



Università degli Studi di Cagliari

DOTTORATO DI RICERCA IN:

Ingegneria del territorio

Ciclo XXVII

**Costruzione di modelli di scelta discreta ibridi per misurare gli
effetti delle strategie informative sulla scelta del modo di viaggio
contestualmente agli aspetti latenti**

*Construction of hybrid discrete choice models for assessing the effects of
information strategies on trip mode choice as well as the latent aspects*

Settore scientifico disciplinare di afferenza

ICAR/05

Dottorando:

Ing. Eleonora Sottile

Coordinatore Dottorato

Prof. Ing. Roberto Deidda

Tutor/Relatore

Prof. Ing. Italo Meloni

Prof. Ing. Elisabetta Cherchi

Esame finale anno accademico 2013 – 2014

Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento ai miei tutori, la Professoressa Elisabetta Cherchi e il Professor Italo Meloni, per avermi insegnato ad affrontare uno studio di ricerca con serietà e rigore scientifico. Li ringrazio inoltre per avermi trasferito, sin dalla tesi di laurea, le loro conoscenze nel settore trasportistico e per essere stati costantemente disponibili ad aiutarmi durante la mia attività di Dottorato.

Desidero ringraziare la mia famiglia, i miei amici, i miei colleghi e Lilly per avermi supportato e sopportato con pazienza.

Ringrazio infine la Sig.ra Catherine Mann per la disponibilità, la pazienza e gentilezza.

Abstract

Road traffic is now the main culprit of air pollution in urban areas, due to the emissions of the combustion products of fuels and their subsequent chemical transformation, as well as to the evaporation of unburned hydrocarbons. Transport accounts for 25% of CO₂ emitted globally, and is also one of the few sectors where emissions have continued to grow, oil consumption between 1973 and 2010 increasing by 110% (IEA, 2011) and CO₂ by 44 %. (IEA, 2009; Banister *et al.*, 2012). Several actions and measures have been developed to try to mitigate the harmful emissions produced by the transport sector and in particular by road traffic. These largely concern vehicle technology, type of fuel, economic tools and institutional controls. Although powerful, these measures have not been proved to be sufficient to solve the problem (Schwanen *et al.*, 2011).

In recent years, research has consequently increasingly focused the attention on measures and policies that affect individuals' behaviour and in particular what motivates their decisions. Providing information is the measure most used to promote behaviour change (Abrahamse and Matthies, 2012): "A person who has an attitude that suggests that it would be consistent for him or her to use the car less cannot bring about behaviour change if that person does not know how to change" (Ampt, 2003). It has been observed that measures that increase individual's awareness can produce enduring changes, being the result of mindful decisions. This is at the basis of the concept of "Soft Measures", also referred to as "Voluntary Travel Behaviour Change" (VTBC) programmes (Ampt, 2003) or "Smarter Choices" (Cairns *et al.*, 2004), *i.e.* programmes aimed at motivating the voluntary reduction of car use. VTBC programmes provide information typically on: a) the negative (mainly environmental) effects of current behaviour and b) how individuals can change their current behaviour to mitigate the negative effects.

The types of information provided in these studies are mostly: travel time, mileage travelled, travel cost, time spent in non-working activities, CO₂ emitted, calories burned. These studies assess the overall effectiveness of the programme, comparing the number of trips by car before and after the implementation of a soft measure. None of them have however examined which of the information provided actually leverages behaviour change. Understanding to what extent specific soft measures contribute to shape individuals' preferences, is crucial for defining the best policy for fostering changes toward sustainable modes.

Of the environmental effects, the information about the impact on the CO₂ emitted is probably the most effective measure (and more understandable than other measures like for example PM10). The information on CO₂ has often been used in VTBC programmes, and it is widely recognised that individuals are less likely to adopt environmentally friendly behaviour if this information is not provided. However research to date has not yet made it possible to disentangle its efficacy as a soft measure.

As far as the information on health effects is concerned, the typical measure tested is the number of calories burned. This is a relatively easy measure to test, because it is easy to quantify and for the individuals easy to associate with the effects on their health. However, from the health literature it seems that rather than the calories burned, stress represents the real plague of modern society. Wener *et al.* (2010) found also that car commuters showed significantly higher levels of reported stress and more negative moods compared to train

commuters. None of the studies however assess the effect of the information, *i.e.* to what extent being aware of the stress caused by driving has an impact on individuals' decision to change transport mode.

Therefore the objective of this thesis work is to contribute to the development of a programme for voluntary travel behaviour change, and to study the extent to which each single element of the soft measure contributes to the overall awareness. The study focuses in particular on the effect that information on pollution and individual stress has on the choice to shift from private car to Park and Ride (P&R). To try and disentangle the effect of these two components a Stated Preference (SP) experiment was built where the reduction of CO₂ and the reduction of stress are attributes included in the experimental design.

The ability to perceive, or to be conscious of something and to react to it (*i.e.* awareness) can differ from one person to another depending on their psychological stance toward environment and stress. Many studies have accounted for the effect of environmental attitude mainly in mode choice or type of fuel-vehicle choice. However, other latent effects other than attitude are relevant. In particular, in terms of environmental awareness and the information provided, personal norm measures a very interesting aspect as they evaluate the moral rule (and obligation) that lead individuals to act rightly or wrongly towards the environment. As for stress, the way individuals perceive stress caused by traffic and the way they perceive the information about stress are particularly relevant for the study.

In particular the contribution of this thesis work is to define the methodology to use within a VTBC programme to account for all the above-mentioned aspects. The methodology used thus comprises a SP survey where soft measures information is directly included as attributes in the SP tasks presented to the individuals, a survey that follows the theory of planned behaviour (Ajzen, 1991) to specifically measure psychological aspects that could influence the impact of the information provided and/or mode choice.

The use of information attributes in the SP is not common and deserves further consideration. The major challenges in including the information about CO₂ and stress as attributes concern how they should be presented to respondents in order to be clearly understood. We devoted special attention to studying the best way to present the soft measures in the SP survey. In particular we tested the following aspects: 1) whether to use images alone, only text or both; 2) the type of information that should be included in the text. The major difficulty lies in explaining to people what the information provided means; 3) the type of context to be included in the images; 4) whether to use abstract or real images *i.e.* cartoons or real people.

Lastly, to analyse the data collected, several hybrid choice models (HCM) have been estimated so as to assess the effect of awareness and psychological aspects in the discrete choice between car and P&R.

The results show that 1) the utility to P&R increases with the level of awareness attained thanks to the information about the light rail alternative, 2) the more individuals consider receiving information about stress useful, the more they tend to behave sustainably, choosing P&R, 3) those aspects associated with stress would appear to have a greater influence on travel choice than environmental aspects.

The thesis work highlighted the importance of being able to completely evaluate the behavioural process so as to enhance the effectiveness of VTBC programme implementation. An incorrect evaluation of the definition and implementation of measures, as well as of all those attributes influencing travel behaviour, could impair the effectiveness of those measures, and in terms of modelling, result in inaccuracy in travel demand forecasting.

INDICE

Introduzione

1. Analisi bibliografica e metodologica.....	6
1.1. Le misure di cambiamento del comportamento di viaggio: Travel Demand Management.....	6
1.1.1. Tipologia informazioni.....	8
1.1.2. Modalità di presentazione delle misure	10
1.1.3. Valutazione dei programmi di cambiamento del comportamento di viaggio ...	10
1.2. L'analisi dei comportamenti di viaggio	10
1.2.1. La teoria comportamentale dell'utilità casuale	11
1.2.2. Teoria del comportamento pianificato	14
1.2.3. Dissonanza cognitiva	15
1.2.3.1. Metodologia di analisi TPB: Analisi fattoriale	16
1.3. I modelli di simulazione del comportamento di viaggio	18
1.3.1. Modelli di Scelta Discreta	18
1.3.2. Derivazione matematica dei Modelli di Scelta Discreta	19
1.3.2.1. Il modello Logit Multinomiale (MNL).....	19
1.3.2.2. Proprietà e limiti del MNL	22
1.3.2.3. Il modello Probit (MNP).....	23
1.3.2.4. Il modello Mixed Logit (ML)	24
1.3.2.4.1. Proprietà e limiti del ML	26
1.3.3. Specificazione della funzione di utilità	26
1.3.3.1. Specificazione delle variabili	28
1.3.4. Calibrazione del modello	30
1.3.5. La verifica dei parametri stimati	32
1.3.5.1. Il test t-student	34
1.3.5.2. Il Likelihood Ratio Test	34
1.3.5.3. L'indice ρ^2	35
1.3.6. Test informali	36
1.4. Modelli di Scelta Discreta con dati RP/SP	36
1.4.1. Tipologie di dati	37
1.4.1.1. Dati sulle Preferenze Rivelate (RP)	37
1.4.1.2. Dati Panel	38
1.4.1.3. Dati sulle Preferenze Dichiarate (SP)	39
1.4.2. Specificazione e stima di modelli con dati Panel	40
1.4.3. Stima con seti di dati misti RP/SP	41
1.5. Modelli con variabili latenti	45
1.5.1. Struttura del processo di scelta	47
1.5.2. Modelli integrati di scelta discreta con variabili latenti	48
1.5.2.1. Stima del modello	51
1.5.2.1.1. Stima sequenziale	51
1.5.2.1.2. Stima simultanea	54
1.5.2.2. Identificazione	54
2. Definizione e valutazione di misure di cambiamento volontario del comportamento di viaggio	55
2.1. Approccio metodologico	55

2.2. Applicazione	57
2.2.1. Contesto	59
2.3. Casteddu Mobility Styles (CMS).....	61
2.3.1. Analisi statistiche campione CMS	67
2.3.1.1. Caratteristiche socio economiche	67
2.3.1.2. Spostamenti osservati durante il programma	69
2.3.1.3. Feedback presentati	70
2.3.1.4. Valutazione programma	73
2.3.1.5. Fattori rilevanti nel cambio comportamentale	74
2.4. Questionario TPB (Indagine per misurare gli aspetti psicologici).....	74
2.4.1. Reclutamento	75
2.4.2. Caratteristiche socio economiche del campione	78
2.4.3. Analisi Fattoriale	79
2.4.4. Analisi sullo Stress	87
2.5. Abitudini di viaggio 2013 (AV 2013).....	92
2.5.1. Indagine sulle Preferenze Rivelate (RP)	93
2.5.1.1. Reclutamento	93
2.5.1.2. Analisi statistiche	95
2.5.1.2.1. Analisi questionari individui fuori target	96
2.5.1.2.2. Analisi questionari incompleti	97
2.5.1.2.3. Analisi questionari completi	99
2.5.1.3. Individuazione del target	100
2.5.1.3.1. Caratteristiche socio economiche PP&R	102
2.5.1.3.2. Caratteristiche degli spostamenti effettuati dai PP&R	103
2.5.1.3.3. Confronto status quo (auto) e alternativa P&R	106
2.5.2. Indagine sulle referenze Dichiarate (SP)	107
2.5.2.1. Attributi di informazione	109
2.5.2.1.1. Modalità di somministrazione delle informazioni	110
2.5.2.2. Disegno Sperimentale	113
2.5.2.2.1. Costruzione del Disegno	114
2.5.2.2.2. Definizione dei livelli degli attributi	115
2.5.2.3. Indagine pilota	118
2.5.2.4. Indagine definitiva	120
2.5.2.4.1. Campione rispondenti	121
2.5.2.4.2. Risultati e confronti	122
2.5.2.4.3. TPB	125
3. Specificazione e stima Modelli di Scelta Discreta	126
3.1. Modelli stimati con i dati di Casteddu Mobility Styles	126
3.1.1. Base dati	126
3.1.2. Variabili	129
3.1.3. Stime preliminari	130
3.1.4. Joint Mixed Logit	132
3.1.4.1. Risultati	136
3.1.5. Modello ibrido	138
3.1.5.1. Risultati	140
3.2. Modelli stimati con i dati di Abitudini di viaggio 2013 e TPB	143

Conclusioni	147
Bibliografia	150
Allegati	157
Allegato 1 : Questionario TPB	158
Allegato 2: AF	162
Allegato 3: Lettera al cittadino	196
Allegato 4: Questionario RP "Abitudini di viaggio 2013"	197
Allegato 5: Lettera introduttiva SP	202
Allegato 6: Test varibaili di informazione	203

Introduzione

Il traffico veicolare è il principale responsabile dell'inquinamento atmosferico nelle aree urbane, a causa delle emissioni dei prodotti della combustione e loro successiva trasformazione chimica, nonché a causa dell'evaporazione di idrocarburi incombusti. I trasporti contribuiscono per il 25% delle emissioni di CO₂ a livello globale, che si sviluppano principalmente nei paesi industrializzati, e il trasporto su strada è responsabile per il 93% di tutte le emissioni dei trasporti nell'UE-27 nel 2008 e per l'86% negli Stati Uniti (IEA 2010; Schwanen *et al.*, 2011). I trasporti sono anche uno dei pochi settori in cui le emissioni hanno continuato a crescere, aumentando il consumo di petrolio tra il 1973 e il 2010 del 110% (IEA, 2011) e di CO₂ del 44% (IEA, 2009; Banister *et al.*, 2012).

Le città sono ormai vittime di costi esterni elevatissimi dovuti principalmente ad un insieme di effetti causati dal traffico veicolare. Gli effetti si ripercuotono sulla società non solo in termini esclusivamente ambientali, ma anche in maniera indiretta a livello sociale ed economico. Si parla infatti di esternalità da traffico veicolare che sono causa di tre macro effetti: insostenibilità ambientale derivante da inquinamento atmosferico ed acustico, insostenibilità sociale derivante da congestione e incidenti, insostenibilità economica derivante dai costi interni ed esterni.

In particolare queste esternalità sono prodotte in misura notevolmente maggiore dall'utilizzo delle autovetture private piuttosto che da sistemi di trasporto collettivo; è ben noto infatti che un aumento della domanda di trasporto pubblico a scapito della domanda privata produrrebbe una quantità non trascurabile di benefici. Se l'auto una volta costituiva simbolo di libertà, velocità e progresso, oggi non è più così; il traffico è ormai parte integrante della vita urbana, condiziona le abitudini, sottrae tempo alle relazioni sociali e agli affetti ed è causa di stress. L'auto privata rappresenta il perno attorno al quale i cittadini articolano i loro schemi giornalieri di attività e di viaggio. Solo attraverso la scelta di un più appropriato stile di mobilità e solo con una scelta volontaria di ridurre l'uso dell'auto privata, sarà possibile ottenere una valida riduzione delle esternalità negative prodotte dal traffico veicolare.

Negli ultimi decenni infatti la domanda di mobilità non solo ha continuato a crescere, ma ha costantemente modificato anche le sue caratteristiche spazio-temporali, accentuando molti degli effetti negativi che un suo non adeguato soddisfacimento genera. Infatti, se da un lato la crescita della domanda è indicatore di incremento di benessere, dall'altro è anche uno dei più significativi indicatori dell'abbassamento della "qualità della vita", in quanto la necessità di spostamento per il 60% viene soddisfatta da un utilizzo smisurato e molto spesso ingiustificato dell'autovettura privata con inevitabili ripercussioni sull'ambiente e sulla collettività.

Il soddisfacimento delle esigenze di mobilità costituisce quindi una delle più importanti sfide da affrontare e risolvere, in particolare in un'ottica di ricerca di quegli scenari di sostenibilità dello sviluppo che rappresentano obiettivo strategico prioritario di tutte le attuali politiche europee in ambito trasportistico. Con il termine mobilità sostenibile si intende indicare l'esigenza di avere un sistema di trasporto che, pur garantendo a ciascun individuo il proprio diritto alla mobilità, non gravi sul sistema sociale in termini di: inquinamento atmosferico, inquinamento acustico, congestione veicolare ed incidentalità.

Per quanto detto, è quindi una necessità di primaria importanza per la collettività e quindi per l'ambiente apportare interventi di imminente realizzazione ai sistemi di trasporto indirizzati al raggiungimento di una mobilità sostenibile, trasferendo domanda dal mezzo privato a quello collettivo.

