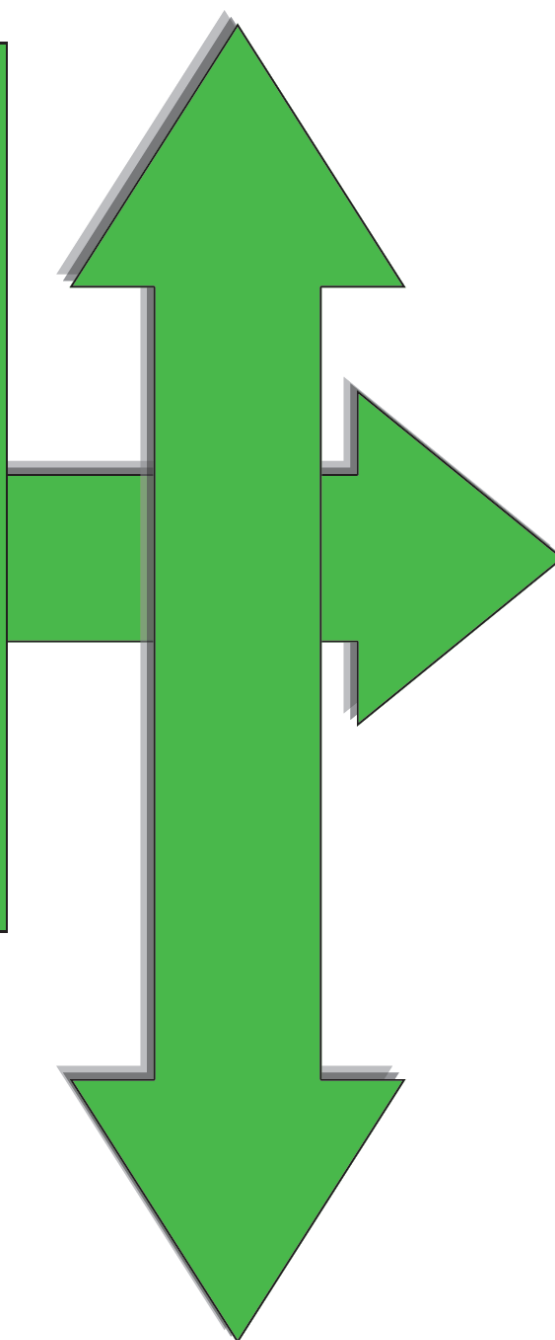


R.E.Po.T.
Rivista di
Economia e
Politica dei
Trasporti



Anno 2015, Numero 2

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



ISSN 2282-6599



Un'analisi settoriale dell'impatto dei costi del trasporto sul sistema produttivo italiano

Tullio Gregori*

Dipartimento di Scienze Politiche, Università degli Studi di Trieste, Piazzale Europa, 1 34127 Trieste

Riassunto

L'obiettivo di questo lavoro è lo studio degli effetti sul sistema produttivo italiano di una variazione del costo del trasporto. A questo proposito consideriamo un modello di equilibrio parziale tra l'Italia ed altre nazioni basato sull'approccio di Johansen. Questo modello permette di analizzare gli effetti sulle variabili nominali e su quelle reali dovuti, ad esempio, ad un cambiamento delle infrastrutture di trasporto nazionali o con l'estero con una variazione del costo del trasporto. L'approccio è applicato ad un sistema composto da tre aree geografiche formate dall'Italia, dall'insieme dei più importanti paesi europei e dal resto del mondo. L'analisi empirica permette di valutare i cambiamenti nei prezzi, prodotto e flussi commerciali in seguito a delle modificazioni nei costi del trasporto nelle e tra le tre aree geografiche dal 1995 al 2011. Le simulazioni mostrano come i settori industriali che risentono in maggior misura dell'incremento del costo del trasporto interno sono quelli del Legno, dei Metalli di base e degli Altri minerali non metalliferi. Non si tratta però delle industrie che devono far aumentare di più i propri prezzi di vendita. Un risultato simile si riscontra anche con riferimento ad un più elevato costo del trasporto con l'estero. In questo caso la trasmissione sui prezzi è particolarmente forte nell'industria della Cokeria e della raffinazione del petrolio, che vede però diminuire il suo output di meno di altri settori come quello dei Metalli di base o della Gomma e plastica.

Parole chiave: Costo del trasporto, MRVIO, trasmissione dei prezzi, flussi commerciali.

* Autore a cui inviare la corrispondenza: Tullio Gregori (tgregori@units.it)

1. Introduzione

In questo lavoro analizziamo le conseguenze sul sistema produttivo italiano di una variazione del costo del trasporto a causa della creazione di nuove infrastrutture o del loro deterioramento oppure dovuta al cambiamento dei prezzi dei fattori produttivi impiegati come quello del petrolio. In letteratura esistono numerosi approcci che affrontano questo problema con analisi che spaziano da quelle di tipo qualitativo a quelle dei costi e benefici sino a stime econometriche di forme ridotte o funzioni aggregate (Mera, 1973; Aschauer, 1989; Nadiri e Mamuneas, 1996; Canning, 1999; Demetriades e Mamuneas, 2000; Canning e Bennathan, 2000; Anderson e Lakshmanan, 2007; Lakshmanan, 2011). In realtà, questi effetti possono essere valutati correttamente solo sulla base di un modello che metta in evidenza le complesse interrelazioni tra il settore dei trasporti e gli altri. Le prime formulazioni in questo ambito assumono che il valore del trasporto sia del tipo "iceberg" (Samuelson, 1954), ma questa ipotesi può produrre dei rilevanti problemi di specificazione nei modelli multisettoriali (Tavasszy *et al.*, 2002; Oosterhaven e Knaap, 2003). Infatti, l'approccio *à la iceberg* ipotizza che il trasporto sia ottenuto esattamente nella stessa maniera del bene trasportato, visto che il costo relativo è una quota dello stesso bene. Questa ipotesi è ragionevole in un'impostazione macro dove c'è un'unica funzione di produzione, ma non ha molto senso in un modello multisettoriale. Inoltre, un minor costo del trasporto implica che i trasportatori possono contrarre il loro output, pur soddisfacendo la stessa domanda di beni trasportati, ed il consumo dei beni può crescere senza ulteriore produzione di servizi di trasporto. In questo contesto appare più opportuno descrivere l'interazione tra domanda ed offerta di trasporto nell'ambito di un modello di equilibrio economico generale computabile (CGE) evidenziando "*the effects of such changes (that) can, at least in principle, be traced through the whole system, with full account taken of interdependencies that exist*" (Spencer, 1988). I primi modelli in questa direzione sono quelli multiregionali di tipo Input Output (MRIO) che includono uno o più settori dei trasporti, ma adottano delle ipotesi particolarmente restrittive sulla tecnologia (Isard, 1951; Chenery, 1953; Moses, 1955). Al contrario i modelli CGE multiregionali si basano sull'idea che la domanda di trasporto è una domanda derivata spesso per beni geograficamente differenziati (Friesz *et al.*, 1998; Bröcker e Mercenier, 2013; Chen e Haynes, 2015). I modelli CGE costituiscono un approccio coerente con solide microfondazioni e permettono lo studio dell'interazione tra i diversi agenti economici mettendo in luce gli effetti complessivi, ed in particolare quello sul benessere, degli shock esogeni. Tuttavia, la loro applicazione empirica non è semplice in quanto richiedono uno sforzo notevole per la calibrazione dei parametri ed il calcolo della soluzione. Inoltre, sono criticabili per la mancanza di una verifica completa della sensitività rispetto all'insieme, invero ampio, dei parametri di interesse. Una specificazione che si colloca tra i modelli CGE e quelli Input Output è dovuta a Johansen (1960). Si tratta di un modello che si basa sulla teoria della produzione con funzioni di tipo Cobb-Douglas e può anche essere interpretato come un'approssimazione lineare ad una soluzione di un modello di equilibrio generale. Questo approccio è stato applicato anche in ambito multiregionale tra gli altri da Dixon *et al.* (1982) e Morgan *et al.* (1989). Qui presentiamo un'estensione dovuta a Roson (1991), che adatta il modello di Liew e Liew (1984a, 1984b, 1988), introducendo delle funzioni di produzione con elasticità di sostituzione costante. Le domande di beni intermedi ed i coefficienti Input Output sono variabili (MRVIO), poiché dipendono

anche dai prezzi relativi, oltre che dal costo del trasporto, superando uno dei limiti principali dei primi modelli interregionali *à la* Isard e Moses.

Nella prossima sezione introduciamo i risultati principali di questa variante del modello di Liew-Liew, mettendo in evidenza il ruolo dell'elasticità di sostituzione nella determinazione dei prezzi e delle quantità prodotte in Italia in seguito ad una modificazione del prezzo dei beni trasportati. Il modello di equilibrio parziale multisetoriale è presentato nella sua forma completa in appendice. L'applicazione riguarda un sistema formato da tre sistemi economici. In primo luogo consideriamo l'economia italiana, quindi un gruppo di paesi europei, che coincide sostanzialmente con l'area iniziale dell'euro, e quindi il Resto del mondo. Utilizzando il database WIOD analizziamo le conseguenze sul sistema produttivo italiano facendo anche variare l'elasticità di sostituzione, che è il parametro chiave di questo approccio.

2. Metodologia e database

In questa sezione prendiamo in esame l'approccio multisetoriale dei modelli multiregionali introdotto da Liew e Liew (1984a, 1984b, 1985, 1988, 1992a, 1992b) ed ampliato da Costa e Roson (1988), Roson (1991), Gregori (2000) e che descriviamo nel dettaglio nell'appendice. Nella figura 1 illustriamo la struttura del modello, che assume la piena disponibilità dei fattori primari e del trasporto. Infatti, viene presa in considerazione la produzione di tutti i beni e servizi eccetto quelli relativi al trasporto, che sono enucleati dall'analisi ed ottenuti residualmente. Da un lato, le imprese offrono qualsiasi quantità di prodotto, in virtù dell'ipotesi di rendimenti di scala costanti, e, dall'altro, chiedono la quantità ottimale di input. Il primo step del modello consiste nel determinare la variazione delle variabili esogene che sono il costo del trasporto, quello del capitale ed i salari. Nel nostro contesto è naturale far variare solo il primo. In questo modo possiamo vedere come variano i prezzi nei diversi sistemi economici. Ovviamente i prezzi relativi modificano i costi opportunità e le quantità domandate, mentre i flussi commerciali tra le diverse nazioni sono influenzati direttamente anche dalla stessa variazione del costo del trasporto. Le nuove domande di beni e servizi determinano infine le quantità prodotte, sia in termini di valore aggiunto sia di output totale, l'occupazione nonché i flussi di traffico.

