Sole 24 ore. "Mulle non pagate, una voragine nei conti dei Comuni italiani. Da Roma a Genova, ecco chi incassa di meno" 30 Aprile 2014, <http://www.ilsole24ore.com/art/notizie/2014-03-29/mulle-non-pagatenapoli-170850.shtml?uuid=AB3d3r6>. Ultimo accesso 21/07/2014.
- La Legge per tutti. Mulle: arriva la notifica via PEC. Pagamento agli agenti con Pos. http://www.laleggepertutti.it/44768_mulle-arriva-la-notifica-via-pec-pagamento-agli-agenti-con-pos. Ultimo accesso 21/07/2014.
- Rotaris, L. (2003) La valutazione degli effetti delle politiche dei trasporti. *Problemi di progettazione delle indagini basate sulle preferenze dichiarate*. <http://www.sietitalia.org/convegni/siet-palermo.htm>. Ultimo accesso 18/07/2014.



Una ipotesi di tariffazione discriminante per il finanziamento efficiente delle infrastrutture

Marco Ponti *

Politecnico di Milano

Riassunto

La perdurante scarsità di risorse pubbliche costringe a rivedere l'assioma della necessità, per ragioni di efficienza allocativa, di tariffazione ai costi sociali marginali (SMCP). Il paper propone una radicale revisione di tale principio, argomentando in favore di strategie tariffarie discriminanti, più eque ed anche più efficienti se si tiene conto adeguatamente del costo-opportunità marginale dei fondi pubblici (COMPF). Infine la tecnologia oggi può consentire più facilmente forme di tariffazione articolate.

Si presenta poi l'analisi di un caso fittizio ma verosimile, di una infrastruttura con traffico e costi di costruzione dati, e ipotesi di elasticità della domanda da letteratura, e si calcolano i benefici sociali netti di diverse tariffe discriminanti in presenza di un COMFP ancora ricavato dalla letteratura, e analogamente i benefici aggiuntivi da ridotta congestione.

In estrema sintesi: "un monopolio perfettamente discriminante che non realizza extraprofiti è efficiente".

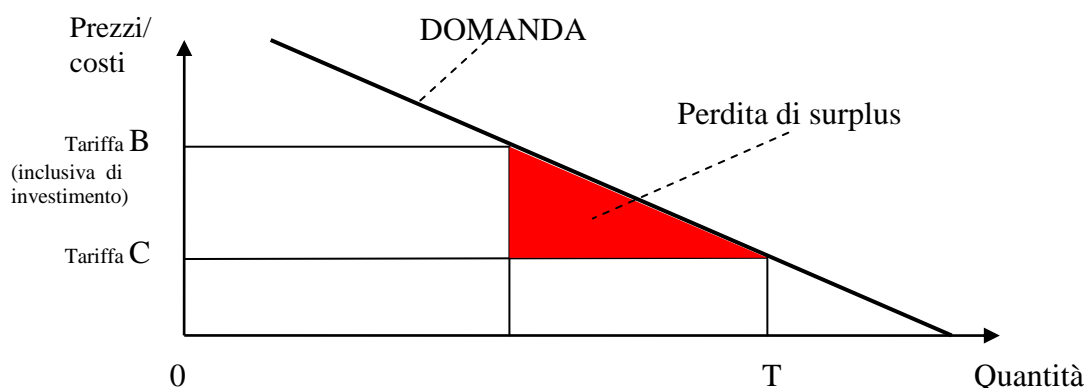
Parole chiave: tariffazione, investimenti, efficienza allocativa.

1. L'approccio canonico

Si assuma per esempio una infrastruttura di trasporto non gratuita pubblica (o privata regolata, comunque senza rendite) che, ad una tariffa unitaria C costante, non copra i costi di investimento, e abbia traffico T : è il caso attuale più frequente (cfr. grafico 1). Con una tariffa B costante, se si tende a remunerare i costi di investimento, notoriamente si genera una perdita di surplus sociale (l'area triangolare campita in rosso). Infatti si perde una quota di traffico che, se viaggiasse, genererebbe benefici sociali netti, avendo una utilità a viaggiare superiore ai costi che genera alla collettività viaggiando). Si tratta della nota preferenza, espressa anche dalla Commissione Europea, per la tariffazione ai costi marginali sociali (SMCP) rispetto a quella ai costi medi sociali (SACP).

* Autore a cui spedire la corrispondenza: Marco Ponti (marcoguidoponti@gmail.com)

Figura 1: L'approccio canonico.



2. Un approccio innovativo

La politica tariffaria SMCP (Hotelling, 1939) tuttavia, in presenza di costo opportunità marginale dei fondi pubblici (COMFP) elevato (Pearce-Nash, 1981), a sua volta determina una perdita di benessere sociale tanto più elevata quanto maggiore è tale costo-opportunità. A tariffa costante, è possibile determinarne un livello ottimo che minimizzi il totale delle perdite di surplus sopra descritte (Ponti, 1997). Tuttavia, se si discrimina differenziando le tariffe in funzione della disponibilità a pagare degli utenti, si consegue un ottimo di livello superiore, e si generano benefici sociali ulteriori, in misura proporzionale al livello di discriminazione conseguibile; schematizzando:

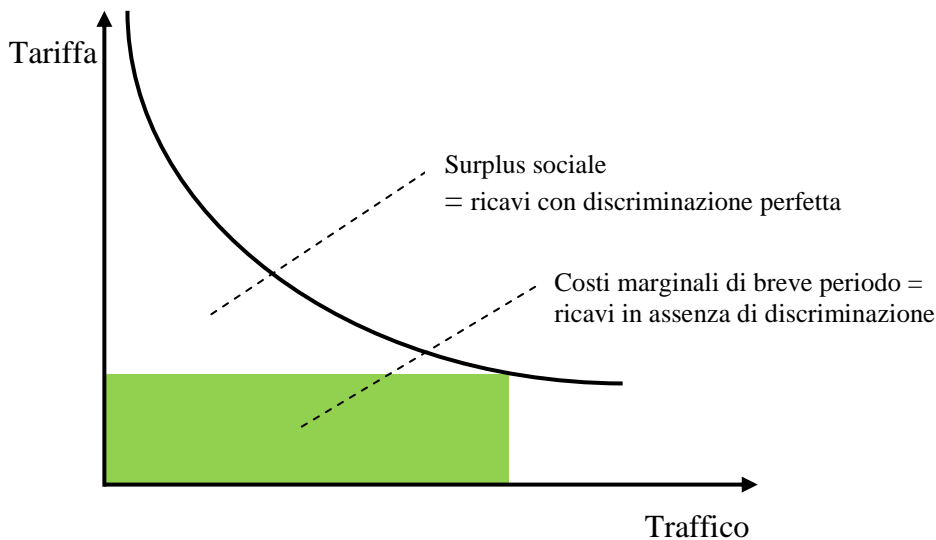
1. Si aumenterebbero i ricavi, riducendo la perdita di surplus generata dal COMFP (come si è detto), senza perdite di surplus legate alla riduzione dell'utenza, come si avrebbero in caso di semplice aumento di una tariffa unica.
2. Si possono avere importanti benefici di efficienza aggiuntivi, sul versante della domanda, dagli effetti sul surplus sociale dati dall'applicazione di tariffe efficienti per le diverse esternalità: tariffe di congestione, tariffe pigouviane per l'ambiente, ecc. nella misura in cui siano differenziate le emissioni dei diversi veicoli (non già internalizzate per via fiscale).
3. Si può avere un ruolo molto più rilevante di investitori privati, data la maggior remuneratività intrinseca degli investimenti, e per questa via ridurre il sovradimensionamento tipico delle infrastrutture pesantemente sussidiate (cfr. Flyvbjerg et al., 2003).

Il caso generale è espresso in modo intuitivo nella fig.2, dove emerge che una discriminazione perfetta della domanda estrarrebbe l'intero surplus degli utenti, massimizzando i ricavi dell'infrastruttura senza tuttavia generare perdite di surplus sociale (in assenza di esternalità).

Gli aspetti distributivi sarebbero ottimizzati in doppio modo: gli utenti a minore disponibilità a pagare pagherebbero tariffe inferiori, e l'infrastruttura sarebbe interamente a carico di chi ne gode i benefici. Qualora neppure in questo caso estremo i costi di investimento fossero recuperabili, è evidente che i benefici attualizzati sarebbero inferiori ai costi attualizzati, e l'opera determinerebbe una diminuzione di benessere sociale, a meno che questa generasse benefici esterni tali da compensare tale perdita. Non essendovi poi costi relativi a trasferimenti pubblici, ciò andrebbe ad

aumentare la redditività sociale dell'opera: infatti nel caso corrente di tariffazione non discriminante (con strategie SMCP o prossime a questa), il costo-opportunità delle risorse pubbliche dovrebbe essere incluso nei costi sociali, in funzione della strategia tariffaria che si pensa di adottare, cioè in funzione dei fondi pubblici necessari a coprire i costi di investimento.