Per perseguire tale obiettivo già da diversi anni sono state messe in campo politiche di intervento che, agendo sulle caratteristiche della domanda, mirano a modificare i comportamenti di viaggio degli utenti (TDM, Travel Demand Management). In particolare, tra queste, le più utilizzate sono state quelle che agiscono sulle caratteristiche fisiche e/o prestazionali del contesto di scelta, modificando fattori quali la disponibilità delle alternative di scelta, e/o i costi e i benefici associati (Bamberg *et al.*, 2011). Sostanzialmente queste misure (hard) modificano il contesto di riferimento dell'offerta, agendo in particolare sui tempi e costi ed obbligando quindi l'utente ad una rivalutazione forzata del proprio comportamento di viaggio.

Molte delle politiche che si sono basate su questo approccio non hanno dimostrato di essere efficaci, specie quelle finalizzate a ripristinare un equilibrio più corretto tra l'uso di modalità di trasporto. In particolare molti degli interventi finalizzati a rendere più competitivo e vantaggioso l'uso del trasporto pubblico e di modalità sostenibili rispetto all'uso dell'auto privata (agendo per esempio sul miglioramento dei tempi di percorrenza del trasporto pubblico ed incrementando i costi dell'uso dell'auto privata) non hanno conseguito i risultati attesi, perché non sempre i comportamenti di viaggio degli individui rispondevano in modo automatico alle variazioni dei tempi e dei costi. Per esempio in molte esperienze si è assistito al fatto che gli utenti, pur disponendo di alternative vantaggiose rispetto all'uso dell'auto, continuavano ad utilizzarla, o perché non informati, o per abitudine e per scarsa consapevolezza di tutti gli attributi dei modi alternativi. O ancora perché sottostante al comportamento di scelta del modo, per esempio, soggiacciono attitudini, propensioni, orientamenti che rendono preferibile l'auto agli altri modi di trasporto.

Negli ultimi anni, contestualmente alle politiche di intervento di tipo hard si sono affermate politiche cosiddette "soft" che attraverso le informazioni mirano, più in profondità, a disincentivare l'uso dell'auto agendo proprio sulle caratteristiche psicologico-motivazionali della domanda.

In particolare le misure soft mirano a rieducare gli individui attraverso processi informativi che agiscono su quegli aspetti psicologici che regolamentano i processi comportamentali, aumentando il loro grado di consapevolezza sui benefici che l'utilizzo di modalità sostenibili comporta. Infatti è stato dimostrato che "nonostante molti individui abbiano la volontà e l'attitudine a voler ridurre l'uso dell'auto, non sono in grado di farlo autonomamente nella pratica" (Ampt, 2003), e inoltre "anche quando la scelta modale è diventata routine, è comunque regolata da un certo livello di consapevolezza che è suscettibile di cambiare a fronte di una nuova informazione" (Bamberg, Ajzen e Schmidt, 2003).

Tali strategie, che utilizzano l'informazione e la comunicazione per modificare volontariamente i comportamenti di viaggio degli individui, sono definite programmi di

cambiamento volontario del comportamento di viaggio (Voluntary Travel Behaviour Change programs (VTBC) (Ampt, 2003)).

I modelli utilizzati tradizionalmente per la simulazione del comportamento di viaggio (Modelli di Scelta Discreta) rappresentano il processo di scelta dell'individuo come una scatola nera, nella quale i dati di input sono gli attributi delle alternative disponibili (tempi e costi) e le caratteristiche socioeconomiche dell'individuo, e il dato di output è la scelta osservata. Tali modelli si basano sull'ipotesi che l'utente sia un utente perfettamente razionale che effettua la scelta ponendosi come obiettivo la massimizzazione della propria utilità. Tuttavia è stato dimostrato che il comportamento umano è caratterizzato da "Bounded Rationality" (Simon, 1982), ovvero, nel compiere una scelta, la razionalità è vincolata da fattori psicologici (emozioni, intuizioni, credenze, *etc.*) ed ambientali (di contesto) (Homo Oeconomicus vs. Homo Psychologicus).

A tal proposito, innumerevoli studi condotti sul comportamento hanno mostrato infatti l'importanza delle attività cognitive (emozioni, intuizioni, credenze, *etc.*), che si sviluppano all'interno della scatola nera, nel processo comportamentale di scelta (Abelson e Levy, 1985 e Olson e Zanna, 1993). Infatti la principale critica mossa nei confronti dei modelli tradizionali riguarda il fatto che collegano direttamente i dati di input osservati a quelli di output, dando per scontato che il funzionamento interno della scatola nera sia rilevato implicitamente dal modello. Negli ultimi decenni pertanto si sono affermati sempre più i modelli di scelta discreta di tipo ibrido (Koppelman e Hauser, 1979; McFadden, 1986; Ben-Akiva e Boccara, 1987; Ben-Akiva, 1992; Ben-Akiva *et al.*, 1994; Morikawa *et al.*, 1996; McFadden, 2000; Ben-Akiva *et al.*, 2002; Walker, 2001; Gärling e Axhausen, 2003; Bonsall, *et al.*, 2007) che considerano esplicitamente i fattori psicologici che governano il processo di scelta; tali fattori non quantificabili né direttamente osservabili, sono elementi intangibili in quanto non hanno una scala di misura pertanto vengono trattati come Variabili Latenti.

Un aspetto del quale è necessario tener conto riguarda la stretta e forte correlazione che esiste tra l'efficacia delle misure informative e gli aspetti psicologici propri dell'individuo; a tal proposito McFadden sostiene che "la maggior parte delle anomalie cognitive operano attraverso errori nella percezione che nascono dal modo attraverso il quale le informazioni vengono memorizzate, recuperate e trasformate" e ancora "lo studio empirico del comportamento economico trarrebbe vantaggio se si prestasse maggiore attenzione al modo attraverso il quale si formano le percezioni e come queste influenzano il processo decisionale".

Gli aspetti psicologici che sottendono la scelta e le misure informative risultano infatti essere mutuamente influenzate e influenzabili, e ai fini di una valutazione oggettiva del risultato della misura, è di rilevante interesse nella ricerca poterli analizzare contestualmente e distinguendone gli effetti.

Alla luce di tutte queste considerazioni, il presente lavoro si colloca nell'ambito della sperimentazione e valutazione dei cambiamenti volontari del comportamento di scelta del modo di viaggio in seguito dell'implementazione di misure di gestione della domanda di tipo soft. La ricerca sui cambiamenti volontari e sull'influenza della consapevolezza nelle scelte individuali è un tema assolutamente innovativo che ha sia un risvolto applicativo nel

settore dei trasporti (effetto del cambio volontario), sia teorico in tema di integrazione della teoria microeconomica classica con la teoria psicologica.

Lo studio si pone a valle di una sperimentazione pilota che ha riguardato un campione limitato di utenti che hanno partecipato ad un programma di cambiamento volontario del comportamento di viaggio denominato Casteddu Mobility Styles, finalizzato alla promozione dell'utilizzo di una nuova linea di metropolitana leggera nella città di Cagliari. Il programma, all'interno di una più vasta campagna promozionale sull'uso di una nuova linea di metropolitana leggera entrata recentemente in esercizio, prevede l'invio di Piani Personalizzati di Viaggio attraverso i quali vengono fornite informazioni di tipo trasportistico ed ambientali per convincere volontariamente l'individuo ad utilizzare il trasporto pubblico (una linea di metropolitana leggera in modalità Park and Ride) al posto dell'esclusivo uso dell'auto privata.

L'analisi dei risultati della sperimentazione applicativa ha fatto emergere alcuni aspetti salienti che si è deciso di studiare ex novo e/o approfondire con il presente progetto di ricerca.

In particolare, in una prima fase, il presente studio si è focalizzato sull'analisi del comportamento di scelta del modo di viaggio, in seguito alla somministrazione di misure informative. Queste misure, presentate utilizzando la combinazione di testo e immagini, sono state valutate attraverso un'indagine sulle Preferenze Dichiarate. In particolare queste hanno l'obiettivo di rendere consapevoli gli auto guidatori dei benefici, in termini di riduzione di emissioni di CO₂ e riduzione dello stress da traffico, connessi con l'uso della modalità Park and Ride al posto dell'uso esclusivo dell'auto. (integrazione dell'auto con la metropolitana leggera)

In una seconda fase lo studio si è occupato di analizzare gli aspetti latenti di propensione e attitudine presenti nel comportamento di viaggio con l'obiettivo di misurare l'effetto dell'implementazione delle misure informative, distinto dall'effetto latente degli aspetti psicologici (Norma personale, Percezione dello stress, Propensione a ricevere informazioni sullo stress e Propensione ambientale). In particolare questo è avvenuto attraverso la costruzione di modelli di scelta discreta di tipo ibrido.

Gli aspetti più innovativi del lavoro hanno riguardato in particolare:

- L'individuazione delle variabili di informazione attraverso l'analisi dei risultati di Casteddu Mobility Styles sono state individuate le variabili di informazione di interesse 1) riduzione di CO₂ e 2) riduzione dello stress da traffico; per confermarne l'importanza sono stati inoltre misurati gli aspetti latenti di propensione e attitudine rispetto a tali variabili, attraverso la somministrazione di un questionario, definito seguendo la Teoria del Comportamento Pianificato (Ajzen, 1985), ad un campione di circa 300 individui;
- L'utilizzo di una particolare tipologia di misura informativa la variabile stress da traffico, nonostante "alti livelli di congestione del traffico possono portare a stress elevato fisiologico e effetti negativi" (e.g. Koslowsky *et al.*, 1995), a conoscenza dell'autore, non è mai stata utilizzata prima in studi trasportistici;

- La metodologia di implementazione della misura per implementare le misure informative è stata utilizzata un'indagine sulle Preferenze Dichiarate, tecnica consolidata per ottenere dati robusti per la stima di modelli di scelta discreta, scarsamente utilizzata nell'ambito dei programmi di cambiamento volontario del comportamento di viaggio. L'unico studio che utilizza un'indagine sulle Preferenze Dichiarate per misurare la consapevolezza degli individui è il lavoro di Abdel-Aty e Kitamura (1997) che però è stato applicato alla scelta del percorso e non del modo di viaggio;
- Le modalità di presentazione delle misure utilizzo combinato di testo e immagini (Myers, 1968) nella fornitura delle informazioni; esistono differenti indagini sulle preferenze dichiarate che utilizzano le immagini ma nessuno nel contesto dell'implementazione delle misure di informazione;
- L'analisi dei risultati attraverso la stima di modelli di tipo ibrido generalmente all'interno dei programmi di cambiamento volontario di viaggio, si valuta esclusivamente l'efficacia della misura in termini di numero di individui che cambiano il comportamento di viaggio in seguito alla somministrazione dell'informazione stessa; in questo caso invece, non solo si misura l'efficacia sulla scelta del modo di ogni variabile di informazione somministrata, ma si distingue anche l'effetto della misura da quello degli aspetti latenti misurati grazie all'uso combinato dei dati raccolti mediante la tecnica delle Preferenze Dichiarate e quelli raccolti mediante il questionario sulla Teoria del Comportamento Pianificato.

Il presente lavoro di tesi si articola in tre parti principali: una prima parte che integra la revisione bibliografica necessaria per un inquadramento completo dello stato dell'arte di tutti i macro argomenti che sono stati trattati con le rispettive metodologie di analisi, una seconda parte che descrive l'applicazione e infine una terza parte che descrive l'approccio modellistico e i risultati ottenuti.



1. Analisi bibliografica e metodologica

In questo capitolo sarà analizzato lo stato dell'arte contestualmente agli approcci metodologici che caratterizzano i macro argomenti trattati nel presente lavoro di tesi fornendo maggiori dettagli sugli aspetti di maggior interesse per lo studio.

In particolare saranno analizzate le Travel Demand Management, ossia le misure di cambiamento volontario del comportamento di viaggio che rappresentano il contesto di applicazione dello studio.

Saranno poi analizzate le due teorie utilizzate per l'analisi del comportamento di viaggio:

1) La teoria dell'utilità casuale che sta alla base dei modelli, utilizzati per l'analisi dei risultati dell'applicazione, secondo la quale l'individuo si comporta come un homo oeconomicus e come tale segue il principio di ottimizzazione (l'individuo è libero di scegliere le proprie azioni e sceglierà le migliori combinazioni di consumo possibile).

2) La teoria del comportamento pianificato, una teoria di psicologia sociale che è stata propedeutica alla misurazione di tutti quegli aspetti psicologici che influenzano il processo comportamentale; l'applicazione di tale teoria ha consentito di individuare gli indicatori degli aspetti psicologici, fornendone quindi una misura e consentendo quindi la loro esplicazione all'interno dei modelli come variabili latenti.

Infine saranno descritti i modelli di simulazione del comportamento di viaggio che sono stati utilizzati nel presente lavoro di tesi, focalizzando l'attenzione in particolare sui modelli di scelta discreta e i modelli di tipo ibrido che integrano la scelta discreta al modello latente che incorpora, attraverso le variabili latenti, gli aspetti psicologici nei processi di scelta. Un ampio spazio è stato dedicato alla tipologia di dati utilizzabile per la stima dei modelli di scelta discreta per dare una giustificazione teorica alle scelte fatte nel presente lavoro.

1.1. Le misure di cambiamento del comportamento di viaggio: Travel Demand Management

I programmi mirati a modificare il comportamento di viaggio degli individui, che non prevedono la realizzazione di nuove infrastrutture di trasporto, sono definiti programmi per il cambiamento del comportamento di viaggio (Rose e Ampt, 2003). Essi possono agire sulle motivazioni strumentali della scelta, ma risultano più efficaci se orientate alla modifica delle motivazioni affettive e simboliche (Steg, 2005) legate all'uso dell'auto.

Le misure che hanno l'obiettivo di cambiare il comportamento di viaggio dell'individuo incoraggiandolo ad un uso più sostenibile dei sistemi di trasporto sono definite Transport Demand Management (TDM) (Kitamura *et al.*, 1997).

Le TDM sono misure che cercano di influenzare la domanda di mobilità, modificandone i comportamenti di viaggio, per rendere più efficiente l'uso di tutte le modalità di trasporto disponibili. In particolare queste strategie, nel loro attuale sviluppo, sono principalmente finalizzate a ridurre gli effetti negativi generati da un uso indiscriminato dell'automobile

privata promuovendo un uso più efficiente di quest'ultima e di modalità alternative per guidare la società verso un futuro sostenibile. Una tradizionale classificazione, con particolare riferimento agli aspetti psicologici (Steg e Vlek, 2009), è quella che racchiude all'interno delle cosiddette TDM: (1) Strategie Strutturali (misure hard) e (2) Strategie Informative o Cognitivo - Motivazionali (misure soft). Entrambe si basano sulle determinanti del comportamento e sui meccanismi decisionali che sottendono le scelte di viaggio (Steg e Tertoolen, 1997).

- Le misure hard agiscono sulle caratteristiche fisiche e/o prestazionali dell'ambiente di scelta (Bamberg *et al.*, 2011) e mirano a modificare i comportamenti di viaggio intervenendo sui fattori contestuali della scelta quali la disponibilità delle alternative e/o il valore degli attributi dell'offerta (costi e tempi) associati ad esse. Classiche misure hard attuabili sono per esempio le zone a traffico limitato (ZTL), le zone pedonali, il road pricing, la sosta a pagamento, *etc.* L'utente in questo caso è quindi costretto a rivedere la propria valutazione e, eventualmente, a modificare la propria scelta del modo di viaggio.
- Le misure soft sono strategie cognitivo - motivazionali (Ritcher *et al.*, 2011; Steg e Vlek, 2009; Fujii e Taniguchi, 2006) che cercano di agire sul comportamento di viaggio dell'individuo attraverso l'informazione, la promozione e la motivazione (Steg e Vlek, 2009) per aumentare la conoscenza delle alternative di viaggio e la consapevolezza degli effetti prodotti dal loro attuale modo di viaggio ed in particolare delle esternalità negative prodotte (sull'ambiente, sulla collettività e sull'individuo stesso) dall'utilizzo, molto spesso smisurato e ingiustificato, dell'auto privata per soddisfare le proprie esigenze di mobilità. Al contrario delle misure hard, in questo caso, in seguito ad una presa di coscienza derivante dal processo informativo somministratogli, l'utente è portato a rivedere la propria valutazione in modo volontario a seguito di una modifica del giudizio, della percezione, dei fattori motivazionali che sono alla base della scelta stessa. È stato dimostrato inoltre (Taylor e Ampt, 2003) che le misure soft, incoraggiando al cambiamento attraverso misure non coercitive, siano recepite in modo più positivo dall'opinione pubblica. È stato inoltre osservato che tali misure aumentino la consapevolezza individuale sui benefici associati ad una mobilità sostenibile e producano cambiamenti duraturi essendo il risultato di decisioni volontarie (Dahlstrand e Biel, 1997). Le misure soft sono definite anche come programmi di cambiamento volontario del comportamento di viaggio (VTBC, Voluntary Travel Behavioural Change programs) (Ampt, 2003).

