

**IL TRASPORTO MERCI A LUNGA PERCORRENZA IN SICILIA, QUALE ASSETTO PER IL FUTURO? UN'ANALISI
EMPIRICA SUL POSSIBILE SVILUPPO DEL TRASPORTO COMBINATO “STRADA – MARE”**

Fabio CARLUCCI¹ e Andrea CIRÀ².

1 Dipartimento Scienze Economiche e Statistiche, Università degli Studi di Salerno, Via Ponte Don Melillo,
84084 Fisciano (SA), fearlucci@unisa.it

2 Dipartimento Scienze Economiche Finanziarie e Aziendali, Università degli Studi di Palermo, viale delle
Scienze, 90128 Palermo, cira@economia.unipa.it

Introduzione

Il presente studio mira ad analizzare, nell’ambito dell’autotrasporto di merci, la possibilità di incentivare il ricorso al trasporto combinato strada-mare sulle rotte nazionali attestate sui porti della Sicilia.

Tale argomento risulta essere di particolare attualità, parecchi studi prodotti dalla Unione Europea hanno analizzato tale problema (http://europa.eu.int/comm/transport/index_it.html) e di recente è stato approvato dalla regione Siciliana un provvedimento di legge volto ad incentivare il passaggio dalla strada al mare del trasporto delle merci.

Gli obiettivi del presente lavoro saranno:

- analizzare i flussi di traffico merci generati ed attratti dalla Sicilia;
- esaminare la distribuzione della movimentazione delle merci tra la Sicilia e il resto d’Italia per singola modalità di trasporto;
- determinare le relazioni tra l’andamento dei dati di traffico e l’evoluzione del sistema economico produttivo della Sicilia negli ultimi anni;
- stabilire se è possibile incrementare l’utilizzo e l’efficienza del vettore marittimo per quelle merci che, allo stato attuale, sono trasportate esclusivamente su mezzi gommati.

Dal 1850 – data approssimativa dell’affermazione della nave a vapore e della ferrovia – un’incessante rivoluzione dei trasporti ha permesso di ridurre le distanze in termini di tempi di percorrenza. All’interno dei processi di industrializzazione, l’evoluzione delle tecniche di trasporto ha ricoperto un ruolo rilevante, cosicché oggi i trasporti assumono un’importanza strategica per lo sviluppo socio-economico del territorio. La teoria economica ha dedicato parecchia attenzione allo studio delle relazioni trasporti-territorio. Marx nella seconda metà del 1800 osservava che i trasporti erano un formidabile strumento per accelerare la rotazione del

capitale; Krugman nel 1986, considerava i trasporti come elemento essenziale nel “*modello della concentrazione geografica dell’industria*”.

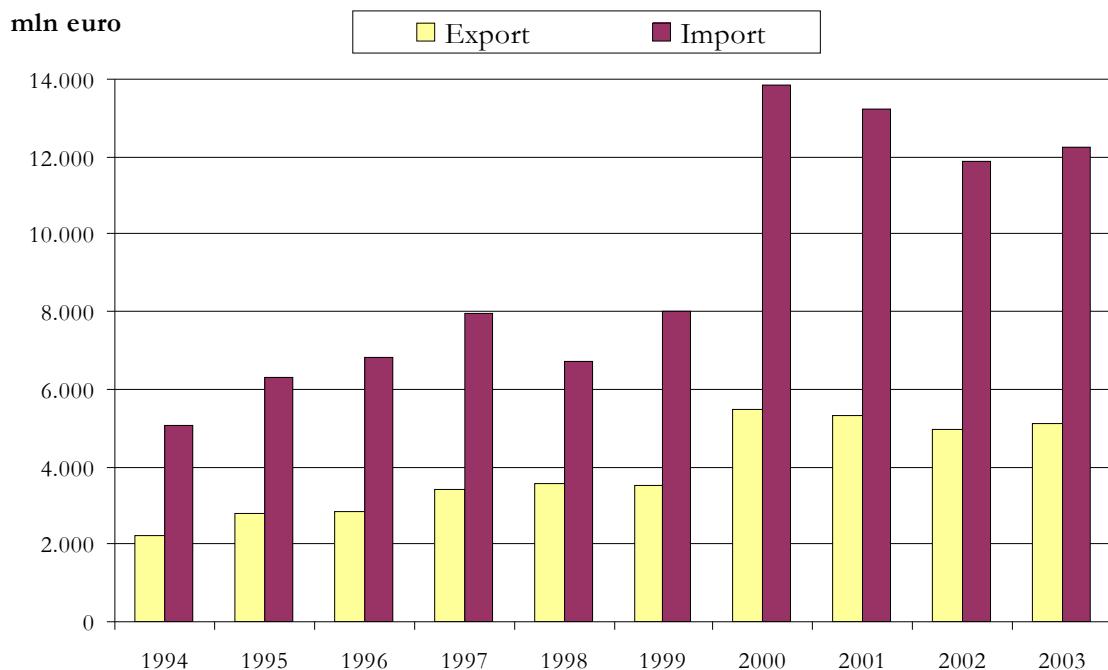
In passato, in presenza di arretratezza dei trasporti, la geografia dell’industria ha seguito quella dell’agricoltura: cioè le industrie si sono collocate dove il mercato era più largo e quindi il mercato si è allargato laddove si sono collocate le industrie. Oggi l’evoluzione dei trasporti costituisce la base, l’elemento trainante, della globalizzazione dei mercati. Le industrie tendono a delocalizzarsi. La concorrenza non è più un fatto locale, ma coinvolge prodotti e servizi di tutto il mondo. Bassi costi e sviluppo dell’efficienza nella movimentazione delle merci rendono possibile tutto ciò. Il dato geografico più caratteristico della comunità economica mondiale è la riduzione degli effetti delle distanze geografiche, non ancora un’abolizione dello spazio fisico ma certamente una marginalizzazione dei limiti che questo ha sinora imposto allo scambio, alla circolazione, alla mobilità. I trasporti, attività non localizzata per eccellenza, hanno ruolo di primo piano nello scambio materiale generalizzato che è il presupposto di questa nascente società mondiale consumistica e iperinformata. Mettendo in rapida relazione produttori e consumatori lontani, attività disparate e variamente dislocate, comunità umane insediate in ambienti diversi, si è realizzata un’impresa di proporzioni titaniche, secondo ritmi e modi che rappresenterebbero, se non fossero a noi ormai troppo familiari, quanto di più stupefacente si sia realizzato nella storia degli ultimi decenni.

In questo contesto, un ruolo di protagonista è stato svolto, e continuerà ad essere svolto, dal trasporto marittimo. La rivoluzione dei trasporti marittimi (navi sempre più grandi, container) ha reso possibile ed economicamente vantaggioso lo spostamento di enormi quantità di materie prime e di prodotti agricoli su distanze di migliaia di chilometri. Il forte sviluppo dei traffici marittimi provenienti dall’Estremo Oriente registrato negli anni ’90 dimostra come il trasporto via mare consenta di collegare località del mondo parecchio distanti fra di loro, risultando inoltre molto competitivo in termini di costo rispetto alle altre modalità di trasporto.

Mobilità complessiva delle merci in sicilia

La figura 2.1 riporta l’andamento dell’import-export della Sicilia dal 1994 al 2003.

Fig. 2.1 – Interscambio commerciale della Sicilia dal 1994 al 2003



Fonte: Ministero delle Attività Produttive - elaborazioni su dati ISTAT.

Il saldo commerciale è stato sempre negativo. Questo dato è strettamente legato al commercio dei prodotti petroliferi (il cui saldo commerciale è sempre stato negativo) e al fenomeno dei carichi di ritorno a vuoto cui sono gravate le aziende di autotrasporto. Il 70% delle merci in ingresso ed in uscita dalla Sicilia (come verrà spiegato successivamente) viene infatti trasportato su mezzi gommati e, secondo uno studio della Regione Siciliana (2003), circa il 60% delle imprese è gravato da viaggi a vuoto per quote superiori al 50% del totale dei viaggi. I flussi di carico sono complessivamente sbilanciati a favore degli arrivi, infatti il rapporto fra partenze e arrivi è di 0,74. Questo significa che ad ogni quattro unità di merce in arrivo corrispondono solo tre unità di merci in partenza, con conseguenti ripercussioni sul saldo commerciale della regione, oltre che sui costi totali del servizio di trasporto.

Osservando i dati della tab. 2.1 è possibile notare come la regione abbia risentito della crisi sui mercati internazionali nel biennio 2001-2002. Le esportazioni hanno subito una flessione di 9,4 punti percentuali, le importazioni sono scese del 14,2%.