Fig. 1 Schema concettuale del modello *à la* Johansen



È stato correttamente osservato che il modello dimentica il “*feedback loop between transport margins and the level of activities of the transportation industry*” e “*a multiregional input-output model capable of making the interregional coefficients endogenous to transportation cost is, in principle, superior to conventional models*” (Costa e Roson, 1988, p. 274-75). Tuttavia, lo scopo dell’analisi presentato in questo lavoro è molto più limitato. Infatti, in questa sede vogliamo esaminare solo il meccanismo di trasmissione indicato nella figura 1, quali siano i settori maggiormente influenzati da una variazione del costo del trasporto e confrontare i valori ottenuti sulla base di diverse ipotesi relativamente all’elasticità di sostituzione.

Il modello contempla un numero cospicuo di mercati, giacché la produzione di ogni settore di qualunque paese può essere venduta negli altri. Per ridurre la dimensione del problema si assume che non vi sia alcuna discriminazione di prezzo e viene adottata la comoda ipotesi che il prezzo pagato nella regione di destinazione sia quello d’origine più il costo del trasporto, che è proporzionale allo stesso prezzo d’origine. Questo fattore di proporzionalità, che dipende dal mercato d’origine e da quello di sbocco, svolge un doppio fondamentale ruolo. Da un lato riduce il numero delle variabili nominali endogene che, per n settori e m paesi, diminuisce da $(nm)^2$ a solo nm . Dall’altro, permette di individuare il meccanismo che innesca i processi di aggiustamento descritti nella figura 1. Questi possono essere generati da una variazione del costo di trasporto dovuta all’utilizzo di un modo diverso di trasporto od una modificazione di un’infrastruttura. Ad esempio, Liew e Liew (1985) studiano l’impatto nel caso in cui sia chiusa l’Arkansas Waterway e si debba utilizzare un sistema alternativo: “*the transportation cost saving is the difference of the shipping cost with and without the waterway transportation on the trading route. This transportation cost saving was divided by the amount of trade on the shipping route to compute the $\partial \ln c_i^{sr}$ which is the key input of the MRVIO model*” (Liew e Liew, 1985, p. 251-52). Infatti, il primo step della figura 1 evidenzia proprio il collegamento tra le variabili esogene, ovvero il costo del trasporto espresso nei logaritmi, con i prezzi dato dalla:

$$\ln \mathbf{p} = (\mathbf{I} - \mathbf{S})^{-1} \mathbf{W} \ln \mathbf{c} \quad (1)$$

ove \mathbf{S} e \mathbf{W} sono delle matrici descritte nell’appendice. La matrice $(\mathbf{I} - \mathbf{S})^{-1} \mathbf{W}$ esprime proprio le elasticità, in quanto indica la variazione percentuale dei prezzi per una variazione percentuale del costo del trasporto.

Il sistema dei prezzi permette di risolvere anche quello di domanda. Come abbiamo detto in precedenza, dalla soluzione di massimo profitto si ottengono pure le funzioni domanda dei fattori produttivi ed, in particolare, le quote di beni intermedi per unità di prodotto. È quindi possibile implementare un sistema *à la* Leontief, ma con coefficienti variabili ovvero che risentono delle variazioni dei prezzi relativi. In questo modo, con una data domanda finale, possiamo stimare la variazione complessiva dei flussi di prodotti lungo le direttrici di traffico che collegano i diversi paesi. Nell’appendice mostriamo come, con una funzione di produzione ad elasticità di sostituzione costante (in breve CES), i coefficienti Input Output relativi al bene i prodotto nel paese s ed acquisito dal j -simo settore della nazione r si modificano in base alla:

$$\partial \ln a_{ij}^{sr} = \sigma_j^r (\partial \ln p_j^r - \partial \ln c_i^{sr} - \partial \ln p_i^s) \quad (2)$$

ove σ_j^r è l'elasticità di sostituzione per l'industria j del paese r . Nel caso di tecnologie Cobb-Douglas le elasticità assumono valore unitario. In questo caso, con inflazione uniforme, si instaura una relazione proporzionale tra il costo del trasporto ed il coefficiente Input Output ed è notevole l'impatto di una modificazione delle infrastrutture di trasporto o del prezzo del petrolio sugli scambi intersettoriali.

A questo punto è possibile calcolare gli effetti, anche di feedback, sulla produzione dei servizi di trasporto, tenendo conto delle eventuali variazioni nei modi. Per quanto riguarda il primo punto, è stato osservato che *“the analysis of the economic impact of a transportation investment program can be better served by a “modified” MRVIO model which deals with the feedback loop between interregional commodity flows and the output of the transportation industry”* (Costa e Roson, 1988, p. 285). La proposta di questi due autori permette di calcolare se la maggiore domanda di servizi di trasporto, dovuta alla riduzione del relativo costo, compensa la riduzione del valore unitario degli stessi servizi. Inoltre, le matrici Input Output permettono di esplicitare la tecnologia utilizzata dai diversi modi mettendo in luce il feedback con le domande di altri input che, a loro volta, modificano i flussi nelle e tra le diverse aree geografiche. È pure possibile vedere come, ad esempio, le nuove infrastrutture possano cambiare la stessa offerta di servizi e la distribuzione modale sulla rete di trasporto. In sintesi, si tratta di costruire un modello CGE che contempli le interazioni tra il settore dei trasporti e gli altri. Tuttavia, abbiamo detto che il nostro è un puro esercizio espositivo che vuole evidenziare gli effetti delle variazioni del costo del trasporto sulle altre industrie. Come evidenziato nella figura 1, ci limiteremo ad implementare il modello nella versione più semplice, che mantiene la stessa rete e distribuzione modale senza prendere in esame tutti i possibili feedback.

I dati utilizzati nell'analisi sono tratti dal World Input Output Database (WIOD, Timmer *et al.*, 2015), che fornisce una serie storica di tavole Input Output (WIOT) dal 1995 al 2011 a prezzi correnti e dell'anno precedente per 40 paesi più il Resto del mondo. Questo progetto ha preso spunto dal Global Trade Analysis Project (GTAP) spostando il focus sulle transazioni intersettoriali esplicitate nelle matrici Input Output (Trefler e Zhu, 2010; Johnson e Noguera, 2012; Koopman *et al.*, 2014). Da un punto di vista statistico il sistema WIOT è una combinazione di tavole Input Output nazionali in cui l'utilizzo dei prodotti è suddiviso sulla base della loro origine a livello intermedio e finale. L'utilizzo combinato delle informazioni concernenti le transazioni nazionali ed internazionali offre la possibilità di analizzare nel dettaglio la catena della formazione del valore su scala mondiale detta *Global Supply Chain* (Baldwin e Lopez-Gonzales, 2013; Timmer *et al.*, 2013; Los *et al.*, 2015) nonché il contenuto di valore aggiunto nazionale delle esportazioni sulla scia del fondamentale contributo di Hummels *et al.* (2001) (vedi anche Wang *et al.*, 2013; Koopman *et al.*, 2014; Johnson, 2014).

Le matrici Input Output sono derivate da un set di tavole delle risorse ed impieghi (*Supply and Use Matrix*) sulla cui base è stato implementato l'approccio alla Leontief, che prevede la corrispondenza biunivoca tra prodotti ed industrie. Il WIOT è stato costruito utilizzando la regola delle *“fixed product sales”*. Si tratta di un'ipotesi discutibile (Miller e Blair, 2009), ma necessaria per passare da un sistema di tavole rettangolari per prodotti/industrie, con 59 prodotti e 35 industrie basate su CPA, NACE rev. 1 (ISIC rev. 2), a quelle simmetriche. Ovviamente anche il processo di armonizzazione dei dati non è affatto facile e, nell'ultima revisione, si considera un insieme di 35 settori classificati secondo ISIC rev. 3. Questo sistema trova anche una buona corrispondenza con EUKLEMS, da cui si possono trarre importanti informazioni

sull'utilizzo dei fattori primari, con l'eccezione però proprio del trasporto. La ripartizione di quest'ultimo è quella tradizionale e comprende: Servizi di trasporto terrestre e di trasporto mediante condotte, Servizi di trasporto marittimo e per vie d'acqua e Servizi aerei.

Naturalmente in questo contesto sono proprio i flussi commerciali tra i diversi paesi che assumono una rilevanza particolare. I dati utilizzati per i beni sono quelli dell'UN COMTRADE database con una classificazione a HS6-digit. Queste ampie categorie sono state successivamente aggregate per corrispondere alla classificazione adottata, mentre per i servizi sono stati utilizzati dati da fonti disparate. La chiusura del modello riguarda il 41esimo paese ovvero il Resto del mondo (RdM). Innanzitutto, vogliamo sottolineare il fatto che, pur essendo un'area composta da una moltitudine di paesi, pesa solo per circa il 15% del valore aggiunto mondiale. Quindi gran parte del prodotto è realizzato nei 40 paesi sotto indagine. Tuttavia il Resto del mondo assume un ruolo fondamentale nello scambio commerciale e proprio nel trasporto di beni (Streicher e Stehrer, 2015). Infatti, le esportazioni a questa regione da parte di ogni nazione e settore industriale sono definite in modo residuale per garantire la coerenza dei conti, in modo tale che le esportazioni verso tutti i paesi (incluso il RdM) siano esattamente eguali a quelle riportate nelle matrici dell'assorbimento. Questi flussi sono stati anche ritoccati dalla procedura RAS di bilanciamento delle tavole, per cui "*UN COMTRADE data are not necessarily maintained in all cases*" (Timmer *et al.*, 2015, p. 26).