L'obiettivo che accomuna queste misure consiste nel ridurre l'uso dell'auto a vantaggio di un maggiore utilizzo di modi più sostenibili, consentendo quindi di ottenere una riduzione delle esternalità negative connesse con l'uso del mezzo privato. Nello specifico l'implementazione di un VTBC consente di ridurre le emissioni di CO₂ e la congestione, di incrementare invece l'utilizzo condiviso dell'auto (aumento delle persone a bordo) e l'uso di mezzi di trasporto più sostenibili, ottenendo così benefici sulla collettività.

L'efficacia di una strategia [□] informativa è strettamente legata alla modalità e al tipo di informazione fornita, in particolare esistono due grandi tipologie di comunicazione: la comunicazione di massa e la comunicazione personalizzata (Garling e Fujii, 2009). La

prima tipologia utilizza i mass media come mezzo di comunicazione per influenzare l'opinione pubblica, la seconda, invece, è rivolta al singolo individuo in quanto personalizzata in funzione delle caratteristiche dell'individuo stesso. I Personalised Travel Planning (PTP) sono un esempio di comunicazione personalizzata e rientrano in questa tipologia di misure: "Individualised Marketing" (Brög, 1998), Personalised Travel Planning (Department of Transport, UK, 2004), Travel Blending (Ampt e Rooney, 1998; Rose e Ampt, 2001; Taylor e Ampt, 2003) e Travel Feedback Programs (Fujii e Taniguchi 2005).

IndiMark (TravelSmart) e Travel Blending sono due esempi noti di approcci PTP. Entrambi sono mirati a individui e famiglie e si basano sulla fornitura di informazioni su come viaggiare in modo più sostenibile, riducendo l'uso dell'automobile (Bonsall, 2007). IndiMark è un approccio di marketing sociale che cerca di migliorare la conoscenza del sistema di trasporto. Si tratta di un programma destinato a singoli individui, ma non del tutto "su misura" (Stopher, 2005) perché ai partecipanti viene chiesto solo se sono interessati a ridurre l'uso dell'automobile e gli si fornisce un pacchetto di informazioni generali. Questo permette al programma di essere attuato su larga scala. Nella prima implementazione di TravelSmart, in Australia nel 2000, più di 15.300 famiglie sono state contattate e circa 6.000 hanno partecipato. Dopo questo, altri progetti sono stati realizzati in varie parti del mondo tra cui Australia, Svezia, Germania, UK e USA.

L'approccio di Travel Blending intende invece ridurre il numero di spostamenti in auto fornendo agli individui suggerimenti personalizzati, si tratta quindi di un programma individuale personalizzato. Dal momento che l'approccio utilizzato fornisce un feedback quantitativo su misura per ogni singolo viaggio, la scala è molto più piccola rispetto al caso di TravelSmart. Gli studi condotti in Australia (Rose e Ampt, 2001; Richter *et al.*, 2011) con 1.000 famiglie, sono infatti i più grandi.

Sempre su piccola scala gli studi condotti in Giappone (Taniguchi *et al.*, 2003; Fujii e Taniguchi, 2005) che usano campioni di circa 200 famiglie, i lavori svolti a Nottingham e Leeds che si basano su un campione di circa 100 famiglie e, infine, lo studio realizzato in Italia Casteddu Mobility Styles (CMS) implementato a Cagliari, tra il 2011 e il 2012.

1.1.1. Tipologia informazioni

I tipi di informazioni comunemente fornite in questi studi sono in genere: tempo di viaggio, chilometri percorsi, spese di viaggio, CO₂ emessa, calorie bruciate.

Relativamente a tempi e costi, e probabilmente alle calorie, gli utenti possono facilmente percepirne un valore quantitativo (tempo e costo monetario sono i principali attributi che l'utente prende in considerazione nelle scelte di viaggio; le calorie oggi sono un parametro di dominio pubblico, sia per la valutazione del poter calorico dei cibi sia in relazione ai consumi per esercizi fisici), relativamente alle emissioni di CO₂ è sicuramente più difficile che gli individui siano in grado di quantificare il contributo che proviene dalle proprie scelte. Come mostrano alcuni studi infatti, gli individui non hanno le informazioni necessarie in termini di emissioni di CO₂ per fare scelte di viaggio consapevoli (Brazil and Caulfield, 2014). La somministrazione di informazioni al viaggiatore sulla quantità di CO₂ generata dalle diverse alternative modali disponibili, rappresenta un fattore che aumenta la

probabilità di scelte più sostenibili da parte degli individui (Avineri e Waygood 2013). Mentre ci sono poche esperienze che consentono di valutare l'efficacia di tale informazione, è invece ampiamente accettato che senza fornirla è meno probabile che gli individui facciano scelte di viaggio ecologiche. Pertanto, in accordo con la letteratura, si crede che la qualità dell'ambiente sia uno dei più importanti aspetti da tenere in considerazione e con buona probabilità, le emissioni di CO₂ rappresentano la misura più efficace di tale aspetto (probabilmente anche la più comprensibile agli utenti rispetto per esempio al PM10).

Tuttavia, come emerso anche dall'applicazione riportata in questa tesi, esistono anche altre variabili che suscitano particolare interesse negli individui e che quindi possono essere utilizzate come misure informative di persuasione verso un uso di modi alternativi all'auto. In particolare una variabile ritenuta di interesse è lo Stress da traffico.

Tra le informazioni inerenti la salute, la misura tipica testata nei programmi PTP riguarda le calorie bruciate. Questa è una misura infatti relativamente facile da testare, perché è facile da quantificare e per gli individui è altrettanto facile associare alle calorie gli effetti sulla loro salute. Tuttavia, dalla letteratura in ambito medico sembra che più le calorie bruciate, lo stress rappresenti il vero tasto dolente della società moderna. I problemi legati allo stress sono più difficili da rivelare e da quantificare ma hanno effetti negativi e costanti sulla salute.

Diversi studi hanno focalizzato l'attenzione sullo stress derivante dalla guida e hanno dimostrato che il pendolarismo, quindi un maggiore utilizzo dell'auto, può effettivamente essere fonte di stress (Novac *et al.*, 1990; Schaeffer *et al.*, 1988). In genere, secondo questi ricercatori, un pendolare di fronte ad una vasta gamma di stimoli associati con il viaggio casa-lavoro ripercuote sul lavoro gli effetti dello stress attraverso maggiore ansia, bassa produttività, maggiore assenteismo e anche una maggiore probabilità di avere alcuni disturbi fisici (Abdel-Salam, Eyres, e Cleary, 1991; Novaco, Kliewer, e Broquet, 1991). Koslowsky e Krausz (1993) hanno trovato che lo stress dei lavoratori utilizzatori dell'auto era legato al tempo di viaggio e che lo stress influenza la soddisfazione dei dipendenti di posti di lavoro, l'impegno e l'intenzione di lasciare. Hennessy e Wiesenthal (1999) hanno esaminato lo stress del guidatore in relazione al livello di congestione del traffico e hanno scoperto che avere degli orari da rispettare influenza lo stress del conducente sia in condizioni di alta che di bassa congestione. Lucas e Heady (2002) hanno trovato che lo stress dei lavoratori auto guidatori con orari di lavoro flessibili era inferiore rispetto a coloro che hanno orari fissi da rispettare. Fenomeni di congestione sembrano essere particolarmente efficaci nel suscitare rabbia e comportamenti aggressivi (Shiner e Compton, 2004). Lo stress da traffico può anche derivare da problemi di guida e di parcheggio, da eventi legati a lesioni colpose, sanzioni pecuniarie, manutenzione e acquisto del veicolo (Gee e Takeuchi, 2004). Uno studio condotto da Wener *et al.* (2003) a New York suggerisce che viaggiare anche con i mezzi pubblici può causare stress, a causa della scarsa qualità del servizio e a causa dei trasbordi. Tuttavia Wener *et al.* (2010) hanno trovato anche che gli auto guidatori pendolari hanno mostrato livelli significativamente più elevati di stress e umore più negativo rispetto agli utilizzatori del treno. Nessuno di questi studi tuttavia valuta l'effetto delle informazioni, cioè in che misura la consapevolezza dello stress derivante dalla guida, abbia un impatto sulla decisione da parte degli individui di cambiare modo di trasporto.

È stata sviluppata una teoria "Driver Behaviour Inventory" (DBI) (Glendon *et al.* 1993) che definisce tre aspetti di vulnerabilità da stress: 1) aggressività inerente il sentimento di rabbia, frustrazione ed impazienza, 2) sgradevoli condizioni, 3) allerta riguardo la consapevolezza dei rischi e la ricerca attiva di rischi potenziali. Matthews *et al.* (1997) hanno ulteriormente perfezionato le misure impiegate per sviluppare il Driver Stress Inventory (DSI) e ridefinito i fattori: aggressività, avversione alla guida, monitoraggio di azioni rischiose, predisposizione alla stanchezza e ricerca di emozioni forti. Le scale DSI predicono risposte emotive alla guida in entrambi i campioni di guidatori professionisti e non (Desmond e Matthews, 2009). Lo stress del traffico è stato anche misurato con la scala Likert chiedendo agli intervistati quanto fossero stati disturbati nel corso dell'ultimo mese da: (a) di traffico; (b) manutenzione auto; (c) incidenti (Gee e Takeuchi, 2004).

1.1.2. Modalità di presentazione delle misure

È stato dimostrato che i viaggiatori possono anche essere influenzati dalla modalità con la quale le informazioni vengono presentate (Avineri e Waygood, 2013). La letteratura suggerisce che l'utilizzo delle immagini per esempio aiuta l'individuo a percepire l'informazione.

Numerosi lavori in ambito accademico, in diversi ambiti e discipline, sono stati sviluppati in merito al concetto di immagine a partire sin dai primi lavori di Boulding (1956) e Martineau (1958), che hanno dimostrato che il comportamento umano dipende da un'immagine piuttosto che dalla realtà oggettiva. Questi primi lavori e i successivi condotti sul concetto di immagine hanno portato alla definizione della "Teoria dell'immagine", che suggerisce che il mondo è una psicologica o distorta rappresentazione della realtà oggettiva che risiede ed esiste nella mente dell'individuo (Myers, 1968).

Un'immagine potrebbe avere un'influenza diretta sull'attitudine nonché sul comportamento (Gary M. E. *et al.*, 1984). Ad esempio, un marchio può provocare una reazione emotiva che porta verso l'atteggiamento di scegliere quel prodotto con quel marchio. Oppure un cliente può avere un pregiudizio nei confronti di un paese straniero che ha implicazioni affettive per i prodotti provenienti da quel paese. Uno studio empirico degli effetti delle variabili di immagine sul processo di valutazione del prodotto ha messo in evidenza gli effetti diretti sull'atteggiamento nonché sulle credenze (Gary M. E. *et al.*, 1984).

Tuttavia esiste anche il rischio che l'immagine possa portare a recepire più informazioni di quella che si vuole fornire realmente. La soluzione più attendibile è quindi quella di utilizzare l'uso combinato di una definizione oggettiva, attraverso il testo, dell'informazione che si vuole fornire in modo che non ci siano errori di interpretazione, in combinazione con l'uso di immagini esplicative di ciò che si vuole comunicare.

1.1.3. Valutazione dei programmi di cambiamento del comportamento di viaggio

La valutazione dei diversi programmi di cambiamento volontario riportati in letteratura è basata su misurazioni diverse ²⁴ seconda della rilevazione del comportamento attuale e del relativo cambiamento del comportamento.

In generale si distinguono in letteratura tre diverse tipologie di valutazione:

- variazione del numero di spostamenti per le diverse modalità:

- Auto guidatore
- Trasporto pubblico
- A piedi
- In bicicletta
- Auto come passeggero
- Car sharing
- variazione nelle distanze percorse per le diverse modalità
- riduzione della CO₂ prodotta.

Questi studi valutano l'efficacia complessiva del programma, ma nessuno di loro analizza invece qual è, tra tutte le informazioni fornite, la leva specifica che ha portato al cambiamento comportamentale. Al contrario, capire fino a che punto le misure informative contribuiscano a plasmare le preferenze individuali è fondamentale per definire un'efficace politica di intervento da attuare per incentivare l'uso di modalità sostenibili.

1.2.L'analisi dei comportamenti di viaggio

L'analisi tradizionale del comportamento di viaggio si basa sulla teoria secondo la quale l'individuo si comporta come un homo oeconomicus e come tale segue il principio di ottimizzazione (l'individuo è libero di scegliere le proprie azioni e sceglierà le migliori combinazioni di consumo possibile).

La validazione degli approcci modellistici applicati in particolare alla scelta modale, ha messo in luce la necessità di integrare nell'analisi e previsione anche le motivazioni simboliche e affettive legate alla scelta (Anable, 2005; Steg, 2005).

Infatti gli individui tendono spesso a contraddire il paradigma di razionalità della scelta (Cherchi, 2009), in quanto esistono fattori legati alla psicologia dell'individuo (attitudini, personalità, abitudine e inerzia, interazioni sociali), riconducibili alle motivazioni simboliche e affettive, che influenzano il comportamento di scelta in maniera sistematica (Cherchi, 2009).

Al fine di caratterizzare il comportamento di viaggio in tutta la sua complessità, e integrare nell'analisi del processo di decisione tali fattori psicologici, sono state definite altre teorie, quali le teorie di psicologia sociale di cui la Teoria del Comportamento Pianificato, trattata nel presente paragrafo, ne è un esempio.

1.2.1. La teoria comportamentale dell'utilità casuale

L'ipotesi più importante su cui si basano i modelli comportamentali è che l'individuo si comporti come un homo oeconomicus e, come tale, segua il principio di ottimizzazione secondo il quale l'individuo è libero di scegliere le proprie azioni e sceglierà le migliori combinazioni di consumo possibile, soggetto solo a vincoli sociali, fisici, di tempo, di denaro *etc.* Secondo questa teoria economica, pertanto, si ha che:

1. l'individuo è un utente razionale che cerca nella sua scelta di massimizzare il proprio livello di soddisfazione;

2. l'utente conosce tutte le alternative a sua disposizione; l'insieme delle alternative disponibili è diverso da individuo a individuo;
3. l'utente associa ad ogni alternativa a disposizione una utilità (o disutilità) che egli ricava dalla sua scelta;
4. il livello di utilità è ottenuto come una combinazione di vari attributi, pesati in funzione del contributo che ciascuno di essi apporta all'utilità totale del particolare bene;
5. l'utente sceglie l'alternativa a cui è associato il valore più elevato di utilità.

Il concetto di *utilità* è un artificio teorico conveniente che consiste nell'associare un indice, per unità di tempo, al livello di soddisfazione relativo al consumo di un particolare bene (Louviere *et al.*, 2000). L'ipotesi di base è che l'attrattività di un'alternativa possa essere misurata quantitativamente, in funzione degli attributi che la caratterizzano, mediante uno scalare che definisce una singola funzione obiettivo. Poiché, per ipotesi, l'utente è un "utente razionale", egli assocerà un giudizio di preferenza a tutte le alternative a sua disposizione, e sceglierà quella da cui ricava il maggior grado di utilità. Quindi l'utente q sceglierà l'alternativa j se e solo se essa, rispetto a qualunque altra alternativa i (con $i \neq j$) appartenente al suo insieme di scelta, soddisferà la seguente disuguaglianza:

$$U_{qj} \geq U_{qi} \quad \forall i \mid A_i \in \underline{A}(q), \quad i \neq j \quad (1.1)$$

dove $\underline{A}(q) = \{A_1, \dots, A_j, \dots, A_M\}$, insieme di scelta del q -esimo utente per $j = 1 \dots M$, $q \in \underline{Q}$ insieme degli utenti e $\underline{A}(q) \in \underline{A}$ insieme di tutte le alternative analizzate.