Tab. 2.1 – Import-export della Sicilia dal 1994 al 2003

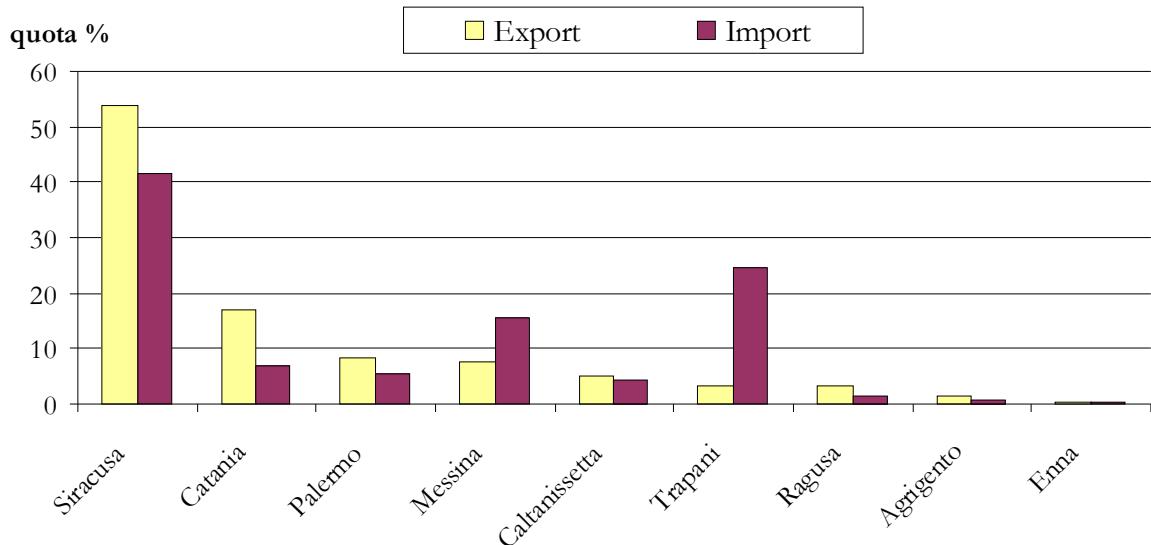
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Import (mln euro)	5.068	6.315	6.822	7.965	6.733	8.009	13.836	13.213	11.866	12.237
variazione %	7,0	24,6	8,0	16,8	-15,5	19,0	72,8	-4,5	-10,2	3,1
% su import Italia	3,6	3,6	4,1	4,3	3,4	3,9	5,4	5,0	4,5	4,8
Export (mln euro)	2.213	2.786	2.856	3.418	3.567	3.502	5.480	5.313	4.964	5.096
variazione %	19,0	25,9	2,5	19,7	4,4	-1,8	56,5	-3,0	-6,6	2,7
% su export Italia	1,4	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6	2,1	1,9	1,8	2,0

Fonte: Elaborazioni su dati ISTAT.

Nel complesso, dal 1994 al 2003, la Sicilia ha visto incrementare la quota dei propri traffici sul totale nazionale, aumentando dello 0,6% la quota delle esportazioni e del 1,2% la quota delle importazioni.

Analizzando il contributo dato da ogni provincia nei movimenti di merce in entrata ed uscita dalla Sicilia nel 2003 (fig. 2.2), risulta che Siracusa è la provincia che incide maggiormente nell'import-export della regione, seguita da Catania e Palermo nelle esportazioni e da Trapani e Messina nelle importazioni.

Fig. 2.2 – Composizione percentuale dell'import-export della Sicilia nel 2003 suddiviso per provincia



Fonte: Elaborazioni su dati ISTAT.

Dal dettaglio dei prodotti movimentati, emerge che sono soprattutto i prodotti petroliferi ad incidere sulla bilancia commerciale siciliana (rappresentano l'80% delle importazioni ed il 56% delle esportazioni). Questo dato spiega come Siracusa, provincia ricca di industrie e porti adibiti alla lavorazione e trasporto dei prodotti energetici, possa detenere una consistente quota delle importazioni ed esportazioni della regione.

I dati riportati nella tab. 2.2 indicano che la Sicilia è specializzata nella raffinazione dei prodotti petroliferi. Infatti, specialmente nelle province di Messina, Caltanissetta e Siracusa, risultano grossi traffici in entrata di prodotti greggi e in uscita di prodotti raffinati.

Tab. 2.2 – Principali prodotti trasportati dalle province siciliane nel periodo gennaio-febbraio 2004

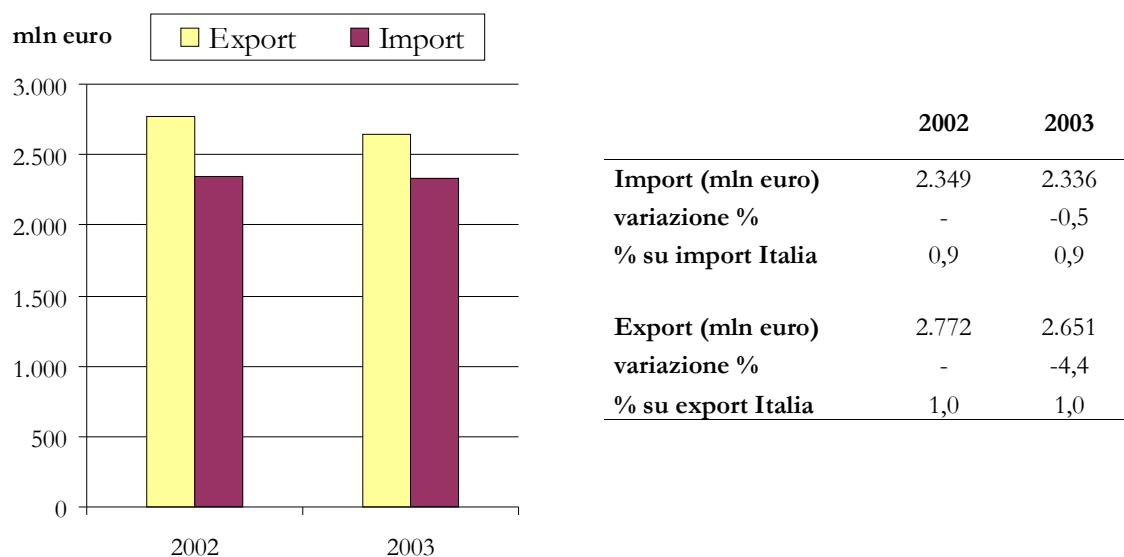
Provincia	Prodotto importato	mln euro	peso %	Prodotto esportato	mln euro	peso %
Trapani	Petrolio greggio e gas naturale	1373,4	95,3	Bevande	17,0	20,5
Palermo	Navi e imbarcazioni	313,7	53,4	Autoveicoli	106,2	54,3
Messina	Petrolio greggio e gas naturale	806,0	84,7	Prodotti petroliferi raffinati	176,3	54,9
Agrigento	Carni	7,8	18,2	Bevande	8,3	41,6
Caltanissetta	Petrolio greggio e gas naturale	150,4	52,3	Prodotti petroliferi raffinati	60,2	53,9
Enna	Carni	3,8	26,1	Articoli sportivi	3,9	38,7
Catania	Prodotti della siderurgia	37,6	8,1	Componenti elettronici	221,2	47,5
Ragusa	Prodotti agricoli	10,1	15,9	Prodotti agricoli	45,3	54,3
Siracusa	Petrolio greggio e gas naturale	2491,0	88,0	Prodotti petroliferi raffinati	1043,5	78,7

Fonte: elaborazioni su dati ISTAT.

Analisi al netto dei prodotti petroliferi

L'analisi al netto dei prodotti petroliferi conduce a risultati molto diversi da quelli finora ottenuti. Il saldo commerciale della Sicilia relativo agli anni 2002-2003 diventa infatti positivo (fig. 2.3).

Fig. 2.3 – Interscambio commerciale della Sicilia nel 2002 e nel 2003 al netto dei prodotti petroliferi



Fonte: Elaborazioni su dati ISTAT.

La quota dei traffici della regione sul totale nazionale diminuisce sensibilmente: nel 2003 le importazioni della Sicilia passano dal 4,8% allo 0,9% delle importazioni italiane, le esportazioni scendono dal 2% al 1%. I dati in milioni di euro della tab. 2.2 indicano che, non considerando i prodotti petroliferi, le province che più contribuiscono al commercio della Sicilia sono Catania per le esportazioni (componenti elettronici), Palermo per le importazioni (navi e imbarcazioni).

Modalità di trasporto

In Italia il trasporto su ferrovia riveste un ruolo marginale nella movimentazione delle merci. I dati ISTAT (tab. 2.3) evidenziano che dal 1995 al 2001 il trasporto su ferrovia ha costituito poco più del 2% del trasporto totale. Quasi tutte le merci sono movimentate su strada (nel 2001 il 93,5%). Il cabotaggio ha perso parte dei propri traffici passando da una quota del 6% nel 1997 al 4,7% nel 2001. Guardando i dati della Sicilia, la situazione rimane sostanzialmente invariata per il traffico ferroviario (meno del 3%). Il cabotaggio ha invece incrementato negli anni la propria quota sul totale delle merci in ingresso ed in uscita dalla regione, passando dal 21% nel 1995 al 28,5% nel 2001.

Tab. 2.3 – Quote merci in ingresso ed in uscita secondo le varie modalità

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
FERROVIA							
Sicilia	2,6	2,5	3,2	2,9	-	2,4	2,5
Italia	2,1	2,2	2,3	2,3	-	2,3	2,1
STRADA							
Sicilia	76,6	71,9	68,1	66,8	-	70,2	69,0
Italia	93,8	92,6	92,0	92,6	-	93,3	93,5
MARE							
Sicilia	20,9	25,6	28,7	30,3	-	27,5	28,5
Italia	4,6	5,6	6,0	5,3	-	4,7	4,7

Le quote relative al 1999 non sono state calcolate poiché non sono disponibili i dati relativi al trasporto merci per ferrovia

Fonte: Annuario Statistico ISTAT.

