

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI “FEDERICO II”



SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

Corso di Laurea in Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio

Percorso per la magistrale in Difesa del Suolo

**MODELLO DI SCELTA MODALE PER LA VALUTAZIONE
DELL’ESCLUSIONE SOCIALE DALL’ALTA VELOCITÀ
FERROVIARIA**



Relatori

Prof. Ing. Francesca Pagliara

Prof. Ing. Luigi Biggiero

Candidato

Michele Fusco

Matricola M67/18

SINTESI DELL'ELABORATO DI TESI

L'obiettivo del presente elaborato di tesi è quello di proporre un modello di scelta modale per valutare l'esclusione sociale degli utenti di un sistema di trasporto dall'Alta Velocità.

In letteratura, diversi approcci sono stati proposti per risolvere il problema dell'esclusione sociale legata ai sistemi di trasporto. In primo luogo, tramite un'integrazione della pianificazione dei trasporti nella progettazione e nelle decisioni che influenzano la vita sociale della popolazione. Una soluzione, infatti, potrebbe essere la promozione di iniziative che rendono il sistema di trasporto più accessibile, ad esempio tramite una riduzione dei costi di viaggio con tariffe più eque in base alle caratteristiche socioeconomiche degli utenti. Un'altra soluzione potrebbe essere ridurre il timore connesso alla microcriminalità, spesso associata ai mezzi di trasporto pubblico. Non ultimo infine, attraverso la creazione di collaborazioni tra i gestori dei servizi di trasporto e le autorità fornitrici di servizi, come l'istruzione e la sanità.

Tuttavia, il problema dell'esclusione sociale dall'Alta Velocità (AV) non è stato affrontato in letteratura. Con Alta Velocità ferroviaria s'intende l'insieme delle infrastrutture, dei rotabili, dei sistemi di segnalamento, telecomunicazioni e d'esercizio e delle relative regolamentazioni tecniche, che permettono di fare circolare, su linee appositamente costruite o adeguate, treni con una velocità d'impostazione particolarmente elevata. Secondo le più recenti specifiche tecniche di interoperabilità, emanate dalla Commissione Europea, s'indica il limite minimo a 250 km/h perché si parli di AV.

A tale scopo, un'indagine sulle Preferenze Rivelate (RP) è stata svolta, intervistando gli utenti del sistema di trasporto italiano, relativamente alle loro abitudini di viaggio. Sono stati raccolti dati relativi alle caratteristiche socioeconomiche degli intervistati, alla scelta modale e ai fattori di esclusione sociale definiti da Church ed i suoi collaboratori, che hanno influenzato la scelta tra L'AV e gli altri modi di trasporto. Le interviste sono state effettuate mediante un questionario progettato tramite la piattaforma di Google e l'indagine è stata disponibile sulla rete dal 15 Settembre al 31 Dicembre 2014 ed è stata diffusa su diversi siti internet.

Sono stati raccolti 968 questionari.

Da un'attenta analisi dei dati raccolti, sono da subito emersi alcuni aspetti che hanno messo in relazione l'esclusione sociale con il reddito (v. Fig. 1), con il modo di trasporto scelto (v. Fig. 2a e Fig. 2b) e con il motivo dello spostamento (v. Fig. 3a e Fig. 3b).

Reddito	Esclusione fisica	Esclusione geografica	Esclusioni dai servizi	Esclusione economica	Esclusione temporale	Esclusione basata sul timore	Esclusione basata sulla gestione degli spazi	
Medio/basso	2,9	39,5	0,4	24,1	7,2	0,8	0	
Alto	4,7	9,8	0	10,3	0,2	0,1	0	
Totale	7,6	49,3	0,4	34,4	7,4	0,9	0	100

Fig.1 - I sette principi di Church ed i livelli di reddito.

UOMO	Esclusione fisica	Esclusione geografica	Esclusioni dai servizi	Esclusione economica	Esclusione temporale	Esclusione basata sul timore	Esclusione basata sulla gestione degli spazi	
Auto	2,9	35,8	0	12,9	1,5	0,1	0	
Aereo	0	7,6	0	6,1	3,4	0	0	
Bus	0,3	8,5	0	3,7	0,1	0	0	
Treno ic/regionale	1,5	2,5	0	8,6	4,5	0	0	
Totale	4,7	54,4	0	31,4	9,6	0,1	0	100

Fig.2a – I sette principi di Church ed i modi di trasporto scelti, per gli uomini.