Il concetto di razionalità è utilizzato per descrivere un processo di decisione calcolato, in contrasto con il concetto di impulsività, secondo il quale l'individuo sceglie in funzione del particolare stato psicologico in cui si trova nel momento della decisione (Varian, 1993). Tuttavia, si osserva che:

- un individuo posto di fronte alla medesima situazione in due momenti differenti, non prende sempre la medesima decisione;
- due persone aventi le stesse caratteristiche socio-professionali effettuano scelte differenti;
- pertanto, si può dedurre che il comportamento dell'utente non è perfettamente razionale (Tverski, 1972). D'altro canto, però si verifica che anche il modellizzatore non è in grado di rappresentare con esattezza l'utilità percepita dal decisore, perché non conosce con certezza tutte le caratteristiche che influenzano la scelta né ha la certezza circa il meccanismo decisionale adottato (Manski, 1977; McFadden, 1981). Pertanto, per poter tener conto di questi due effetti di incertezza rispetto ad un comportamento perfettamente razionale, l'utilità viene considerata e trattata come una variabile aleatoria. Da qui un'altra definizione dei modelli comportamentali che è quella di *modelli di utilità casuale*.

Visto il carattere aleatorio della funzione di utilità, non è possibile avere la certezza dell'alternativa scelta dall'utente ma solo la probabilità che l'individuo effettui una determinata scelta; i modelli comportamentali sono infatti *modelli probabilistici* e forniscono la probabilità che l'utente q scelga l'alternativa j , e quindi la probabilità che

l'alternativa j fornisca all'utente q l'utilità maggiore rispetto a tutte le altre alternative disponibili per l'utente stesso. Formalmente i modelli probabilistici possono essere scritti come segue:

$$p_{qj} = \text{prob}(U_{qj} \geq U_{qi}) \quad \forall i \mid A_i \in \underline{A}(q), \quad i \neq j \quad (1.2)$$

Al fine di rendere operativo il modello matematico è necessario definire una forma matematica della funzione di utilità che sia in grado di riprodurre il comportamento del consumatore. Come indicato da Lancaster (1966), l'alternativa in sé non produce alcuna utilità. L'utente, infatti, valuta l'alternativa in funzione di tutti gli attributi che la compongono e che gli producono un certo grado di soddisfazione. Di fatto, tipicamente si assume che l'utilità sia rappresentata da due componenti:

una componente deterministica (o sistematica), che è funzione degli attributi dell'alternativa e delle caratteristiche socio-economiche del decisore

una componente additiva di natura stocastica che rappresenta l'insieme delle variabili non osservabili della funzione di utilità o eventuali effetti dell'individuo che non rispecchiano perfettamente la teoria comportamentale che sta alla base di questi modelli.

L'utilità assume pertanto la seguente forma:

$$U_{qj} = V_{qj} + \varepsilon_{qj} \quad (1.3)$$

Dove:

$V_{qj} = f(\underline{X}_{qj}, \underline{\theta})$ è la componente deterministica, definita *utilità sistematica*;

(\underline{X}_{qj}) è un vettore di attributi misurabili, rappresentati dalle caratteristiche del livello di servizio (*LOS*) dell'alternativa j e dalle caratteristiche socioeconomiche (*SE*) dell'utente q ;

$\underline{\theta}$ è un vettore di parametri incogniti (da stimare) che rappresentano il peso degli attributi sul livello di utilità percepito;

ε_{qj} è la componente aleatoria, definita anche *residuo aleatorio*.

È importante sottolineare che questa ipotesi di scomporre l'utilità in una parte deterministica ed in una componente aleatoria rappresenta un'ipotesi particolarmente utile al fine di derivare i Modelli di Scelta Discreta. Tuttavia possono essere fatte altre ipotesi. Recentemente è stata proposta una formulazione con termine d'errore moltiplicativo (Fosgerau e Bierlaire, 2008) anche se si tratta ancora di formulazioni sperimentali.

Sostituendo l'equazione (1.3) nell'equazione (1.2) si ha che la probabilità che l'utente operi una determinata scelta può essere espressa come:

$$p_{qj} = \text{prob}(V_{qj} + \varepsilon_{qj} \geq V_{qi} + \varepsilon_{qi}) \quad (1.4)$$

$$p_{qj} = \text{prob}(\square(V_{qj} - V_{qi} \geq \varepsilon_{qi} - \varepsilon_{qj}))$$

Di questa espressione l'analista conosce solo la differenza dell'utilità sistematica ($V_{qj}-V_{qi}$) ma ignora il valore del vettore $\underline{\varepsilon}_q$ delle variabili aleatorie, quindi il valore della probabilità è dato da:

$$p_{qj} = \int_{R_N} f(\underline{\varepsilon}_q) d\underline{\varepsilon}_q \quad (1.5)$$

Dove lo spazio R_N di integrazione è definito come:

$$R_N = \begin{cases} \varepsilon_{qi} \leq \varepsilon_{qj} + V_{qj} - V_{qi} & \forall i \mid A_i \in A(q), \text{ con } i \neq j \\ V_{qj} + \varepsilon_{qj} \geq 0 \end{cases} \quad (1.6)$$

I diversi Modelli di Scelta Discreta utilizzati nella pratica si ottengono a partire da diverse ipotesi relative alla distribuzione dei residui aleatori. Nel seguito saranno analizzati i più comuni ed in particolare quelli che sono stati utilizzati per il presente lavoro di tesi: il modello Logit Multinomiale (MNL) ed il modello Logit Misto (ML).

1.2.2. Teoria del comportamento pianificato

Negli ultimi vent'anni molti ricercatori nel campo della psicologia si sono focalizzati sui fattori che determinano l'uso dell'auto. In particolare molto del lavoro portato avanti in questo campo si basa sulla "*Theory of Planned Behaviour*" (TPB) (Ajzen, 1985), letteralmente teoria del comportamento pianificato.

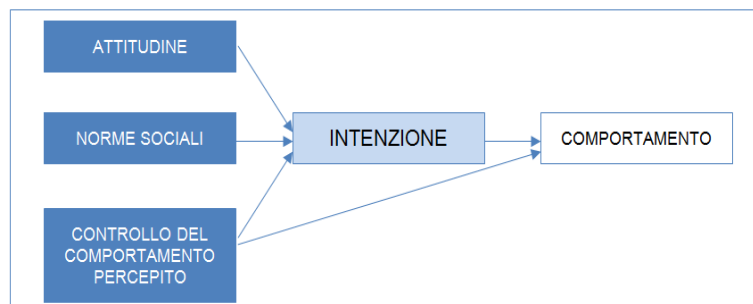


Figura 1

La TPB utilizzata per interpretare il comportamento di viaggio (Gärling *et al.*, 1998; Bamberg *et al.*, 2003; Bamberg e Schmidt, 2003), assume che il comportamento scaturisca dall'intenzione di intraprendere uno specifico compito, e che questa intenzione sia a sua volta funzione delle attitudini, delle norme soggettive e dal controllo del comportamento.

Il TPB lega il costrutto dell'atteggiamento al comportamento, inserendo in questo rapporto l'intenzione comportamentale come mediatore e predittore diretto del comportamento stesso (Bonnes *et al.*, 2006).

La teoria del comportamento pianificato si caratterizza in tre tipi di credenze-comportamentali, normative e di controllo, e tra i relativi costrutti di atteggiamento, norma soggettiva, e il controllo comportamentale percepito (Ajzen, 1991). Più sono favorevoli l'atteggiamento e la norma soggettiva, maggiore è il controllo percepito, più dovrebbe essere forte la volontà della persona di eseguire un determinato comportamento. Infine, dato un sufficiente grado di controllo effettivo sul comportamento, le persone sono tenute a svolgere le loro intenzioni quando se ne presenta l'occasione. L'intenzione è quindi assunta come l'antecedente immediato del comportamento.

Le attitudini sono la valutazione soggettiva dell'individuo rispetto ad un oggetto o ad un particolare comportamento. L'attitudine riflette la misura in cui un comportamento è valutato positivo o negativo, un'attitudine positiva verso un certo comportamento incrementa l'intenzione a compierlo, al contrario, un'attitudine negativa rappresenta un ostacolo a compiere un determinato comportamento (Gärling e Axhausen, 2003). Inoltre, tanto maggiore è l'intenzione di realizzare un certo comportamento, tanto più probabile è che quel comportamento si realizzi (Steg e Nordlund, 2012).

Le norme soggettive si riferiscono alla pressione sociale che l'individuo percepisce nell'intraprendere un certo comportamento.

Infine, il controllo del comportamento dipende dalla sicurezza che un individuo possiede nel poter compiere una determinata azione in relazione a fattori che possono facilitarlo o ostacolarlo.

Il modello di TPB ha riscosso successo nell'interpretare vari tipi di comportamenti ambientali e di viaggio. Per esempio, in uno studio relativo all'uso dell'auto su un campione di 254 studenti universitari in una città della Germania, Bamberg e Schmidt (2003), hanno sperimentalmente dimostrato come l'intenzione influenzi il comportamento scelto. In particolare hanno mostrato che gli studenti del campione hanno un atteggiamento più favorevole nei confronti dell'uso dell'auto per recarsi all'università quando sono fortemente intenzionati a farlo; inoltre tale intenzione risulta più forte quando si prova piacere nel guidare (attitudine positiva), quando c'è un'approvazione generale all'utilizzo dell'auto (norma sociale) e, anche se in minor misura, quando si è consapevoli di poterlo fare (controllo comportamentale).

Il potere predittivo dei modelli TBP aumenta quando nel modello vengono introdotti anche altri fattori come le misure di concern, controllo comportamentale percepito, attitudini, comportamenti, norme personali (Harland *et al.*, 1999).

1.2.3. Dissonanza cognitiva

Nonostante sia stata dimostrata l'esistenza di una forte corrispondenza tra attitudini e comportamento, Tertoolen *et al.* (1998) sostiene che nell'individuo si possono verificare fenomeni di "dissonanza cognitiva" *i.e.* un'inconsistenza tra attitudini e comportamento. Molti studi hanno messo in evidenza tale aspetto soprattutto per quel che concerne i comportamenti pro-ambientali; per esempio si verifica comunemente che, anche se una

persona manifesta un'attitudine al rispetto dell'ambiente, il suo comportamento attuale in realtà non lo è.

Nel settore dei trasporti, in particolare, accade che gli individui con spiccate sensibilità ambientali abbiano in realtà un comportamento di viaggio non sostenibile in quanto utilizzatori dell'auto privata. D'altra parte un comportamento sostenibile come l'uso di trasporto pubblico è un caso a parte, probabilmente perché non esiste una motivazione pro-ambientale per comportarsi in modo sostenibile, ma probabilmente è il risultato di altri tipi di motivazione come benefici economici, comfort, *etc.* (Bonnes *et al.*, 2006). Uno dei motivi di tale comportamento potrebbe essere legato al fatto che le persone si comportano in modo pro-ambientale solo quando è facile farlo (Stern e Oskamp, 1987).

Inoltre si verificano spesso anche fenomeni di compensazione: persone con forte sensibilità ambientale compensano i loro sensi di colpa derivanti dall'utilizzo dell'auto con un maggiore impegno in comportamenti pro-ambientali in altri campi come per esempio la raccolta (Johansson *et al.*, 2006).

Le misure di informazione giocano sicuramente un ruolo fondamentale nel superamento della barriera della dissonanza cognitiva tra attitudini e comportamento. Tuttavia, a conoscenza dell'autore, nessuno studio ha analizzato l'effetto delle misure informative e quindi di un accrescimento della consapevolezza contestualmente alle attitudini nel processo comportamentale per verificare la presenza di fenomeni di dissonanza cognitiva.

1.2.3.1. Metodologia di analisi TPB: Analisi fattoriale

La tecnica dell'analisi fattoriale, utilizzata nell'ambito della statistica multivariata, rappresenta uno strumento utile nell'identificazione di una o più dimensioni latenti (chiamate fattori o componenti) sottostanti ad un set di item o variabili con il fine di semplificare i dati di origine. Risulta uno strumento estremamente utile per l'analisi e la semplificazione di dati raccolti con l'applicazione di teorie psicologiche quali la teoria del comportamento pianificato.

Lo scopo è quindi quello di creare una rappresentazione attraverso i fattori di quei processi alla base della correlazione fra gli item (Tabachnick e Fidell, 2007) per ridurre un numero più o meno elevato di variabili, che rappresentano le caratteristiche del fenomeno analizzato, in un numero più ristretto di variabili latenti. In Psicologia, questa tecnica viene largamente applicata al fine di individuare i processi sottostanti agli atteggiamenti e ai costrutti psicosociali in genere.

Fondamentalmente esistono due macro tipologie di Analisi Fattoriale: Analisi Fattoriale Esplorativa e Analisi Fattoriale Confermativa. La prima (Esplorativa) si effettua di solito nelle prime fasi di una ricerca con lo scopo di descrivere e riassumere i dati mettendo insieme le variabili correlate; la seconda (Confermativa) si utilizza quando si vuole verificare una struttura teorica nota e conosciuta (Tabachnick e Fidell, 2007).

Le tipologie di analisi fattoriali utilizzate sono quelle della Factorial Analysis (FA) e della Principal Component Analysis (PCA), che si differenziano a livello matematico: la PCA infatti analizza tutta la varianza nelle variabili osservate, mentre nella FA viene

analizzata solo la varianza condivisa, cercando di non considerare la varianza di errore appartenente alla specifica variabile non osservata (Tabachnick e Fidell, 2007).

Al fine di poter effettuare un'analisi Fattoriale su un set di dati, alcuni autori suggeriscono diversi criteri che il database in questione deve possedere affinché possa correttamente essere effettuata una PCA, in particolare riferiti alla dimensione del campione e alla correlazione tra le variabili.

Per quanto riguarda la dimensione del campione molti autori sostengono che al di là della numerosità campionaria, ovviamente maggiore è la numerosità campionaria meglio è, sia importante il rapporto tra numero utenti e numero item; per esempio Nunnally (1978) suggerisce un rapporto di 10 a 1.

Per quanto riguarda la correlazione tra variabili, alcuni autori (Tabachnick e Fidell, 2007) suggeriscono di verificare se esistono correlazioni > 0.3 e, nel caso, una PCA potrebbe essere non opportuna. Esistono anche dei test che valutano la possibilità di fattorializzare, quali il test di Barlett e il test Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). In particolare il test di Barlett consente di verificare che la matrice di correlazione sia significativamente diversa dalla matrice identità; il test KMO è il rapporto tra le correlazioni osservate e le correlazioni parziali e, affinché si possa effettuare un'analisi fattoriale, il test deve risultare maggiore di 0.5, anche se sono considerati valori "buoni" quelli superiori a 0.6.

Per valutare il numero di fattori da estrarre esistono differenti tecniche che possono essere utilizzate, tra le quali:

1. il criterio di Kaiser o regola dell'autovalore: una delle tecniche più utilizzate è noto come criterio di Kaiser secondo la quale devono essere considerati solo fattori con un autovalore maggiore o uguale ad 1. Per autovalore di un fattore si intende la quantità di varianza totale spiegata da quel fattore.
2. Scree test: un altro approccio che può essere utilizzato è lo scree test o test di Cattell (Cattell, 1966). Si valuta in questo caso il grafico degli autovalori dei fattori e si prendono quelli con pendenza maggiore in quanto questi fattori contribuiscono maggiormente alla spiegazione della varianza nel set di dati.
3. Analisi parallela: l'analisi parallela è la tecnica più accreditata e accurata e consiste il confronto delle dimensioni degli autovalori con quelli ottenuti da un insieme di dati generato casualmente delle stesse dimensioni. Uno strumento che consente di effettuare questo tipo di analisi è il software Monte Carlo PCA for Parallel Analysis.

Estratti i fattori, si procede all'interpretazione; affinché l'interpretazione sia di facile lettura, si ruotano gli assi. La rotazione può essere di due tipi:

- ortogonale, si assume quindi che i fattori non siano correlati (ipotesi non veritiera nella maggior parte dei casi)
- obliqua, si assume che i fattori siano correlati (ipotesi più accreditata)

Tra le rotazioni oblique degli assi, la Promax che risulta computazionalmente più veloce

del metodo oblimin diretto, altra tipologia di rotazione obliqua, più adatto per grandi insiemi di dati.

Estratti i fattori, l'affidabilità di ciascun fattore individuato può essere misurata attraverso l'alpha di Cronbach. Tale coefficiente descrive la coerenza interna di raggruppamenti di item; è un numero compreso tra 0 e 1, tanto più il valore si avvicina ad 1 tanto più i soggetti esaminati esprimono un atteggiamento coerente riguardo a ciascun item appartenente a ciascun fattore. I valori di affidabilità dell'alpha sono diversi a seconda del tipo di scala, Nunnally (1978) suggerisce un livello minimo di 0,7; tuttavia, poiché il risultato è funzione del numero di elementi della scala, quando tale numero è inferiore a 10 i valori dell'alpha di Cronbach possono essere piuttosto piccoli.