Figura 2: Il caso teorico di riferimento.



3. Discriminazioni realistiche

Veniamo ora ad un livello più concreto, in cui ci si allontana da uno scenario di “first best” quale sostanzialmente è quello ora presentato in termini più teorici.

Il primo passo consiste nel valutare il realismo di strategie di discriminazione nelle diverse infrastrutture di trasporto. E' ovvio che in tale analisi si assume che le tariffe in ogni caso coprano i costi sociali di breve periodo generati dai veicoli (SMCP).

3.1 Infrastrutture stradali

Come detto, per le infrastrutture stradali a pedaggio occorrerebbe tener conto, in termini sia di efficienza che di equità, delle accise sui carburanti, che non sembrano oggi rispondere a nessuno di questi criteri (cfr. ISTAT per gli effetti regressivi delle accise, e Beria, Grimaldi, Ponti per i livelli attuali di internalizzazione per via fiscale). Inoltre sembra anche equo usare i ricavi da tassa di congestione per remunerare gli investimenti stradali (per il concetto di “esternalità di club” cfr. Buchanan, 1965). E tariffe di congestione differenziate nello spazio e nel tempo possono essere una prima efficace ed efficiente forma di discriminazione, in particolare tra traffici diurni e notturni.

Ma la congestione ha una dimensione statica, oltre che dinamica, e lo spazio stradale è occupato

maggiormente da veicoli di grandi dimensioni, in un rapporto circa da uno a tre, e ciò indipendentemente dal carico per asse, fattore critico per la componente dei costi di usura del

manto stradale. Una forma di discriminazione tariffaria in funzione delle dimensioni dei veicoli già esiste, ma può essere resa assai più articolata.

La seconda forma può ovviamente riguardare, come si è detto, i costi esterni ambientali e di sicurezza non già internalizzati per via fiscale. Poiché l'internalizzazione per via fiscale appare nel complesso molto elevata, sarebbe raccomandabile spostare la quota dei costi ambientali antropici (non quelli del tipo GHG dunque, che non sono spazialmente definiti), dalle accise sui carburanti ai pedaggi stradali, differenziandoli opportunamente in funzione della densità abitativa delle aree interessate. Una strada nuova in ambito urbano o periurbano per esempio è molto più costosa da realizzare che una identica in ambito agricolo, ma ha anche impatti antropici per le emissioni nocive (particolati, SO_x e NO_x ecc.), e quindi sarebbe equo ed efficiente che i veicoli che emettono maggiori quantità di queste sostanze abbiano tariffe più alte in questi ambiti.

Sembrerebbe tecnicamente complesso differenziare le tariffe come sopra suggerito (congestione ed altre esternalità non già internalizzate), ma l'evoluzione tecnologica rende perfettamente possibile forme di tariffazione "continue" differenziate, e formulate con dispositivi che le rendono facilmente percepibili all'utenza, fuori e dentro il veicolo.

3.2 Infrastrutture ferroviarie

Il modo ferroviario, al contrario di quello stradale, non ha un traffico libero, per ovvie ragioni tecniche, quindi non può presentare fenomeni di congestione se non nella forma di una domanda di capacità (cioè di tracce) superiore all'offerta. Le tracce a loro volta consentono una discriminazione molto semplice, avendo un valore nettamente differenziato nel tempo (ore di punta e di morbida) e nello spazio (tratte ferroviarie più o meno trafficate).

Ed anche la domanda presenta forti differenziazioni all'interno: le imprese ferroviarie possono avere, in un contesto liberalizzato, diverse velocità commerciali, diverse esigenze temporali e spaziali, diversi livelli di efficienza degli operatori ecc.

La soluzione è dunque semplice, e concettualmente non diversa da una tariffa di congestione molto differenziata: si discrimina in funzione della disponibilità a pagare, cioè si mettono all'asta le tracce, o si determina un tariffario analitico che consenta di servire l'intera domanda, anche quella più marginale (cioè un tariffario che simuli l'esito di un'asta). Oggi in Italia vige un tariffario di RFI che sembra rispondere ad alcuni criteri di scarsità (orari e tempi di occupazione della linea), ma che certo esenta i servizi passeggeri locali.

E per questi servizi in effetti può sorgere un'obiezione, in realtà possibile anche per i veicoli stradali addetti al trasporto pubblico: gli aspetti sociali di una tariffazione delle infrastrutture di trasporto di persone basata sulla "disponibilità a pagare". Ma in realtà il problema è facilmente superabile: i sussidi che tali servizi già ricevono esprimono una "disponibilità a pagare" collettiva invece che individuale, questo tipo di disponibilità a pagare deve estendersi a tutti i costi che la produzione di questi servizi genera alla collettività. Infatti, se fossero esentati da contribuire al costo delle infrastrutture che usano, sarebbe una forma di ulteriore sussidio occulto, che, anche in termini di trasparenza democratica, è meglio invece che sia esplicitato che non fatto cadere su altri utenti, cui non spetta certo sussidiare particolari categorie sociali.

Nel caso di ferrovie locali, metropolitane incluse, può essere anche sollevata l'obiezione degli elevati benefici da basse tariffe che si otterrebbero in alcuni casi per la riduzione della congestione e delle emissioni inquinanti indotta sulla rete viaria. Ma come sempre è meglio intervenire direttamente con tariffe di congestione ed ambientali che non sussidiando modi alternativi, e questo in special modo quando vi siano forti vincoli di spesa pubblica.

3.3 Porti e aeroporti

Il problema di discriminazione in questo caso è analogo a quello ferroviario: si tratta di infrastrutture di non libero accesso. Per gli aeroporti esiste una ampia letteratura sull'"asta degli slot", una forma di discriminazione sicuramente efficiente, nel senso che fornirebbe "segnali di scarsità" anche per gli aspetti puramente gestionali del settore, eliminando sia gli attuali *grandfather's rights* anticompetitivi, sia l'inefficiente sistema noto come *single till*, su cui non è possibile dilungarsi, ma che opera in funzione opposta a una tariffa di congestione, rendendo più economici gli aeroporti più affollati.

Anche le costose attese "in aria" che si verificano negli aeroporti congestionati in caso di perturbazioni del traffico potrebbero essere risolte mediante aste "spot" (avvengono già aste "spot" tra i passeggeri in caso di overbooking: in alcuni casi chi accetta di prendere l'aereo successivo riceve una compensazione in denaro).

Per i porti, vale invece oggi un sistema di incodamento "first come – first served", che nei porti congestionati dà luogo ad attese in rada sicuramente inefficienti. Poiché per questo modo di trasporto una rigorosa pianificazione ex-ante non sembra possibile date le caratteristiche del mercato, una discriminazione tariffaria "spot" è certo fattibile: le navi con maggior disponibilità a pagare per risparmiare tempo vengono servite per prime. Ed in effetti esiste già una casistica in cui logiche di questo tipo vengono applicate.

4. Aspetti dinamici ed intertemporali della discriminazione

Se strutture tariffarie più complesse devono essere usate per rendere maggiormente autofinanziabili gli investimenti infrastrutturali, si presentano ovviamente molte incognite sul profilo finanziario da definire ex-ante per l'investitore. Non dimentichiamo infatti che per definizione un investimento postula elevati esborsi immediati, e ritorni differiti.

Inoltre occorre ricordare che un investimento temporalmente ottimizzato di solito prevede anni iniziali di sottoutilizzo, e anni finali della sua vita tecnico/economica di congestione relativa.

Qui è probabilmente necessario un intervento pubblico atto a ridurre i rischi: una quota dei costi iniziali può comunque essere affrontata dalle casse pubbliche, che moduleranno successivamente l'assetto tariffario in modo da recuperare efficientemente la maggior quota di capitale possibile.