Dati di traffico

I dati di traffico relativi al 2001 rivelano che, di un totale di 1.159.940.689 tonnellate di merce trasportate su strada a livello nazionale da veicoli di portata utile non inferiore a 3,5 t. immatricolati in Italia, la Sicilia è origine del 2,49% e destinazione del 2,57%. La tabella 2.4 indica che il 90,14% della merce partita dalla Sicilia ha come destinazione la Sicilia stessa. Solamente il 5,94% raggiunge regioni del centro-nord. Il vettore stradale è dunque utilizzato prevalentemente per trasporti infraregionali su brevi distanze.

Tab. 2.4 – Traffico merci su strada in partenza dalla Sicilia nel 2001^(a)

Origine	Destinazione			
	Sicilia	Sud (escluso Sicilia)	Nord-Centro	Italia
Sicilia (tonn.)	25.995.171	981.415	1.712.926	28.838.527
Sicilia (%)	90,14	3,40	5,94	100,00

^(a) Le quantità si riferiscono al traffico effettuato da veicoli di portata utile non inferiore a 3,5 t. immatricolati in Italia.

[Nota: nella colonna relativa all'Italia è compreso il traffico verso l'estero che rappresenta lo 0,52% del traffico in partenza dalla Sicilia].

Fonte: Elaborazioni su CNIT 2002.

Il vettore marittimo, nello stesso anno, ha complessivamente trasportato circa 444.804.000 tonnellate di merce in Italia. Incrociando i dati forniti dall'ISTAT a livello nazionale con i dati sui porti siciliani elaborati dall'Autorità Portuale di Palermo, risulta che in Sicilia, nel 2001, si sono registrati il 14,86% degli sbarchi ed il 29,96% degli imbarchi a livello nazionale (tab. 2.5).

Tab. 2.5 - Traffico merci via mare nel 2001: confronti Italia-Sicilia

	totale merce		prodotti petroliferi	
	Italia (migliaia di tonn.)	Sicilia (quota %)	Italia (migliaia di tonn.)	Sicilia (quota %)
sbarchi	318.414	14,86	171.912	24,37
imbarchi	126.390	29,96	44.791	66,27

Fonte: Elaborazioni su dati ISTAT e dati Autorità Portuale di Palermo.

Analizzando la composizione merceologica risulta che anche in Italia, come in Sicilia, i prodotti petroliferi rappresentano una grossa quota del totale delle merci movimentate (54% delle merci sbarcate e 35% delle merci imbarcate).

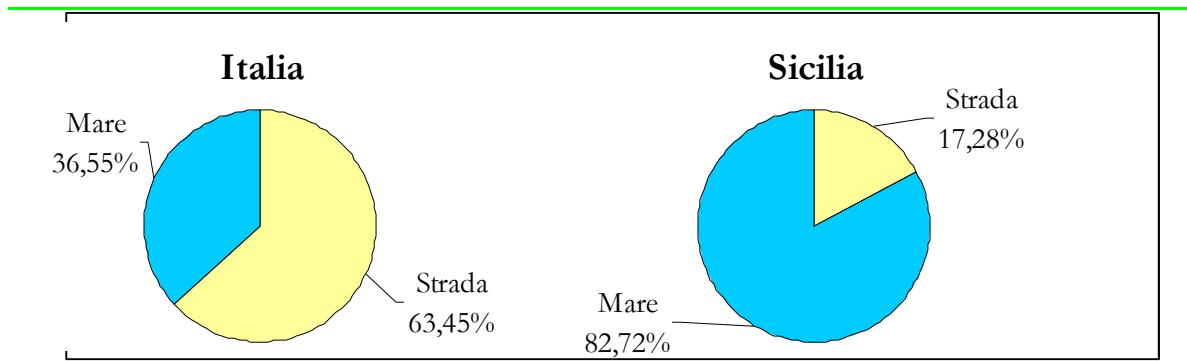
L'analisi dei dati di traffico mette in luce due caratteristiche del trasporto delle merci in Italia:

- gran parte dei traffici su strada avviene all'interno delle regioni (l'analisi vale per la Sicilia come per le restanti regioni italiane);
- buona parte delle merci trasportate via mare è costituita da prodotti petroliferi.

Al fine di ottenere un quadro chiaro sul trasporto delle merci che ha origine dalle singole regioni italiane e si dirige verso il resto del mondo, si è operata una manipolazione dei dati forniti dalle statistiche ufficiali. Cosicché, dal volume del traffico merci delle singole regioni italiane si è detratto il trasporto infraregionale e da questo si è ulteriormente sottratto il trasporto petrolifero.

Isolando queste due componenti dal traffico totale, si ottiene il traffico merci fra le singole regioni italiane ed il resto del mondo. La fig. 2.4 evidenzia che in questi traffici, per i quali il trasporto stradale e il trasporto marittimo sono effettivamente in concorrenza, si registra una distribuzione modale parecchio diversa rispetto alla distribuzione analizzata sul traffico totale.

Fig. 2.4 – Ripartizione traffici contendibili strada/mare in Italia e in Sicilia nel 2001



Fonte: Elaborazioni su CNIT 2002, ISTAT e Autorità Portuale di Palermo.

A livello nazionale infatti il trasporto strada-mare recupera circa trenta punti percentuali (passando dal 4,7% al 36,5%). Nonostante ciò, fatica ad imporsi sul tutto strada che continua a movimentare più della metà delle merci. Per quanto riguarda i traffici della Sicilia la situazione risulta invece capovolta: il trasporto marittimo interessa più dell’80% dei traffici.

In Sicilia il trasporto marittimo risulta dunque molto competitivo. Evidentemente le caratteristiche naturali della regione, unite alla numerosità delle infrastrutture portuali, rendono il trasporto combinato molto più conveniente rispetto alle altre modalità di trasporto.

Per entrare ed uscire dalla regione utilizzando solo il vettore stradale, gli autotrasportatori devono necessariamente passare lo Stretto di Messina che, ad oggi, comporta un rilevante impiego di tempo per le operazioni di traghettamento.

Dunque, per tratte inferiori ai 500 km, per le quali il trasporto marittimo non risulta competitivo, le merci vengono movimentate prevalentemente su strada. Per raggiungere invece le regioni del Centro e del Nord Italia i trasportatori ricorrono soprattutto al combinato strada-mare.

Un’analisi econometrica della domanda di trasporto marittimo in Sicilia

Nel corso delle sezioni precedenti è stato analizzato il traffico delle merci generato dalla Sicilia, evidenziandone l’evoluzione nel corso degli ultimi anni e mettendo in luce il quadro economico delineatosi all’interno della regione.

Lo sviluppo più recente della letteratura nel campo della Public Choice cerca di formalizzare, combinare ed applicare le teorie formulate così da giustificarle anche empiricamente.

Per indagare sulle cause del trasporto merci si utilizzano modelli in cui la variabile legata all'entità del traffico merci appare come una variabile endogena spiegata da una combinazione di altre variabili macroeconomiche.

Lo studio presentato in questa sezione si propone di individuare e misurare le determinanti del trasporto merci nei porti della Sicilia, evidenziando eventuali legami con i fattori enfatizzati nella letteratura economica.

A questo fine si utilizza un approccio empirico basato sulla stima di una equazione in forma ridotta con osservazioni sia nello spazio che nel tempo, in cui la variabile dipendente è l'entità dei traffici nei porti, mentre tra le variabili indipendenti si ritrovano opportuni indicatori che catturano le principali determinanti economiche della regione.

Il ricorso ad un'analisi congiunta di dati facenti riferimento ad osservazioni sia spaziali che temporali impone il ricorso ad una metodologia econometrica nota con il nome di **Panel Data**.

L'analisi basata sui Panel Data rappresenta il campo più attivo ed innovativo della letteratura econometrica; essa, infatti, costituisce un ambiente favorevole per lo sviluppo delle più moderne tecniche di stima. In altre parole, con questa nuova tecnica i ricercatori hanno potuto utilizzare dati time series e cross-section per esaminare problematiche che, altrimenti, non avrebbero potuto essere analizzate utilizzando distintamente le tecniche classiche delle serie storiche e dei cross-section.

Hsiao (1986), Klevmarken (1989) e Solon (1989), indicano, tra gli altri, due vantaggi principali derivanti da questo approccio:

1. La possibilità di analizzare gli individui (o differenti soggetti dell'analisi) per eterogeneità.

Infatti, i panel data suggeriscono che individui, aziende, Stati o regioni sono tra di loro eterogenei e che ad un'analisi condotta seguendo le regole dell'analisi sulle serie storiche o cross-section sfugge di catturare questa *eterogeneità* dei soggetti, correndo il rischio di ottenere perciò risultati distorti. L'eterogeneità che caratterizza gli individui presi in

esame, pertanto, costituisce parte integrante, spesso anche l'aspetto focale, di questo tipo di analisi.

2. I panel data sono in grado di fornire maggiori informazioni, maggiore variabilità, minore collinearità tra le variabili, maggiori gradi di libertà e maggiore efficienza. Gli studi basati sulle serie storiche sono affetti dal problema della multicollinearità. E' meno probabile che ciò si verifichi avendo a disposizione un panel che comprende i dati sezionali, poiché la dimensione spaziale (cross-section) aggiunge una elevata variabilità, con una conseguente maggiore capacità informativa dei dati. Pertanto, avendo a disposizione più dati, e quindi maggiori informazioni, si possono produrre stime dei parametri più attendibili.

In sintesi, i panel data sono caratterizzati da un minore impatto della multicollinearità. Questo fenomeno avviene quando due o più variabili indipendenti sono correlate.