DONNA	Esclusione fisica	Esclusione geografica	Esclusioni dai servizi	Esclusione economica	Esclusione temporale	Esclusione basata sul timore	Esclusione basata sulla gestione degli spazi	
Auto	3,2	17,1	0	10,6	2,6	0	0	
Aereo	6,7	16,5	0	10,5	2,5	1,6	0	
Bus	0	7,4	0,8	4,0	0	0	0	
Treno ic/regionale	0,9	3,1	0,0	12,6	0	0	0	
Totale	10,8	44,1	0,8	37,7	5,1	1,6	0	100

Fig.2b – Incroci tra i sette principi di Church e i mezzi di trasporto usati, per le donne.

UOMO	Esclusione fisica	Esclusione geografica	Esclusioni dai servizi	Esclusione economica	Esclusione temporale	Esclusione basata sul timore	Esclusione basata sulla gestione degli spazi	
Lavoro	1,1	14,9	0	9,0	0	0	0	
Vacanza	2,0	23,7	0	16,6	8,6	0,1	0	
Studio	1,5	5,9	0	1,6	0,3	0	0	
Altro	0	9,9	0	4,2	0,7	0	0	
Totale	4,7	54,4	0	31,4	9,6	0,1	0	100

Fig.3a – Incroci tra i sette principi di Church e i motivi dello spostamento, per gli uomini.

DONNA	Esclusione fisica	Esclusione geografica	Esclusioni dai servizi	Esclusione economica	Esclusione temporale	Esclusione basata sul timore	Esclusione basata sulla gestione degli spazi	
Lavoro	0,3	14,4	0	14,5	0	1,6	0	
Vacanza	6,4	15,8	0,8	8,5	4,8	0	0	
Studio	0,9	4,2	0	5,9	0,3	0	0	
Altro	3,2	9,6	0	8,8	0	0	0	
Totale	10,8	44,1	0,8	37,7	5,1	1,6	0	100

Fig.3b – Incroci tra i sette principi di Church e i motivi dello spostamento, per le donne.

Grazie ai dati raccolti, la calibrazione di un modello di scelta modale é stata effettuata, servendosi di un programma di ottimizzazione (Biogeme 2.2). Tale modello tiene conto di alcune variabili che influenzano il problema dell'esclusione sociale relativamente alla scelta dell'AV come modo di trasporto.

Il modello di scelta modale usato è un Logit Multinomiale, la cui espressione è la seguente:

$$p^i [m / oshd] = \frac{\exp(V_{m/oshd}^i)}{\sum_{m'} \exp(V_{m'/oshd}^i)} \quad (1)$$

Ovvero si calcola la probabilità di scegliere un modo di trasporto a partire da una origine o, per un motivo s, in una determinata fascia oraria h e per una destinazione d.

A ciascuna alternativa di trasporto si associa un'utilità e l'utente sceglie l'alternativa di massima utilità.

L'utilità percepita U_j^i può essere espressa come la somma di due componenti: un'utilità sistematica e un residuo aleatorio. L'*utilità sistematica* V_j^i rappresenta la media o il valore atteso dell'utilità percepita tra tutti gli utenti con lo stesso contesto di scelta (alternative e relativi attributi) del decisore i . Il *residuo aleatorio* ε_j^i rappresenta lo scostamento dell'utilità percepita dall'utente i da tale valore e cattura gli effetti combinati dei vari fattori che introducono incertezza nella modellizzazione delle scelte:

$$U_j^i = V_j^i + \varepsilon_j^i \quad \forall j \in I^i \quad (2)$$

$$V_j^i(\mathbf{X}_j^i) = \sum_k \beta_k X_{kj}^i = \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{X}_j^i \quad (3)$$

Le funzioni di utilità sistematica per ciascuna alternativa modale hanno la seguente espressione:

$$V_{\text{AUTO}} = \text{AUTO} + \beta_{\text{COSTO}} * \text{COSTO} + \beta_{\text{con chi viaggi}} * \text{CON CHI VIAGGI}$$

$$V_{\text{AEREO}} = \beta_{\text{COSTO}} * \text{COSTO} + \beta_{\text{GEO-EXCLU}} * \text{GEO-EXCLU}$$

$$V_{\text{TRENO}} = \beta_{\text{COSTO}} * \text{COSTO} + \beta_{\text{REDDITO}} * \text{REDDITO}$$

$$V_{\text{AV}} = \beta_{\text{COSTO}} * \text{COSTO} + \beta_{\text{GRADO ISTRUZIO}} * \text{GRADO ISTRUZIO} + \beta_{\text{GEO-EXCLU}} * \text{GEO-EXCLU}$$