5. Un caso verosimile: i benefici aggiuntivi di una tariffazione discriminante per una autostrada

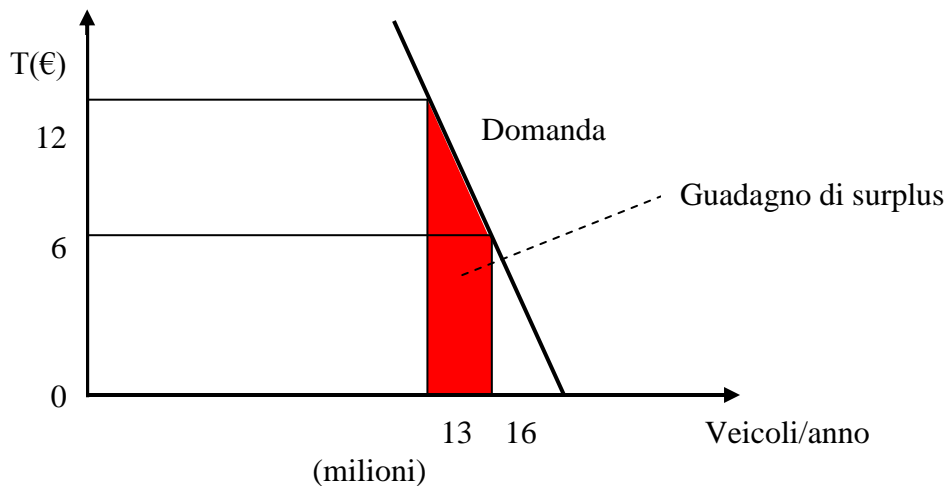
Assumiamo il caso di un investimento autostradale (che abbia superato i test di fattibilità economica), e che presenti costi finanziari di 2,5 MD€, valore verosimile per una tratta di 100 km di lunghezza. Annualizzando tali costi al saggio del 6% su 30 anni di concessione, risulta un costo finanziario annuo di circa 174 ml€ (cfr. Fig. 3).

Assumiamo ora un traffico annualizzato e omogeneizzato medio di 37.000 veicoli al giorno (valore verosimile), cioè di circa 13ml di veicoli all'anno. Assumiamo ora una tariffa unica media verosimile, che generi ricavi massimi, (cioè con $\epsilon = -1$; nel grafico la domanda è rappresentata come una retta per semplicità, quindi ϵ non è costante), e assumiamo che tale tariffa "massimizzante" sia di 12€/veicolo per l'intera tratta (0,12€/veicoloxkm). I ricavi massimi ottenibili appaiono insufficienti, risultando (13 ML veicoli x12€ = 156 ML€/anno). L'opera risulterebbe economicamente utile al benessere collettivo, ma non finanziariamente fattibile senza intervento di fondi pubblici. La collettività perderebbe l'intero surplus che l'opera potrebbe generare se fosse realizzata.

Se si riuscisse a discriminare per una parte del traffico, per la quale si dimezzasse la tariffa da 12€ a 6€ per l'intera tratta, a funzione di domanda data si avrebbero 3 ML di veicoli in più, valore di nuovo realistico (l'elasticità "implicita" risulta dell'ordine di -0,4). I ricavi aumenterebbero di 18 ML€/anno, fino a 174 ML€/anno, e l'opera diverrebbe finanziariamente fattibile, e comunque solo grazie a questa operazione, il surplus sociale aumenterebbe di $(18+9=)$ 27 ML€/anno. Ma questa osservazione consente anche di affermare che se l'opera non fosse stata neppure economicamente fattibile con una tariffa non discriminante, forse discriminando, e quindi aumentandone l'utilizzazione, lo diventava.

Se con tale discriminazione si fossero generati extraprofiti per il concessionario, ovviamente il regolatore avrebbe dovuto abbassare tutte le tariffe, aumentando ancora per questa via i benefici economici dell'opera.

Figura 3: Un caso verosimile.



Se invece fossero intervenuti (come è prassi attuale) trasferimenti pubblici tali da rendere l'opera finanziariamente fattibile, e tali da dimezzare le tariffe da 12 a 6€, ma senza discriminazione di sorta, il traffico sarebbe ugualmente salito da 13 a 16ML di veicoli/anno, come nel caso con discriminazione, e il surplus sociale sarebbe aumentato come nel caso precedente. I ricavi sarebbero tuttavia scesi a $(6 \times 16) = 96$ ML€/anno, molto inferiori ai 174 ML€/anno necessari. Lo Stato dovrebbe contribuire dunque con 78 ML€/anno perché l'opera divenga finanziariamente fattibile. Se vi è un costo opportunità marginale dei fondi pubblici (COMPF) pari a 1,3 (valore indicativo), si avrebbe una perdita di surplus sociale rispetto al caso con discriminazione di $(78 \times 0,3 =)$

23,4 ML€/anno. Una soluzione di second best rispetto alla precedente, e tanto più lontana dall'ottimo quanto più fosse stata articolata la discriminazione, cioè quanto più surplus del consumatore fosse catturabile a beneficio del surplus sociale. Se tale conclusione apparisse paradossale, occorre ricordare che il surplus sociale, nello schema neoclassico a cui ci si riferisce qui, è dato dalla differenza con segno tra disponibilità a pagare dei consumatori e costi di produzione, indipendentemente da considerazioni distributive. Ma in questo caso le considerazioni distributive appaiono avere anch'esse, come si è detto all'inizio, segno positivo: i soggetti che godono dei benefici dell'infrastruttura sono chiamati a pagarne una quota maggiore dei costi, senza accollarli ai contribuenti.

L'aumento di fattibilità sia economica che finanziaria che si ottiene discriminando poi può consentire, come abbiamo visto, di realizzare un maggior numero di opere a parità di risorse pubbliche disponibili, generando così benefici sociali anche su variabili esterne, quali l'occupazione, la congestione su altre parti delle reti, se del caso l'ambiente ecc., oltre ai già citati vantaggi distributivi, e alle maggiori possibilità di affidamento in gara con meccanismi incentivanti (project financing ecc.).

6. Conclusioni provvisorie e possibili ricerche future

Sembra emergere dalla sommaria analisi qui proposta che sia opportuno, nel settore delle infrastrutture di trasporto, mettere in atto politiche tariffarie più discriminanti possibili, in un'ottica non lontana dall'approccio di Ramsey-Boiteaux, tesa anch'essa alla minimizzazione delle perdite di surplus sociale in presenza di esigenze fiscali, in questo caso rappresentate dalla necessità di realizzare infrastrutture in presenza di stretti vincoli di bilancio. È anche il caso di osservare che se neppure estraendo con discriminazioni "fini" gran parte del surplus dei consumatori un'opera non risultasse finanziariamente fattibile, è necessario riconsiderare attentamente l'analisi economica, in quanto i benefici esterni dovrebbero risultare straordinariamente elevati rispetto a quelli degli utenti.

Né si può dimenticare che vi è un incentivo implicito nei decisori politici (un fenomeno di "cattura"), a non sottrarre surplus agli utenti, e quindi a non discriminare: gli utenti votano, e votano spesso localmente, mentre i contribuenti, cui rimane l'onere degli eventuali sussidi pubblici, soffrono di gravi asimmetrie informative (non sanno), e non sono spazialmente localizzati.

Ovviamente gli spazi di ricerca futura riguardano i costi ed i benefici di strategie alternative di discriminazione, per i diversi modi di trasporto e per le diverse tipologie infrastrutturali all'interno di ciascun modo. Qui il cammino da percorrere, anche se molto aiutato dalla disponibilità di supporti informatici a costi decrescenti per strategie tariffarie sofisticate, appare certo lungo.

Riferimenti bibliografici

Buchanan, J.M. (1965) "An Economic Theory of Clubs", *Economica*, 32(125)

Flyvbjerg, B., Bruzelius, N., Rothengatter, W. (2003) *Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition*, Cambridge: Cambridge University Press.

Hotelling, H. (1939) “The relation of price to marginal costs in an optimum system”, *Econometrica*, 7(2), Aprile

Pearce, D.W., Nash, C. A. (1981) *The Social Appraisal of Projects: A Text in Cost-Benefit Analysis*, London: MacMillan Press Ltd. Ravallion and Martin

Ponti, M. (1997) *Economia pubblica*, Milano, Franco Angeli

Lecture ulteriori consigliate

Boiteux, M., 1956. “Sur le question des monopoles publics astreints à l'équilibre budgétaire”. *Econometrica*, 24, 22-40.

Kahn Ribeiro, S., S. Kobayashi, M. Beuthe, J. Gasca, D. Greene, D. S. Lee, Y. Muromachi, P. J. Newton, S. Plotkin, D. Sperling, R. Wit, P. J. Zhou, (2007): “Transport and its Infrastructure”. In *Climate Change 2007: Mitigation*, B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds.), Cambridge University Press.

IMF, *Getting Energy Prices Right: From Principle to Practice*, July 31, 2014; *Reforming Fossil Fuel Subsidies for an Inclusive Green Economy*, April 28-29, 2014

Oum, T. H., and M. W. Tretheway, (1988). “Ramsey Pricing in the Presence of Externality Costs”. *Journal of Transport Economics and Policy*, 22(3), 307-317.

Pigou, A.C. (1920). *The Economics of Welfare*. Macmillan.