Nel caso in cui la correlazione è perfetta si ha dipendenza lineare tra le variabili indipendenti e viene ad essere violato uno degli assunti classici del modello di regressione lineare. Seppure questo fenomeno è di fatto raro, la cosiddetta multicollinearità imperfetta è molto più comune e può arrecare problemi sostanziali.

Un parametro stimato ci informa sull'impatto della variabile indipendente sulla dipendente, tenendo le altre variabili indipendenti costanti. Se due variabili sono significativamente correlate in un database, quale che sia la variazione, diverrà impossibile distinguerne l'origine; in altre parole, la stima dei coefficienti del modello diviene difficile.

LA STIMA DELLA FUNZIONE DEI TRAFFICI NEI PORTI SICILIANI

La specificazione del modello prende spunto dall'ampia letteratura sulle determinanti del trasporto merci. La scelta delle variabili da inserire nel modello è fondata essenzialmente sulla base delle teorie economiche che sono state prodotte negli ultimi anni, finalizzate ad individuare le determinanti sociali ed economiche dei traffici commerciali (si veda, tra gli altri, Stopford, 1997).

Lo studio copre il periodo di tempo che va dal 1995 al 2004, per un totale di 90 osservazioni distribuite sulle nove province della Sicilia. A tal proposito è opportuno sottolineare che si è concentrata l'attenzione sul periodo di tempo successivo al 1994 per un duplice motivo:

1. in primo luogo, si è cercato di bypassare il problema dell'assenza dei dati, derivante dal fatto che per alcune variabili (reddito, consumi e numero di imprese) le fonti statistiche a cui si è attinto non fornivano dati antecedenti al 1995;
2. in secondo luogo, si è preferito focalizzare l'attenzione sugli anni successivi alla riforma del 1994 (Legge 84/94) che ha istituito le Autorità Portuali, determinando un nuovo scenario economico per i porti siciliani.

La variabile dipendente

Il primo problema da affrontare per formulare un modello econometrico è la scelta della variabile dipendente.

In questa applicazione è stato scelto il numero delle tonnellate di merci movimentate ogni anno in ciascun porto fornite dalle pubblicazioni statistiche dell'Autorità Portuale di Palermo.

Per la prima analisi di statistica descrittiva sulle correlazioni, si è scelto di creare tre differenti variabili endogene: le tonnellate di merce sbarcate in un anno, le tonnellate imbarcate, il totale delle merci sbarcate ed imbarcate. Successivamente, nel modello di regressione, si è operato solo col totale delle merci sbarcate ed imbarcate.

Sono state prese in considerazione sette province scartando la provincia di Enna (non vi è alcun porto), e la provincia di Ragusa (i dati del porto di Pozzallo, unico porto rilevante della provincia, sono disponibili per il solo anno 2004). Di conseguenza il numero di osservazioni è sceso a 70.

Le variabili endogene sono state costruite sommando i traffici relativi ai porti presenti nella stessa provincia secondo lo schema seguente:

PROVINCE	PORTI
Trapani	Castellammare del Golfo, Trapani, Marsala, Mazara del Vallo
Palermo	Palermo, Termini Imprese
Messina	Messina, Milazzo
Agrigento	Porto Empedocle, Licata
Caltanissetta	Gela
Catania	Catania, Riposto

I dati non comprendono i prodotti petroliferi in quanto l'entità di questi traffici non è collegabile ad esigenze locali. Il commercio dei prodotti energetici è strettamente collegato ad esigenze di carattere internazionale e, per questo motivo, presenta scarsi legami con l'economia interna alla regione.

L'equazione di base da stimare può essere espressa nella seguente forma lineare:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \sum_j \beta_j X_{jxit} + u_{it}$$

gli indici i , t , j si riferiscono rispettivamente a provincia, anno, variabile indipendente; α è la costante e alla stessa stregua di β è un parametro da stimare e rappresenta il valore dell'intercetta; β è il valore dei coefficienti da stimare e costituisce la stima dell'influenza che ciascuna variabile indipendente X_j ha sulla Y e, in termini geometrici, rappresenta il valore del coefficiente angolare delle retta di regressione. Obiettivo dell'analisi di regressione è, appunto, quello di ottenere le stime di α e di β . In pratica si dispone soltanto di osservazioni sulla X (le variabili esplicative che di seguito sono illustrate) e sulla Y , mentre non si dispone di alcuna osservazione riguardo alla variabile u e tanto meno si conoscono i due parametri α e β .

La natura stocastica del modello di regressione lineare implica che, per ogni valore assunto dalla variabile X , esiste un'intera distribuzione di probabilità dei valori della Y , e ciò significa che per ogni X non sarà mai possibile conoscere con certezza il valore della Y . Ciò accade per via della presenza della componente stocastica u , la quale essendo casuale conferisce il carattere di casualità anche alla Y .

Le variabili esplicative

Le variabili esplicative incluse nel modello di regressione, suggerite dall'ampia letteratura sulle determinanti del trasporto merci, sono:

- popolazione (fonte: dati ISTAT);
- reddito (fonte: dati Prometeia);
- consumi (fonte: dati Prometeia);

- valore aggiunto (fonte: dati Prometeia);
- imprese (fonte: registro *Movimprese* tratto dal sito www.Infocamere.it).

I dati Prometeia sono stati gentilmente forniti dal Servizio Statistica dell'Assessorato Regionale Bilancio e Finanze di Palermo.

Secondo quanto sostenuto dalla teoria economica il segno atteso di queste variabili dovrebbe essere positivo. Dovrebbe cioè sussistere una relazione positiva tra l'andamento dei traffici commerciali e l'evoluzione delle variabili considerate.

Per ciò che riguarda la costruzione delle variabili del modello, il valore aggiunto è stato rilevato separatamente per i tre settori economici principali (agricoltura, industria, servizi). Si è inoltre provveduto ad attuare un'operazione di relativizzazione di tutte le variabili indipendenti.

La tabella seguente riporta il significato e l'elaborazione effettuata per ogni variabile del modello.

Variabili	Definizione	Espressione	Segno atteso
Endogene			
Y_ARR	Tonellate di merci sbarcate		
Y_PART	Tonellate di merci imbarcate		
Y_AP	Tonellate di merci imbarcate e sbarcate		
Esogene			
POP	Densità di popolazione (abitanti per km ²)	$\frac{\text{Popolazione residente al 31/12 nella provincia}}{\text{Superficie della provincia (km}^2\text{)}}$	+
REDDITO	Reddito medio pro capite (€ per abitante)	$\frac{\text{Re ddito disp. per le famiglie e le ist. sociali e private della provincia (euro)}}{\text{Popolazione residente a metà anno nella provincia}}$	+
CONSUMI	Consumo medio pro capite (€ per abitante)	$\frac{\text{Spesa per consumi finali delle famiglie nella provincia (euro)}}{\text{Popolazione residente a metà anno nella provincia}}$	+
VA_AGR	€ prodotti dal settore agricolo della provincia su 1 mln di € prodotti in totale dalla Sicilia	$\frac{\text{Valore aggiunto prodotto dal settore agricolo della provincia (euro)}}{\text{Valore aggiunto prodotto complessivamente dalla Sicilia (milioni di euro)}}$	+
VA_IND	€ prodotti dal settore industriale della provincia su 1 mln di € prodotti in totale dalla Sicilia	$\frac{\text{Valore aggiunto prodotto dal settore industriale della provincia (euro)}}{\text{Valore aggiunto prodotto complessivamente dalla Sicilia (milioni di euro)}}$	+
VA_SERV	€ prodotti dal settore terziario della provincia su 1 mln di € prodotti in totale dalla Sicilia	$\frac{\text{Valore aggiunto prodotto dal settore terziario della provincia (euro)}}{\text{Valore aggiunto prodotto complessivamente dalla Sicilia (milioni di euro)}}$	+
IMPRESE	Densità delle imprese (numero di imprese per km ²)	$\frac{\text{Numero di imprese registrate al 31/12 nella provincia}}{\text{Superficie della provincia (km}^2\text{)}}$	+

Analisi di statistica descrittiva del modello

Inizialmente sono state esaminate le correlazioni fra le variabili esogene e le singole variabili endogene per l'intera Sicilia. Questa analisi è stata effettuata per cogliere eventuali legami tra l'andamento del traffico merci nei porti della Sicilia e l'evoluzione di ogni singola variabile.

Lo schema seguente riporta le correlazioni per la Sicilia intera:

	Correlazioni Y - X						
	POP	REDDITO	CONSUMI	VA_AGR	VA_IND	VA_SERV	IMPRESE
Y_ARR	0,78	0,44	0,47	0,38	0,82	0,78	0,48
Y_PAR	0,40	0,54	0,54	0,32	0,50	0,42	0,23
Y_AP	0,68	0,54	0,53	0,41	0,75	0,68	0,40

Tenuto conto che la correlazione assume valori compresi tra -1 e 1, il traffico merci in Sicilia sembra maggiormente legato all'andamento della popolazione, del settore industriale e dei servizi, in particolare per ciò che riguarda gli sbarchi (le migliori correlazioni si hanno infatti con Y_ARR). Questo fatto può essere giustificato se si considera che la Sicilia, come già è stato osservato nella seconda sezione, negli ultimi anni ha sempre presentato un bilancio commerciale negativo. L'economia siciliana è maggiormente legata alle importazioni e ciò si ripercuote positivamente sull'andamento degli sbarchi nei porti della regione.