In conclusione, ogni tavola Input Output comprende 41 sistemi economici formati da 40 paesi e 35 settori industriali nonché 5 componenti della domanda finale (Consumi delle famiglie, Consumi delle organizzazioni non-profit, Consumi della Pubblica Amministrazione, Investimenti fissi lordi, Variazione delle scorte ed oggetti di valore) ed alcune righe relative ad aggiustamenti del valore aggiunto per un totale di 1443 righe e 1641 colonne. La matrice Input Output complessiva ha dimensione (1435x1435). I flussi sono espressi in dollari statunitensi utilizzando i tassi di cambio correnti, con degli evidenti limiti dovuti al fatto di non aver adottato i prezzi legati alla parità dei poteri d'acquisto. Questo potrebbe essere un problema notevole per alcune analisi, come la valutazione delle *Global Supply Chains*, ma ha una rilevanza minore nella nostra analisi d'impatto, dove i parametri chiave sono dati dalle quote di spesa.

3. Un'analisi d'impatto

In questa sezione analizziamo, per alcuni anni, i risultati delle simulazioni sulla base del modello, discusso nel dettaglio in appendice, e dei dati presentati nella sezione precedente. Consideriamo tre sole aree geografiche formate dall'Italia, da un gruppo di paesi che costituivano l'Unione Europea nel 2002 e dal Resto del mondo. Iniziamo l'analisi prendendo in esame le conseguenze di un aumento del costo del trasporto in Italia pari al 10% e che riguarda solo i primi sedici settori, ovvero quelli che movimentano merci sul territorio nazionale. La variazione, che avviene ogni anno, è volutamente eccessiva e non realistica, poiché abbiamo già visto che, con inflazione uniforme e tecnologia Cobb-Douglas, ciò implica una variazione proporzionale dei coefficienti Input Output che appare, *prima facie*, eccessiva. Tuttavia, l'esercizio permette di cogliere adeguatamente le ripercussioni sia sulle quantità reali sia su quelle nominali.

Tavola 1: Variazioni percentuali dei prezzi dei beni italiani in seguito ad un aumento del 10% del costo del trasporto in Italia

	1995	2000	2005	2011
1 Agriculture, Hunting, Forestry and Fishing	2.61	2.54	2.55	2.82
2 Mining and Quarrying	1.62	1.91	2.44	1.85
3 Food, Beverages and Tobacco	5.94	5.46	5.12	4.88
4 Textiles and Textile Products	4.94	4.62	4.33	4.17
5 Leather, Leather and Footwear	5.61	5.51	5.21	4.85
6 Wood and Products of Wood and Cork	4.98	5.12	4.66	4.08
7 Pulp, Paper, Paper, Printing and Publishing	3.91	3.88	3.55	3.22
8 Coke, Refined Petroleum and Nuclear Fuel	2.29	1.51	1.52	0.71
9 Chemicals and Chemical Products	4.19	3.95	3.76	3.64
10 Rubber and Plastics	4.23	3.97	3.76	3.45
11 Other Non-Metallic Mineral	3.82	3.92	4.03	3.57
12 Basic Metals and Fabricated Metal	4.90	4.40	4.46	4.06
13 Machinery, Nec	5.52	5.09	5.02	4.30
14 Electrical and Optical Equipment	4.21	3.90	3.72	3.39
15 Transport Equipment	5.99	5.50	5.25	4.55
16 Manufacturing, Nec; Recycling	5.19	5.06	4.88	4.21
17 Electricity, Gas and Water Supply	1.64	1.71	1.59	0.90
18 Construction	3.93	3.80	3.52	2.88
19 Sale, Maintenance and Repair of Motor Vehicles	2.30	2.32	1.93	1.72
20 Wholesale Trade	2.02	1.91	1.74	1.61
21 Retail Trade, Except of Motor Vehicles	1.69	1.85	1.97	1.65
22 Hotels and Restaurants	3.59	3.29	3.08	2.85
23 Activities of Travel Agencies	1.88	1.68	1.60	1.38
24 Post and Telecommunications	1.47	1.55	1.44	1.18
25 Financial Intermediation	0.34	0.49	0.47	0.37
26 Real Estate Activities	0.18	0.18	0.20	0.13
27 Renting of M&Eq and Other Business Act.	1.13	1.04	1.12	0.94
28 Public Admin and Defence;	1.01	0.95	0.87	0.77
29 Education	0.14	0.15	0.10	0.08
30 Health and Social Work	1.26	1.14	1.24	1.19
31 Other Community, Social and Personal Services	1.15	1.22	1.21	1.01

Iniziamo esaminando gli effetti sui prezzi dei beni nazionali, che riportiamo nella tavola 1. Ovviamente i prezzi dei servizi risentono solo degli effetti indiretti e ciò giustifica le piccole modificazioni riscontrate in quasi tutto il terziario con alcune eccezioni come nell'industria alberghiera e nel Commercio. Nel primo caso è probabile che il maggior costo del trasporto di beni, spesso deperibili, abbia un impatto pari a circa un terzo sui prezzi dei servizi offerti da questo settore. Inoltre, questa variazione tende a diminuire nel tempo essendo pari a circa il 3,59% nel 1995 e solo 2,85% nel 2011. Come vedremo questa riduzione dei valori è un fenomeno abbastanza comune in tutti le industrie considerate. Nel resto del terziario gli aumenti sono minimi, come ad esempio nei servizi di locazione, ove non superano mai lo 0,2%, o in quelli educativi. Solo nel Commercio, sia al dettaglio che all'ingrosso, le variazioni si collocano tra i due punti percentuali ed uno e mezzo. L'impatto è maggiore nell'Edilizia, anche se pure qui si registra una significativa riduzione dell'incremento dei prezzi che, da circa il 4% nel 1995, passa a 2,88% nel 2011. Il mutamento dei prezzi non è uniforme pure nel secondario. Gli aumenti maggiori si registrano nel settore dei Mezzi di trasporto e dei

Prodotti alimentari (quasi 6% nel 1995), ma sono consistenti anche per quanto riguarda la produzione di Pelle e cuoio ed i Macchinari (rispettivamente 5,61% e 5,52%). Al contrario, gli effetti sono sicuramente inferiori nel settore minerario, con appena 1,62% nel 1995, come nella Cokeria e raffinazione del petrolio, addirittura 0,71% nel 2011. Nel secondo si verifica un calo ancora più accentuato rispetto alla media, visto che nel 1995 il valore è pari a 2,29%. Invece, nel primo c'è un certo incremento soprattutto nei primi anni 2000. Le altre industrie si collocano in una situazione intermedia con valori attorno al 4%, anche se è presente una certa variabilità sia tra settori sia nel tempo, con una tendenza ad una diminuzione delle variazioni mediamente di circa 75 punti base. Tuttavia, sono proprio quelli che inizialmente subiscono il maggior impatto (Alimentari, Macchinari, Mezzi di trasporto, Pelle e cuoio, Legno) che registrano pure le contrazioni più rilevanti, pari a circa un punto percentuale. Come abbiamo detto, anche le costruzioni denotano lo stesso calo, che è però sostanzialmente avvenuto negli ultimi anni, in seguito alla recessione che ha profondamente segnato questo comparto.

Tavola 2: Diminuzioni percentuali della produzione italiana in seguito ad un aumento del 10% del costo del trasporto in Italia (funzioni Cobb-Douglas)

	1995	2000	2005	2011
totale	3.35	3.14	2.95	2.37
1 Agriculture, Hunting, Forestry and Fishing	7.89	7.41	7.00	6.83
2 Mining and Quarrying	12.64	11.56	14.20	12.63
3 Food, Beverages and Tobacco	5.72	5.82	5.55	5.25
4 Textiles and Textile Products	5.57	5.15	4.94	4.20
5 Leather, Leather and Footwear	4.91	5.36	5.21	4.05
6 Wood and Products of Wood and Cork	12.54	12.92	12.22	10.85
7 Pulp, Paper, Paper, Printing and Publishing	9.21	9.66	9.43	8.41
8 Coke, Refined Petroleum and Nuclear Fuel	5.84	4.58	4.08	3.28
9 Chemicals and Chemical Products	8.03	7.31	6.93	5.95
10 Rubber and Plastics	9.14	9.08	8.34	6.81
11 Other Non-Metallic Mineral	9.91	10.28	11.22	10.38
12 Basic Metals and Fabricated Metal	12.21	11.15	11.25	9.39
13 Machinery, Nec	4.00	4.32	4.47	3.81
14 Electrical and Optical Equipment	6.14	6.19	6.54	4.87
15 Transport Equipment	4.22	4.37	4.34	3.38
16 Manufacturing, Nec; Recycling	3.97	4.10	4.93	4.42
17 Electricity, Gas and Water Supply	1.85	1.99	1.91	1.16
18 Construction	0.75	0.77	0.72	0.57
19 Sale, Maintenance and Repair of Motor Vehicles	0.97	1.09	0.96	0.80
20 Wholesale Trade	1.74	1.70	1.72	1.45
21 Retail Trade, Except of Motor Vehicles	1.19	1.28	1.44	1.17
22 Hotels and Restaurants	0.76	0.83	0.72	0.60
23 Activities of Travel Agencies	0.89	0.89	0.89	0.75
24 Post and Telecommunications	0.68	0.82	0.84	0.57
25 Financial Intermediation	0.26	0.45	0.46	0.34
26 Real Estate Activities	-0.02	-0.01	0.02	-0.02
27 Renting of M&Eq and Other Business Act.	0.94	0.95	1.08	0.87
28 Public Admin and Defence;	0.01	0.01	0.01	0.01
29 Education	-0.01	0.00	0.00	0.00
30 Health and Social Work	0.03	0.03	0.01	0.01
31 Other Community, Social and Personal Services	0.44	0.54	0.55	0.41

La notevole variabilità dei prezzi rende interessante l'analisi degli effetti sulle quantità. Abbiamo già detto che, nel caso d'inflazione uniforme, tutti i coefficienti Input Output mutano della stessa percentuale pari a quella del costo del trasporto a meno di un fattore di scala dato dall'elasticità di sostituzione. Ciò non accade nella nostra simulazione e, come abbiamo appena visto, lo scarto in alcuni casi è decisamente significativo, dell'ordine di diversi punti percentuali. Ciò significa che nella (2) alcune variazioni possono essere negative di quasi il 14%, qualora la tecnologia sia del tipo Cobb-Douglas, e le diminuzioni della domanda di questi beni possono essere notevoli. In realtà, come mostriamo nell'appendice, la variazione dell'output di un settore dipende dalla variazione di tutti i coefficienti, come pure dai valori dei moltiplicatori leonteviani e della produzione iniziali. È quindi essenziale disporre di un'analisi empirica che permette di individuare quali produzioni siano più sensibili alla variazione del costo del trasporto.