Ramsey, F. P., (1927). “A Contribution to the Theory of Taxation”. *Economic Journal*, 37, 47-61.

Sadmo, A., (1975). “Optimal Taxation in the Presence of Externalities”. *Swedish Journal of Economics*, 77(1), 86-98.

Verhoef, E., P. Nijkamp and P. Rietveld, (1995). “Second-best Regulation of Road Transport Externalities”. *Journal of Transport Economics and Policy*, 29(2), 147-167.

Victoria Transport Policy Institute, (2012). “Travel Time”. In *Transportation Cost and Benefit Analysis II*.



Previsione dell'inquinamento generato dalla mobilità veicolare e traffic management

Margaret Bell¹, Angela S. Bergantino², Mario Catalano^{3*}, Fabio Galatioto¹, Marco Migliore³

¹Transport Operations Research Group, School of Civil Engineering and Geosciences, Newcastle University.

²Dipartimento di Scienze Economiche e Metodi Matematici, Università di Bari, Via C. Rosalba 53, 70124, Bari.

³Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, Aerospaziale e dei Materiali Area di ricerca Trasporti, Università di Palermo, Viale delle Scienze, Edificio 8, 90128 Palermo.

Riassunto

Questo studio s'inserisce in una più ampia attività di ricerca sulle correlazioni tra le concentrazioni dei principali agenti inquinanti e variabili relative sia alle condizioni meteorologiche, che ne possono favorire o meno la dispersione, sia al deflusso veicolare quale fonte primaria d'inquinamento. L'idea è quella di sviluppare una metodologia per la previsione a breve termine delle densità di quegli elementi per i quali la normativa prevede delle soglie in termini di concentrazioni medie orarie. Tutto ciò al fine di potersi avvalere, in futuro, di modelli e tecnologie per sapere, con qualche ora di anticipo, se in una determinata zona di un centro urbano, un giorno, possa verificarsi qualche superamento dei suddetti vincoli di legge e poter, così, implementare tempestivamente strategie di *traffic management* a salvaguardia della salute dei cittadini. In particolare, questa memoria illustra i primi risultati della ricerca, che riguardano il confronto tra i modelli statistici per l'analisi delle serie storiche (modelli ARIMAX, Auto-Regressive Integrated Moving Average with eXogenous variables) e le reti neurali, in relazione all'accuratezza della previsione dei livelli d'inquinamento atmosferico. In questa prima fase, la valutazione comparativa riguarda la previsione delle concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) rilevate nell'anno 2007 da una centralina di monitoraggio della qualità dell'aria e delle condizioni meteorologiche in un'arteria stradale della città di Londra, Marylebone Road. È in programma l'estensione dell'analisi alla città di Palermo.

Parole chiave: previsione dell'inquinamento da traffico veicolare, *traffic management*, modelli ARIMAX, reti neurali.

1. Introduzione

L'inquinamento dell'aria nei grandi centri urbani, oggi, è causato principalmente dall'elevato grado di trasporto motorizzato e dalla mancanza di visione di sistema nell'ambito delle politiche per il governo della mobilità e lo sviluppo urbanistico. Il problema assume un grande rilievo, dal punto di vista sanitario, per i

* Autore a cui spedire la corrispondenza: Mario Catalano (mario.catalano@unipa.it)

gravi danni alla salute e all'ambiente provocati dalle concentrazioni degli agenti inquinanti. La normativa europea sulla tutela della qualità dell'aria (Direttiva 2008/50/CE) stabilisce dei limiti, in termini di concentrazioni medie in un'ora, per quelle sostanze che possono determinare effetti somatici acuti nell'uomo; negli altri casi, invece, i valori soglia individuati dalla legge si riferiscono a "periodi di mediazione" delle concentrazioni giornalieri o annuali.

Le strategie di *traffic management*, volte al monitoraggio e alla gestione dinamica dei flussi di traffico, possono utilmente integrare le politiche infrastrutturali, gestionali e di regolazione finalizzate al raggiungimento di un assetto sostenibile della mobilità urbana. Gli interventi infrastrutturali, infatti, richiedono spesso lunghi tempi di realizzazione e complessi processi di negoziazione con i gruppi sociali che più di altri ne subiscono i costi esterni. Inoltre, la regolazione della domanda, orientata alla distribuzione ottimale dei flussi sulla rete di trasporto, si scontra con il fatto che le concentrazioni di sostanze inquinanti non dipendono soltanto dalla distribuzione delle fonti emmissive al suolo, ma anche dalle condizioni atmosferiche. Infine, giova ricordare che i fenomeni di traffico e quelli meteorologici sono caratterizzati da fluttuazioni non di rado dovute ad eventi imprevisti.

Sulla base delle considerazioni esposte, abbiamo avviato un'attività di ricerca tesa a studiare le correlazioni tra le concentrazioni dei principali agenti inquinanti e variabili relative sia alle condizioni meteorologiche (velocità del vento, radiazione solare, etc.), che ne possono favorire o meno la dispersione, sia al deflusso veicolare quale fonte primaria d'inquinamento (volume di traffico, lunghezza delle code, etc.). L'idea è quella di sviluppare una metodologia per la previsione a breve termine (*nowcasting*) delle densità di quegli elementi per i quali la normativa prevede dei vincoli sulle concentrazioni medie orarie. Tutto ciò al fine di poter sapere, con qualche ora di anticipo, se in una determinata zona di un centro urbano, un giorno, possa verificarsi qualche superamento dei suddetti vincoli e poter, così, implementare tempestivamente strategie di *traffic management*¹ per tutelare la salute dei cittadini.

Questa memoria illustra i primi risultati della ricerca, che riguardano il tema della modellazione dell'inquinamento atmosferico da traffico. In particolare, si è confrontato l'approccio statistico parametrico (modelli per l'analisi delle serie storiche ARIMAX, Auto-Regressive Integrated Moving Average with eXogenous variables), e quello dell'intelligenza artificiale (rete neuronale), in relazione all'accuratezza della previsione dei livelli di concentrazione. Tale confronto ha suscitato interesse, in quanto le due metodologie sono potenzialmente complementari: la prima offre la possibilità di verificare con rigore la significatività delle variabili in gioco attraverso i test tipici della verifica statistica di ipotesi parametriche; la seconda consente di incorporare le relazioni non lineari eventualmente presenti, non dovendole esplicitare a priori ed utilizzando vari efficaci algoritmi per evitare la condizione di *overfitting*, che "indebolisce" la capacità di generalizzazione del modello. Pertanto, il parallelo è finalizzato ad esplorare vantaggi e limiti delle due tecniche, per capire se e in che modo possa essere utile un impiego sinergico di entrambe nella previsione della qualità dell'aria.

In questa prima fase, la valutazione comparativa è basata sulla previsione delle concentrazioni di biossido di azoto (NO₂) rilevate nell'anno 2007 da una centralina di monitoraggio della qualità dell'aria e delle condizioni meteorologiche in un'arteria stradale della città di Londra, Marylebone Road. Il biossido di azoto viene prodotto sia

¹ Ad esempio, il controllo dei cicli semaforici e la gestione dinamica dell'accesso dei veicoli privati alle corsie riservate al trasporto pubblico locale.

durante la combustione dei motori sia per reazioni fotochimiche secondarie che avvengono in atmosfera in presenza di radiazioni ultraviolette; è un gas molto tossico per l'uomo, che può provocare irritazioni agli occhi e all'apparato respiratorio. La normativa europea (Direttiva 2008/50/CE) stabilisce che la concentrazione media oraria di NO₂ non possa superare il limite di 200 µg/m³ più di 18 volte in un anno.

Si è voluto, altresì, verificare la possibilità di poter impiegare, tra le variabili esplicative delle densità di NO₂, l'andamento della concentrazione del monossido di carbonio (CO), che, in qualità di inquinante primario², potrebbe fungere da proxy degli attributi che caratterizzano il traffico e consentire, così, utili previsioni dei livelli dell'inquinamento urbano anche laddove non siano disponibili sistemi di monitoraggio della mobilità veicolare. Infatti, oggi, i livelli di concentrazione del monossido di carbonio emesso dai veicoli nelle nostre città sono molto contenuti, grazie all'evoluzione tecnologica del parco circolante³. Pertanto, venendo meno l'interesse per il CO come inquinante da tenere sotto controllo per evitare danni alla salute umana, si apre la strada per un suo impiego come proxy del deflusso veicolare nella previsione delle concentrazioni atmosferiche di quelle sostanze chimiche che ancora oggi rappresentano un pericolo per i cittadini.