1.3. I modelli di simulazione del comportamento di viaggio

La modellizzazione del comportamento di viaggio, per la complessità dei processi comportamentali che portano alle scelte (del modo, del percorso, dell'orario, *etc.*), ha rappresentato una delle maggiori sfide nell'ambito della ricerca trasportistica. I modelli del comportamento di viaggio messi a punto consentono di fornire approfondimenti teorici su come e perché le persone viaggiano, stimare le proprietà che legano la scelta dei viaggiatori agli attributi del viaggio (ad esempio il tempo e il costo del viaggio), alle caratteristiche proprie dell'individuo (caratteristiche socio-economiche, socio-demografiche) al fine di prevedere il loro comportamento futuro e infine di valutare le risposte che interventi o misure di variazione delle caratteristiche dell'offerta possono generare.

In questo paragrafo saranno analizzati i modelli del comportamento di viaggio utilizzati nel presente lavoro per analizzare il comportamento di viaggio degli individui in seguito all'implementazione di misure informative nell'ambito di programmi di cambiamento volontario di viaggio.

1.3.1. Modelli di Scelta Discreta

Nel settore dei trasporti la scelta del modo di viaggio è prevalentemente di natura discreta, in quanto viene effettuata tra un numero finito di alternative mutualmente escludenti e collettivamente esaustive. Pertanto i modelli che si usano nel settore dei trasporti per simulare le scelte di viaggio sono *Modelli di Scelta Discreta*.

Uno dei grandi vantaggi dei Modelli di Scelta Discreta è che possono avere un'interpretazione comportamentale, cioè possono essere derivati (McFadden, 2000) a partire da ipotesi sul meccanismo secondo il quale l'utente compie la scelta. I modelli utilizzati nel settore dei trasporti, pertanto, sono anche definiti *modelli comportamentali*. Infine, poiché le scelte di viaggio sono scelte individuali, i Modelli di Scelta Discreta sono prevalentemente applicati a livello di singolo individuo e pertanto si tratta di *modelli disaggregati a livello individuale*.

I modelli comportamentali derivano dalla teoria microeconomica del consumatore, combinata poi, con una teoria matematica a livello individuale che ha portato alla definizione di modelli molto sensibili.

Al fine di ottenere modelli in grado di interpretare e di prevedere in modo corretto il comportamento decisionale con cui l'utente affronta le scelte di viaggio, è necessaria un'appropriata specificazione, in grado di dar risposta alle seguenti domande:

- Qual è la teoria microeconomica che meglio rappresenta il particolare fenomeno in studio?
- Quali sono le variabili esplicative del fenomeno che meglio rappresentano il livello di soddisfazione che ogni alternativa produce sugli individui singolarmente?
- Qual è la forma funzionale in cui tali variabili si possono combinare per fornire la migliore rappresentazione del comportamento di viaggio?
- Come è possibile tenere in considerazione tutti gli effetti inosservati che nella realtà influenzano la scelta di viaggio, e cioè qual è la più appropriata forma funzionale per la distribuzione delle diverse componenti aleatorie?
- Quali sono le possibili alternative in ogni specifico fenomeno e quali di queste alternative sono o no realmente disponibili per ogni singolo utente?

Specificare un modello significa dunque definire la forma funzionale dello stesso e delle specifiche variabili che collegano il modello matematico al fenomeno pratico in studio. I modelli matematici, per quanto sofisticati, forniscono una rappresentazione semplificata della realtà; infatti, per poter tradurre in forma analitica fenomeni complessi, sono necessarie delle ipotesi sia di natura comportamentale che di natura matematico-statistica. In questo capitolo viene descritto lo stato dell'arte dei Modelli di Scelta Discreta (Ben-Akiva e Lerman, 1985; Ortúzar e Willumsen, 2001; Train, 2009). In particolare viene riportata la teoria comportamentale che sta alla base di tali modelli comunemente utilizzati nel settore dei trasporti, le ipotesi semplificative che consentono di applicare la teoria comportamentale e le caratteristiche dei principali Modelli di Scelta Discreta e della loro costruzione.

1.3.2. Derivazione matematica dei Modelli di Scelta Discreta

1.3.2.1. Il modello Logit Multinomiale (MNL)

Una classe molto importante di modelli di utilità casuale (*Logit*) è generata da funzioni di utilità con residui aleatori indipendentemente ed identicamente distribuiti (IID). In questo caso, infatti, la funzione di densità $f(\varepsilon)$ può essere così scomposta nel prodotto di N funzioni indipendenti:

$$f(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_j, \dots, \varepsilon_N) = \prod_{j=1}^N g(\varepsilon_j) \quad (1.7)$$

dove $g(\varepsilon_j)$ è la distribuzione di utilità associata alla singola alternativa, ed il valore della probabilità di scelta della j -esima alternativa (dove è sottinteso l'individuo q) è ottenuto come:

$$p_j = \int_{-\infty}^{+\infty} g(\varepsilon_j) \left[\prod_{i \neq j} \int_{-\infty}^{\varepsilon_j + V_j - V_i} g(\varepsilon_i) d\varepsilon_i \right] d\varepsilon_j \quad (1.8)$$

dove l'espressione:

$$G(\varepsilon_j + V_j - V_i) = \int_{-\infty}^{\varepsilon_j + V_j - V_i} g(\varepsilon_i) d\varepsilon_i \quad (1.9)$$

rappresenta la funzione cumulata di probabilità.

In particolare il modello *Logit Multinomiale* (MNL) si ottiene nell'ipotesi che i residui siano distribuiti IID Gumbel (definita anche distribuzione del valore estremo generalizzato di tipo 1, GEV1). L'utilizzo della distribuzione di Gumbel offre il vantaggio innegabile che la funzione di densità presenta un integrale definito e, conseguentemente, la probabilità ha una forma chiusa facilmente trattabile. Infatti, se si indica con $h(\varepsilon_i) = e^{-\lambda\varepsilon_i}$ e con $h'(\varepsilon_i) = \partial h(\varepsilon_i) / \partial \varepsilon_i$, la funzione di densità Gumbel assume la forma:

$$g(\varepsilon_i) = -h'(\varepsilon_i) e^{h(\varepsilon_i)} \quad (1.10)$$

il cui integrale è:

$$G(\varepsilon_j + V_j - V_i) = \left[e^{-h(\varepsilon_i)} \right]_{-\infty}^{\varepsilon_j + V_j - V_i} \quad (1.11)$$

Sostituendo il valore di G così calcolato nell'espressione della probabilità (1.8), e tenendo conto che nella funzione G l'espressione $b = \sum_{i \neq j} e^{-\lambda(V_j - V_i)}$ è indipendente da ε_j , si ottiene:

$$p_j = \int_{-\infty}^{+\infty} -h'(\varepsilon_j) e^{-(b+1)h(\varepsilon_j)} d\varepsilon_j \quad (1.12)$$

il cui integrale $(1+b)^{-1} e^{-h(\varepsilon_j)}$ dà l'espressione del MNL:

$$p_{qj} = \frac{1}{1 + \sum_{i \neq j, i=1}^N e^{\lambda[V(\underline{X}_{qik}) - V(\underline{X}_{qjk})]}} = \frac{e^{\lambda V(\underline{X}_{qjk})}}{\sum_{A_i \in A(q)} e^{\lambda V(\underline{X}_{qik})}} \quad (1.13)$$

dove N sono le alternative disponibili, appartenenti all'insieme di scelta $A(q)$ del q -esimo individuo, e λ è un parametro da cui dipende la varianza dei residui.

È importante sottolineare che la funzione di densità della Gumbel è definita a meno di un parametro di scala (λ) e di un parametro di posizione (η). Conseguentemente la funzione di ripartizione risulta uguale a:

$$F(\varepsilon_j) = \exp\left[-e^{-\lambda(\varepsilon_j - \eta)}\right] \quad (1.14)$$

dove:

- η è la moda, che viene supposta per convenienza uguale a zero;
- $\eta + \frac{\gamma}{\lambda}$ è la media, anch'essa supposta uguale a zero;
- $\gamma = 0.577$ è la costante di Eulero
- λ è un parametro di scala definito positivo;
- $\sigma^2 = \pi^2 / 6\lambda^2$ è la varianza.

Per cui il parametro di scala del modello Logit (λ) è di fatto il parametro di scala della distribuzione Gumbel e dipende dalla varianza dei residui. Occorre anche ricordare che nella stima del modello Logit tale parametro è incognito e tutti i parametri di preferenza sono stimati a meno di esso. Pertanto, se i residui aleatori sono molto dispersi rispetto alla media, il parametro λ tende a zero e le alternative tendono a diventare equiprobabili. In pratica, valori elevati di varianza (dovuti ad una cattiva specificazione della funzione d'utilità sistematica e/o a errate ipotesi sulla distribuzione dei residui) riducono l'effetto della differenza degli attributi ($V_{qj} - V_{qi}$) sulla probabilità di scelta delle alternative e portano a stime errate dei parametri. In caso contrario ovvero quando il parametro λ tende ad uno, il modello tende a diventare deterministico cioè viene l'alternativa migliore ha una probabilità che tende ad uno.

L'importanza delle ipotesi sui residui aleatori è relativa anche alla funzione che essi rivestono nel processo di stima dei parametri di preferenza. Infatti, i parametri di preferenza risultano sempre stimati a meno di un parametro di scala, incognito per il modellizzatore, che è legato alla varianza della componente d'errore. Questo significa che il valore stimato dei parametri dipende dalle ipotesi fatte sulla legge di distribuzione dei residui. Qualora vi siano delle alternative non indipendenti o delle variazioni nelle preferenze tra gli individui potrebbero ottenersi risultati errati in quanto verrebbero violate le ipotesi precedentemente espone.

Un'altra considerazione importante da fare è che per derivare l'espressione della probabilità (1.8) si è fatta l'ipotesi che i residui ε_q abbiano media nulla, pertanto la distribuzione delle U è uguale a quella degli ε_q però con media pari all'utilità sistematica. Di fatto, questa ipotesi è verificata sempre che la funzione di utilità sistematica sia specificata con un set completo di costanti specifiche dell'alternativa che rappresentano il valore atteso della differenza dei residui aleatori (Cherchi e Ortúzar, 2006).

Infine, è interessante osservare anche che la probabilità ha una struttura matematica che riflette la teoria secondo cui l'utente effettua la scelta confrontando le alternative a coppie. Il modello lavora, infatti, per differenze fra coppie di utilità così come l'utente ragiona nel meccanismo di scelta ipotizzato.

□

1.3.2.2. Proprietà e limiti del MNL

Il *MNL* è il Modello di Scelta Discreta più semplice ma anche quello maggiormente utilizzato. Il principale vantaggio del *MNL* è che è possibile esprimere in forma chiusa la probabilità di scelta della generica alternativa, che lo rende molto semplice da trattare computazionalmente.

Il *MNL*, così come precedentemente riportato, nasce dalle ipotesi statistiche che i residui aleatori siano IID distribuiti secondo una Gumbel, questo implica due aspetti:

- l'assenza di correlazione tra le alternative ($cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0, \forall i, j \in A(q)$);
- varianza uguale tra tutte le alternative ($\sigma_i^2 = \sigma_j^2 = \sigma^2, \forall i, j \in A(q)$). Ovvero il modello *MNL* è omoschedastico;
- omogeneità nelle preferenze degli utenti per gli attributi e per le alternative;

che conducono ad una matrice di varianza-covarianza estremamente semplice (e per questo spesso anche poco realistica) riconducibile al prodotto tra la varianza e la matrice identità :

$$\underline{\underline{\Sigma}} = \sigma^2 I \quad (1.15)$$

Le ipotesi alla base del *MNL*, se da un lato forniscono un grosso vantaggio in termini di semplificazione dell'applicazione del modello stesso, dall'altro producono delle carenze che se non tenute in considerazione possono portare a dei risultati errati così come riportato di seguito.

Un caso di particolare interesse è quello relativo all'omissione di variabili rilevanti nella specificazione dell'utilità sistematica, in quanto, come discusso precedentemente, è implicito nella costruzione dei modelli il fatto che il modellizzatore non conosca tutte le variabili che influenzano il fenomeno. Le ipotesi che generano il *MNL* non sono più verificate qualora tali variabili dipendano da una qualche variabile che invece è stata inserita nella specificazione.

Seguendo la trattazione proposta in Ortúzar e Willumsen (2001), se \underline{X}_{qj} e \underline{Y}_{qj} rappresentano i due vettori di variabili esogene che l'individuo q valuta nella scelta dell'alternativa j , $\underline{\theta}$ e $\underline{\psi}$ rispettivamente i due vettori dei parametri di preferenza, supponiamo che la funzione d'utilità casuale vera secondo cui l'individuo valuta le alternative disponibili sia la seguente:

$$U_{qj} = \underline{\theta} \cdot \underline{X}_{qj} + \underline{\psi} \cdot \underline{Y}_{qj} \quad (1.16)$$

Se, per varie ragioni, il pianificatore è in grado di conoscere solo uno dei due vettori di variabili (per esempio \underline{X}_{qj}), nella funzione d'utilità specificata dal pianificatore il termine d'errore sarà $\varepsilon_{qj} = \underline{\psi} \cdot \underline{Y}_{qj}$. Infatti, per le ipotesi matematiche viste precedentemente, tutto ciò che l'individuo valuta nella sua scelta ma l'analista non può misurare viene inglobato nel termine aleatorio.

Le ipotesi del Logit risultano verificate quando l'errore si distribuisce indipendentemente dal vettore \underline{X}_{qj} e cioè solo se nel caso più generale $\underline{\theta} \underline{X}_{qj}$ si distribuisce indipendentemente da $\underline{y} \underline{Y}_{qj}$. Inoltre, così come dimostrato da Cherchi e Ortúzar (2001) la presenza di strutture omesse può mascherare la reale distribuzione dei residui, portando a conclusioni errate per esempio circa la presenza di correlazione tra alternative.

Un altro aspetto che limita l'utilizzo del *MNL* è l'ipotesi che i parametri siano costanti per tutti gli individui, e pari a un valore medio θ . In tutti i casi, infatti, in cui i parametri di preferenza variano tra gli individui, anche se rimangono costanti per uno stesso individuo, l'ipotesi di IID risulta inconsistente.

Un'ulteriore considerazione che discende sempre dalle ipotesi sui residui, è relativa all'interdipendenza dalle alternative irrilevanti (IIA), che porta ad attribuire un eccesso di probabilità di scelta a quelle alternative che nella realtà sono correlate in termini di utilità.

1.3.2.3. Il modello Probit (MNP)

Il modello Probit, rispetto ai modelli illustrati finora, non presenta nessuna ipotesi restrittiva, richiede solo che i residui si distribuiscano secondo una normale multivariata, con media nulla e matrice di covarianza arbitraria:

$$\underline{\underline{\Sigma}} = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \cdots & \rho_{1j}\sigma_1\sigma_j & \cdots & \rho_{1m}\sigma_1\sigma_m \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \rho_{j1}\sigma_1\sigma_j & \cdots & \sigma_j^2 & \cdots & \rho_{jm}\sigma_j\sigma_m \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \rho_{m1}\sigma_m\sigma_1 & \cdots & \rho_{mj}\sigma_m\sigma_j & \cdots & \sigma_m^2 \end{bmatrix} \quad (1.17)$$

A differenza di quanto visto nei modelli precedenti, nel modello Probit la varianza può essere distinta ed i termini di errore possono essere correlati in qualunque modo, pertanto è possibile trattare:

- variazioni di preferenza
- correlazione
- eteroschedasticità

A fronte di questi vantaggi, tuttavia, il modello MNP, nella sua formulazione teorica più generale risulta più difficile da implementare, sia per le tecniche di stima sia per il tempo richiesto per calibrare i parametri. Questa struttura così generale crea, ovviamente, il problema di non consentire di scrivere il modello in modo semplice così come per il modello MNL e, pertanto, per risolverlo numericamente occorre fare delle approssimazioni.