Nella tavola 2 riportiamo i risultati della prima simulazione avendo ipotizzato che la tecnologia sia del tipo Cobb-Douglas in tutte le industrie, come nell'impostazione standard à la Liew e Liew. Come atteso, è provata l'assoluta importanza dell'effetto diretto dello stesso prezzo del trasporto. Infatti, in tutte le industrie del terziario, eccetto il Commercio, la variazione della produzione è sempre molto bassa, spesso ben inferiore ad un punto percentuale. Al contrario, ove si registra una forte impennata nei prezzi vi è pure una notevole contrazione nell'output. Questa diminuzione è addirittura superiore allo stesso shock iniziale, ovvero maggiore del 10%, in quattro settori: Estrazione di minerali, Prodotti del legno, Metalli di base e Altri minerali non metalliferi. Negli ultimi tre i prezzi sono aumentati tra il 3,5% ed il 5% e questo ha comportato un'ovvia diminuzione della richiesta di questi prodotti. Ciò non avviene nel settore minerario dove i prezzi crescono attorno al 2% e questa debole relazione tra prezzi e quantità si manifesta pure in altre industrie. Ad esempio, nel 1995 la diminuzione dell'output è di poco inferiore nell'Agricoltura e nella Chimica (circa l'8%) contro un aumento dei prezzi attorno al 2,5% nel primo caso e del 4% nel secondo. Queste industrie, assieme a quella della Carta ed editoria e della Gomma e plastica, si collocano in un secondo gruppo con una variazione della produzione prossima, ma inferiore, al 10%. Più piccola, ma ancora significativa, è la diminuzione nel Tessile e nella Pelle e cuoio, in quello dei Prodotti alimentari, degli Apparecchi elettrici e nella Cokeria e raffinazione. In questi casi il calo è compreso tra i cinque e sei punti percentuali. Infine, troviamo quelli che rispondono meno alle sollecitazioni del trasporto. Queste sono il settore delle Macchine da trasporto e delle Macchine non classificate altrove, nonché in quello residuale del secondario. Qui la diminuzione è inferiore, pari a circa il 4% contro degli aumenti dei prezzi anche prossimi al 6%.

In sintesi, nel sistema produttivo italiano possiamo distinguere almeno tre gruppi di industrie a seconda della variazione dell'output. Da un lato abbiamo i settori che non reagiscono o reagiscono poco alle variazioni del prezzo del trasporto sul territorio nazionale. Questi sono, ovviamente, il terziario ed alcuni del secondario come quelli relativi alla costruzione di macchine o del Cuoio e del pellame. Al contrario, altri, quali quello estrattivo o quello dei Metalli di base, sono altamente sensibili ad un cambiamento del costo dei beni trasportati. Infine, non è possibile affermare che esista una precisa relazione inversa tra il prezzo e la quantità domandata di un bene o servizio.

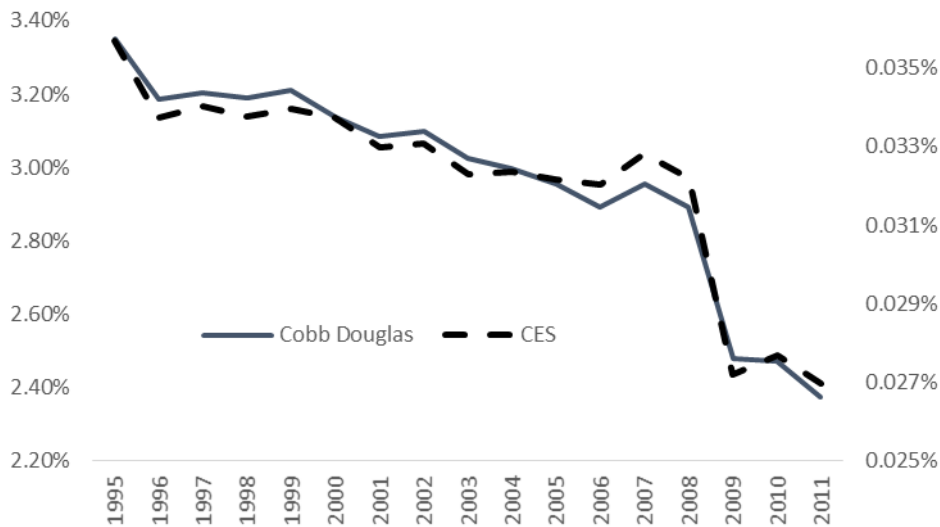
Tavola 3: Diminuzioni percentuali della produzione italiana in seguito ad un aumento del 10% del costo del trasporto in Italia (funzioni CES con elasticità 0,5)

	1995	2000	2005	2011
totale	1.67	1.57	1.48	1.19
1 Agriculture, Hunting, Forestry and Fishing	3.94	3.70	3.50	3.41
2 Mining and Quarrying	6.32	5.78	7.10	6.31
3 Food, Beverages and Tobacco	2.86	2.91	2.78	2.63
4 Textiles and Textile Products	2.78	2.57	2.47	2.10
5 Leather, Leather and Footwear	2.46	2.68	2.60	2.03
6 Wood and Products of Wood and Cork	6.27	6.46	6.11	5.42
7 Pulp, Paper, Paper , Printing and Publishing	4.60	4.83	4.72	4.20
8 Coke, Refined Petroleum and Nuclear Fuel	2.92	2.29	2.04	1.64
9 Chemicals and Chemical Products	4.01	3.65	3.47	2.97
10 Rubber and Plastics	4.57	4.54	4.17	3.40
11 Other Non-Metallic Mineral	4.95	5.14	5.61	5.19
12 Basic Metals and Fabricated Metal	6.10	5.58	5.63	4.70
13 Machinery, Nec	2.00	2.16	2.23	1.91
14 Electrical and Optical Equipment	3.07	3.09	3.27	2.44
15 Transport Equipment	2.11	2.18	2.17	1.69
16 Manufacturing, Nec; Recycling	1.98	2.05	2.46	2.21
17 Electricity, Gas and Water Supply	0.93	0.99	0.95	0.58
18 Construction	0.38	0.39	0.36	0.29
19 Sale, Maintenance and Repair of Motor Vehicles	0.49	0.54	0.48	0.40
20 Wholesale Trade	0.87	0.85	0.86	0.73
21 Retail Trade, Except of Motor Vehicles	0.60	0.64	0.72	0.59
22 Hotels and Restaurants	0.38	0.41	0.36	0.30
23 Activities of Travel Agencies	0.45	0.45	0.45	0.37
24 Post and Telecommunications	0.34	0.41	0.42	0.29
25 Financial Intermediation	0.13	0.22	0.23	0.17
26 Real Estate Activities	-0.01	-0.01	0.01	-0.01
27 Renting of M&Eq and Other Business Act.	0.47	0.47	0.54	0.43
28 Public Admin and Defence;	0.01	0.01	0.01	0.00
29 Education	0.00	0.00	0.00	0.00
30 Health and Social Work	0.01	0.02	0.01	0.00
31 Other Community, Social and Personal Services	0.22	0.27	0.27	0.21

I valori assoluti dipendono dalla tecnologia produttiva ipotizzata. Nel caso di una funzione di produzione Cobb-Douglas la riduzione complessiva dell'output nazionale è compresa tra il 2% ed il 3,4% per un incremento del 10% del prezzo del trasporto. Si tratta di una variazione irrealistica, ma che mette in evidenza il forte impatto sulle quantità quando la variazione dei prezzi relativi si riflette interamente sui coefficienti Input Output. Nel caso in cui la funzione di produzione comune sia una CES con elasticità minore, la domanda di beni e servizi cambia di meno e gli effetti sull'output sono inferiori. Ciò si evince dall'esame dei dati presentati nella tabella 3 ove abbiamo ipotizzato che tutti i settori utilizzino la medesima tecnologia CES con elasticità esattamente pari alla metà della Cobb-Douglas ovvero con $\sigma = 0,5$.

Il primo risultato è quello atteso, poiché la diminuzione complessiva è inferiore, di poco meno della metà di quanto riportato nella tavola 2. Anche i valori riferiti ai singoli settori sono all'incirca la metà di quanto visto in precedenza, con gli stessi gruppi riscontrati in precedenza. Ad esempio, nelle industrie maggiormente esposte ai cambiamenti del costo del trasporto ovvero quello delle Estrazioni di minerali, Legno e dei Metalli di base i valori si attestano a circa il 6% anziché il 12%.

Figura 2 - Riduzione della produzione italiana con un aumento del 10% del costo del trasporto in Italia con tecnologie Cobb-Douglas e CES ($\sigma = 0,001$)



Altre simulazioni, che non riportiamo per esigenze di spazio, mostrano chiaramente come l'elasticità di sostituzione sia il parametro chiave per la determinazione delle quantità. Per questo motivo abbiamo condotto un esercizio di analisi della sensitività facendolo variare da valori anche superiori a quelli unitari, precisamente 1,25, sino quasi ad annullarlo per ottenere una tecnologia prossima a quella leonteviana. Nella figura 2 riportiamo i confronti che sono maggiormente significativi, relativi alla tecnologia Cobb-Douglas ed una CES prossima al tradizionale modello Input Output ($\sigma = 0,001$).