Osservando i dati è possibile notare che il settore agricolo presenta scarsi legami con l'evoluzione dei traffici commerciali. Analizzando però la composizione merceologica dei traffici si evidenzia un consistente movimento di prodotti agricoli (rappresentano il 5% degli imbarchi e il 10% degli sbarchi se non si considerano i prodotti petroliferi). Evidentemente i dati che si hanno a disposizione, soprattutto per quel che riguarda il valore aggiunto del settore, non consentono di cogliere eventuali legami tra la produzione agricola e il trasporto merci nei porti della Sicilia.

La bassa correlazione riscontrata col numero di imprese è probabilmente dovuta al fatto che questa variabile non è una proxy attendibile del grado di industrializzazione di una provincia. Perché una provincia possa essere considerata industrializzata non basta semplicemente rilevarne il numero di imprese. Si dovrebbe prendere in considerazione anche la tipologia di imprese, il giro d'affari, la propensione al rischio, la facilità di accesso al credito e tutte quella variabili che possano fornire un quadro completo della situazione imprenditoriale nella provincia.

Analisi dei risultati del modello econometrico

Successivamente all'analisi descrittiva, è stato elaborato il modello di regressione sui panel data. Lo scopo, rispetto all'analisi precedente, è quello di determinare il legame tra l'evoluzione dei traffici e le variabili considerandone gli effetti congiunti. Questa analisi è più opportuna e precisa di quella descritta in precedenza. Il trasporto delle merci dipende infatti dall'effetto complessivo risultante dall'interazione contemporanea di tutte le variabili, non dal comportamento della singola variabile considerata indipendente dalle altre.

La funzione completa da stimare è, quindi, la seguente:

$$Y_AP = \alpha + \beta_1 POP + \beta_2 REDDITO + \beta_3 CONSUMI + \beta_4 VA_AGR + \beta_5 VA_IND + \beta_6 VA_SERV + \beta_7 IMPRESE + u$$

A questo punto occorre volgere l'attenzione al processo di inserimento delle variabili nel modello panel. Negli ultimi venti anni si è avuto un radicale cambiamento della teoria econometrica sul processo di inserimento delle variabili nel modello. Infatti, mentre un tempo l'approccio più seguito era quello di inserire le variabili esplicative una alla volta stimando i coefficienti ad ogni nuovo inserimento, oggi si è passati all'approccio opposto, nel quale si suggerisce l'inserimento di tutte le variabili esplicative ritenute importanti per la spiegazione del fenomeno e successivamente si procede all'eliminazione di quelle che non risultano significative.

Alcuni lavori pubblicati da Hendry (1995) hanno dimostrato che gli errori derivanti da specificazioni incomplete del modello, possono portare a risultati non corretti quando si aggiungono variabili in momenti successivi. La strategia più attraente risulta quindi essere quella per cui si passa dal generale al “semplice” escludendo via via le variabili che risultano meno significative.

Naturalmente anche questo procedimento non è scevro da critiche in quanto, in un modello abbastanza largo, adottando una probabilità fissa per l’errore del I° tipo (5%), è probabile che si possa erroneamente ritenere significativa qualche variabile che non lo è.

Il modello è stato processato inizialmente col metodo LSDV (modello ad effetti fissi). Le caratteristiche del modello sono quelle sotto riportate:

```
REGRESS;Lhs=Y_AP;Rhs=ONE,POP,REDDITO,CONSUMI,VA_AGR,VA_IND,VA_SERV,IMPRESE;Panel;Str=ORD$  
| Least Squares with Group Dummy Variables |  
| Ordinary least squares regression Weighting variable = none |  
| Dep. var. = Y_AP Mean= 14.55937339 , S.D.= .7490532367 |  
| Model size: Observations = 70, Parameters = 14, Deg.Fr.= 56 |  
| Residuals: Sum of squares= 3.204629318 , Std.Dev.= .23922 |
```

Il numero dei parametri da stimare ammonta a 14. Per determinare il numero dei parametri nel modello ad effetti fissi occorre non soltanto fare riferimento ai parametri legati alle variabili esogene (che ammontano a otto: sette variabili più la costante “ONE”), ma anche ai parametri associati alle sei ($N-1$) variabili dummy del modello. Questa considerazione è importante dal momento che segna una delle differenze fondamentali tra il modello ad effetti fissi e quello ad effetti random, caratteristica che, come già detto in precedenza, costituisce uno dei maggiori limiti del modello ad effetti fissi.

Dal numero dei parametri inseriti nel modello discende anche il numero dei gradi di libertà che ammonta a 56. Essi sono determinati sottraendo al numero delle osservazioni (70) il numero dei parametri stimati: pertanto, alla luce delle considerazioni fin qui fatte, si avrà che il numero dei gradi di libertà è pari a 70-14.

Nel presentare i risultati di un'analisi di regressione non si può non tenere conto che ci si trova ad operare con stime che perciò devono essere corroborate dai valori dell' R^2 , che indica il grado di accostamento dei valori sulla retta di regressione ai valori osservati e, quindi, la bontà dell'adattamento. Dall'osservazione dei risultati della regressione si evince che il modello stimato contribuisce a spiegare l'89% della variabilità della variabile dipendente (il logaritmo delle tonnellate di merci sbarcate e imbarcate); in altre parole, il modello risulta corretto statisticamente, in quanto la significatività complessiva è molto elevata (Adjusted R-squared = 0.89801).

La rilevanza del modello, inoltre, è stata testata attraverso il test- F , con 13 variabili esplicative (corrispondenti a $k-1$, cioè $8+6-1$) e 56 gradi di libertà. Il test- F è utile per “testare” il potere esplicativo di tutte le variabili complessivamente considerate all'interno del modello. L'ipotesi nulla che tutti i coefficienti del modello siano contemporaneamente zero nel caso in questione è respinta al livello di significatività dell'1% poiché il test- F risultante rientra chiaramente nell'area di rifiuto (Prob value = 0).

```
| Fit:          R-squared= .917224, Adjusted R-squared =      .89801 |
| Model test: F[ 13,      56] =     47.73,    Prob value =      .00000 |
```

Per determinare l'entità dei coefficienti delle variabili esogene bisogna individuare il modello di regressione migliore ricorrendo a due test statistici: il moltiplicatore di Lagrange e il test di Hausman. Il primo effettua un confronto tra il modello classico (OLS) e i modelli a effetti fissi (FEM) e variabili (REM).

```
| Lagrange Multiplier Test vs. Model (3) =      3.86 |
| ( 1 df, prob value = .049570)           |
| (High values of LM favor FEM/REM over CR model.) |
| Fixed vs. Random Effects (Hausman)      =     8.59 |
| ( 7 df, prob value = 1.000000)           |
| (High (low) values of H favor FEM (REM).) |
```

Il p -value del moltiplicatore di Lagrange è inferiore a 0,05 per cui vengono preferiti i modelli FEM e REM. Il test di Hausman presenta un p -value superiore a 0,05: il modello migliore risulta essere quello ad effetti variabili. I risultati sono i seguenti:

	Variable	Coefficient	Standard Error	b/St.Er.	P[Z >z]	Mean of X
POP	-.8751669629	1.3177662	.664	.5066	5.2623426	
REDDITO	-.8807890295	1.6602227	.531	.5957	9.1988488	
CONSUMI	2.564106686	1.4720102	1.742	.0815	9.1144967	
VA_AGR	.1997584334	.23687595	.843	.3991	8.5127110	
VA_IND	1.319912016	.44489770	2.967	.0030	9.9291445	
VA_SERV	.3235499055	.52270411	.619	.5359	11.364149	
IMPRESE	-.1122336888	.27994521	-.401	.6885	2.7907791	
Constant	-14.27322257	5.8716517	-2.431	.0151		

Ne risulta una scarsa significatività di gran parte dei coefficienti stimati (p -value superiore a 0,05).

Eliminando via via le variabili meno significative ed effettuando ogni volta le nuove stime dei coefficienti, si è ottenuta un'ultima regressione che associa alle merci sbarcate ed imbarcate il valore dei consumi e del valore aggiunto del settore industriale.

$$Y_AP = \alpha + \beta_1 CONSUMI + \beta_2 VA_IND + u$$

I risultati forniti dal modello ad effetti fissi (9 parametri e 61 gradi di libertà) indicano che il modello stimato contribuisce a spiegare l'89% della variabilità della variabile dipendente: il modello risulta ancora corretto statisticamente, in quanto la significatività complessiva è molto elevata (Adjusted R-squared = 0.89627). Inoltre il test- F risulta rientrare nell'area di rifiuto (Prob value = 0).

```
REGRESS;Lhs=Y_AP;Rhs=ONE,CONSUMI,VA_IND;Panel;Str=ORD$  
  
| Least Squares with Group Dummy Variables  
| Ordinary least squares regression Weighting variable = none  
| Dep. var. = Y_AP Mean= 14.55937339 , S.D.= .7490532367  
| Model size: Observations = 70, Parameters = 9, Deg.Fr.= 61  
| Residuals: Sum of squares= 3.550103906 , Std.Dev.= .24124  
| Fit: R-squared= .908301, Adjusted R-squared = .89627  
| Model test: F[ 8, 61] = 75.53, Prob value = .00000
```

Il test di Hausman presenta un *p*-value elevato (maggiore di 0,05) per cui il modello migliore per la stima dei coefficienti è quello ad effetti variabili.