Un'espressione relativamente semplice del MNP si ottiene invece nel caso binario, in cui si può dimostrare (Ortúzar e Williams, 1982) che l'integrale multiplo si riduce alla forma:

$$\int_{R_N} f(\underline{\varepsilon}_q) d\underline{\varepsilon}_q = \int_{-\infty}^{V_1-V_2} \frac{\exp(-Z^2/2)}{\sqrt{2\pi}} dz = \Phi\left(\frac{V_1-V_2}{\sigma_\varepsilon}\right) \quad (1.18)$$

dove $Z = \varepsilon_{21} / \sigma_\varepsilon$, ed essendo la normale chiusa rispetto alla somma si ha che la differenza $\varepsilon_{21} = \varepsilon_2 - \varepsilon_1 \approx N(0, \sigma_\varepsilon^2)$, con $\sigma_\varepsilon^2 = \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\varepsilon^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2$.

Nonostante la sua grande flessibilità, il modello probit è stato utilizzato raramente non solo nelle pratiche applicazioni ma anche a livello di ricerca. Attualmente è stato quasi del tutto superato dal modello logit misto.

1.3.2.4. Il modello Mixed Logit (ML)

Il modello *ML*, noto anche come Kernel Logit o modello con Errore Composto, nasce da un'idea originalmente formulata da Cardell *et al.*, (1978) e successivamente riformulata, nella versione attualmente conosciuta, da Ben-Akiva e Bolduc (1996) e McFadden e Train (1997).

La struttura di base del *ML* è uguale a quella di tutti i Modelli di Scelta Discreta tipicamente utilizzati nel settore dei trasporti, in cui l'utilità (U_{jq}) che il q -esimo utente associa alla j -esima alternativa a sua disposizione può essere scomposta in una componente sistematica (V_{jq}) ed in un residuo aleatorio additivo (ε_{jq}); l'idea nuova del *ML* è quella, però, di considerare il termine aleatorio formato da più di una componente, di cui almeno una (ε_{jq}) IID Gumbel ed un'altra (η_{jq}) che può assumere qualunque distribuzione e che consente di modellizzare numerosi fenomeni quali correlazione tra alternative, correlazione tra utenti, eteroschedasticità, eterogeneità casuale nelle preferenze, *etc.* Il modello *ML* ha pertanto la seguente specificazione:

$$U_{jq} = \theta x_{jq} + \underbrace{\eta_{jq} + \varepsilon_{jq}}_{\varepsilon_{jq}} \quad (1.19)$$

Poiché si ha una componente additiva che distribuisce IID Gumbel, integrando rispetto a ε_{jq} si ottiene la forma classica di un Logit Multinomiale:

$$L_{jq}(\eta) = \frac{e^{(\theta x_{jq} + \eta_{jq})}}{\sum_{j'} e^{(\theta x_{j'q} + \eta_{j'q})}} \quad (1.20)$$

Tuttavia, poiché η_{jq} non è nota, la probabilità di scelta dell'equazione (1.20) è una probabilità condizionata. Assumendo per η_{jq} una qualunque distribuzione, con funzione di densità $f(\eta/\Omega)$, dove Ω sono i parametri fissi della distribuzione, la probabilità di scelta non condizionata è data dall'integrale di L_{jq} su tutti i valori η_{jq} pesati dalla rispettiva funzione di densità $f(\eta/\Omega)$:

$$p_{jq} = \int L_{jq}(\eta) f(\eta/\Omega) d\eta \quad (1.21)$$

La maggiore flessibilità del *ML*, che non presenta il problema della IIA e che consente una simulazione più reale dei comportamenti degli utenti, si riflette tuttavia in una maggiore complessità nella stima dei parametri. Infatti, a differenza di quanto si verifica per il *MNL*, la probabilità *ML* non presenta una forma chiusa, e la stima dei parametri richiede la risoluzione dell'integrale multiplo.

Per quanto riguarda il modello *ML*, due sono le forme più comuni che si distinguono a seconda del tipo di attributo a cui è associato il parametro η_{jq} : il modello con parametri aleatori (ML-RP) ed il modello con componente d'errore (ML-EC). Il primo si riferisce al caso in cui gli attributi associati al parametro aleatorio sono noti al modellizzatore, il secondo al caso in cui sono incogniti. La specificazione del ML_RP è la seguente:

$$U_{jq} = \theta_q x_{jq} + \varepsilon_{jq} \quad (1.22)$$

identica a quelle viste finora, in cui l'errore sia IID Gumbel, però si riconosce che il parametro di preferenza non è fisso ma varia in funzione della popolazione. Se θ non è fisso, senza perdita di generalità, si può scrivere che:

$$\theta_q = \theta + \eta_q \quad (1.23)$$

e l'espressione dell'utilità casuale assume la forma:

$$U_{jq} = \theta x_{jq} + \underbrace{\eta_q x_{jq} + \varepsilon_{jq}}_{\varepsilon_{jq}} \quad (1.24)$$

che è identica alla struttura generale del *ML*, in cui la correlazione tra alternative nel termine d'errore è data dalla presenza dell'elemento comune η_q .

La specificazione del ML-EC è invece la seguente:

$$U_{jq} = \theta_q x_{jq} + \eta_{qj} + \varepsilon_{jq} \quad (1.25)$$

che fondamentalmente è un modello a coefficienti fissi in cui il termine di errore ha due componenti.

Osservando le espressioni (1.24) e (1.25) si nota che mentre nella prima si assume che la media del termine di errore η_q è rappresentata dal parametro fisso θ , nella seconda invece si fa l'ipotesi che la media di η_{qj} sia pari a zero. Come nel caso dei residui GEV1, occorre ricordare che il valore atteso dell'errore in (1.25) è di fatto catturata dalle costanti specifiche dell'alternativa. Pertanto è importante inglobare sempre un set completo di $N-1$ costanti specifiche dell'alternative. Inoltre, poiché il termine d'errore composto nell'equazione (1.25) è, di fatto, associato ad una costante specifica dell'alternativa, a differenza della specificazione (1.24), la (1.25) richiede che il termine d'errore η sia inserito al massimo in $N-1$ alternative.

1.3.2.4.1. Proprietà e limiti del ML

Una delle proprietà più interessanti del *ML* è quella di poter approssimare, con un certo grado di accuratezza, qualunque modello di utilità casuale (McFadden e Train, 2000).

La matrice di varianza-covarianza del *ML* è ovviamente estremamente generica ed i suoi elementi contengono l'effetto sia di ε_{jq} che di $\eta_q x_{jq}$. In particolare, nel caso del modello con parametri aleatori, descritto precedentemente, la matrice di varianza-covarianza risulta:

$$\Sigma = x_q' \Omega x_q + \sigma_\varepsilon^2 I \quad (1.26)$$

i cui generici elementi sono rispettivamente:

$$\begin{aligned} \text{var}(U_{jq}) &= \sum_{k=1 \dots K} x_{jqk}^2 \sigma_k^2 + \frac{\pi^2}{6\lambda^2} \\ \text{Cov}(U_{jq}, U_{iq}) &= \sum_{k=1 \dots K} x_{jqk} x_{iqk} \sigma_k^2 \end{aligned} \quad (1.27)$$

È interessante notare che la covarianza è diversa da zero se vi è almeno un attributo k per il quale la varianza risulta $\sigma_k^2 > 0$ e $x_{jqk}, x_{iqk} \neq 0$.

La matrice di varianza-covarianza della specificazione (1.25) si ottiene dalle equazioni (1.26) e (1.27) assumendo che siano $x_{jqk} = 1 \quad \forall k, j, q$.

1.3.3. Specificazione della funzione di utilità

Si è detto che l'alternativa in sé non produce alcuna utilità. L'utente, infatti, valuta l'alternativa in funzione di tutti gli attributi che la compongono e che gli producono un certo grado di soddisfazione (Lancaster, 1966).

In via preliminare gli attributi che influenzano l'utilità percepita dagli utenti sono scelti secondo considerazioni e ipotesi formulate sulla base della conoscenza del fenomeno. Si ottengono così vari set di variabili consistenti con la teoria e le ipotesi fatte, tra cui si sceglieranno quelle che meglio interpretano il fenomeno mediante una procedura iterativa di calibrazione e successiva validazione statistica delle stesse (*Trial and error*) che sarà descritta nei prossimi paragrafi.

Le analisi teoriche ed empiriche dimostrano che le variabili esplicative possono rientrare in tre gruppi:

- un vettore (a_{qj}) di caratteristiche osservate dell'alternativa j per l'utente q ;
- un vettore (SE_q) di caratteristiche osservate dell'utente q ;
- un vettore (LOS_{qj}) di caratteristiche oggettive dell'alternativa j non dipendenti da come l'utente percepisce l'alternativa stessa.

Uno degli aspetti più importanti della specificazione riguarda la forma con cui le variabili possono e devono essere inserite all'interno della funzione di utilità.

Le regole generali per la specificazione dell'utilità sistematica fanno riferimento alla classificazione degli attributi in variabili generiche, variabili specifiche e costanti specifiche.

Le variabili generiche o del livello di servizio, rientrano nel primo gruppo, variano da utente ad utente e per uno stesso utente variano tra le diverse alternative. Per questo motivo tali variabili non presentano limitazioni nella specificazione e possono essere inserite in tutte le alternative con il medesimo coefficiente oppure in tutte le alternative con coefficienti diversi. In quest'ultimo caso si dice che la variabile generica viene trattata come specifica dell'alternativa. Inserire una variabile generica significa ipotizzare effetti marginali uguali sull'utilità di ciascuna alternativa. Nel caso di funzione di utilità lineare nei coefficienti, o parametri, questi sono definiti come l'utilità marginale della variabile ad essi associata. Quando la variabile generica viene trattata come specifica dell'alternativa allora si ipotizzano effetti marginali differenti tra le diverse alternative.

Fanno parte del secondo gruppo le variabili socioeconomiche che variano da utente ad utente ma, per uno stesso utente, restano costanti per tutte le alternative. Tali variabili servono per interpretare le differenze comportamentali dell'individuo nella preferenza tra le alternative (eterogeneità sistematica). Poiché la variabile specifica serve per interpretare la sola utilità relativa di una o più alternative rispetto ad una o ad altre alternative, di fatto è necessario avere almeno un'alternativa che agisca come riferimento, per cui una variabile specifica non può essere inserita in tutte le alternative, ma al massimo in tutte le alternative meno una, altrimenti si annullano nel confronto tra alternative. Tutte le variabili socioeconomiche sono variabili specifiche e sono indipendenti dalle alternative in quanto caratteristiche del decisore (età, reddito, numero di auto possedute, *etc.*).

L'utilizzo di variabili specifiche nella pratica è giustificato dal fatto che il valor medio dell'utilità può essere influenzato da variabili non osservate, ed in questo caso la variabile specifica agisce come proxy di tali effetti non misurati, la cui omissione può determinare errori nel peso associato alle altre variabili.

Al terzo gruppo appartengono le costanti specifiche dell'alternativa, cioè tutti quegli attributi caratteristici delle singole alternative che non variano né tra gli utenti, né tra le alternative, restano appunto costanti. Si tratta in pratica di variabili che assumono un valore costante che è pari ad uno, nell'alternativa in cui sono inserite, e zero altrimenti, ma ciò che le caratterizza sono i valori assunti dai rispettivi coefficienti in seguito alla loro calibrazione. Concettualmente, misurano tutto ciò che influenza il comportamento di scelta ma che l'analista non riesce o non può misurare. Infatti, come visto precedentemente, sono anche interpretate come il valore medio dei residui aleatori, ovvero sono dei coefficienti che consentono di spiegare scelte non interpretabili dagli attributi a disposizione. Per quanto detto le costanti specifiche riflettono la media della differenza nell'utilità di un'alternativa rispetto ad un'altra e, pertanto, devono essere inserite in tutte le alternative meno una lasciata di riferimento.

□

Le variabili possono essere classificate anche come variabili continue o variabili discrete. Le prime possono assumere un valore qualunque all'interno di un range di valori dati,

mentre le seconde possono assumere solo determinati valori prefissati e comunque sempre ordinati e ordinabili.

Un'importante categoria di variabili discrete è quelle delle variabili dummy che possono assumere valore pari a uno o zero. Quando si utilizza una variabile dummy per rappresentare una variabile socioeconomica, di fatto si suddivide il campione in sottogruppi ed i relativi coefficienti misurano la differenza di comportamento dei due gruppi.

Il principale vantaggio nell'utilizzo di variabili dummy è il fatto che non si fa nessuna ipotesi implicita circa il valore relativo tra sottogruppi, ma si lascia al modello (a seconda del valore del parametro stimato) indicare il peso relativo.

1.3.3.1. Specificazione delle variabili

Una volta definita la forma matematica dell'utilità casuale (per esempio lineare nei parametri), l'individuazione delle variabili da inserire rappresenta la fase in cui si verifica l'interazione tra il fenomeno in studio e la sua formulazione matematica.

La forma funzionale dell'utilità sistematica deve riflettere la teoria secondo la quale si ritiene che le diverse variabili influenzino l'utilità ed allo stesso tempo deve avere proprietà computazionali semplici. La struttura lineare nei parametri è considerata, in genere, un buon compromesso tra queste due ipotesi spesso contrastanti. Infatti, nello stato dell'arte, la funzione di utilità è espressa tipicamente mediante una combinazione lineare di variabili, che rappresentano gli attributi dell'alternativa, e di coefficienti θ_k che esprimono il peso che ognuno di questi attributi ha sulla scelta degli utenti:

$$V_{qj} = \sum_k \theta_k f_{kj}(X_{qjk}) \quad (1.28)$$

Si noti che la linearità nei parametri non equivale alla linearità degli attributi. Infatti, è comune utilizzare specificazioni lineari nei parametri in cui però le variabili sono una qualunque trasformazione delle variabili misurate. La forma specifica della funzione d'utilità dipende dalla forma specifica della $f(X)$. In particolare, se si considera lo stato dell'arte nella specificazione delle variabili, le forme funzionali sono prevalentemente due:

- funzione lineare negli attributi
- funzione con effetti di interazione tra attributi

La funzione lineare negli attributi è la forma più semplice ed anche nettamente più utilizzata. Dà luogo alla tipica formulazione LPLA (*linear-in-the-attribute-linear-in-the-parameters*) la cui caratteristica è quella che tutti gli attributi hanno utilità marginale costante. Per quanto riguarda l'obiettivo della presente tesi è importante notare che in questa formulazione le variabili socioeconomiche, analogamente a quelle del livello di servizio, vengono inserite nell'utilità sistematica semplicemente sommate, con opportuni parametri da stimare. In questa specificazione il ruolo delle variabili socioeconomiche è

analogo a quello delle costanti specifiche, in quanto agiscono solo come proxy di effetti non misurati. Pertanto servono per spiegare la differenza inosservata di utilità tra alternative. A differenza delle costanti specifiche dell'alternativa, le variabili socioeconomiche permettono di valutare anche la differenza tra la percezione dei diversi utenti.

L'inserimento di tali variabili, in una o più alternative è assolutamente arbitrario, tuttavia occorre trovare una giustificazione dal particolare fenomeno che si sta studiando. Infatti, la selezione di un'alternativa piuttosto che un'altra è equivalente purché l'inserimento della variabile specifica abbia una giustificazione in termini di spiegazione della differenza tra le diverse alternative.

Per esempio, si supponga di conoscere le caratteristiche di tempo e costo di viaggio e l'età degli utenti; un esempio di specificazione LPLA è la seguente:

$$V = \theta_1 t_v + \theta_2 c_v + \theta_3 et\grave{a} \quad (1.29)$$

Un'altra specificazione abbastanza utilizzata, anche se meno nota di quella LPLA, è quella in cui la funzione d'utilità è non lineare negli attributi, anche se sempre lineare nei parametri. Una delle specificazioni più utilizzate nel settore dei trasporti prevede l'uso di interazioni tra variabili (Ortúzar e Willumsen, 2001). Nel caso in cui le variabili in interazione sono variabili del livello di servizio si parla propriamente di effetti di interazione o quadratici e la funzione d'utilità assume la forma:

$$V = \theta_1 t_v + \theta_2 c_v + \theta_3 et\grave{a} + \theta_4 t_v c_v + \theta_5 t_v^2 + \theta_6 c_v^2 \quad (1.30)$$

Esempi di utilizzo di questa forma funzionale si possono trovare in Cherchi e Ortúzar (2002).

Come si può vedere in questo caso, l'utilità marginale del tempo e del costo è uguale per tutti gli utenti e non dipende dall'età. La variabile socioeconomica influenza solo la differenza tra le alternative e quindi ovviamente la probabilità di scelta di ciascun utente.