Dall'esame del modello è evidente che, a parità di shock esogeno, le variazioni dei prezzi sono indipendenti dall'elasticità di sostituzione, se adottiamo il suggerimento di Roson (1991) e calibriamo i parametri sulla base delle quote di spesa desunte dalle tavole Input Output. Al contrario, le quantità dipendono da σ e le variazioni dei coefficienti si annullano al tendere alla tecnologia leonteviana. Quindi, per rendere efficace il paragone, abbiamo separato le scale dell'asse verticale in modo che i punti delle combinazioni iniziali coincidessero. Il pattern è però sostanzialmente identico e conferma come le modificazioni nelle interrelazioni industriali abbiano ridotto, nel tempo, l'impatto dell'aumento del costo del trasporto. Infatti, nel 2011 la diminuzione dell'output totale è più piccola di quasi il 30% rispetto a quella del 1995 nel caso di una tecnologia Cobb-Douglas e del 25% per quella CES.

Tavola 4: Variazioni percentuali dei prezzi dei beni italiani in seguito ad un aumento del 10% del costo del trasporto da e verso Italia

	1995	2000	2005	2011
1 Agriculture, Hunting, Forestry and Fishing	0.61	0.70	0.77	1.15
2 Mining and Quarrying	0.51	0.66	0.82	0.85
3 Food, Beverages and Tobacco	1.21	1.24	1.22	1.56
4 Textiles and Textile Products	1.43	1.50	1.42	1.71
5 Leather, Leather and Footwear	1.34	1.44	1.33	1.52
6 Wood and Products of Wood and Cork	1.49	1.59	1.64	1.79
7 Pulp, Paper, Paper, Printing and Publishing	1.56	1.56	1.43	1.68
8 Coke, Refined Petroleum and Nuclear Fuel	3.26	5.41	5.60	6.80
9 Chemicals and Chemical Products	2.39	2.55	2.67	3.16
10 Rubber and Plastics	2.05	2.12	2.19	2.57
11 Other Non-Metallic Mineral	1.21	1.31	1.31	1.65
12 Basic Metals and Fabricated Metal	1.97	2.02	2.28	2.77
13 Machinery, Nec	1.73	1.76	1.83	2.11
14 Electrical and Optical Equipment	1.99	2.02	1.91	2.36
15 Transport Equipment	1.99	2.22	2.40	2.67
16 Manufacturing, Nec; Recycling	1.76	1.79	1.83	1.97
17 Electricity, Gas and Water Supply	1.24	2.11	2.45	3.86
18 Construction	1.01	1.05	0.97	1.07
19 Sale, Maintenance and Repair of Motor Vehicles	0.80	0.91	1.03	1.09
20 Wholesale Trade	0.59	0.61	0.59	0.74
21 Retail Trade, Except of Motor Vehicles	0.49	0.60	0.66	0.80
22 Hotels and Restaurants	0.66	0.65	0.64	0.82
23 Activities of Travel Agencies	0.57	0.56	0.57	0.67
24 Post and Telecommunications	0.48	0.58	0.55	0.68
25 Financial Intermediation	0.11	0.17	0.17	0.19
26 Real Estate Activities	0.05	0.06	0.07	0.08
27 Renting of M&Eq and Other Business Act.	0.40	0.40	0.43	0.51
28 Public Admin and Defence;	0.33	0.41	0.35	0.47
29 Education	0.05	0.06	0.06	0.09
30 Health and Social Work	0.58	0.59	0.62	0.74
31 Other Community, Social and Personal Services	0.40	0.48	0.53	0.60

Naturalmente i motivi del cambiamento dei costi di trasporto possono essere i più disparati e possono essere dovuti a delle modificazioni strutturali, delle infrastrutture, dei prezzi degli input, della tecnologia come del mix tra i diversi modi. Inoltre, è ovvio che possono riguardare non solo i trasporti interni, ma anche quelli con gli altri paesi. È naturale chiedersi quali sono gli effetti di una variazione del costo sugli altri collegamenti.

Nella tavola 4 mostriamo gli aumenti dei prezzi nei settori italiani dovuti ad un incremento del costo del trasporto da e verso l'Italia. Possiamo notare come i cambiamenti siano decisamente inferiori rispetto a quelli visti in precedenza. La crescita maggiore si registra nel settore della Cokeria e raffinazione del petrolio con un incremento che arriva addirittura al 6,8% nel 2011, da un valore pari a meno della metà nel 1995. Si tratta di un dato interessante se confrontato con la simulazione precedente, anche per la sua eccezionalità. Infatti, in nessun altro settore si riscontra una situazione simile, poiché le medie degli aumenti nelle altre produzioni raramente superano il 2%.

Solo nel settore della Chimica la crescita media è superiore ai due punti percentuali e mezzo e tocca i 3,16% nel 2011. Altre industrie dove la crescita è cospicua sono quelle della Gomma e plastica e dei Metalli di base, nonché dei Mezzi di trasporto. In ogni caso possiamo notare un trend positivo, che fa da contraltare alla discesa verificata nella Tavola 1. Oltre al caso più rilevante della Cokeria, dobbiamo segnalare anche il notevole incremento del dato relativo alla distribuzione dell'Elettricità, gas ed acqua che dal 1,24% del 1995 vede aumentare il proprio prezzo addirittura del 3,86% nel 2011. Negli altri settori del secondario le variazioni sono comprese tra uno e due punti percentuali, mentre sono spesso minori dell'1% nel caso dell'Agricoltura, delle Estrazioni di minerali e del terziario. In sintesi, possiamo affermare che gli effetti di un incremento del 10% del costo del trasporto da e verso l'estero sono crescenti nel tempo, ma generalmente inferiori rispetto ad una pari aumento in ambito nazionale.

Tavola 5: Diminuzioni percentuali della produzione italiana in seguito in seguito ad un aumento del 10% del costo del trasporto da e verso Italia

	1995	2000	2005	2011
totale	1.10%	1.18%	1.19%	1.41%
1 Agriculture, Hunting, Forestry and Fishing	0.24%	0.37%	0.42%	0.65%
2 Mining and Quarrying	1.25%	1.32%	1.49%	3.02%
3 Food, Beverages and Tobacco	0.40%	0.47%	0.44%	0.56%
4 Textiles and Textile Products	2.21%	2.27%	2.00%	1.80%
5 Leather, Leather and Footwear	1.67%	2.04%	1.74%	1.88%
6 Wood and Products of Wood and Cork	1.92%	2.07%	2.07%	2.58%
7 Pulp, Paper, Paper , Printing and Publishing	2.09%	2.11%	2.05%	2.45%
8 Coke, Refined Petroleum and Nuclear Fuel	2.26%	3.20%	3.43%	4.43%
9 Chemicals and Chemical Products	4.05%	4.35%	4.52%	5.31%
10 Rubber and Plastics	3.90%	4.23%	4.48%	5.64%
11 Other Non-Metallic Mineral	3.59%	3.54%	3.15%	3.76%
12 Basic Metals and Fabricated Metal	3.96%	4.12%	4.87%	6.25%
13 Machinery, Nec	2.28%	2.55%	2.92%	3.50%
14 Electrical and Optical Equipment	3.12%	3.40%	3.56%	4.41%
15 Transport Equipment	2.54%	3.18%	3.46%	3.84%
16 Manufacturing, Nec; Recycling	1.18%	1.11%	1.35%	1.61%
17 Electricity, Gas and Water Supply	0.97%	1.56%	1.74%	2.65%
18 Construction	0.19%	0.20%	0.18%	0.20%
19 Sale, Maintenance and Repair of Motor Vehicles	0.32%	0.40%	0.45%	0.49%
20 Wholesale Trade	0.52%	0.55%	0.57%	0.69%
21 Retail Trade, Except of Motor Vehicles	0.34%	0.41%	0.48%	0.57%
22 Hotels and Restaurants	0.15%	0.18%	0.17%	0.20%
23 Activities of Travel Agencies	0.28%	0.30%	0.30%	0.36%
24 Post and Telecommunications	0.23%	0.30%	0.30%	0.35%
25 Financial Intermediation	0.08%	0.15%	0.15%	0.18%
26 Real Estate Activities	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%
27 Renting of M&Eq and Other Business Act.	0.37%	0.39%	0.43%	0.52%
28 Public Admin and Defence;	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
29 Education	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%
30 Health and Social Work	0.01%	0.02%	0.00%	0.01%
31 Other Community, Social and Personal Services	0.14%	0.17%	0.19%	0.21%

A questo punto è naturale chiedersi quali sono le trasformazioni indotte nella produzione nazionale. È lecito attendersi una forte riduzione nei settori ove il prezzo è aumentato di più, ma anche qui questo non è sempre il caso. Più precisamente è innegabile che le riduzioni maggiori si verificano proprio dove i prezzi sono stati rettificati in maniera sensibile, come nei Metalli di base, nei Prodotti chimici o nella Gomma e Plastica, ma ciò non è completamente vero per la Cokeria e raffinazione. Nel 2011 la caduta dell'output di quest'ultimo è cospicua, superiore al 4%, contro però un notevolissimo aumento dei prezzi (6,8%), ben superiore a quello degli altri settori che abbiamo citato prima (tra il 2% e 3,2%). Inoltre, nell'industria degli Altri minerali non metalliferi la crescita media dei prezzi è inferiore (circa 1,5%), ma non altrettanto la caduta dell'output (3-3,8%). In sintesi, sembra esserci una relazione negativa tra prezzi ed output, ma questa è modificata dalle interrelazioni industriali implicite nel modello.

Ad ogni modo, anche in questo caso abbiamo un gruppo di settori in cui il calo è sostanziale. Questi sono raggruppati dall'ottavo (Cokeria) al quindicesimo (Mezzi di trasporto) della nostra classificazione a cui dobbiamo aggiungere quello dell'Estrazione di minerali, ma solo per gli ultimi anni. Al contrario di quanto visto in precedenza, l'industria alimentare non sembra risentire molto del costo del trasporto estero così come il settore primario. In posizione intermedia si collocano gli altri del secondario mentre, come atteso, gli effetti sono spesso minimi nei servizi.