Per di più, la densità del monossido di carbonio e di inquinanti come gli ossidi di azoto, oggi, può essere controllata attraverso tecnologie di rilevazione mobili poco costose come quelle al momento in fase di sperimentazione ad opera del gruppo di ricerca *Transport Operations Research Group* dell'Università britannica di Newcastle. Si tratta di sensori *low-cost*, chiamati *e-Mote*⁴, che, montati su pali della luce o altre infrastrutture stradali, registrano ogni minuto la concentrazione di inquinanti quali gli ossidi di azoto, il monossido di carbonio, l'ozono, oltre ai livelli del rumore, della temperatura e dell'umidità relativa. Questi dati, poi, sono trasferiti in tempo reale attraverso comunicazione *wifi*, ad un *gateway*, che a sua volta interagisce con un server centrale. È possibile avere fino a 100 *e-Mote* per *gateway* con i quali coprire superfici urbane fino a 1 km². Tutto ciò lascia immaginare uno scenario futuro in cui il monitoraggio e la previsione dell'inquinamento atmosferico da traffico in città possa essere capillare.

Nel prosieguo, al paragrafo 2 si descrivono le caratteristiche principali del sito (Londra, Marylebone Road) e delle tecnologie di monitoraggio dell'ambiente e del traffico dai quali deriva la base dati utilizzata in questa prima fase della ricerca; il paragrafo 3 illustra i modelli impiegati per la simulazione dell'inquinamento nell'area di studio, mostrando, alla fine, i risultati di un confronto tra le rispettive capacità previsionali; il paragrafo 4 conclude la memoria presentando gli sviluppi futuri della ricerca.

² Viene prodotto nei processi di combustione incompleta dei motori degli autoveicoli a benzina durante il funzionamento a basso regime.

³ Ad esempio, la media delle concentrazioni medie orarie di CO, nel periodo 01/09/2013-30/04/2014 a Palermo, è risultata pari a 0,442 mg/m³ con una deviazione standard di 0,621; il corrispondente limite normativo per la protezione della salute umana in Italia, espresso in termini di media massima giornaliera su 8 ore, è pari a 10 mg/m³ (D.M. 02/04/2002, n. 60).

⁴ Prodotti da Envirowatch Ltd.

2. Descrizione del sito e della tecnologia per la rilevazione dei dati ambientali e di traffico utilizzati

Il sito scelto per la raccolta dei dati utilizzati nelle analisi di questo articolo si trova a Londra e precisamente lungo Marylebone Road (Fig. 1). La centralina di monitoraggio fa parte di una rete nazionale conosciuta sotto il nome di AURN (*Automatic Urban and Rural Network*) [<http://uk-air.defra.gov.uk/networks/>]. Essa è inoltre l'unica, tra quelle distribuite nel Regno Unito, a fornire un ricco set di dati che include inquinanti, meteo e traffico per un periodo di 10 anni (dal 1998 al 2007).

Le sostanze rilevate sono le seguenti: ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO_2), ozono (O_3), monossido di carbonio (CO) e particolato (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$).

I sensori di precisione utilizzati dalla centralina si avvalgono di tecnologia a chemiluminescenza che garantisce il massimo dell'accuratezza oggi possibile.

La centralina su Marylebone Road si trova a circa 1,5 metri di distanza dalla prima corsia e all'interno di un canyon con larghezza di circa 25 metri, altezza media degli edifici di 15 metri ed allineamento dell'asse stradale Ovest-Est (Fig. 1).



Figura 1: Vista satellitare (a sinistra) e posizione rispetto alla sede stradale (a destra) della centralina di monitoraggio di Londra su Marylebone Road.

3. I modelli per la previsione dell'inquinamento generato dal traffico veicolare

In questa sezione, si descrivono i modelli, per la previsione a breve termine delle concentrazioni di sostanze inquinanti emesse dai veicoli stradali, che sono stati oggetto di valutazione comparativa nella prima fase della nostra ricerca. In particolare, sono state studiate le correlazioni tra l'inquinamento atmosferico e la mobilità veicolare urbana nel sito inglese di Marylebone Road (par. 2), a Londra. Sono stati confrontati i modelli ARIMAX, derivanti dalla teoria dei processi stocastici per l'analisi delle serie storiche, e le reti neurali, sviluppate nell'ambito delle ricerche sull'intelligenza artificiale. Le simulazioni dell'inquinamento da traffico hanno riguardato il biossido di azoto (NO_2) e sono state effettuate con modelli sviluppati sulla base di osservazioni sperimentali orarie registrate nell'anno 2007 (8759 osservazioni). Più in dettaglio, la variabile dipendente è rappresentata dalla concentrazione media di NO_2 in una certa ora ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e le variabili indipendenti sono espresse con i seguenti attributi: la concentrazione media dello stesso NO_2 nell'ora precedente a quella di previsione; il flusso di traffico in auto equivalenti/ora (o, in alternativa, la concentrazione di CO in mg/ora , in qualità di proxy del traffico) nell'ora di riferimento; l'andamento medio della direzione (gradi rispetto al Nord) e della velocità (km/ora) del vento nell'ora considerata.

3.1 Fondamenti teorici

I modelli ARIMAX esprimono la variabile dipendente come combinazione lineare di una o più variabili indipendenti e un processo di errore che consta di una componente autoregressiva, per cogliere la memoria che il fenomeno studiato ha di se stesso⁵, ed una parte a media mobile, che incorpora l'effetto di una successione temporale di impulsi casuali (Hamilton, 1994).

La specificazione e stima del modello si fonda su una fase preliminare di analisi (Box *et al.*, 2008) in cui verificare se la serie storica della variabile dipendente sia stazionaria (media e varianza costanti, autocovarianza dipendente soltanto dal *lag* temporale) e studiare l'andamento dell'autocorrelazione in funzione del *lag* temporale, così da poter decidere il numero di componenti della parte autoregressiva e di quella a media mobile. La stazionarietà della serie storica della variabile endogena, proprietà essenziale per l'applicazione di questa classe di modelli, può essere verificata attraverso un test statistico ad hoc (test di radice unitaria).

Le reti neurali sono state sviluppate nell'ambito delle ricerche sull'intelligenza artificiale. Esse operano emulando la plasticità sinaptica che il cervello umano mostra nei processi di apprendimento. Infatti, una rete è composta da una serie di unità elementari, i singoli neuroni, collegati tra loro attraverso connessioni pesate. Ciascun neurone artificiale riceve simultaneamente diversi segnali, che, se superano un valore soglia (*bias*), lo attivano producendo, di conseguenza, un segnale di output per altri neuroni. Ai segnali afferenti ad un neurone sono associati dei pesi lungo le connessioni attraverso le quali viaggiano. Tali pesi sono dei coefficienti adattivi, che si modificano iterativamente nella fase di addestramento della rete, in cui essa opera su svariate combinazioni input-output osservate (casi-esempio o *training set*), attraverso specifici algoritmi di apprendimento, per minimizzare lo scostamento tra output reali e output simulati. Inoltre, un gruppo di casi-esempio (*selection test*) è impiegato per controllare, durante l'addestramento, la capacità della rete di generalizzare (mostrare alte performance rispetto a casi nuovi) ed arrestare il processo di apprendimento qualora si riscontri un peggioramento della suddetta capacità (*overlearning* o *overfitting*). Un terzo insieme (*test set*), infine, ha la funzione di confermare i livelli di performance raggiunti in relazione al *selection test*.

Le reti neurali utilizzate nel nostro studio presentano un'architettura del tipo perceptrone multistrato (*Multi-Layer Perceptron* o MLP) con connessioni *feed-forward* (Bishop, 1995). Ciò significa che i neuroni sono organizzati in strati: uno strato di input, uno o più strati nascosti, uno strato di output. Inoltre, i collegamenti sono unidirezionali: dalle unità di un livello a tutte quelle del livello successivo. Gli input ricevuti da ciascun neurone sono combinati attraverso una funzione lineare dipendente da parametri incogniti, ovvero i pesi delle varie connessioni. Il risultato di questo primo stadio (livello di attivazione o potenziale netto), prima di essere trasferito al successivo nodo della rete, funge da input per una funzione sigmoide denominata funzione di trasferimento.

⁵ Impiegando uno o più valori passati della variabile dipendente.

3.2 Specificazione dei modelli e stima dei coefficienti incogniti

L'analisi grafica della serie storica oraria delle concentrazioni di NO₂ (µg/m³), presso il sito inglese nell'anno 2007, suggerisce un processo stazionario (Fig. 2) e, quindi, la possibilità di applicare direttamente un modello ARIMAX che la rappresenti adeguatamente. L'ipotesi di stazionarietà della serie è stata anche confermata dall'esito di un test di radice unitaria del tipo *Augmented Dickey-Fuller* (ADF).

