

# **Modelli di previsione ed applicazioni per la gestione della mobilità per il Tridente di Roma**

*di Stefania Angelelli, Stefano Carrese, Sergio Maria Patella, Simone Sportiello, Università degli studi di Roma Tre*

*È uno studio che analizza la mobilità concentrata nella zona del Tridente a Roma. Si parte dal complesso delle abitudini e individuali e collettive, per arrivare a definire il tipo di lavoro e le modalità di trasporto di chi opera quotidianamente in quest'area. Altri punti cardine della relazione sono rappresentati dalla capacità di condivisione, dalla sicurezza stradale e dall'approccio psicologico generale, inteso quest'ultimo in termini soprattutto di resistenza al cambiamento. Dall'analisi della situazione al ventaglio completo delle possibili soluzioni, coinvolgendo le realtà lavorative che operano nella zona del Tridente. (DM)*

## **Introduzione**

Il presente contributo fornisce sia una panoramica delle abitudini di trasporto dei dipendenti dell'area del Tridente sia uno strumento modellistico di previsione degli spostamenti Casa – Lavoro. Il metodo proposto è agevolmente replicabile e rappresenta uno strumento di supporto per l'attività del Mobility Manager.

Per una valutazione delle abitudini di mobilità dei dipendenti della zona del Tridente è stato somministrato un questionario che ha coinvolto alcune aziende collocate in prossimità di piazza San Silvestro.

Il questionario si compone delle seguenti sezioni tematiche:

- I.      Dati personali
- II.     Descrizione del lavoro
- III.    Modalità di trasporto
- IV.    Abitudini
- V.      Sharing Mobility
- VI.    Sicurezza stradale
- VII.   Attitudini personali e propensione al cambiamento

In particolare sono state poste domande inerenti:

- La provenienza: al fine di georeferenziare gli spostamenti
- La modalità di trasporto attualmente utilizzata, in modo da determinare la ripartizione modale
- Domande sull'intermodalità, qualora venga praticata
- Propensione alla sharing mobility (car sharing, car pooling, scooter sharing, bike sharing)
- Propensione alla mobilità lenta (bicicletta e piedi)

Dopo una prima fase di analisi e pulizia dei dati, sono state valutate complessivamente 789 risposte. Di queste 488 provengono da dipendenti di sesso femminile, mentre 301 da dipendenti di sesso maschile. Per il contesto di questo lavoro è opportuno focalizzarsi sui risultati osservati nei riguardi della scelta modale.

Le soluzioni modali attualmente utilizzate dai dipendenti del Tridente sono le seguenti:

- Automobile
- Intermodalità tra Automobile e Trasporto Pubblico
- Bicicletta
- Piedi
- Scooter
- Intermodalità tra Scooter e Trasporto Pubblico
- Taxi
- Trasporto Pubblico
- Variabile

Si riportano di seguito due diagrammi riepilogativi dell'attuale ripartizione modale, riportanti, nel primo caso (*Figura 1*) le frequenze di utilizzo di ogni opzione, nel secondo (*Figura 2*) le percentuali di scelta sul totale.