4. Implicazioni di politica economica e conclusioni

In questo lavoro abbiamo preso in esame un modello *à la* Johansen con funzioni di produzione del tipo CES riguardante tre sistemi economici formati dall'Italia, dai principali paesi europei e dal Resto del mondo. Obiettivo dell'analisi è la valutazione degli effetti di una variazione del costo del trasporto dovuta, ad esempio, alle agevolazioni sul gasolio, agli sconti sui pedaggi autostradali oppure in seguito all'apertura di una nuova arteria. A questo scopo il modello è stato calibrato utilizzando i dati forniti dal WIOD, che copre gli anni 1995-2011. L'analisi empirica richiede solo l'individuazione dell'elasticità di sostituzione, che è ipotizzata essere comune a tutte le tecnologie dei diversi settori e paesi. Questa ipotesi non è neppure necessaria per studiare le variazioni dei prezzi che dipendono esclusivamente dalla struttura economica individuata dalle tavole Input Output.

Le indicazioni di politica dei trasporti che possiamo trarre dall'analisi sono le seguenti. In primo luogo, è evidente che qualsiasi intervento ha un forte impatto sulla struttura dei prezzi interni. Inoltre, le attività produttive non reagiscono tutte allo stesso modo ed un aumento del costo del trasporto dei beni movimentati in Italia provoca un'inflazione non uniforme. Come atteso, il terziario risente solo indirettamente di questo incremento, ma anche nel secondario le conseguenze sono variegate. Alcuni settori, come quello dei Prodotti alimentari o della Pelle e cuoio, rincarano di molto i propri listini, mentre altri, come quello delle Estrazioni di minerali o della Cokeria e raffinazione, notevolmente di meno. In secondo luogo, è essenziale specificare quale link è oggetto dell'attenzione del policy maker, quando c'è una modificazione infrastrutturale o dei pedaggi autostradali. Infatti, i risultati sono alquanto diversi se varia il costo del trasporto da o verso l'Italia e non quello interno. Nel primo caso è proprio la Cokeria che denota il maggior incremento di prezzo, mentre sono alquanto più piccoli gli aumenti nell'industria alimentare o nella pelletteria, come restano bassi

quelli del settore estrattivo. Questo risultato richiede un'analisi, cui rimandiamo in un prossimo lavoro, più dettagliata sia a livello settoriale che geografico, con l'esame di tutti i link che collegano i paesi considerati nel WIOD.

Un'ulteriore indicazione riguarda gli effetti complessivi e settoriali sulle quantità. Le decisioni di politica dei trasporti devono considerare adeguatamente anche le conseguenze indirette, che i modelli macroeconomici colgono solo parzialmente poiché la redistribuzione settoriale opera tramite la modificazione dei prezzi relativi. Per quanto concerne le quantità prodotte possiamo distinguere tra effetti assoluti e relativi. I primi dipendono soprattutto dal valore dell'elasticità di sostituzione. Quanto più è elevata, maggiore è l'impatto sull'output, che diviene nullo con tecnologie leonteviane. La diminuzione complessiva della produzione nazionale, dovuta ad un incremento del costo del trasporto interno del 10%, appare eccessiva con funzioni di produzione del tipo Cobb-Douglas. Per questo motivo è più interessante vedere, con diverse ipotesi sull'elasticità, quali settori reagiscono di più e se l'impatto varia nel tempo. Per quanto riguarda il primo punto, possiamo confermare che alcune industrie diminuiscono la produzione più di altre, anche in presenza di un valore basso dell'elasticità. I settori che vedono diminuire maggiormente l'output, come il Legno ed i Metalli di base, sono spesso quelli che aumentano di più i prezzi. Tuttavia, ci sono delle interessanti eccezioni. Ad esempio, si assiste ad un tracollo nella produzione dell'industria estrattiva, nonostante la sostanziale stabilità dei suoi listini. Al contrario, le imprese addette alla lavorazione della pelle rincarano alquanto i prezzi, senza però una caduta notevole della produzione. Per quanto concerne il secondo punto, ovvero la stabilità dei risultati nel campione, abbiamo confrontato la variazione totale dell'output di due simulazioni assumendo sia un'elasticità unitaria sia un'elasticità molto bassa. Quest'ultima implica una tecnologia quasi *à la* Leontief. Il pattern decrescente è però sostanzialmente identico. Questo fatto è interessante perché mostra come, con il trascorrere del tempo, la sensibilità della produzione nazionale al costo della movimentazione dei beni sia diventata più piccola. Ciò richiede un'analisi dettagliata dei canali di propagazione degli shock, che sarà svolta in un altro lavoro.

Riferimenti bibliografici

- Anderson, W. P., Lakshmanan, T.R. (2007) "Infrastructure and productivity: what are the underlying mechanisms?", In: Karlsson, C., Anderson, W. P., Johansson, B., Kobayashi, K. (eds.), *The Management and Measurement of Infrastructure: Performance, Efficiency and Innovation*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Aschauer, D. A. (1989) "Is Public Expenditure Productive?", *Journal of Monetary Economics*, 23(2), pp. 177-200.
- Baldwin, R. E., Lopez-Gonzalez, J. (2013) "Supply-chain Trade: A Portrait of Global Patterns and Several Testable Hypotheses", *NBER working paper 18957*, Cambridge, Mass.
- Bröcker, J., Mercenier, J. (2013) "General Equilibrium Models for Transportation Economics", In de Palma, A., Lindsey, R., Quinet, E., Vickerman, R. (eds) *A Handbook Of Transport Economics*, Edward Elgar, Cheltenham.

- Canning, D. (1999), "Infrastructure's contribution to aggregate output", *World Bank Policy Research Working Paper 2246*, Washington, D.C.
- Canning, D., Bennathan, E. (2000) "The Social Rate of Return on Infrastructure Investments", *World Bank Research Project RPO 680-89*, Washington, D.C.
- Chenery, H. B. (1953) "Regional Analysis", In Chenery, H. B., Clark, P., Cao Pinna, V. (eds) *The Structure and Growth of the Italian Economy*, U.S. Mutual Security Agency, Rome.
- Chen, Z., Haynes, K E. (2015) "Spatial Impact of Transportation Infrastructure: A Spatial Econometric CGE Approach", In Nijkamp, Rose, P. A., Karima Kourtit, K. (eds) *Regional Science Matters*, Springer, Amsterdam.
- Costa, P., Roson, R. (1988) "Transportation Margins, Transportation Industry and the Multiregional Economy, Some Experiments with a Model for Italy", *Ricerche Economiche*, 2, pp. 237-287.
- Demetriades, P., Mamuneas, T.F. (2000) "Intertemporal output and employment effects of public infrastructure capital: evidence from 12 OECD countries", *The Economic Journal*, 110(465), pp. 687-712.
- Dixon, P. B., Parmenter, R.B., Sutton, J., Vincent, D. P. (1982) *ORANI a multisectoral model of the Australian economy*, North Holland, Amsterdam.
- Friesz, T. L., Suo, Z. G., Westin, L. (1998) "Integration of freight network and computable general equilibrium models", In Lundquist L. *et al.*, (eds) *Network infrastructure and urban environment*, Springer, Berlin.
- Gregori, T. (2000) "Transport impact analysis and price propagation effects in Johansen models", *Trasporti Europei*, Agosto, pp. 37-49.
- Hummels, D., Ishii, J., Yi, K.-M. (2001) "The Nature and Growth of Vertical Specialization in World Trade", *Journal of International Economics*, 54(1), pp. 75-96.
- Isard, W. (1951) "Interregional input/output analysis: a model of a space economy", *Review of Economics and Statistics*, 33(4), pp. 318-328.
- Johansen, L. (1960), *A multi-sectoral study of economic growth*, North Holland, Amsterdam.
- Johnson, R. C., (2014) "Five Facts about Value-added Exports and Implications for Macroeconomics and Trade Research", *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), pp. 119-42.
- Johnson, R. C., Noguera, G. (2012) "Accounting for Intermediates: Production Sharing and Trade in Value Added", *Journal of International Economics*, 86(2), pp. 224-36.
- Koopman, R., Wang, Z., Wei, S.-J. (2014) "Tracing Value-added and Double Counting in Gross Exports," *American Economic Review*, 104(2), pp. 459-94.
- Lakshmanan, T.R. (2011) "The broader economic consequences of transport infrastructure investments", *Journal of Transport Geography*, 19(1), pp.1-12.
- Liew, L. H. (1984a) "A Johansen model for regional analysis", *Regional Science and Urban Economics*, 14(1), pp. 129-146.
- Liew, C.K., Liew, C.,H., (1984b) "Measuring the development impact of a proposed transportation system", *Regional Science and Urban Economics*, 14(2), pp. 175-198.
- Liew, C.K., Liew, C.,H., (1985) "Measuring the development impact of a transportation system: a simplified approach", *Journal of Regional Science*, 25(2), pp. 241-257.
- Liew, C.K., Liew, C.,H., (1988) "Measuring the effect of cost variation of industrial output", *Journal of Regional Science*, 28(4), pp. 563-578.