Nel caso in cui l'interazione sia tra variabili del livello di servizio e variabili socioeconomiche si parla di effetti parametrizzati. Nell'esempio precedente di tre attributi, tempo, costo ed età, la funzione assume la forma:

$$V = \theta_1 t_v + \theta_2 c_v + \theta_3 t_v et\grave{a} + \theta_4 c_v et\grave{a} \quad (1.31)$$

In questo caso, ovvero, quando le variabili socioeconomiche sono inserite nell'utilità sistematica in interazione con le LOS, possono essere introdotte in tutte le alternative, e pertanto il parametro associato alle interazioni tra SE e LOS può essere trattato come generico. Il vantaggio principale di questa specificazione consiste nel fatto che consente di stimare effetti marginali in funzione delle caratteristiche socioeconomiche degli utenti. Infatti, l'utilità marginale del tempo e del costo risultano uguali a:

$$\frac{\partial V}{\partial t_v} = \theta_1 + \theta_3 et\grave{a} \quad (1.32)$$

$$\frac{\partial V}{\partial c_v} = \theta_2 + \theta_4 et\grave{a} \quad (1.33)$$

Queste specificazioni rappresentano lo stato dell'arte, anche se la seconda è sicuramente meno diffusa della prima. La ragione della loro diffusione è che offrono il grande vantaggio di essere trattabili analiticamente in modo relativamente semplice in quanto i parametri che devono essere stimati entrano linearmente nella funzione d'utilità.

Il loro problema principale è che sono state formulate senza una rigorosa giustificazione microeconomica e questo è un problema che poi emerge al momento dell'interpretazione dei risultati e soprattutto dei possibili errori dovuti agli effetti inosservati.

Alcuni autori (Jara-Díaz e Farah, 1987; Jara-Díaz e Videla, 1989) hanno proposto una giustificazione microeconomica per la derivazione della funzione d'utilità con effetti di interazione e quadratici per le variabili del livello di servizio con l'obiettivo principale di analizzare l'effetto del reddito nella funzione d'utilità modale. Per quanto riguarda il trattamento delle variabili socioeconomiche, invece, l'unica giustificazione formale è rappresentata dal lavoro di Train e McFadden (1978).

Tutte le formulazioni proposte hanno avuto comunque come obiettivo quello di arrivare a giustificare l'uso della funzione d'utilità lineare nei parametri. Il raggiungimento di questo obiettivo implica ovviamente l'assunzione di alcune ipotesi restrittive che possono avere un effetto rilevante in termini di capacità di riprodurre i comportamenti reali da parte del modello finale.

1.3.4. Calibrazione del modello

Calibrare un modello significa stimare il vettore dei parametri sulla base delle scelte effettuate dal campione. Le tecniche più diffuse per la calibrazione sono due:

- minimi quadrati, utilizzata nelle regressioni;
- massima verosimiglianza, utilizzata nei modelli probabilistici.

Come già detto, i modelli comportamentali forniscono il valore della probabilità che ciascun utente ha di scegliere le alternative appartenenti al suo insieme di scelta. Pertanto, in questo caso si farà riferimento al secondo metodo.

La probabilità di scelta della singola alternativa, viene calcolata in base all'utilità che l'utente associa a tale alternativa rispetto al totale delle utilità associate alle alternative disponibili per l'utente stesso. In base a quanto detto, il valore di tale probabilità, specificato meglio nei modelli di scelta discreta, si può esprimere come segue:

$$P_{qj} = \frac{e^{V_{qj}}}{\sum_{A_i \in A(q)} e^{V_{qj}}} \quad (1.34)$$

dove q è il q -esimo utente che tra tutte le alternative A_i appartenenti al suo insieme di scelta $A(q)$ sceglie la j -esima alternativa.

Il metodo della massima verosimiglianza, in statistica, è un procedimento per determinare uno stimatore ed ai fini dell'applicazione deve essere nota la funzione di verosimiglianza, $L(\underline{\theta}, \underline{X})$, che esprime la probabilità di osservare l'insieme delle scelte degli utenti del campione, condizionatamente ai valori assunti dai parametri oggetto di stima.

La probabilità è una probabilità condizionata, e dalla statistica si sa che in caso di indipendenza stocastica delle osservazioni del campione (così come assunto nel nostro caso), la probabilità condizionata è pari al prodotto della probabilità di scelta dei singoli individui:

$$L(\underline{\theta}, \underline{X}) = \prod_{q=1}^Q \prod_{A_j \in A_q} p_{qj}^{g_{qj}} \quad (1.35)$$

dove g_{qj} è una variabile ombra che assume il valore 1 se l'individuo q ha scelto l'alternativa A_j e 0 altrimenti.

Il principio di massima verosimiglianza consiste nel determinare il vettore dei parametri $\underline{\theta}$ che rendono massima la funzione $L(\underline{\theta}, \underline{X})$, ovvero la probabilità di osservare le scelte realmente effettuate da ciascun utente, e dunque, d'aver generato il campione osservato mantenendo fisso il vettore \underline{X} .

Per una maggiore trattabilità analitica si utilizza il logaritmo naturale; infatti essendo la funzione di verosimiglianza una prodotto di probabilità e la funzione logaritmo naturale strettamente crescente, il valore di massimo di $L(\underline{\theta}, \underline{X})$, se esiste, si ha nello stesso punto di $\log L(\underline{\theta}, \underline{X})$:

$$\underline{\theta}^* = \max \log L(\underline{\theta}, \underline{X}) \quad (1.36)$$

dove:

$$\log L(\underline{\theta}, \underline{X}) = \log \prod_{q=1}^Q \prod_{A_j \in A(q)} p_{qj}^{g_{qj}} = \sum_{q=1}^Q \sum_{A_j \in A(q)} g_{qj} \log p_{qj} \quad (1.37)$$

sostituendo in questa espressione l'equazione (1.28) si ottiene:

$$\sum_{q=1}^Q \sum_{A_j \in A(q)} g_{qj} \log \frac{e^{V_{qjk}}}{\sum_{A_k \in A(q)} e^{V_{qjk}}} = \sum_{q=1}^Q \sum_{A_j \in A(q)} g_{qj} (V_{qjk} - \log \sum_{A_k \in A(q)} e^{V_{qjk}}) \quad (1.38)$$

Lo stimatore di massima verosimiglianza gode delle proprietà asintotiche di consistenza ed efficienza ed al tendere di $Q \rightarrow \infty$ (dimensione del campione) converge alla distribuzione Normale.

Quando l'utilità sistematica \square viene espressa in forma lineare nei parametri e le ipotesi statistiche sui residui aleatori prevedono che questi siano indipendentemente e identicamente distribuiti secondo una distribuzione Gumbel, (modello MNL) la funzione di

verosimiglianza risulta anche globalmente concava. Quando invece si considera per esempio il caso in cui il termine aleatorio è formato da più di una componente (ML), di cui una distribuita Gumbel più un'altra distribuzione qualunque, la funzione di verosimiglianza non è più globalmente concava ma può avere più massimi locali, pertanto la ricerca del massimo risulta sicuramente più complessa.

Infatti, poiché la probabilità del *ML* è espressa mediante un integrale, si usa la simulazione Monte Carlo che consiste nell'effettuare *R* estrazioni casuali di η_{jq} dalla sua funzione di distribuzione (dato Ω) e, per ogni valore di η_{jq} estratto, si calcola la probabilità L_{jq} condizionata secondo l'equazione (2.18). La probabilità simulata sarà uguale al valore medio di L_{jq} su tutte le *R* ripetizioni:

$$SP_{jq} = \frac{1}{R} \sum_{r=1 \dots R} L_{jq}(\eta^r) \quad (1.39)$$

La funzione di massima verosimiglianza simulata è uguale a quella riportata nell'equazione (1.37) per il *MNL* solo che la probabilità è quella simulata, calcolata con l'equazione (1.38):

$$L(\theta, \underline{X}) = \prod_{q=1}^Q \prod_{A_j \in A_q} SP_{jq}^{g_{jq}} \quad (1.40)$$

Si dimostra che, sotto condizioni di regolarità, questo stimatore è consistente ed asintoticamente Normale; inoltre, come dimostrato da Hajivassiliou e Ruud (1994) quando il numero di ripetizioni cresce più rapidamente della radice quadrata del numero di osservazioni, questo stimatore è anche asintoticamente equivalente allo stimatore di massima verosimiglianza.

Dal punto di vista operativo, il massimo della funzione di verosimiglianza delle equazioni (1.37) e (1.40) si determina in modo uguale impiegando gli algoritmi di ricerca del massimo che saranno analizzati nel prossimo paragrafo.

1.3.5. La verifica dei parametri stimati

Una parte fondamentale, nel processo di costruzione di un modello, è la verifica della significatività statistica dei parametri stimati. In tutti i casi in cui viene utilizzato il metodo della massima verosimiglianza per calibrare il modello, si dimostra che i parametri θ_k stimati sono asintoticamente normali con matrice di covarianza $\underline{\Sigma}$, pertanto è possibile calcolare vari test statistici utili nel processo di selezione del modello più adeguato.

Si è detto che il modellizzatore non è in grado di calcolare l'utilità derivante dalla scelta dell'alternativa ma conosce il meccanismo di scelta dell'utente, discendente dalla teoria microeconomica, secondo la quale l'alternativa scelta è quella che produce la maggiore utilità. Poiché i parametri incogniti della funzione d'utilità sono stimati generalmente mediante informazioni relative ad un campione, i parametri stimati sono variabili che si distribuiscono asintoticamente secondo una normale. La fase di verifica consente di testare

se il parametro stimato (che è appunto uno stimatore del parametro vero nella popolazione) differisce da un valore di riferimento, generalmente assunto uguale a zero.

Le statistiche più utilizzate per la verifica della significatività dei parametri nei modelli di scelta discreta sono:

1. t-test che consente di verificare la significatività di ogni parametro θ_k singolarmente;
2. test del rapporto di verosimiglianza (Likelihood Ratio Test) che consente di testare il modello (tutti i parametri) globalmente;
3. indice ρ^2 che è un indice mutuato dall'indice R^2 delle regressioni e consente di confrontare tra di loro strutture differenti

In realtà il primo test si effettua sul segno. Partendo dal concetto che la domanda di viaggio è una domanda derivata, lo spostamento per determinati motivi rappresenta di fatto un'impedenza e pertanto produce disutilità.

Normalmente le variabili, o meglio gli attributi, del livello di servizio rappresentano questa disutilità e pertanto devono avere segno negativo. Un esempio tipico è rappresentato dal tempo e costo di viaggio; infatti all'aumentare di queste l'utilità diminuisce. Nel caso di funzioni di utilità lineari nei parametri e nelle variabili, è possibile verificare direttamente il segno del parametro associato all'attributo perché il parametro rappresenta esattamente l'utilità marginale dell'attributo corrispondente. Il discorso cambia quando rimane inalterata la linearità dei parametri ma la funzione non è lineare negli attributi; in questo caso, infatti, l'utilità marginale non è data dal solo parametro associato all'attributo lineare, ma occorre calcolarla appositamente.

È necessario fare due precisazioni, la prima è relativa al fatto che non tutte le variabili del livello di servizio fanno diminuire l'utilità all'aumentare del loro valore, basti pensare alla frequenza ed al comfort. Infatti, all'aumentare della frequenza e del comfort sicuramente aumenta il livello di servizio offerto e di conseguenza l'utilità associata a quel modo. Per cui quello che è importante non è tanto che il segno dell'utilità marginale sia negativo, quanto che sia coerente con le ipotesi di razionalità dell'utente e di massimizzazione dell'utilità. La seconda precisazione riguarda invece il contesto analizzato, se il viaggio è infatti un viaggio di piacere, nel senso che per esempio durante il viaggio posso godere del paesaggio, allora il tempo di viaggio può anche produrre utilità. Tuttavia, questi sono casi particolari che vanno analizzati in modo specifico; nella maggior parte dei casi pratici l'utente percepisce utilità dalla partecipazione alle attività ed il viaggio realizzato per raggiungere tali destinazioni (anche se effettuato per motivo di svago) rappresenta una disutilità.

In generale il segno dei parametri deve essere conforme alle valutazioni fatte a priori su di essi, nel caso in cui questo non dovesse essere corretto, secondo quanto atteso, non può essere lasciato così nel modello. Il tipo di trattamento dipende dalla tipologia della variabile e dalla sua importanza. Quest'ultimo aspetto porta ad un'ulteriore suddivisione delle variabili esplicative in:

- variabili politiche: variabili molto rilevanti per la simulazione di scenari, ed in generale tutte quelle variabili che hanno una forte base teorica in termini di spiegazione del comportamento dell'individuo;
- altre variabili esplicative: tutte le variabili che non sono politiche.

In particolare una variabile politica con segno corretto solitamente non viene eliminata dalla specificazione anche nel caso in cui abbia un basso livello di significatività statistica (fornito dal t-test, discusso nel prossimo Paragrafo), proprio per l'importanza che queste variabili rivestono nella definizione e simulazione del fenomeno; nelle stesse condizioni una variabile non politica viene, invece, eliminata dal modello. Quando il segno delle variabili non è corretto, e la variabile è politica significa che, nel caso in cui non vi sia una qualche giustificazione per quanto risultato, c'è un problema ed è necessario verificare la presenza di errori, mentre se la variabile non è politica nella pratica viene eliminata.

Come descritto precedentemente, il fatto di considerare una variabile politica o meno dipende dal tipo di scenario che si vuole testare. Nella maggior parte degli studi nel settore dei trasporti le variabili del livello di servizio sono variabili politiche, in quanto sono quelle che definiscono le caratteristiche dei sistemi di trasporto. Ma anche in questo caso la definizione di una variabile come politica dipende da ciò che si vuole testare, quindi anche tra le variabili del LOS non tutte sono necessariamente da considerare come politiche.

1.3.5.1. Il test t-student

Il test t asintotico consente di testare singolarmente i parametri del modello; permette cioè di verificare se e quanto ogni parametro stimato differisce da un dato valore costante, spesso assunto pari a zero. Il test è valido solo asintoticamente e cioè per campioni numerosi, per i quali si dimostra che la statistica:

$$t = \frac{\theta_k^* - \theta_k}{\sqrt{\text{var } \theta^*}} \quad (1.41)$$

si distribuisce secondo la Normale Standard $N(0,1)$. Il test fornisce il livello di significatività al quale è possibile rifiutare l'ipotesi nulla che ogni parametro singolarmente sia uguale a un certo valore, spesso zero ($\theta_k = 0$); questa ipotesi è rifiutata ad un livello di confidenza del 95% se il valore di t è maggiore di 1,96.

1.3.5.2. Il Likelihood Ratio Test

Il test del rapporto di verosimiglianza consente di effettuare un test congiunto su tutto il vettore $\underline{\theta}$ di parametri del modello, fornendo, in pratica, un confronto tra il valore della funzione di verosimiglianza nel punto di massimo ($\underline{\theta}^*$) ed il corrispondente valore nell'ipotesi di alcune restrizioni lineari imposte sui parametri del modello. Se r è il numero delle restrizioni lineari, e $\underline{\theta}_r^*$ il valore dei coefficienti calibrati in questo caso, la statistica LR:

$$LR = -2[\ell(\theta_r^*) - \ell(\theta^*)] \quad (1.42)$$

si distribuisce asintoticamente secondo una χ^2 con r gradi di libertà.

Il confronto tra il valore della statistica LR e il valore critico della distribuzione χ^2 per r gradi di libertà fornisce il livello di significatività con cui è possibile rifiutare l'ipotesi nulla espressa dalle restrizioni. Questo test viene usato per esempio per testare le seguenti proprietà del modello:

- genericità degli attributi: per verificare se trattare un attributo generico come specifico o meno;
- omogeneità del campione: per verificare se coefficienti di un certo modello sono adatti per due sottogruppi di utenti. Per fare questa verifica occorre utilizzare uno stesso modello generale, calibrato separatamente per i due sottogruppi, ed impostare, tramite restrizioni lineari l'uguaglianza dei coefficienti;

È importante notare che per realizzare il test LR occorre che i due modelli confrontati siano uno il ristretto dell'altro.