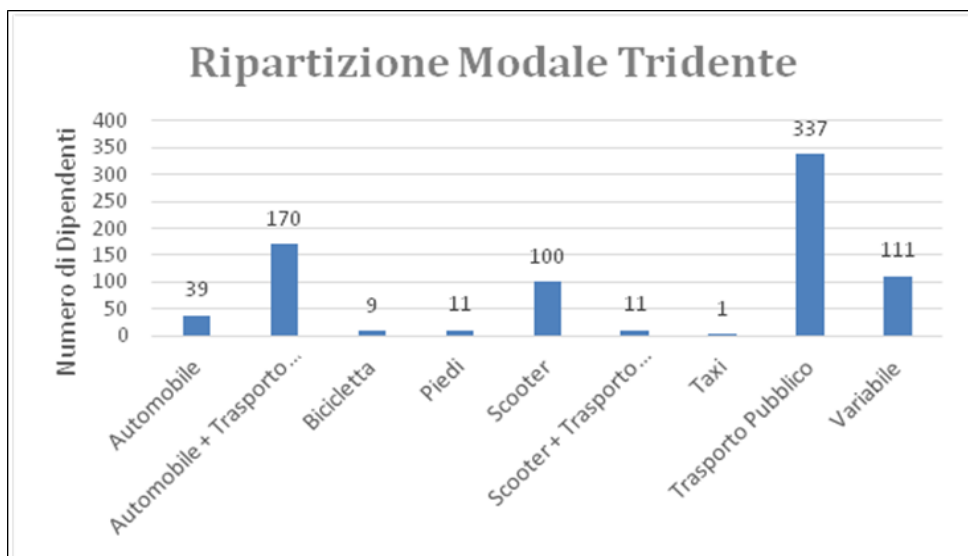


Figura 1: ripartizione modale "Tridente" in numero di dipendenti

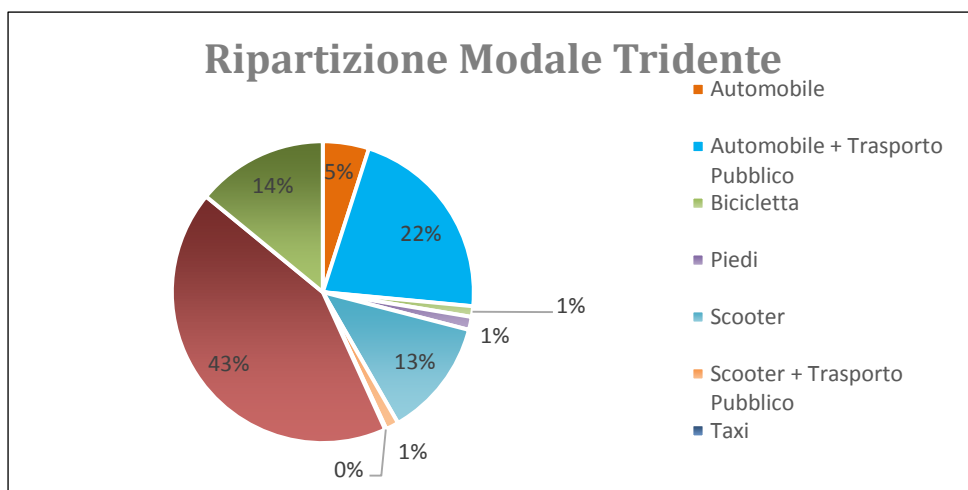


Figura 2: ripartizione modale in percentuale

Come è possibile notare dalla *Figura 1* e dalla *2* le scelte più frequenti sono il Trasporto Pubblico (337 casi), l'Intermodalità tra automobile e trasporto pubblico (170 casi), lo Scooter (100 casi) e l'automobile (39 casi). Ciò è legato alle caratteristiche dell'area, ossia alla presenza di una zona ZTL, e quindi all'impossibilità di arrivare fino a destinazione con il proprio veicolo privato, che dovrà essere posteggiato in un parcheggio convenzionato oppure a pagamento sul Lungotevere. In ogni caso per

raggiungere la destinazione sarà necessario compiere l'ultimo tratto a piedi o con mezzi di trasporto pubblico.

Nella dicitura "variabile" sono stati, invece, indicati tutti coloro per i quali non è stato possibile determinare una modalità di trasporto prevalente.

### ***Creazione del database***

Determinata l'attuale distribuzione modale per i dipendenti delle aziende che frequentano l'Area del Tridente, e comprese le motivazioni che potrebbero esserne alla base, è possibile passare alla definizione e calibrazione del Modello.

Sulla base dell'analisi modale effettuata, risulta congruente formulare un modello comprendente le seguenti alternative:

- Trasporto Pubblico
- Trasporto Intermodale tra Automobile e Trasporto Pubblico
- Automobile
- Scooter

Per ognuna di tali alternative, al fine di rendere completo il file per la calibrazione, sono stati calcolati i percorsi, i relativi tempi e costi, in modo da definire per ogni utente tutti gli elementi più significativi in base ai quali viene effettuata la scelta.

Non risulta invece utile procedere con la calibrazione delle alternative piedi/bicicletta e taxi, in quanto il numero troppo piccolo di casi in cui vengono scelte non renderebbe apprezzabile il risultato ottenuto. Dato il numero elevato di informazioni da reperire per ogni dipendente, al fine di rendere lo studio più maneggevole, il file Dati è stato creato per un campione di 300 dipendenti, riportante le stesse caratteristiche del campione completo.

### ***Calibrazione***

Per la calibrazione è stato scelto di adottare un modello Logit Multinomiale, dato che le alternative risultavano indipendenti tra loro. Le due opzioni Scooter ed Automobile, sarebbero potute confluire in un'unica alternativa Trasporto Privato, ma si è ritenuto necessario mantenerle separate, considerando che l'utilizzo dello Scooter permette l'accesso all'area ZTL, e quindi il beneficio eventualmente provato da

parte dell'utente non può essere considerato allo stesso modo di quello provato con l'utilizzo dell'automobile.