Random Effects Model: $v(i,t) = e(i,t) + u(i)$					
Estimates: Var[e] = .581984D-01					
Var[u] = .815094D-01					
Corr[v(i,t),v(i,s)] = .583428					
Lagrange Multiplier Test vs. Model (3) = 89.91					
(1 df, prob value = .000000)					
(High values of LM favor FEM/REM over CR model.)					
Fixed vs. Random Effects (Hausman) = 3.74					
(2 df, prob value = .154105)					
(High (low) values of H favor FEM (REM).)					
Reestimated using GLS coefficients:					
Estimates: Var[e] = .582561D-01					
Var[u] = .161827D+00					
Sum of Squares .102598D+02					
R-squared .749111D+00					
<hr/>					
Variable Coefficient Standard Error b/St.Er. P[Z >z] Mean of X					
<hr/>					
CONSUMI	1.595146697	.24785234	6.436	.0000	9.1144967
VA_IND	1.246622813	.22759106	5.477	.0000	9.9291445
Constant	-12.35748107	3.7387593	-3.305	.0009	

I coefficienti β sono significativi e risultano essere 1,59 per i consumi e 1,24 per il valore aggiunto dell'industria. Non sono individuabili effetti specifici per ogni singolo porto poiché le variabili incluse in un modello REM riescono a spiegare il fenomeno osservato (in questo caso il traffico merci nei porti siciliani) nella sua totalità, non cogliendo però eventuali specificità delle singole unità (porti).

L'analisi delle correlazioni aveva messo in luce un discreto legame del trasporto merci col dato sulla popolazione. La stima effettuata col modello di regressione ha invece smentito quelle conclusioni. Questo fatto trova conferma negli studi prodotti dalla letteratura economica degli ultimi anni (tra gli altri Stopford, 1997) che hanno evidenziato lo scarso legame tra il dato sulla popolazione e l'entità del trasporto merci.

Dai risultati esposti si può facilmente riconoscere che il segno delle variabili del modello stimato concorda con le assunzioni teoriche a cui si è già fatto riferimento. Inoltre il livello di significatività delle variabili nel modello risulta essere sostanzialmente invariato rispetto al modello completo analizzato inizialmente. Pertanto, l'eliminazione delle variabili non significative dal punto di vista statistico rende il modello valido ai fini dell'ottenimento di una stima dei coefficienti coerente con le predizioni del modello empirico che la più recente letteratura sulle determinanti del traffico merci ha specificato.

Il valore aggiunto del settore industriale e il livello dei consumi risultano dunque essere le due variabili che influenzano il trasporto delle merci nei porti della Sicilia.

- L'analisi della composizione merceologica dei traffici marittimi (al netto dei prodotti petroliferi) rileva un grossa presenza (circa il 30% delle merci movimentate) di carbone, ferro, prodotti chimici e materiali da costruzione, mettendo così in luce il forte legame tra la produzione del settore industriale e l'entità dei traffici nei porti della Sicilia.
- Reddito e consumi hanno presentato negli ultimi anni un trend di crescita sostanzialmente uguale. Ciononostante solamente i consumi influenzano i traffici commerciali. Questo fatto è spiegabile se si pensa che nel reddito rientrano sia il consumo che il risparmio. Gli studi pubblicati dalla Banca d'Italia (2003) hanno evidenziato, negli ultimi anni, un aumento della propensione al risparmio in Sicilia. Poiché, di fatto, il risparmio non va ad alimentare il traffico delle merci, il livello del reddito nella regione non risulta legato al trasporto delle merci.

Quale politica per una migliore efficienza del trasporto merci a lungo raggio per la Sicilia? Un'analisi empirica attraverso un modello Logit

Recentemente la Regione Siciliana ha approvato alcuni provvedimenti per il rilancio del trasporto marittimo basati sulla riduzione del costo di trasporto via mare (Regione Siciliana, dicembre 2003).

L'obiettivo dello studio presentato in questa sezione è quello di determinare gli elementi che incidono sull'efficienza del trasporto combinato.

Traendo spunto dai provvedimenti adottati dalla Regione Siciliana, incentrati sulla tesi che una riduzione dei costi porti ad un aumento dell'efficienza del servizio di trasporto marittimo, si definirà la funzione di domanda degli autotrasportatori per determinare se, in effetti, questi siano più sensibili ad un abbattimento dei costi o ad un miglioramento del servizio.

Lo studio verrà condotto attraverso la tecnica delle *stated preferences* per l'analisi delle variabili che influiscono sulla funzione di utilità relativa all'uso della modalità tutto strada e all'uso del combinato strada – mare. In particolare, si dimostrerà com'è possibile utilizzare tale tecnica per sottoporre ad utenti con caratteristiche diverse scenari alternativi di scelta modale, analizzando così le risposte al mutare delle condizioni di offerta. Per la stima dei parametri delle due funzioni di utilità verrà utilizzato il modello *Logit* che permetterà di determinare come la domanda totale di mobilità si distribuisce fra i due modi.

Tale metodologia è stata già adottata in uno studio prodotto da Cirà (2002) che ha fornito valide indicazioni sulla domanda di mobilità nella Città di Palermo.

Una questione di fondamentale importanza nelle scelte pubbliche, riguardanti problemi di trasporto, è la determinazione della funzione di domanda del consumatore, intesa come determinazione delle variabili rilevanti che influiscono sulle scelte del consumatore.

La teoria economica ha fornito parecchi modelli di analisi per arrivare alla definizione di una funzione di domanda aggregata, la cui base comune è rappresentata dall'analisi delle scelte individuali per poi riportarsi ad una definizione di funzione di domanda aggregata. Poiché lavoriamo su problemi teorici e quindi in assenza di dati storici sui quali fondare le nostre proposte si è scelto di applicare nel presente lavoro la metodologia basata sulle *stated preferences*.

Definizione del modello

La funzione di domanda che sarà stimata è una funzione di domanda indiretta basata sulla stima delle funzioni di utilità.

Prima di definire la forma di tale funzione è opportuno dare una breve descrizione delle caratteristiche del modello *Logit*. Tale modello consente di valutare la probabilità di scelta, da parte dell'utente, di una modalità di trasporto tra le diverse alternative modali disponibili. Rimandando alla specifica letteratura per una completa trattazione metodologica (Ben-Akiva e Lerman, 1985), la probabilità che una generica categoria di utenti scelga la modalità di trasporto i -esima, può essere espressa dal seguente modello probabilistico di tipo *Logit multinomiale*:

$$P_i = \frac{e^{v_i}}{\sum_{i=1}^n e^{v_i}} \quad \text{per } i=1, \dots, n$$

dove:

P_i rappresenta la probabilità di scelta del modo i ;

V_i è la funzione di utilità del modo i .

Tale relazione funzionale indica che la scelta di un'alternativa fra modi di trasporto diversi, da parte di un segmento di mercato comprendente un gruppo omogeneo di individui, è composta da due insiemi di variabili: il primo è legato alle variabili esplicative collegate alle caratteristiche dei soggetti osservati e alle caratteristiche del servizio (tempi di percorrenza, frequenza, prezzo); il secondo si riferisce a variabili che non sono osservate e/o osservabili. In altri termini l'utilità è espressa secondo la seguente formula:

$$U_i = V_i + \hat{a}_i$$

dove:

U_i rappresenta l'utilità che deriva dall'alternativa i-esima;

V_i rappresenta la componente sistematica;

δ_i rappresenta la componente casuale relativa all'alternativa i-esima.

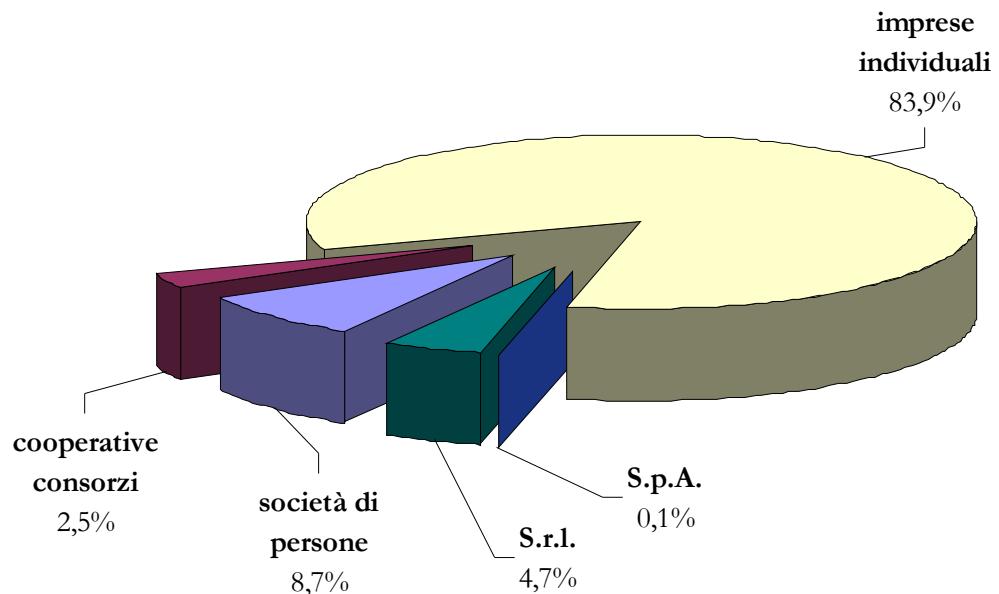
Descrizione del campione

Il campione di autotrasportatori scelto per questo studio è stato selezionato in modo da poter rispecchiare l'offerta di autotrasporto presente in Sicilia.