- Liew, C.K., Liew, C.,H., (1992) “Why Are Japanese Industries Immune to Devaluation of the Dollar?”, *Economic System Research*, 4(2), pp. 189-200.
- Liew, C.K., Liew, C.,H., (1992) A comparative study of 'multiproduct' vs 'single-product' household interactive variable input-output models, *Regional Science and Urban Economics*, 22(2), pp. 285-290.
- Los, B., Timmer, M. P., de Vries, G. J. (2015) “How Global are Global Value Chains? A New Approach to Measure International Fragmentation”, *Journal of Regional Science*, 55(1), pp. 66–92.
- Mera, K., (1973) “Regional production functions and social overhead capital: an analysis of the Japanese case”, *Regional and Urban Economics*, 3(2), pp. 157–186.
- Miller, R. E., Blair, P. D. (2009) *Input–Output Analysis: Foundations and Extensions*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Moses, L. N. (1955), “The stability of interregional trade pattern and input-output analysis”, *American Economic Review*, 45(5), pp. 803-832.
- Nadiri, I. M., Mamuneas, T.P., (1996) “Constitution of Highway Capital to Industry and National Productivity Groups”, *Report Prepared for FHWA*, Office of Policy Development, Washington, D.C.
- Miller, M. H, Spencer, J. E., (1977), “The static economic effects of the UK joining the EEC: a general equilibrium approach”, *Review of Economic Studies*, 44(1), pp. 71-93.
- Oosterhaven, J., Knaap, T. (2003) “Spatial Economic Impacts of Transport Infrastructure Investments”, in Pearman, A., Mackie, P., Nellthorp, J. (eds) *Transport Projects, Programmes and Policies: Evaluation Needs and Capabilities*, Ashgate, Farnham.
- Roson, R. (1991) “The adjustment of interregional input-output coefficients under heterogeneous price sensitivity”, *The Annals of Regional Science Review*, 25(2), pp. 101-114.
- Samuelson, P. A. (1954) “The Transfer Problem and Transport Costs, II: Analysis of Effects of Trade Impediments”, *The Economic Journal*, 64(254), pp. 264–289.
- Spencer, J. E. (1988) “Computable general equilibrium, trade, factor mobility and the regions”, In Harrigan, F., McGregor, P., (eds), *Recent advances in regional economic modelling*, Pion, London.
- Streicher, G., Stehrer, R. (2015) “Whither Panama? Constructing a consistent and balanced World SUT system including international trade and transport margins”, *Economic Systems Research*, 27(2), pp. 213-237.
- Tavasszy, L., Thissen, M., Muskens, J., Oosterhaven J. (2002) “Pitfalls and solutions in the application of spatial computable general equilibrium models for transport appraisal”, *ERSA conference papers*, European Regional Science Association.
- Timmer, M. P., Los, B., Stehrer, R., de Vries, G. J. (2013) “Fragmentation, Incomes and Jobs. An Analysis of European Competitiveness,” *Economic Policy*, 28(76), pp. 613–61.
- Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B. Stehrer, R., de Vries, G. J. (2015) “An Illustrated User Guide to the World Input–Output Database: the Case of Global Automotive Production”, *Review of International Economics*, 23(3), pp. 575-605.
- Trefler, D., Zhu, S. C. (2010) “The Structure of Factor Content Predictions,” *Journal of International Economics*, 82(2), pp. 195–207.
- Wang, Z., Wei, S.-J., Zhu, K. (2013) “Quantifying International Production Sharing at the Bilateral and Sector Levels,” *NBER working paper 19677*, Cambridge, Mass.

Appendice

Ogni prodotto realizzato nel settore j -esimo del paese r è ottenuto combinando beni intermedi, lavoro e capitale mediante una funzione di produzione omogenea del tipo CES:

$$(x_j^r)^{-\rho_j^r} = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}^{sr} (x_{ij}^{sr})^{-\rho_j^r} + \gamma_j^r (L_j^r)^{-\rho_j^r} + \delta_j^r (K_j^r)^{-\rho_j^r} \quad (A.1)$$

che soddisfa la condizione di omogeneità:

$$\sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}^{sr} + \gamma_j^r + \delta_j^r = 1 \quad (A.2)$$

con:

x_j^r quantità dell' j -esimo output prodotto nella nazione r ,
 x_{ij}^{sr} quantità dell' i -esimo bene intermedio prodotto nella nazione s ed acquisito dall'industria j localizzata nella nazione r ,
 L_j^r servizi da lavoro utilizzati dall'industria j della nazione r ,
 K_j^r servizi da capitale utilizzati dall'industria j della nazione r ,

ed in cui si è fatto uso dell'ipotesi di Armington per differenziare i beni prodotti nei diversi paesi. Queste ipotesi ci permettono di impostare il problema di massimo per ogni settore:

$$\text{Max}_{x_j^r} \quad \Pi_j^r = p_j^r x_j^r - \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n p_{ij}^{sr} x_{ij}^{sr} - \omega_j^r L_j^r - v_j^r K_j^r \quad (A.3)$$

$$\text{c.v.} \quad x_j^r = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ij}^{sr} + \sum_{s=1}^m f_j^{rs} \quad j = 1, \dots, n; \quad r = 1, \dots, m \quad (A.4)$$

dove:

p_j^r è il prezzo dell' j -esimo output prodotto nella nazione r ,
 p_{ij}^{sr} è il prezzo dell' i -esimo output prodotto in s e comprato dal settore j della nazione r ,
 ω_j^r è il salario unitario pagato dal settore j della nazione r ,
 v_j^r è il costo per unità di capitale pagato dal settore j della nazione r ,
 f_j^{rs} è la domanda finale dell' j -esimo bene prodotto in r e comprato dalla nazione s .

La soluzione del modello è data dalla domanda di beni intermedi e fattori produttivi che, per il j -esimo settore produttivo del paese r , è:

$$x_{ij}^{sr} = \left(\alpha_{ij}^{sr} \frac{p_j^r}{p_{ij}^{sr}} \right)^{\sigma_j^r} x_j^r \quad (A.5)$$

$$L_j^r = \left(\gamma_j^r \frac{p_j^r}{\omega_j^r} \right)^{\sigma_j^r} x_j^r \quad (A.6)$$

$$K_j^r = \left(\delta_j^r \frac{p_j^r}{v_j^r} \right)^{\sigma_j^r} x_j^r \quad (A.7)$$

ove $\sigma_j^r = (1 + \rho_j^r)^{-1}$ è l'elasticità di sostituzione. Alle domande di beni intermedi, capitale e lavoro dobbiamo aggiungere il sistema delle funzioni d'offerta:

$$(p_j^r)^{\lambda_j^r} = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n (\alpha_{ij}^{sr})^{\sigma_j^r} (p_{ij}^{sr})^{\lambda_j^r} + (\omega_j^r)^{\sigma_j^r} (L_j^r)^{\lambda_j^r} + (v_j^r)^{\sigma_j^r} (K_j^r)^{\lambda_j^r} \quad (A.8)$$

con $\lambda_j^r = \rho_j^r / (1 + \rho_j^r) = 1 - \sigma_j^r$. Ipotizziamo inoltre che non vi sia nessuna discriminazione di prezzo nei mercati nazionali, per cui si paga lo stesso ammontare per ogni unità del bene i -esimo e vale la:

$$p_{ij}^{sr} = p_i^r \quad j = 1, \dots, n, \quad s = 1, \dots, m. \quad (A.9)$$

Inoltre, seguendo Liew-Liew (1984a, 1984b), assumiamo che il costo di trasporto unitario del bene i -esimo dal paese s a quello r , che indichiamo con η_i^{sr} , sia una quota di quello in s :

$$\eta_i^{sr} = \mu_i^{sr} p_i^s. \quad (A.10)$$

In questo contesto, il prezzo d'acquisto d'equilibrio è dato dalla:

$$p_{ij}^{sr} = p_i^s + \eta_i^{sr} = (1 + \mu_i^{sr}) p_i^s = c_i^{sr} p_i^s \quad i, j = 1, \dots, n; \quad r, s = 1, \dots, m \quad (A.11)$$

dove $c_i^{sr} > 1$ può essere definito come il costo del fattore trasporto. Questo modo di procedere può essere criticato per le ipotesi alquanto restrittive sulla forma funzionale adottata, sulla forma di mercato e sulle modalità di fissazione del prezzo del trasporto. Tuttavia, questo approccio ha il notevole vantaggio di restringere il numero delle variabili endogene da $(nm)^2$ a sole nm e quello di mantenere la forma lineare *à la* Johansen. Infatti, il sistema dei prezzi può essere riscritto come:

$$(p_j^r)^{\lambda_j^r} = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n (\alpha_{ij}^{sr})^{\sigma_j^r} (c_i^{sr} p_i^s)^{\lambda_j^r} + (\gamma_j^r)^{\sigma_j^r} (\omega_j^r)^{\lambda_j^r} + (\delta_j^r)^{\sigma_j^r} (v_j^r)^{\lambda_j^r} \quad (A.12)$$

ed espresso in forma compatta:

$$\mathbf{p}^\lambda = \mathbf{H} \mathbf{p}^\lambda + \hat{\boldsymbol{\gamma}} \boldsymbol{\omega} + \hat{\boldsymbol{\delta}} \mathbf{v} \quad (A.13)$$

dove \mathbf{p}^λ è un vettore con nm componenti date da $(p_j^r)^{\lambda_j}$, \mathbf{H} è una matrice di dimensione (nm, nm) composta da $(\alpha_{ij}^{sr})^{\sigma_j^r} (c_i^{sr})^{\lambda_j^r}$, $\hat{\boldsymbol{\gamma}}$ e $\hat{\boldsymbol{\delta}}$ sono matrici diagonali con parametri $(\gamma_j^r)^{\sigma_j^r}, (\delta_j^r)^{\sigma_j^r}$ sulla diagonale principale. Se $(\mathbf{I} - \mathbf{H})$ è invertibile il sistema dei prezzi (A.13) può essere calcolato opportunamente, anche se non è possibile discernere facilmente gli effetti di una variazione dei costi di trasporto insiti in \mathbf{H} . Il sistema (A.13) risulta molto più semplice da calcolare se ipotizziamo che le funzioni di produzione di tutti i settori di tutti i paesi siano caratterizzati dalla stessa elasticità di sostituzione $\sigma = (1 + \rho_j^r)^{-1} \forall i, r$, come ipotizzato da Roson (1991). In questo caso è opportuno riparametrizzare il modello con $\alpha_{ij}^{sr} = (\tilde{\alpha}_{ij}^{sr})^{-\rho}$, $\gamma_j^r = (\tilde{\gamma}_j^r)^{-\rho}$, $\delta_j^r = (\tilde{\delta}_j^r)^{-\rho}$ in modo tale da poter riscrivere le equazioni dei prezzi:

$$(p_j^r)^\lambda = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \left(\frac{c_i^{sr} p_i^s}{\tilde{\alpha}_{ij}^{sr}} \right)^\lambda + \left(\frac{\omega_j^r}{\tilde{\gamma}} \right)^\lambda + \left(\frac{v_j^r}{\tilde{\delta}} \right)^\lambda, \quad (\text{A.14})$$