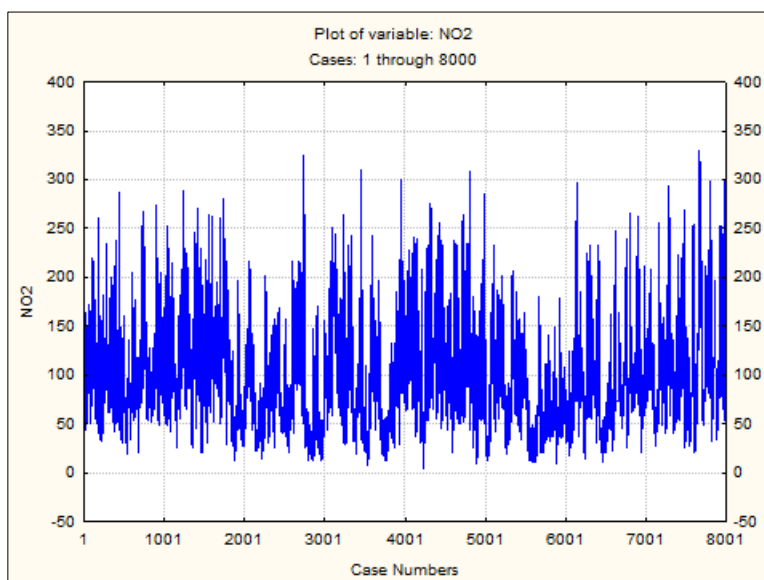


Figura 2: Concentrazioni orarie medie di NO₂ (µg/m³) nel 2007 a Londra (Marylebone Road).

La tavola 1 presenta le statistiche descrittive fondamentali relative alle variabili impiegate per la modellazione dei livelli di concentrazione media oraria di NO₂ nel 2007 a Londra. Si osservi il valore della media della densità oraria del biossido di azoto, particolarmente elevata rispetto al limite normativo di 200 µg/m³. Dai dati risulta che tale soglia è stata superata, a Marylebone Road nel 2007, 457 volte, a fronte di un numero massimo di superamenti concessi dalla legge di 18 volte in un anno (Direttiva 2008/50/CE).

Tavola 1: Statistiche descrittive relative alla concentrazione oraria di NO₂ nel 2007 a Londra (Marylebone Road) e alle sue variabili esplicative.

	Media	Minimo	Massimo	Deviazione Standard
Densità media oraria di NO ₂ (µg/m ³)	102,5	4	329	53,1
Velocità media dei veicoli nell'ora (km/h)	43,0	12,6	78,9	11,1
Flusso orario (auto equivalenti/ora)	3506	304	5162	1173,2
Densità media oraria di CO (mg/m ³)	0,8	0,1	3	0,4
Velocità media del vento nell'ora (km/h)	2,8	0,1	15,1	2,1
Direzione media del vento nell'ora (gradi Nord)	203,9	2,9	358,1	82,4
Temperatura media nell'ora (gradi centigradi)	13,5	-0,8	29,7	5,2

L'analisi dei legami tra la concentrazione oraria di NO₂ ed i suoi valori passati ha messo in luce un elevato grado di correlazione con la densità media nell'ora precedente quella di osservazione. Pertanto, è stato stimato un modello ARIMAX costituito da una sola componente autoregressiva, ossia la concentrazione di NO₂ un'ora prima.

La Tavola 2 illustra i risultati di tale stima. Come si può osservare, i coefficienti stimati sono tutti statisticamente molto significativi. La temperatura media nell'ora non è stata inserita tra le variabili esplicative, in quanto il suo andamento annuale non è stazionario. I segni dei parametri stimati sono quelli attesi. Una considerazione particolare merita la direzione media del vento. In questo caso, il modello ARIMAX, specificato in modo da rappresentare legami lineari con i regressori, mostra i suoi limiti. Infatti, esso assegna effetti positivi e molto diversi sulla concentrazione di NO₂ a direzioni del vento che sono molto simili (ad esempio, 358° Nord e 2° Nord). Chiaramente, per colmare questo deficit di realismo, sarebbe opportuno specificare il modello in modo da stabilire un legame non lineare tra la direzione del vento e l'inquinamento. A tal fine, può essere utile simulare tale relazione attraverso una rete neurale, addestrata sugli stessi dati, in modo da farsi un'idea sulle caratteristiche di questo legame funzionale.

Tavola 2: Risultati della stima del modello ARIMAX (1,0,1) per prevedere la concentrazione media oraria di NO₂ in funzione del volume di traffico e delle variabili meteorologiche.

Variabili Indipendenti	Coefficienti	Err. Std.	z	P> z	[Int. Conf. 95%]	
Flusso di traffico (auto/h)	0,123	0,005	23,170	0,000	0,113	0,133
Velocità media del vento (km/h)	-8,815	0,345	-25,540	0,000	-9,492	-8,139
Direzione media del vento (Gradi Nord)	0,023	0,005	4,300	0,000	0,012	0,033
Costante	88,259	2,561	34,460	0,000	83,239	93,278
Densità media di NO ₂ un'ora prima	0,870	0,008	103,030	0,000	0,853	0,886
Componente a media mobile	-0,055	0,021	-2,670	0,008	-0,095	-0,015
Deviazione standard dell'errore	21,030	0,300	70,060	0,000	20,442	21,618

LN (Verosimiglianza) = -34844,09
N. osservazioni = 7800
Wald $X^2(5) = 19041,99$
Prob. > $X^2 = 0,0000$

La Tavola 3, invece, mostra i risultati della stima di un modello ARIMAX analogo al precedente, in cui, però, l'influenza del traffico sull'inquinamento è rappresentata dal concentrazione media del monossido di carbonio nell'ora (mg/m³). Tutto ciò allo scopo di verificare l'ipotesi secondo cui l'andamento della densità di CO possa essere una valida proxy del deflusso veicolare. I commenti sulle precedenti stime valgono anche in questo caso. È opportuno, tuttavia, notare una sensibile riduzione degli effetti marginali relativi alla velocità e alla direzione del vento. Questa differenza può essere spiegata considerando che i cambiamenti nel tempo della concentrazione di CO sono dovuti non soltanto alla dinamica dei veicoli, ma anche in una certa misura⁶ alle caratteristiche del vento.

⁶ Non tale, comunque, da generare problemi di collinearità.

Tavola 3: Risultati della stima del modello ARIMAX (1,0,1) per prevedere la concentrazione di NO₂ in funzione della densità di CO e delle variabili meteorologiche.

Variabili Indipendenti	Coefficienti	Err. Std.	z	P> z	[Int. Conf. 95%]	
Densità media oraria di CO (mg/m ³)	76,549	1,427	53,650	0,000	73,753	79,346
Velocità media del vento (km/h)	-3,838	0,224	-17,140	0,000	-4,277	-3,399
Direzione media del vento (Gradi Nord)	0,007	0,004	1,760	0,079	-0,001	0,016
Costante	50,530	1,908	26,480	0,000	46,790	54,269
Densità media di NO ₂ un'ora prima	0,854	0,010	82,220	0,000	0,834	0,874
Componente a media mobile	-0,136	0,020	-6,690	0,000	-0,176	-0,096
Deviazione standard dell'errore	16,515	0,246	67,030	0,000	16,032	16,997

LN (Verosimiglianza) = -31960,4
 N. osservazioni = 7564
 Wald X²(5) = 14504,81
 Prob. > X² = 0,0000

Utilizzando le osservazioni relative a Marylebone Road nell'anno 2007, per la previsione della concentrazione oraria di NO₂, è stata sviluppata anche una rete neurale. La sua architettura, del tipo MLP (Fig. 3), è stata selezionata addestrando e comparando centinaia di reti sulla base di casi-esempio generati, di volta in volta, attraverso processi di ricampionamento casuale.

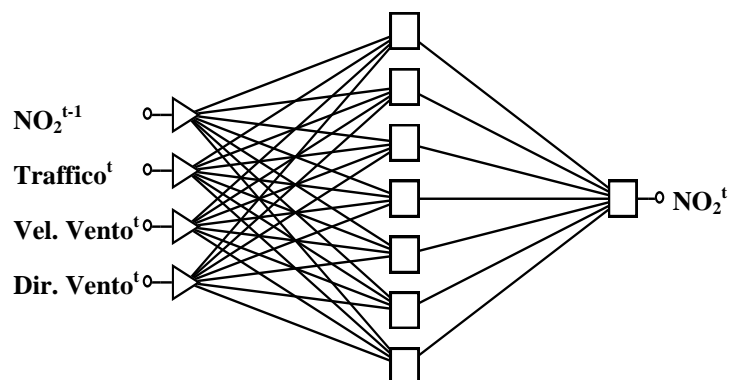


Figura 3: Architettura neurale per la previsione della densità media oraria di NO₂.