Tenuto conto che i trasporti su strada fra la Sicilia e l'esterno (altre regioni italiane ed estero) sono compiuti per circa l'87% da imprese che operano per conto terzi (Regione Siciliana, 2003), si è provveduto ad inquadrare l'offerta di autotrasporto in conto terzi (attività identificata dal codice 60.24 secondo la classificazione *ATECO 2002*) tramite i dati forniti dalla Camera di Commercio di Palermo aggiornati al 18/05/2005.

La Sicilia, con 8599 imprese, presenta il 6,7% dell'offerta di autotrasporto in Italia. Esaminando la natura giuridica di tali imprese (fig 5.1) risulta che esse sono prevalentemente organizzate in imprese individuali (l'84% circa) e che solo il 2,5% partecipa a consorzi o cooperative.

Fig. 5.1 – Ripartizione imprese siciliane di autotrasporto in conto terzi per natura giuridica nel 2005



Fonte: Elaborazione su dati forniti dalla Camera di Commercio di Palermo.

La frammentazione dell'offerta determina un effetto negativo sull'efficienza del servizio di trasporto su strada. L'iper-concorrenza fra le imprese provoca infatti conseguenze negative sul piano della sicurezza (intenso auto-sfuttamento del capitale umano), oltre che sul piano dell'organizzazione della logistica dei viaggi (la media dei viaggi a vuoto per le imprese è del 55%).

La tabella 5.1 riporta la distribuzione del numero di imprese sul territorio regionale.

Tab. 5.1 – Distribuzione delle imprese di autotrasporto in Sicilia

Province	numero imprese	quota
Catania	2.190	25,47
Messina	1.838	21,37
Palermo	1.176	13,68
Trapani	700	8,14
Ragusa	679	7,90
Agrigento	641	7,45
Caltanissetta	641	7,45
Siracusa	446	5,19
Enna	288	3,35
SICILIA	8.599	100

Fonte: Elaborazione su dati Camera di Commercio di Palermo.

Le imprese sono concentrate soprattutto nelle province di Catania, Messina e Palermo. Si tratta prevalentemente di aziende dalle dimensioni modeste. I dati sul numero di addetti, ottenuti dalla Camera di Commercio incrociando dati INAIL e INPS, indicano infatti che il 70% di esse impiega da 1 a 5 addetti. Il restante 30% non supera i 49 addetti. Tuttavia nelle province di Catania e Palermo vi sono imprese di autotrasporto di grandi dimensioni (con più di 100 addetti) che però rappresentano una quota minima (lo 0,1%).

Il campione selezionato per l'esperimento è costituito da 15 imprese di autotrasporto della provincia di Palermo. Circa il 70 % di tali aziende impiega da 1 a 5 addetti, la restante parte è costituita da imprese con non più di 100 addetti.

Descrizione dell'esperimento

Per la costruzione dell'esperimento sono state prese in esame due alternative di modalità di trasporto: l'utilizzo del combinato strada-mare contro l'utilizzo del tutto strada. Gli attributi di tipo trasportistico considerati come influenti per la scelta di uno specifico modo di trasporto sono

costo, tempo e confort di viaggio. Per la sola modalità combinato strada-mare è stata considerata anche la frequenza del servizio intesa come numero di collegamenti settimanali. Non è stata presa in considerazione la variabile sicurezza in quanto gli studi prodotti dalla Regione Siciliana, cui si è fatto riferimento precedentemente, dimostrano che in termini di sicurezza il trasporto marittimo risulta migliore del trasporto su strada.

Per ogni attributo, ad eccezione della frequenza, sono stati considerati tre livelli. Lo schema riportato nella tabella seguente indica i livelli assunti e il segno atteso, ovvero la relazione che dovrebbe sussistere tra il singolo attributo e la domanda di trasporto.

ATTRIBUTI	LIVELLO 1	LIVELLO 2	LIVELLO 3	SEGNO ATTESO
Costo	aumento del 5%	riduzione del 5%	riduzione del 10%	-
Tempo	aumento del 5%	riduzione del 5%	riduzione del 10%	-
Confort	aumento del 15%	aumento del 20%	aumento del 25%	+
Frequenza	attuale	doppia		+

Ogni intervistato ha compilato un questionario diviso in due parti: la prima costituita da domande riguardanti le caratteristiche specifiche di ogni azienda (natura giuridica, numero di addetti, numero di mezzi, tonnellate di merci trasportate), la seconda costituita da diciotto scenari (ottenuti dalla combinazione dei livelli degli attributi) per ognuno dei quali bisognava indicare l'alternativa modale preferita.

Al fine di fornire una possibile ipotesi di ripartizione modale nell'attuale scenario di offerta di trasporto merci in Sicilia si è dunque costruita una funzione di utilità che, oltre a tener conto del costo complessivo del trasporto, ha preso in considerazione, quali variabili che influiscano sulla scelta modale, le caratteristiche del servizio stesso (rappresentabili da tempo, frequenza, confort di viaggio) e le caratteristiche delle imprese di autotrasporto. Cosicché le funzioni di utilità costruite sono le seguenti:

$$V_{mare} = \beta_0 + \beta_1 COSTO + \beta_2 TEMPO + \beta_3 CONFORT + \beta_4 FREQUEN + \beta_5 NAT_GIU + \beta_6 ADDETTI + \beta_7 MEZZI + \beta_8 TONN$$

$$V_{strada} = \beta_1 COSTO + \beta_2 TEMPO + \beta_3 CONFORT + \beta_5 NAT_GIU + \beta_6 ADDETTI + \beta_8 MEZZI + \beta_9 TONN$$

dove:

V_{mare} e V_{strada} indicano rispettivamente l'utilità dell'alternativa mare e dell'alternativa tutto-strada spiegate dalle variabili esplicative considerate;

β_i indicano i coefficienti legati alle variabili esplicative;

COSTO è la variazione del costo del trasporto espressa in valore percentuale;

TEMPO è la variazione del tempo di viaggio espressa in valore percentuale;

CONFORT è la variazione del confort del viaggio espressa in valore percentuale;

FREQUEN indica la frequenza del servizio di trasporto espressa come variazione del numero di corse settimanali (solo per l'alternativa mare);

NAT_GIU indica la natura giuridica dell'impresa;

ADDETTI indica il numero di addetti dell'impresa;

MEZZI indica il numero di mezzi dell'impresa;

TONN indica le tonnellate di merci trasportate dall'impresa nel 2004.

Il modello così espresso permette di definire quale sarà la probabilità che un individuo scelga di trasportare le proprie merci tenuto conto di alcune variabili da noi considerate nella guida della scelta del modo da utilizzare.

Il piano fattoriale completo prevede 1458 possibili scenari. Tale numero risulta dalla combinazione di sei variabili (costo, tempo e confort considerati per le due modalità di trasporto) a tre livelli e di una variabile (la frequenza considerata solo per il trasporto via mare) a due livelli.

Tramite il software *SPEED* sono stati generati i piani fattoriali fratti a 18 scenari.

Analisi del modello stimato

Sulla base delle risposte ottenute, si è stimato il modello *Logit multinomiale*. Il software utilizzato è il *LIMDEP* ed i risultati ottenuti sono riportati di seguito.

```
--> DISCRETECHOICE
;Lhs=SCELTA
;Choices=Mare,Strada
;Rhs=ONE,COSTO,TEMPO,CONFORT,FREQUEN,NAT_GIU,ADDETTI,MEZZI,TONN
;Effects:COSTO(Mare)/TEMPO(Mare)/CONFORT(Mare)
;Means$
```

Normal exit from iterations. Exit status=0.

```
+-----+
| Discrete choice (multinomial logit) model |
| Maximum Likelihood Estimates               |
| Dependent variable             Choice      |
| Weighting variable            ONE        |
| Number of observations       270        |
| Iterations completed         5          |
| Log likelihood function     -159.1497   |
| Log-L for Choice model =    -159.1497   |
| R2=1-LogL/LogL*  Log-L fncn  R-sqrd   RsqAdj |
| No coefficients      -187.1497 .14961  .12029 |
| Constants only       -180.8713 .12009  .08975 |
| Chi-squared[ 8]        = 43.44326   |
| Significance for chi-squared = 1.00000   |
| Response data are given as ind. choice.   |
| Number of obs.= 270, skipped 0 bad obs.   |
+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable | Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] | Mean of X|
+-----+-----+-----+-----+-----+
COSTO -.6011317296E-01 .15983041E-01 -3.761 .0002
```