Dove:

$$B_{\text{COSTO}} = \text{BETA_COSTO (IN EURO)}$$

$$B_{\text{GRADO ISTRUZIO}} = \text{BETA_GRADO ISTRUZIONE}$$

$$B_{\text{REDDITO}} = \text{BETA_REDDITO}$$

$$B_{\text{GEO-EXCLU}} = \text{BETA_GEOGRAPHICAL EXCLUSION}$$

$$B_{\text{CON CHI VIAGGI}} = \text{BETA_CON CHI VIAGGI}$$

Grazie al programma Biogeme è stato possibile calcolare la stima dei parametri β (v. Tab. 5)

COEFFICIENTI						
	β_{COST}	$\beta_{\text{LEVEL EDUC}}$	β_{INCOME}	$\beta_{\text{GEO EXCLU}}$	$\beta_{\text{TRAV WITH}}$	CAR
Value	-0.0312	1.14	-1.22	-1.85	1.11	fixed
t-Ratio	-12.66	7.08	-5.34	-6.59	7.01	fixed
Const LL	-702.851					
Init LL	-702.851					
Final LL	-471.130					
ρ^2 Zero	0.33					
ρ^2 Costant	0.323					

Tab.5 – Stima dei coefficienti β

Per quanto riguarda la modellizzazione dei risultati, ottenuti per gli spostamenti sul territorio Italiano e per una percorrenza maggiore di 60 Km, possiamo si può dedurre:

- E' da evidenziare che molti utenti usufruiscono di offerte per cui la caratteristica economica (intesa come risparmio) prevale rispetto al tempo di viaggio;
- Il valore di correlazione tra il costo e il tempo risulta > 0.8 per cui si è deciso di utilizzare solo il costo (β_{costo});
- Il costo (β_{costo}) ha un valore negativo e risulta molto significativo (t-test = -12.66), ciò vuol dire che gli utenti, a parità di percorso, scelgono il modo di trasporto più economico;
- Il grado di istruzione ($\beta_{\text{GRADO ISTRU}}$) ha un valore positivo e risulta significativo (t-test = 7.08), ciò evidenzia che la maggioranza degli utenti, con un grado di istruzione maggiore del diploma, hanno scelto l'alternativa AV rispetto alle altre;
- Per quanto riguarda il reddito (β_{REDDITO}), il valore è negativo e risulta significativo (t-test = -5.34), ciò vuol dire che gli utenti con reddito minore scelgono il modo di trasporto più economico;
- L'esclusione geografica ($\beta_{\text{GEO EXCLU}}$) ha un valore negativo e significativo (t-test = -6.59), indicando che gli utenti percepiscono l'esclusione geografica per quel modo di trasporto e di conseguenza non lo utilizzano ;
- Il coefficiente $\beta_{\text{CON CHI VIAGGI}}$ ha un valore positivo e significativo (t-test = 7.01), ciò vuol dire che la maggioranza degli utenti che usano l'auto non si spostano da soli.

Infine è stato calcolato il Grado di Soddisfazione (S), rappresentato in Tab. 6, che il singolo utente percepisce dall'uso del relativo modo di trasporto.

$$s(V) = \theta \ln \sum_j \exp(V_j/\theta) \quad (4)$$

	S				
	AUTO	AEREO	TRENO IC/REGIONALE	AV	TOT
GEO-EXCLU SI	0,799	-0,602	-0,118	0,000	0,356
GEO-EXCLU NO	1,258	-0,016	0,434	0,379	0,526
ECO-EXCLU SI	1,248	-0,236	0,447	0,000	0,346
ECO-EX NO	0,956	-0,309	0,121	0,379	0,342
GEO-ECO-EX SI	0,672	0,497	0,645	0,000	0,337
GEO-ECO-EX NO	1,224	1,167	1,171	0,000	1,196

Tab. 6 – Grado di Soddisfazione

I valori del Grado di Soddisfazione, riportati nella tab.6, sono stati calcolati per diversi tipi di esclusione. Il valore massimo, più del doppio, è rappresentato dai viaggiatori che non percepiscono nessuna esclusione, al contrario il valore peggiore è proprio degli utenti che percepiscono entrambe le esclusioni.

Per quanto riguarda i valori visti singolarmente, il grado di soddisfazione maggiore è quello di chi non percepisce l'esclusione.

E' da osservare che i valori di chi non percepisce l'esclusione geografica ed economica sono molto simile, ciò evidenzia una forte correlazione tra le due, infatti molte persone, con reddito medio-basso, preferiscono vivere in centri che per tasse e servizi risultano essere meno costosi (generalmente piccoli comuni) per preservare il proprio reddito netto. Le stazioni dell'AV si trovano generalmente nelle grandi città, per cui la preferenza economica esclude geograficamente tali utenti.

Infine si potrebbe pensare di usare la metodologia applicata per il nostro caso di studi (Italia), a realtà che hanno la stessa rete infrastrutturale, per quanto riguarda i trasporti.