Stabilito, quindi, il modello di scelta a cui fare riferimento, è stato necessario individuare la migliore combinazione degli attributi con cui formulare le funzioni di utilità. A seguito delle analisi mostrate nella sezione precedente e adottando le consuete tecniche per la definizione delle funzioni di utilità sistematica, sono stati selezionati gli attributi più significativi per tutte le alternative:

$$\begin{aligned} V_{automobile} &= \beta_t * T_{automobile} + \beta_{sosta} * Sosta + ASC_{automobile} \\ V_{scooter} &= \beta_t * T_{scooter} + ASC_{scooter} \\ V_{TP} &= \beta_t * T_{TP} + \beta_{Ntrasb} * N_{trasb} + \beta_{genere} * Genere + ASC_{TP} \\ V_{Intermodale} &= \beta_t * T_{inter} + \beta_{sosta} * Sosta \end{aligned}$$

Sono stati calibrati 7 parametri, su un totale di 286 osservazioni. La successiva Figura 3 mostra i risultati statistici della calibrazione.

La prima verifica effettuata sui risultati ottenuti è stata di tipo informale ed ha riguardato il segno dei coefficienti.

Partendo dal tempo, è corretto che il segno sia negativo, in quanto il tempo di viaggio è considerato una disutilità per il dipendente, perché rappresenta un costo da sostenere. È corretto che il coefficiente della sosta sia di segno positivo: infatti nelle funzioni di utilità l'attributo sosta è inserito nelle alternative "Automobile" ed "Intermodale", che si addicono maggiormente a coloro che hanno la necessità di effettuare soste lungo il percorso, e quindi di utilizzare un veicolo privato. L'elevato valore dei coefficienti specifici delle alternative (ASC) è da imputare all'effetto della ZTL. Infatti, gli ASC delle alternative scooter e trasporto pubblico, per le quali non c'è alcun vincolo sull'accesso, mostrano valore positivo che ne incrementa le relative utilità. Al contrario, l'ASC dell'automobile esibisce valore negativo rappresentando dunque una disutilità.

```

Model: Multinomial Logit
Number of estimated parameters: 7
Number of observations: 286
Number of individuals: 286
Null log-likelihood: -316.319
Init log-likelihood: -316.319
Final log-likelihood: -158.539
Likelihood ratio test: 315.560
Rho-square: 0.499
Adjusted rho-square: 0.477
Final gradient norm: +5.184e-005
Diagnostic: Convergence reached...
Iterations: 18
Run time: 00:00
Variance-covariance: from analytical hessian
Sample file: database privato pubblico. test.dat

```

### Utility parameters

\*\*\*\*\*

Name	Value	Std err	t-test	p-val
----	-----	-----	-----	-----
ASC_AUTOMOBILE	-0.710	0.334	-2.13	0.03
ASC_SCOOTER	3.90	0.606	6.43	0.00
ASC_TP	2.40	0.397	6.03	0.00
B_Gen	-0.607	0.346	-1.76	0.08
B_Ntrasb	-0.820	0.191	-4.29	0.00
B_Sosta	0.932	0.337	2.76	0.01
B_Tb	-0.0691	0.0127	-5.42	0.00

Figura 3: risultati della calibrazione (software BIOGEME)

Il numero di trasbordi, inserito nel trasporto pubblico, rappresenta una disutilità: all'aumentare del numero dei trasbordi, infatti, aumenta il tempo di attesa e l'incertezza del viaggio oltre alla scomodità di dovere cambiare il veicolo.

L'attributo del genere è legato al Trasporto Collettivo, il valore negativo del suo coefficiente indica che le persone di sesso femminile percepiscono maggiore disagio nell'utilizzo di tale mezzo.

La seconda verifica effettuata, ha riguardato i test formali, calcolando i coefficienti *rho quadro* e *rho quadro corretto* che assumono i seguenti valori:

$$\rho^2 = 0,5$$

$$\bar{\rho}^2 = 0,48$$

Ulteriori valutazioni sono state svolte confrontando le probabilità di scelta ottenute dal modello con quelle effettivamente fatte. Da tale analisi risulta che nel 76% dei casi l'alternativa con la probabilità maggiore di scelta (da modello) è effettivamente quella scelta.

### ***Caso studio: rilocalizzazione aziendale all'interno del Tridente***

In questa sezione viene descritta l'applicazione del modello di scelta discreta, la cui calibrazione è stata esposta precedentemente, per la previsione delle scelte modali dei dipendenti dell'azienda FOX NETWORKS GROUP ITALY S.R.L. in occasione dell'imminente trasferimento dalla sede di via Salaria 1021 alla sede di Piazza San Silvestro. Lo scopo è quello di introdurre un metodo per determinare le probabilità di scelta delle modalità di trasporto nel caso di una rilocalizzazione aziendale, partendo dal comportamento di coloro che già effettuano il proprio spostamento Casa – Lavoro verso il Tridente e tenendo conto delle abitudini di coloro che si trasferiranno. La metodologia identificata fornisce un valido strumento per la pianificazione degli spostamenti Casa – Lavoro e può essere agevolmente replicato in futuro.