Come si evince dalla Figura 3, la rete presenta nello strato di input quattro neuroni relativi alle seguenti variabili: concentrazione media del biossido di azoto nell'ora precedente a quella di previsione (µg/m³); il flusso di traffico in auto equivalenti nell'ora di riferimento; la direzione (gradi rispetto al Nord) e la velocità media (km/ora) del vento nell'ora considerata. Essa, inoltre, ha uno strato nascosto costituito da 7 neuroni e uno strato di output costituito da un solo neurone relativo alla concentrazione media del biossido di azoto nell'ora di previsione.

Per avere un'idea della capacità della rete di cogliere i legami non lineari tra la concentrazione di NO₂ e le caratteristiche del vento, a differenza dei modelli ARIMAX esaminati in precedenza, si osservi la Figura 4. Come si può notare, la relazione tra la

densità oraria del biossido di azoto e la velocità del vento ha un andamento decrescente e convesso; mentre, la funzione che rappresenta il legame con la direzione del vento ha una forma ad U, assegnando, realisticamente, effetti simili in termini di concentrazione di NO₂ a scostamenti simili dell'asse del vento dal punto di riferimento, che è il Nord.

Le relazioni che la rete neurale modella per prevedere gli effetti degli altri regressori (valori passati della concentrazione di NO₂ e volume di traffico) sono, invece, di tipo lineare.

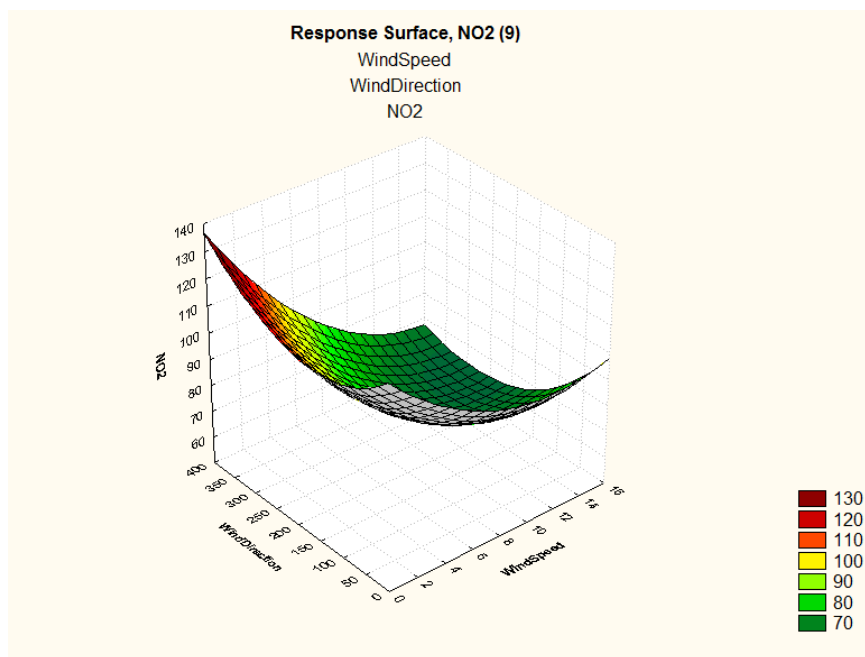


Figura 4: Andamento simulato dalla rete neurale della densità di NO₂ in funzione delle caratteristiche del vento.

3.3 Le performance di previsione a confronto

In questo paragrafo, si confrontano la rete neurale e i due modelli ARIMAX descritti in precedenza, in relazione alla capacità di prevedere le densità medie orarie di NO₂ osservate a Marylebone Road nell'anno 2006, ovvero in un periodo che i processi di sviluppo dei modelli stessi non hanno preso in considerazione.

L'analisi comparativa è stata svolta sulla base di tre indicatori fondamentali: la correlazione tra le densità rilevate e quelle previste, il valore assoluto dell'errore percentuale medio (MAPE, Mean Absolute Percent Error), la percentuale di superamenti della soglia di densità oraria massima (200 µg/m³) non sfuggiti al modello; quest'ultimo è il criterio più rilevante, atteso che lo scopo della ricerca è sviluppare un sistema di supporto al *traffic management* per garantire il rispetto dei target normativi di qualità dell'aria. I risultati sono riportati dalla Tavola 4, nella quale si nota una sostanziale omogeneità tra il modello ARIMAX e la rete neurale a parità di variabili esplicative ed un significativo miglioramento della capacità di prevedere i picchi d'inquinamento qualora l'impatto dei fenomeni di traffico sia espresso tramite la variabile proxy densità media del monossido di carbonio. Ciò dipende dal fatto che questo gas, essendo generato direttamente nei processi di combustione incompleta dei

motori delle auto a benzina, è in grado di "catturare" gli effetti dei moti accelerati dei veicoli, caratteristici dei regimi di marcia di tipo "stop and go" che si verificano in condizioni di traffico congestionato. È stato, infatti, sperimentalmente provato che, per gli ossidi di azoto, le emissioni variano poco con la velocità media e sono, invece, molto sensibili all'accelerazione (Tartaglia, 1999).

Le figure 5-7 mettono a raffronto le concentrazioni misurate e quelle previste dai tre modelli per un ampio campione di ore osservate nell'anno 2006. Tutti i modelli mostrano un'eccellente capacità di seguire le fluttuazioni della concentrazione di NO₂ nell'ambito di questo nuovo insieme di dati.

Tavola 4: Rete neurale e modelli ARIMAX a confronto: densità media oraria di NO₂ nell'anno 2006 a Londra, Marylebone Road.

Modello	Correlazione con i dati osservati	MAPE	Percentuale di superamenti individuati
ARIMAX (Volume di Traffico)	90,7%	17,0%	69,4%
Rete neurale (Volume di Traffico)	91,1%	16,5%	71,6%
ARIMAX (Densità media di CO)	90,8%	16,7%	81,3%

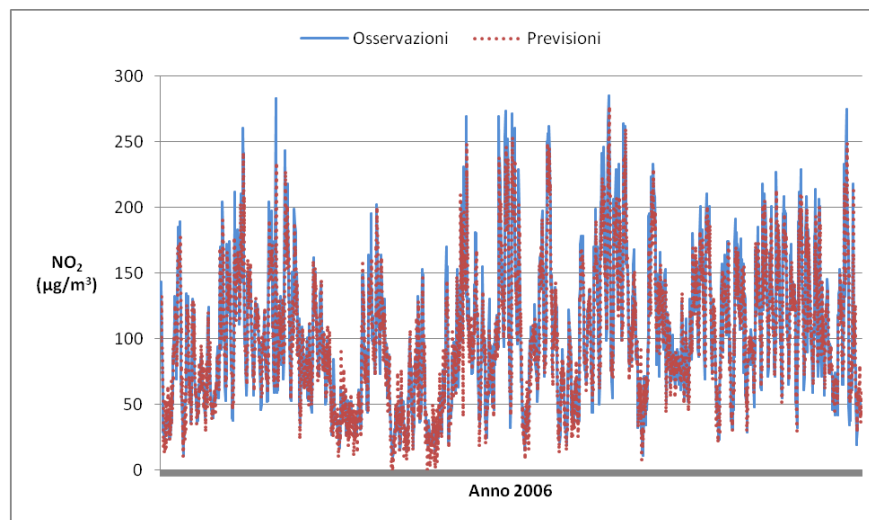


Figura 5: Concentrazioni medie orarie di NO₂ osservate nell'anno 2006 *versus* le concentrazioni previste dal modello ARIMAX in funzione del volume di traffico a Londra (Marylebone Road).

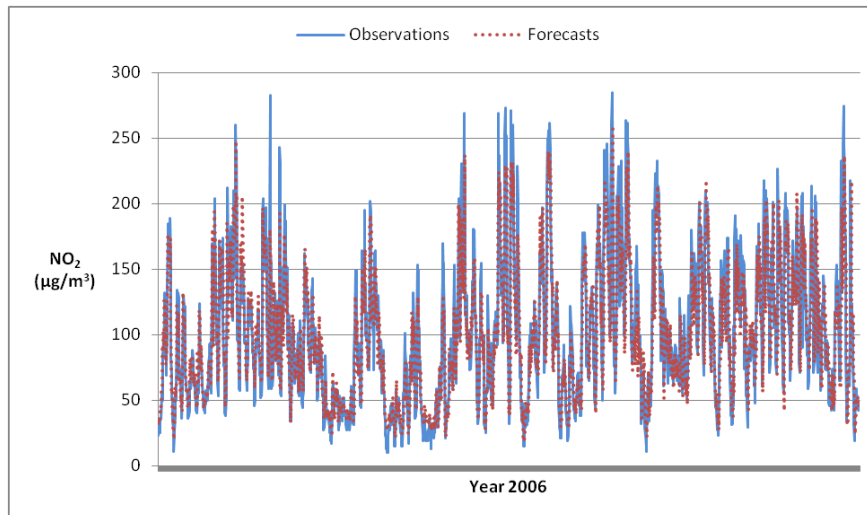


Figura 6: Concentrazioni medie orarie di NO₂ osservate nell'anno 2006 *versus* le concentrazioni previste dalla rete neurale in funzione del volume di traffico a Londra (Marylebone Road).