la cui soluzione è immediata nel caso di funzioni di produzione Cobb-Douglas con elasticità di sostituzione unitaria ($\sigma \rightarrow 1, \lambda \rightarrow 0$):

$$\ln p_j^r = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}^{sr} \ln(c_i^{sr} p_i^s) + \gamma_j^r \ln \omega_j^r + \delta_j^r \ln v_j^r, \quad (\text{A.15})$$

che può essere espresso in forma lineare:

$$\ln \mathbf{p} = (\mathbf{I} - \mathbf{S})^{-1} (\mathbf{W} \ln \mathbf{c} + \hat{\boldsymbol{\gamma}} \ln \boldsymbol{\omega} + \hat{\boldsymbol{\delta}} \ln \mathbf{v}) \quad (\text{A.16})$$

con

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} \alpha^{11} & \dots & \alpha^{m1} \\ \vdots & \alpha^{sr} & \vdots \\ \alpha^{1m} & \dots & \alpha^{mm} \end{bmatrix}; \quad \alpha^{sr} = \begin{bmatrix} \alpha_{11}^{sr} & \dots & \alpha_{n1}^{sr} \\ \vdots & \alpha_{ij}^{sr} & \vdots \\ \alpha_{1n}^{sr} & \dots & \alpha_{nn}^{sr} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} \mathbf{W}^1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \mathbf{W}^m \end{bmatrix}; \quad \mathbf{W}^r = \begin{bmatrix} \alpha_{11}^{1r} & \dots & \alpha_{n1}^{1r} \dots \alpha_{11}^{mr} & \dots & \alpha_{n1}^{mr} \\ \vdots & & \vdots & \dots & \vdots \\ \alpha_{1n}^{1r} & \dots & \alpha_{nn}^{1r} \dots \alpha_{1n}^{mr} & \dots & \alpha_{nn}^{mr} \end{bmatrix}$$

ove \mathbf{S} è una matrice di dimensione $(nm \times nm)$ costituita a blocchi di α^{sr} . Analogamente \mathbf{W} è una matrice di dimensione $(nm \times nm^2)$ a blocchi di \mathbf{W}^r lungo la diagonale principale. Inoltre, $(\mathbf{I} - \mathbf{S})^{-1} \hat{\boldsymbol{\gamma}}$ è la matrice (diagonale) delle elasticità dei prezzi rispetto al costo del lavoro e $(\mathbf{I} - \mathbf{S})^{-1} \hat{\boldsymbol{\delta}}$ del capitale. Poiché $\ln \mathbf{c}$ misura la variazione percentuale dei prezzi del costo del trasporto dei (n) beni tra gli (m) paesi è evidente che il prodotto $(\mathbf{I} - \mathbf{S})^{-1} \mathbf{W}$ è la matrice delle elasticità dei prezzi rispetto al costo del trasporto. Il sistema lineare con funzioni di produzione Cobb-Douglas è stato introdotto da Johansen (1960) ed è stato applicato al sistema dei trasporti multiregionale da Liew e Liew, (1984a, 1984b). In realtà, seguendo Roson (1991), possiamo utilizzare la (A.13) per valutare l'effetto di una variazione del margine del trasporto poiché:

$$d(p_j^r)^\lambda = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \left(\frac{c_i^{sr}}{\bar{\alpha}_{ij}^{sr}} \right)^\lambda d(p_i^s)^\lambda + \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \left(\frac{p_i^s}{\bar{\alpha}_{ij}^{sr}} \right)^\lambda \frac{d(c_i^{sr})^\lambda}{(c_i^{sr})^\lambda}. \quad (A.17)$$

Se facciamo uso delle condizioni relative al semplice unitario, ovvero $p_j^r = 1, \forall i, j$, adottato nella calibrazione relativa all'anno base abbiamo che le quote del prodotto nell'anno base sono pari a $\bar{\alpha}_{ij}^{sr} = (c_i^{sr})^\sigma (\bar{\alpha}_{ij}^{sr})^\lambda$, per cui:

$$d(p_j^r)^\lambda = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \bar{\alpha}_{ij}^{sr} c_i^{sr} d(p_i^s)^\lambda + \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \bar{\alpha}_{ij}^{sr} c_i^{sr} \frac{d(c_i^{sr})^\lambda}{(c_i^{sr})^\lambda},$$

e quindi

$$\ln p_j^r = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \bar{\alpha}_{ij}^{sr} c_i^{sr} \ln(p_i^s) + \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n \bar{\alpha}_{ij}^{sr} c_i^{sr} \ln(c_i^{sr}), \quad (A.18)$$

visto che $dp^\lambda = dp^\lambda/p^\lambda = d \ln p^\lambda = \lambda d \ln p$ e $dc^\lambda/c^\lambda = \lambda d \ln c$ ed è possibile eliminare il parametro relativo all'elasticità. In conclusione vale il sistema lineare:

$$\ln \mathbf{p} = (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{S}})^{-1} \bar{\mathbf{W}} \ln \mathbf{c} \quad (A.19)$$

con

$$\bar{\mathbf{S}} = \begin{bmatrix} \bar{\alpha}_c^{11} & \dots & \bar{\alpha}_c^{m1} \\ \vdots & \bar{\alpha}_c^{sr} & \vdots \\ \bar{\alpha}_c^{1m} & \dots & \bar{\alpha}_c^{mm} \end{bmatrix}; \quad \bar{\alpha}_c^{sr} = \begin{bmatrix} \bar{\alpha}_{11}^{sr} c_1^{sr} & \dots & \bar{\alpha}_{n1}^{sr} c_n^{sr} \\ \vdots & \bar{\alpha}_{ij}^{sr} c_i^{sr} & \vdots \\ \bar{\alpha}_{1n}^{sr} c_1^{sr} & \dots & \bar{\alpha}_{nn}^{sr} c_n^{sr} \end{bmatrix};$$

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} \mathbf{W}^1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \mathbf{W}^m \end{bmatrix}; \quad \mathbf{W}^r = \begin{bmatrix} \bar{\alpha}_{11}^{1r} c_1^{1r} & \dots & \bar{\alpha}_{n1}^{1r} c_n^{1r} & \dots & \bar{\alpha}_{11}^{mr} c_1^{mr} & \dots & \bar{\alpha}_{n1}^{mr} c_n^{mr} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \bar{\alpha}_{1n}^{1r} c_n^{1r} & \dots & \bar{\alpha}_{nn}^{1r} c_n^{1r} & \dots & \bar{\alpha}_{1n}^{mr} c_n^{mr} & \dots & \bar{\alpha}_{nn}^{mr} c_n^{mr} \end{bmatrix}.$$

In questo modo, avendo determinato i costi del trasporto iniziale, possiamo vedere gli effetti di una loro successiva variazione. Roson suggerisce che “*it may be reasonable to approximate $\bar{\alpha}_{ij}^{sr} c_i^{sr}$ parameters simply by ordinary input output coefficients estimated by a base-year table. This in order to avoid the estimation of all the transport margins, which can be expensive*” (Roson, 1991, p. 113). Ad ogni modo, avendo determinato la variazione dei prezzi è immediato calcolare quella delle quantità. Queste sono date dalla domanda, in quanto valgono i vincoli di bilancio dei singoli mercati:

$$x_j^r = \sum_{s=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ij}^{sr} + \sum_{s=1}^m f_j^{rs} \quad j = 1, \dots, n; \quad r = 1, \dots, m \quad (A.20)$$

dove il prodotto dell' i -esimo settore della nazione s deve essere pari alla domanda totale data dalla somma di quella intermedia e finale proveniente da tutti i paesi. Il nostro modello non è di equilibrio economico generale e mantiene esogena la domanda finale. Il motivo di questa scelta è già stato spiegato nell'introduzione, in quanto in questa sede vogliamo studiare nel dettaglio i meccanismi di propagazione dei prezzi dal lato dell'offerta. A questo punto non seguiamo l'impostazione di Liew-Liew (1984a, 1984b)

che utilizzano l'ipotesi di Moses (1955) per semplificare l'analisi dei *trade coefficients*, in quanto in questo modo si impongono delle restrizioni non accettabili (Gregori, 2000). È piuttosto preferibile utilizzare l'impostazione tradizionale:

$$\mathbf{x} = \mathbf{Ax} + \mathbf{f} \quad (\text{A.21})$$

ove \mathbf{A} è la matrice dei coefficienti tecnici che dipendono dai prezzi e \mathbf{f} è il vettore della domanda finale. La soluzione della (A.21) è quella usuale leonteviana:

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{f} \quad (\text{A.22})$$

che può essere utilizzata per ottenere la variazione della produzione:

$$d\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}d\mathbf{f} + (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}d(\mathbf{A})\mathbf{x}, \quad (\text{A.23})$$

da cui si derivano gli effetti di sostituzione tecnica e spaziale. Se ci soffermiamo solo sulla variazione indotta dal cambiamento del costo del trasporto il primo addendo della (A.23) è nullo, mentre la variazione dei coefficienti della matrice del secondo sono dati da:

$$\partial \ln a_{ij}^{sr} = \sigma (\partial \ln p_j^r - \partial \ln c_i^{sr} - \partial \ln p_i^s) \quad (\text{A.24})$$

con funzioni di produzione CES ad elasticità comune, ovvero:

$$a_{ij}^{sr} = \left[\frac{(\alpha_{ij}^{sr})^{\frac{1}{\sigma}} p_j^r}{c_i^{sr} p_j^s} \right]^{\sigma} \quad (\text{A.25})$$

che, nel caso di funzioni Cobb-Douglas, si riduce a:

$$a_{ij}^{sr} = \frac{\alpha_{ij}^{sr} p_j^r}{c_i^{sr} p_j^s}. \quad (\text{A.26})$$

Acknowledgements

Desidero ringraziare per i loro preziosi commenti e suggerimenti Romeo Danielis, Elena Maggi, Lucia Rotaris ed i partecipanti alla sessione alla sessione in *Transport and Logistics Economics* della 56-esima Conferenza Nazionale della Società Italiana degli Economisti nonché i referee. Naturalmente vale l'usuale *caveat*.