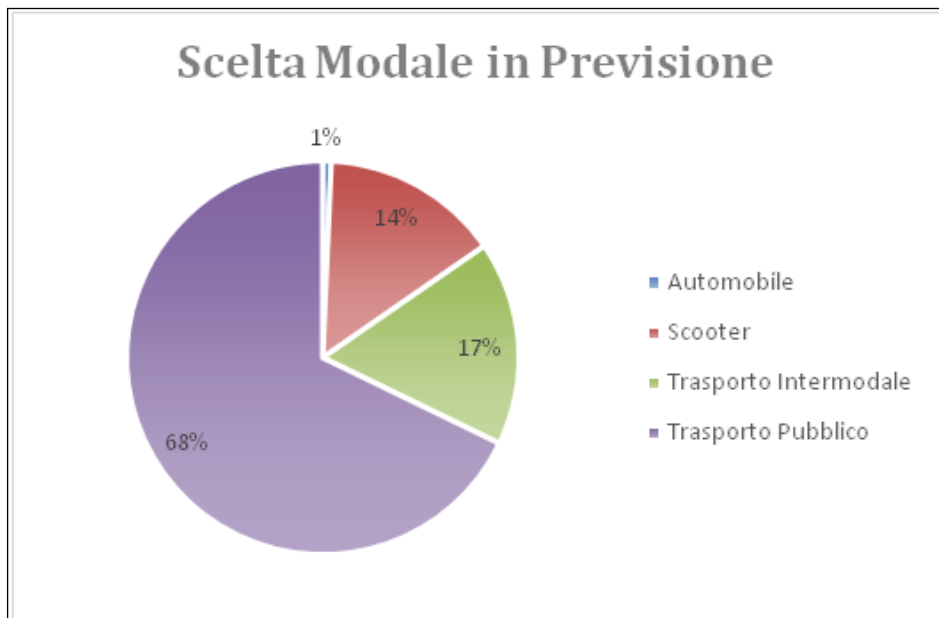
Il primo passo è quello della redazione e somministrazione di un questionario per i dipendenti che si trasferiranno nella nuova sede al fine di comprenderne le abitudini di mobilità. Il modello comportamentale è stato dunque applicato per i dipendenti FOX, in modo da prevedere la loro scelta modale. Terminata la costruzione del database, e quindi disponibili gli attributi, attraverso i coefficienti calibrati è stato possibile determinare i valori di utilità per ogni singola alternativa modale e per ogni singolo dipendente.

Attraverso l'applicazione del modello Logit Multinomiale vengono calcolate le probabilità di scelta.

$$P_j = \frac{\exp(\frac{V_j}{\theta})}{\sum_i \exp(\frac{V_i}{\theta})}$$

L'alternativa con il valore della Probabilità maggiore, costituirà la scelta da parte del dipendente.

I risultati vengono illustrati nella successiva Figura 4



*Figura 4: scelta modale in previsione per i Dipendenti Fox*

Come si può facilmente individuare, nello scenario futuro il 68% dei dipendenti potrebbe utilizzare il Trasporto Pubblico, il 17% il trasporto Intermodale, il 14% lo scooter e soltanto l'1% l'automobile privata.

Tuttavia, tale scenario probabilmente verrà raggiunto soltanto a lungo termine e sarà dettato principalmente dalla localizzazione della nuova sede lavorativa. Questo perché, dopo numerosi anni di utilizzo esclusivo dell'automobile per raggiungere l'attuale sede lavorativa, la propensione all'utilizzo del Trasporto Pubblico è molto minore rispetto a coloro che hanno l'abitudine ad utilizzarlo. Le linee che raggiungono il centro, infatti, solitamente sono le più affollate ed il comfort di viaggio tende ad essere piuttosto basso. Il generico dipendente, potrebbe, quindi, nel breve/medio periodo essere ancora legato all'utilizzo dell'automobile privata, almeno su alcuni tratti del percorso, incrementando la scelta delle modalità "Trasporto Intermodale" ed "Automobile" a discapito di quelle condivise. Per questo motivo le scelte ottenute dal modello sono state corrette con criteri che tengono in considerazione le abitudini dell'utenza nel recarsi alla precedente sede:

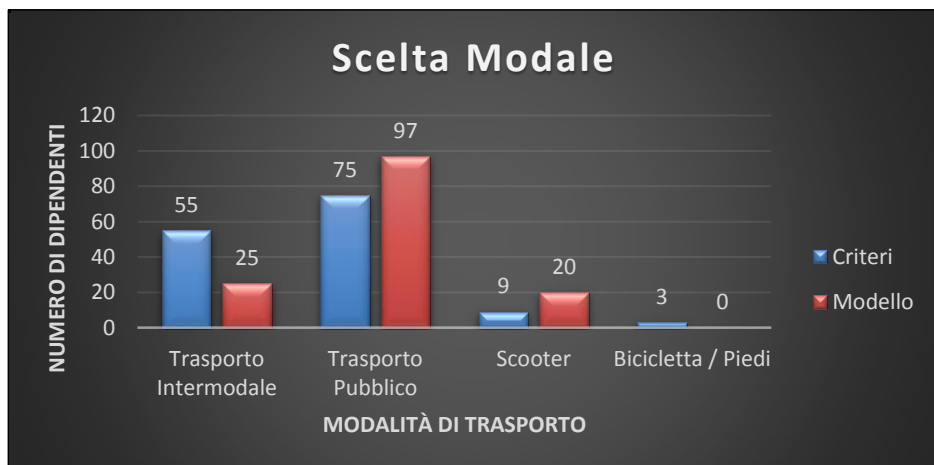
- Automobile: vi appartengono gli utenti che utilizzano l'autovettura.



Vengono divisi in due categorie: coloro che possono cambiare scelta modale integralmente rinunciando alla macchina e coloro che non possono rinunciare alla macchina per il tratto iniziale.

- Multimodalità: vi appartengono gli utenti per i quali non è stato possibile definire una sola alternativa di scelta (16% del totale), ovvero quelli che avendo più mezzi a disposizione hanno più alternative. Questi vengono indirizzati verso l'alternativa più conveniente
- Trasporto pubblico: sono coloro che già sono utenti del trasporto pubblico, ovvero che raggiungono la sede di via Salaria con tale modalità; si ipotizza che non varino la loro scelta modale.
- Moto/scooter: vi appartengono tutti coloro che utilizzano moto o scooter per recarsi alla sede di via Salaria; vengono indirizzati verso il Trasporto Pubblico qualora le condizioni siano favorevoli (facilità di accesso, assenza di controindicazioni) altrimenti non variano la loro scelta modale.
- Bicicletta/Piedi: qualora possibile in termini di distanze, viene suggerita la scelta di recarsi a lavoro a piedi o in bicicletta a prescindere dalla precedente scelta modale.

Viene di seguito riportato un confronto tra i risultati ottenuti tramite l'applicazione dei criteri e quelli generati da modello:



*Figura 5: confronto tra i risultati ottenuti dal "Modello" e quelli ottenuti mediante i "Criteri"*

Come è facile osservare nella precedente tabella, la correzione attraverso i criteri tende a favorire la scelta intermodale rispetto a

scooter e trasporto pubblico. Tale risultato è dovuto principalmente al fatto che l'automobile viene utilizzata per il primo tratto degli spostamenti ed è necessaria per svolgere soste alle quali non è possibile rinunciare, come ad esempio accompagnare i figli a scuola. Nel medio lungo periodo è auspicabile che l'inerzia al cambiamento sia superata e che una diversa organizzazione degli spostamenti personali conduca al progressivo abbandono del mezzo privato.

### ***Conclusioni***

Il presente studio fornisce un'analisi di mobilità concentrata sulla zona del Tridente. I dati mostrano chiaramente che le alternative più sostenibili, come le diverse forme di mobilità condivisa oppure l'utilizzo della bicicletta sono ancora poco utilizzate. Tale considerazione va inquadrata nell'ottica di una riqualificazione della zona intesa ad incentivarne l'utilizzo. Possibili interventi sono: azioni per migliorare la mobilità ciclistica, organizzazione di sistemi di car pooling inter e intra aziendali, parcheggi dedicati al car sharing e car pooling.

Il modello comportamentale proposto fornisce uno strumento per la previsione della scelta modale nel medio-lungo periodo. I risultati della calibrazione sono coerenti con le abitudini degli utenti e statisticamente attendibili. Il metodo può essere facilmente replicato e rappresenta un valido supporto per l'attività del Mobility Manager.

**Contatti: Stefania Angelelli coordinatore nazionale RUS mobilità**  
**Email: [rusmobilita@uniroma3.it](mailto:rusmobilita@uniroma3.it)**