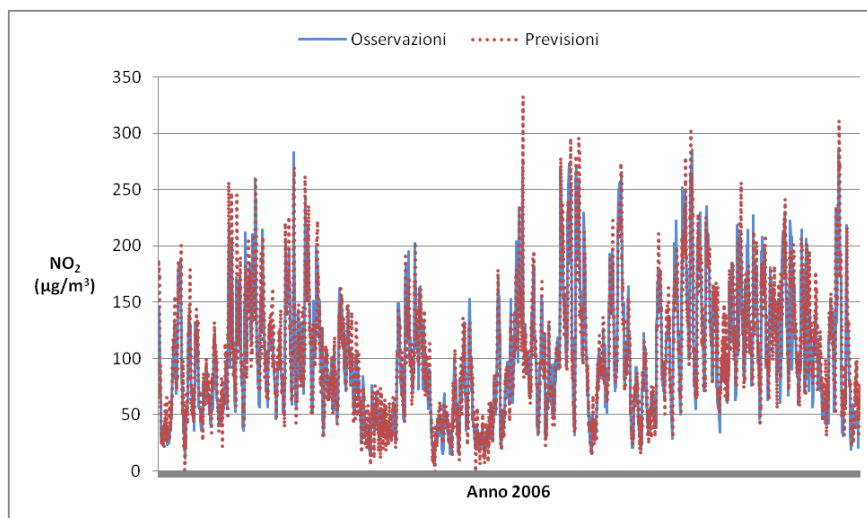


Figura 7: Concentrazioni medie orarie di NO₂ osservate nell'anno 2006 *versus* le concentrazioni previste dal modello ARIMAX in funzione della densità media di CO a Londra (Marylebone Road).

4. Conclusioni e sviluppi futuri

I risultati di questa prima fase dello studio rivelano che la rete neurale e il modello ARIMAX presentano performance di previsione simili e dei vantaggi peculiari: la prima, infatti, è in grado di catturare le relazioni non lineari in gioco a differenza del secondo, che, però, consente una più rigorosa verifica della significatività delle variabili esplicative (attraverso test statistici parametrici) e si avvale dell'intera base dati per la stima dei coefficienti dei regressori. Per la previsione delle concentrazioni medie orarie

di NO₂, pare, pertanto, opportuno un impiego sinergico delle due metodologie: in un primo stadio, si potrebbe utilizzare la rete neuronale per indagare sulla forma funzionale dei legami tra la densità oraria del gas inquinante considerato e i fattori esplicativi individuati. Il feedback di questa fase esplorativa, poi, potrebbe orientare la specificazione di un modello ARIMAX con eventuali componenti non lineari (ad esempio, l'inverso della velocità del vento) per rappresentare relazioni tra la variabile dipendente e alcune delle variabili indipendenti caratterizzate da derivata prima non costante. La stima di un modello ARIMAX di questo tipo potrebbe essere effettuata solo se, preliminarmente, fosse verificata la stazionarietà delle serie storiche delle suddette componenti non lineari.

Inoltre, si dimostra che l'introduzione nella specificazione del modello di previsione di un indicatore dell'andamento della congestione nell'ora (densità media di CO) migliora notevolmente la capacità di anticipare i superamenti delle concentrazioni-soglia che storicamente si sono verificati. Ciò nonostante, prevedere poco più dell'80% dei superamenti registrati, in alcuni casi, come quello in esame, potrebbe non essere sufficiente ad evitare di oltrepassare il livello critico dei 200 µg/m³ più di 18 volte all'anno. Preme, però, sottolineare che nei casi di altissima frequenza annuale dei superamenti, non si può pretendere di determinare la qualità dell'aria secondo le prescrizioni legislative con il solo impiego del *traffic management*. Infatti, nel caso di Marylebone road a Londra nel 2007, per rispettare i vincoli di legge sul biossido di azoto, si sarebbe dovuto anticipare almeno il 96% dei superamenti (439), da scongiurare tutti, poi, attraverso interventi di indirizzo della mobilità veicolare. Considerato l'elevatissimo profilo di un obiettivo del genere, forse, per i contesti come Marylebone road, il *traffic management* andrebbe visto come uno strumento integrativo, utile al perfezionamento degli effetti di riduzione dell'inquinamento conseguibili con politiche di trasporto di lungo periodo, quali, ad esempio, quelle volte a favorire il trasporto collettivo.

Ad ogni modo, uno sviluppo futuro della ricerca consisterà nel tentare di migliorare ulteriormente la capacità di prevedere i superamenti tramite le tecniche di *ensembling*. Ci si riferisce alla possibilità di avvalersi di molteplici modelli, le cui diverse previsioni possano contribuire all'elaborazione di un unico output di sintesi (tramite il calcolo di una loro particolare media oppure del massimo, etc.). Ad esempio, potrebbero essere addestrate diverse architetture neurali, così da formare un sistema di modelli (*ensemble*) per la previsione delle concentrazioni. Inoltre, per innalzare la percentuale di superamenti individuati, un'altra possibilità da sperimentare è l'abbassamento del valore previsto di concentrazione che discrimini tra i casi di non intervento e quelli d'intervento. Infatti, se si stabilisse di dover agire con il *traffic management* non solo quando la densità prevista sia superiore a 200 µg/m³, bensì anche quando sia maggiore di un valore-limite più basso, si potrebbe riuscire a prevedere in misura maggiore quei superamenti che derivano da concentrazioni poco al di là della soglia normativa. Il costo di un tale progresso si manifesterebbe in termini di accresciuta incidenza dei falsi allarmi. A tal proposito, un tema di ricerca potrebbe riguardare l'individuazione di criteri per la determinazione di una concentrazione critica d'intervento, che assicuri un equilibrio tra la capacità di prevedere i superamenti dello standard di legge e il costo d'intervenire quando non è necessario.

È in programma l'estensione dello studio alla città di Palermo, per la quale si può disporre di una più ricca gamma di dati sulla qualità dell'aria e sulle condizioni meteorologiche, in virtù di una rete di rilevazione costituita da 10 stazioni di

monitoraggio, collegate tramite modem a un centro di elaborazione dati, ed integrata da un laboratorio chimico per analisi ambientali. Si avrà, così, la possibilità di indagare sull'importanza relativa di molte altre variabili esplicative di natura ambientale per la previsione dell'inquinamento atmosferico prodotto dalla mobilità veicolare.

Inoltre, Palermo non ha un sistema di monitoraggio del traffico e, quindi, rappresenta un contesto in cui poter sperimentare l'uso della concentrazione di CO come proxy del deflusso veicolare. Ancora, la scelta di Palermo come ulteriore area di studio consentirà di arricchire il patrimonio delle osservazioni sperimentali sulle densità degli inquinanti e sulle condizioni di contesto, grazie all'impiego di un laboratorio mobile per la rilevazione della qualità dell'aria, di recente acquisito dal gruppo di ricerca sui trasporti dell'Università di Palermo in virtù di un finanziamento europeo (Progetto RE.S.E.T., Rete di laboratori per la Sicurezza, sostenibilità ed Efficienza dei Trasporti della Regione Siciliana - CUP J75E12000020006). Questo consentirà, ad esempio, di analizzare l'impatto della configurazione urbanistica di un'area (presenza di strade *canyon*) sui fenomeni d'inquinamento da traffico, il che richiede un significativo aumento del numero degli *spot* di rilevazione sul territorio urbano rispetto allo scenario attuale.

Riferimenti bibliografici

- Bishop, C. 1995. *Neural Networks for Pattern Recognition*. Oxford: University Press.
Box, G. E. P., G. M. Jenkins, and G. C. Reinsel. 2008. *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. 4th ed. Hoboken, NJ: Wiley.
Hamilton, J. D. 1994. *Time Series Analysis*. Princeton: Princeton University Press.
Tartaglia, M. 1999. *L'Inquinamento dell'Aria da Traffico Stradale*. Ed. Bios.