TEMPO	-.6308772908E-01	.15997065E-01	-3.944	.0001
CONFORT	.5741868667E-01	.23972823E-01	2.395	.0166
FREQUEN	.6975702449	.27756689	2.513	.0120
NAT_GIU	.1860225021E-01	.18649980	.100	.9205
ADDETTI	-.3326319240E-01	.33920892E-01	-.981	.3268
MEZZI	.1585943297	.21301432	.745	.4566
TONN	-.4823523387E-04	.30403874E-03	-.159	.8739
A_STRADA	-.5329371872	.50415392	-1.057	.2905

```
+-----+
| Partial effects computed at data means. |
|
| dlnP[alt=k,br=j,lmb=i,tr=l] |
| ----- = D(m:K,J,I,L) = delta(m)*F |
| (m):alt=K,br=J,lmb=I,tr=L] |
|
| delta(m) = coefficient on x(m) in U(K:J,I,L) |
| F = (l=L) (i=I) (j=J) [(k=K)-P(K:JIL)] |
| + (l=L) (i=I) [(j=J)-P(J:IL)] P(K:JIL)t(J:IL) |
| + (l=L) [(i=I)-P(I:L)] P(J:IL) P(K:JIL)t(J:IL)s(I:L) |
| + [(l=L)-P(L)] P(I:L) P(J:IL) P(K:JIL)t(J:IL)s(I:L)f(L) |
|
| P(K|JIL)=Prob[choice=K |branch=J,limb=I,trunk=L] |
| P(J|IL), P(I^3L), P(L) defined likewise. |
| (n=N) = 1 if n=N, 0 else, for n=k,j,i,l and N=K,J,I,L. |
| Elasticity = x(l) * D(l:K,J,I) |
| Marginal effect = P(KJIL)*D = P(K:JIL)P(J:IL)P(I:L)P(L)D |
| F is decomposed into the 4 parts in the tables. |
+-----+
+-----+
| Elasticity 30_06 modifComputed at sample means. |
| Attribute is COSTO in choice MARE |
| Effects on probabilities of all choices in the model: |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute. |
| Decomposition of Effect Total |
| Trunk Limb Branch Choice Effect |
| Trunk=Trunk{1} |
| Limb=Lmb[1:1] |
| Branch=B(1:1,1) |
| Choice=STRADA .000 .000 .000 .122 .122 |

```

```

| *      Choice=MARE      .000  .000  .000  -.079    -.079 |
+-----+
+-----+
| Elasticity 30_06 modifComputed at sample means.           |
| Attribute is TEMPO in choice MARE                         |
| Effects on probabilities of all choices in the model:   |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.  |
|          Decomposition of Effect      Total |
|          Trunk    Limb    Branch   Choice   Effect |
| Trunk=Trunk{1}                                         |
| Limb=Lmb[1:1]                                         |
| Branch=B(1:1,1)                                         |
|   Choice=STRADA     .000  .000  .000   .128     .128 |
| *   Choice=MARE     .000  .000  .000  -.083    -.083 |
+-----+
+-----+
| Elasticity 30_06 modifComputed at sample means.           |
| Attribute is CONFORT in choice MARE                       |
| Effects on probabilities of all choices in the model:   |
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.  |
|          Decomposition of Effect      Total |
|          Trunk    Limb    Branch   Choice   Effect |
| Trunk=Trunk{1}                                         |
| Limb=Lmb[1:1]                                         |
| Branch=B(1:1,1)                                         |
|   Choice=STRADA     .000  .000  .000  -.698    -.698 |
| *   Choice=MARE     .000  .000  .000   .451     .451 |
+-----+

```

```

+-----+
| Elasticity          Computed at sample means.           |
| Attribute is FREQUEN in choice MARE                   |
| Effects on probabilities of all choices in the model:|
| * indicates direct Elasticity effect of the attribute.|
|          Decomposition of Effect      Total |
|          Trunk    Limb    Branch   Choice   Effect |
| Trunk=Trunk{1}                                         |
| Limb=Lmb[1:1]                                         |
| Branch=B(1:1,1)                                         |
|   Choice=STRADA     .000  .000  .000  -.245    -.245 |
| *   Choice=MARE     .000  .000  .000   .158     .158 |
+-----+

```

La significatività del modello stimato è confermata dal test χ^2 che, calcolato con 8 gradi di libertà, assume un valore pari a 43,44. Tale valore è di parecchio superiore rispetto al valore teorico, il che assicura la bontà di adattamento.

I risultati della stima del modello con il metodo della massima verosimiglianza mostrano che le variabili trasportistiche sono significative e che i relativi coefficienti presentano segno uguale a quello atteso.

Al contrario, le variabili personali non risultano significative. La scelta della modalità di trasporto è dunque indipendente dalla tipologia di impresa. Questo dato può essere spiegato alla luce di ciò che è già stato osservato nella seconda sezione. Si è infatti dimostrato che più dell'80% dei traffici contendibili strada/mare è attratto dalla modalità mare. Quindi in Sicilia, per la maggior parte dei viaggi diretti verso l'esterno della regione, il trasporto via mare risulta più conveniente del trasporto su strada. Questa convenienza è verificata per qualsiasi tipo di impresa, sia di grandi che di piccole dimensioni, perché è una diretta conseguenza delle caratteristiche naturali della regione stessa.

Dall'analisi delle elasticità è possibile rilevare che, per la scelta mare, l'elasticità rispetto al costo assume valore di -0,079 mentre rispetto al tempo assume un valore di -0,083. Ciò vuol dire che la probabilità di scegliere l'alternativa combinato strada-mare aumenta del 7,9% in seguito ad una riduzione dell'1% del costo e aumenta del 8,3% in seguito ad una riduzione dell'1% del tempo di viaggio.

Proseguendo l'analisi delle elasticità si riscontra che le variabili confort e frequenza hanno un'influenza maggiore sulla scelta dell'alternativa mare rispetto alle variabili costo e tempo. Infatti il valore dell'elasticità della scelta mare rispetto al confort e alla frequenza è, rispettivamente, 0,451 e 0,158. I risultati ottenuti dalla stima del modello permettono di effettuare alcune riflessioni sull'efficacia delle politiche di incentivazione del trasporto combinato strada-mare incentrate sulla riduzione delle tariffe.

In primo luogo, risulta chiaro che non tutti gli autotrasportatori sono particolarmente sensibili alla variabile costo. Sembra piuttosto che la domanda di trasporto via mare sia maggiormente legata ad elementi quali il tempo, la frequenza e il confort di viaggio. Occorrerebbe dunque valutare se le

politiche di sviluppo volte al miglioramento dell'efficienza del trasporto marittimo non possano determinare un aumento del numero di utenti, per questa modalità di trasporto, agendo su elementi quali il tempo, la frequenza ed il confort di viaggio, piuttosto che sulle tariffe.

L'elemento che dovrebbe far riflettere maggiormente è la grossa considerazione di cui gode il trasporto combinato strada-mare tra le imprese di autotrasporto della Sicilia.

Le politiche di incentivazione delle “autostrade del mare” non dovrebbero puntare, per la Sicilia, ad un aumento della domanda di trasporto marittimo, il che apparirebbe ingiustificato alla luce delle considerazioni fin qui fatte. Si dovrebbe piuttosto mirare ad aumentare l'efficienza del servizio, agendo su elementi quali tempi, frequenza e qualità del viaggio, che si rifletterebbe in indubbi vantaggi per tutta l'economia della regione.

Infatti la teoria economica insegna che la dotazione di efficienti infrastrutture a rete è elemento propulsivo dello sviluppo economico di una regione. Se l'obiettivo è dunque la riqualificazione del trasporto delle merci in Sicilia attraverso l'incentivazione del trasporto combinato strada-mare, bisognerebbe focalizzare l'attenzione non tanto sull'entità della domanda, quanto piuttosto sulla qualità dell'offerta.

Bibliografia

Testi

- Finardi S. e Tombola C., 1995, Il sistema mondiale dei trasporti, Il Mulino.
- Krugman P. R., 1986, Strategic Trade Policy and the New International Economics, Cambridge, Mass., MIT Press.
- Varia V., 2001, Una nuova logica di sistema integrato: Le “autostrade del mare”, Università degli studi di Palermo.
- Amoroso S., 1992, Il trasporto marittimo in Sicilia. Analisi dei flussi 1981-1990. Domanda e potenzialità. Prospettive di adeguamento, quaderno n. 7, Ce.Re.St.
- Hsiao C., Analysis of Panel Data, CUP (1986).
- Stopford M., 1997, Maritime Economics, Routledge.
- Hendry D., 1995, Dynamic Econometrics, Oxford University Press.
- Cascetta E., 1998, Teoria e metodi dell'ingegneria dei sistemi di trasporto, UTET.
- Ben-Akiva M., Lerman S. R., 1985, Discrete choice analysis, MIT Press.

Articoli

- Bollettino dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo: “Le Autostrade del Mare”, Anno LVI 1° quadrimestre.
- Cirà A., 2002, Bici-Metro un modello possibile per lo spostamento sistematico nella città di Palermo, XXIII Conferenza Italiana di Scienze Regionali.
- Samuelson P. A., 1954, "The transfer problem and transport costs, II: analysis effects of transports impediments" Economy Journal n. 63.

- McFadden D. e Reid F. A., 1975, Aggregate travel demand forecasting from desegregate behavioural models, *Transportation research record* 534, 24-37.
- Lerman S. R., 1984, Recent advances in desegregate demand modelling, in M. Florian (ed.), *Transportation planning models*, North Holland.
- Louvier J.J., 1988, Conjoint analysis modelling of stated preference, *Journal of transportation economics and policy*, Vol. 22: 93-119.
- Wallis A. and Friedman M., 1942, *The Empirical Derivation of Indifference Functions*, Studies in Mathematical Economics and Econometrics in Memory of Henry Schultz (Ed. O. Lange, F. McIntyre and T. O. Yntema), University and Chicago Press.
- Wardam M., 1988, A comparison of revealed preference and stated preference models of travel behaviour, *Journal of transport economics and policy* 11 (1): 71-91.
- Morikawa T., 1994, Correcting state dependence and serial correlation in the RP/SP combined estimation method. *Transportation* 21: 153-165.