1.3.5.3. L'indice ρ^2

Il ρ^2 invece è un indice che varia tra 0 e 1 e che consente di comparare modelli alternativi anche con specificazioni che non sono una ristretta dell'altra. Il test è definito come:

$$\rho^2 = 1 - \frac{l(\theta^*)}{l(\theta_0^*)} \quad (1.43)$$

L'uso più tipico di questo indice è nel confronto con il modello equiprobabile ($\underline{\theta} = 0$). Quando l'indice è uguale a zero significa che il modello non offre nessuna spiegazione del fenomeno quando l'indice è uguale a 1 il modello riproduce perfettamente il fenomeno.

L'interesse di questo indice sta proprio nel fatto che è possibile dare un'interpretazione abbastanza facile dei risultati, anche se man mano che ci si allontana dai valori estremi (0 ed 1) l'interpretazione risulta meno intuitiva in quanto è dimostrato che il valore minimo che può assumere il ρ^2 dipende dalla proporzione di utenti che sceglie le diverse alternative. Inoltre, il valore dell'indice dipende dal numero di parametri stimati nel modello, in quanto come si sa il valore della verosimiglianza nel massimo diminuisce all'aumentare del numero di parametri.

Per poter ovviare a questo problema sono state proposte due forme diverse dell'indicatore. L'indice il ρ^2 corretto, che è calcolato sempre rispetto al modello equiprobabile ma è corretto per il numero di gradi di libertà del modello (essendo K il numero di parametri stimati):

$$\rho^2 = 1 - \frac{l(\theta^*) - K}{l(\theta_0^*)} \quad (1.44)$$

Ed il ρ^2 calcolato rispetto alla quota di mercato:

$$\rho^2 = 1 - \frac{l(\theta^*)}{l(\theta_C^*)} \quad (1.45)$$

Comunque, in generale, il ρ^2 non viene mai utilizzato per valutare la bontà di un modello singolarmente ma per confrontare due modelli tra di loro.

1.3.6. Test informali

Altre due statistiche, definite “informali”, possono essere costruite per aiutare in un compito piuttosto difficile quale la valutazione di un modello: la statistica percentuale corretta, rappresenta la frazione di utenti che realmente sceglie l’alternativa di massima utilità sistematica rispetto al totale, valutata attraverso la stima diretta della domanda. Rappresenta cioè il numero di utenti sul totale che hanno realmente (come dimostrato dall’indagine) scelto l’alternativa che ha la maggior probabilità (predetta dal modello) di essere scelta. La statistica percentuale d’uso effettiva è il rapporto tra il numero di utenti che sceglie l’alternativa ed il numero totale di utenti per i quali l’alternativa è disponibile; la percentuale d’uso predetta è la media aritmetica delle probabilità di scelta fornite dal modello per tutti quegli utenti che dispongono dell’alternativa in considerazione.

1.4. Modelli di Scelta Discreta con dati RP/SP

La qualità di un modello dipende, in modo cruciale, dalla qualità dei dati utilizzati per la sua stima. Infatti, uno dei problemi più insidiosi che si presenta nelle pratiche applicazioni è quello che spesso si ottengono dei modelli che sono apparentemente buoni in termini di qualità delle stime ma che si rivelano errati successivamente quando si effettua il confronto tra le previsioni ed i risultati attuali (Ortùzar, 1996; Ortùzar e Wuillumsen, 2001).

Per qualità si intende non soltanto l’accuratezza nella misurazione del dato ma anche l’adeguatezza del dato al tipo di fenomeno che si vuole studiare. L’accuratezza della misurazione è un problema che riguarda prevalentemente la fase di indagine ed il successivo trattamento dei dati prima della stima. L’adeguatezza del dato riguarda invece l’opportunità di utilizzare per ogni tipo di fenomeno che si vuole studiare la tipologia di dati più adeguata o di combinare diverse tipologie di dati in modo da sfruttare i vantaggi di ogni tipologia. In questo capitolo verranno brevemente descritte le tipologie di dati che sono generalmente utilizzate per stimare i modelli di scelta discreta nel settore dei trasporti, con particolare riferimento ai dati che devono essere usati per stimare l’effetto inerzia: dati panel e dati misti di preferenze rivelate e dichiarate (RP/SP).

I modelli stimati con dati panel e/o con dati misti sono analoghi a quelli descritti nel precedente capitolo ma presentano alcune complicazioni aggiuntive che vanno opportunamente tenute in considerazione affinché si ottengano stime corrette dei parametri. La seconda parte di questo capitolo tratterà nel dettaglio la specificazione e stima dei modelli con dati panel, e con dati misti RP/SP.

1.4.1. Tipologie di dati

I dati utilizzati per la stima dei modelli di scelta discreta (almeno nel settore dei trasporti) possono essere classificati in due modi:

- Dati su preferenze rivelate o preferenze dichiarate
- Dati cross-sectional o dati panel

La prima classificazione riguarda il contesto di scelta. Le preferenze rivelate si riferiscono a scelte realmente effettuate dagli utenti, mentre i dati SP si riferiscono a scelte espresse dagli utenti in situazioni ipotetiche (su disegni sperimentali).

La seconda classificazione riguarda invece il numero di osservazioni disponibili per ogni utente. Infatti, i dati cross-sectional sono dati rilevati in un singolo momento temporale, per cui si dispone di una sola informazione per ogni utente. I dati panel sono invece dati rilevanti in diversi momenti temporali, per cui si dispone di più di una osservazione per ogni utente. Anche se le osservazioni SP non si riferiscono a momenti temporali effettivamente diversi, i dati SP sono dati panel, in quanto, come sarà discusso più oltre, per costruzione nei disegni sperimentali si dispone di più di una osservazione per ogni utente.

1.4.1.1. Dati sulle Preferenze Rivelate (RP)

Quasi tutti gli studi di pianificazione dei trasporti fino alla fine degli anni ottanta usavano dati cross-sectional di preferenze rivelate. Le indagini sulle preferenze rivelate consistono nel reperire, direttamente presso gli utenti del servizio, tutte le informazioni relative allo spostamento da loro effettuato al momento dell'intervista. I dati RP pertanto rappresentano una fotografia dello stato attuale del sistema in studio in un dato periodo di riferimento. I dati RP presentano alcuni problemi quali:

- richiedono campioni di dimensioni molto elevate (campioni anche di 2000 utenti) in modo da garantire sufficiente rappresentatività del fenomeno;
- presentano spesso correlazioni tra tempo e costo di viaggio, spesso nei viaggi lunghi. Questo è un problema che non dipende da come i dati sono raccolti ma è insito nei dati RP;
- richiedono il calcolo delle caratteristiche delle alternative non scelte mediante l'utilizzo di modelli di assegnazione che, spesso, forniscono dati aggregati;
- sono difficili da organizzare, in quanto non sono molte le situazioni reali in cui vi è un trade-off tra tempo e costo;

- richiedono un accurato controllo dei dati rilevanti, in quanto vi sono alcuni errori tipici che gli utenti commettono nel riportare le informazioni, quali per esempio l'arrotondamento dei tempi ai 5 minuti, la sovrastima dei tempi percepiti negativamente, la sottostima dei costi che non sono out-of-pocket o la difficoltà a valutare le alternative realmente disponibili. I dati RP richiedono pertanto un grosso lavoro di trattamento dei dati prima di poter essere utilizzati per la stima. Questo lavoro è necessario anche quando i dati sono raccolti con una grande precisione.

Come detto precedentemente, nella stima di modelli di scelta modale sono stati utilizzati quasi esclusivamente dati RP di tipo cross-sectional, cioè in un solo periodo temporale. Pertanto i dati RP cross-sectional contengono una sola osservazione per ogni utente, rilevata in un determinato periodo temporale e non consentono di distinguere tra l'ampia varietà di possibili fonti di dispersione presenti al loro interno quali dispersione delle preferenze, effetti di abitudine, vincoli, *etc.*

1.4.1.2. Dati Panel

I dati panel sono dati di tipo RP in cui però le informazioni sono rilevate per lo stesso utente in diversi periodi temporali. Si tratta pertanto di dati RP e come tale presentano gli stessi problemi che sono stati descritti per i dati RP, però sono dati ripetuti nel tempo per cui consentono di studiare la dinamica dei comportamenti individuali nel tempo.

Esistono due tipi di dati panel: short and long panel. I primi (short) sono dati generalmente rilevati in periodi di tempo brevi (una o due settimane) ma in modo continuato tutti i giorni del periodo di riferimento. I long panel sono invece dati rilevati per periodi lunghi (anche in diversi anni) però in modo discontinuo, cioè per intervalli temporali, per esempio un giorno ogni 3 mesi, oppure un giorno ogni anno e così via. I long panel sono generalmente rilevati in corrispondenza di cambi nel sistema dei trasporti, per esempio prima e dopo la realizzazione di un determinato sistema di trasporto e consentono di valutare ex-post la qualità delle stime e soprattutto delle previsioni ottenute con i modelli costruiti.

Sebbene i dati panel presentino numerosi vantaggi rispetto ai dati cross-sectional, presentano anche numerosi problemi legati proprio al fatto che si tratta di indagini ripetute allo stesso campione di utenti. I problemi più comuni che si presentano nei dati panel sono:

- Errori di attrito: dovuti al fatto che alcuni utenti possono abbandonare l'indagine prima della sua fine. Il problema maggiore è dovuto al fatto che spesso coloro che l'abbandono non è casuale ma si verifica che sono generalmente certi utenti, con specifiche caratteristiche socio-economiche ad abbandonare l'indagine, e questo determina una distorsione dei risultati.
- Effetti panel: la partecipazione ad indagini prolungate può modificare le scelte degli utenti i quali diventano più consci circa il loro comportamento.
- Effetto fatica: generalmente gli utenti tendono ad adottare strategie di comportamento che semplificano le decisioni. In termini di partecipazione ad un'indagine, questo comportamento si traduce per esempio nell'omettere i viaggi brevi o quelli in cui si è andati a piedi, e questo tipo di errore tende ad aumentare con il numero dei giorni di indagine.

1.4.1.3. Dati sulle Preferenze Dichiarate (SP)

Diversamente dai dati RP, sia cross-sectional che panel, i dati sulle preferenze dichiarate sono dati costruiti in laboratorio, per cui non presentano nessuno dei problemi illustrati precedentemente. Di fatto, i dati SP nascono proprio per superare le limitazioni tipiche dei dati RP.

L'indagine sulle Preferenze Dichiarate (SP), infatti, consente di ottenere informazioni sulle scelte di viaggio che farebbe l'individuo se le caratteristiche di tale spostamento variassero rispetto a quelle attualmente sperimentate. La tecnica di indagine consiste nel chiedere all'intervistato di valutare ed esprimere il suo giudizio in merito ad alcune alternative di trasporto, quelle per le quali si vuole conoscere la domanda potenziale. Poiché non si rileva la scelta realmente fatta ma la scelta che l'individuo farebbe in presenza di certe condizioni, trattasi di una tecnica particolarmente efficace per testare l'introduzione di alternative modali attualmente non esistenti e per conoscere il mercato di domanda che tali alternative avrebbero se venissero realizzate. Inoltre, poiché si tratta di dati costruiti in laboratorio, i dati SP sono utilizzati molto anche per ottenere stime accurate di alcuni attributi di particolare interesse.

Sebbene attualmente molto diffuse nel settore dei trasporti, le indagini SP presentano ancora numerose insidie, dovute alla difficoltà di costruire delle situazioni ipotetiche (alternative modali attualmente inesistenti) che siano giudicate veritiere dagli intervistati. Nella costruzione delle alternative, pertanto, risulta particolarmente importante adattare le situazioni ipotetiche alle condizioni reali di viaggio sperimentate da ciascun intervistato.

Si riportano le principali caratteristiche di un'indagine SP:

- (a) si basano sul chiedere agli intervistati di dichiarare come si comporterebbero di fronte a differenti alternative ipotetiche (di viaggio);
- (b) ciascuna alternativa è rappresentata come un "pacchetto" di differenti attributi quali il tempo di viaggio, il prezzo, la frequenza, l'affidabilità e così via;
- (c) il ricercatore costruisce queste alternative ipotetiche in modo da poter stimare l'effetto individuale di ciascun attributo; questo può essere ottenuto utilizzando tecniche di *disegno sperimentale* che assicurano che le variazioni negli attributi di ciascun pacchetto siano statisticamente indipendenti tra di loro;
- (d) il ricercatore deve assicurare che agli intervistati siano presentate alternative ipotetiche che possano essere capite, che siano realistiche e fattibili e che siano legate all'attuale livello di esperienza dell'intervistato;
- (e) gli intervistati dichiarano le loro preferenze per ciascuna alternativa *gerarchizzando* le alternative in ordine di attrattività, *valutandole* secondo una scala che indica il grado della preferenza, oppure semplicemente *scegliendo*, tra una coppia o un gruppo di alternative, quella preferita;
- (f) le risposte date dagli individui sono analizzate in modo da ottenere delle misure quantitative della relativa importanza di ciascun attributo; in molti casi, i modelli di scelta possono essere stimati come parte di questa analisi.

La forza di un esercizio SP risiede nella libertà di disegnare quasi-esperimenti in modo da soddisfare le più svariate esigenze della ricerca. Questo aspetto però deve essere bilanciato con la necessità di assicurare che le risposte fornite dagli individui siano realistiche, cioè il più vicine possibile a quello che essi farebbero se queste alternative ipotetiche esistessero realmente. Questo bilanciamento deve essere raggiunto in diversi momenti dell'esercizio SP:

- (g) nell'identificazione degli attributi chiave di ciascuna alternativa e nella costruzione del "pacchetto" che rappresenta le alternative; tutti gli attributi essenziali devono essere presenti e le alternative devono essere realistiche e plausibili;
- (h) nel disegno del modo in cui le alternative saranno presentate agli intervistati e del modo in cui questi ultimi dovranno esprimere le loro preferenze; la forma in cui le alternative sono presentate deve essere facile da capire e deve rientrare nel contesto di esperienze e vincoli di ciascun rispondente;
- (i) nello sviluppo di una strategia di campionamento che garantisca la raccolta di un set di dati ricco e rappresentativo;
- (j) conducendo un'indagine appropriata che includa la supervisione e procedure che assicurino la qualità dei risultati.

Le principali critiche all'approccio SP sono legate al fatto che le persone non si impegnano a comportarsi in conformità con le loro risposte, quindi una preferenza dichiarata ottenuta da un'indagine può anche essere interpretata come un'intenzione comportamentale dichiarata (Fujii e Garling, 2002). Tuttavia, la Teoria del Comportamento Pianificato (TPB) (Ajzen, 1985) assume che il comportamento nasca proprio dall'intenzione di intraprendere un compito specifico; Bamberg e Schmidt (2003) hanno dimostrato sperimentalmente come l'intenzione influenzi il processo di scelta e ancora Steg e Nordlund (2012) affermano che maggiore è l'intenzione di compiere un determinato comportamento più è probabile che il comportamento sia realizzato.

1.4.2. Specificazione e stima di modelli con dati Panel

Come detto precedentemente i dati panel sono caratterizzati dal fatto che si dispone di più di una osservazione per ogni utente. Dal punto di vista della modellizzazione, quando si utilizzano dati panel occorre tenere conto in modo esplicito la correlazione tra le osservazioni fornite dalla stessa persona.

Il modello ML è attualmente il modello più utilizzato per stimare la correlazione tra osservazioni di uno stesso individuo. Come descritto nel paragrafo 1.3.2.4, la probabilità ML è data dall'integrale di probabilità standard MNL rispetto alla funzione di densità $f(\eta|\Omega)$ dei parametri random.

$$P_{qj} = \int L_{qj}(\theta, \eta) f(\eta|\Omega) d\eta \quad (1.46)$$

Dove Ω sono i parametri della \square distribuzione nella popolazione, θ è n vettore di parametri fissi e L_{qj} è la probabilità MNL che l'individuo q scelga l'alternativa j condizionale alla

realizzazione di η . Il ML nella formulazione per dati cross-sectional fornisce la probabilità di scelta nel caso in cui si disponga di una sola osservazione per ogni individuo.

Nel caso di dati panel occorre considerare che per ogni utente si dispone di una sequenza di scelte (o osservazioni) $\mathbf{j} = \{j_1, \dots, j_t, \dots, j_T\}$ effettuate in $t=1, \dots, T$ periodi temporali. Pertanto occorre calcolare la probabilità (P_{qj}) che l'utente q effettui l'intera sequenza di scelte. La probabilità di una sequenza di scelte è data dal prodotto su tutti i periodi T delle probabilità MNL condizionali:

$$P_{qj} = \int \prod_{t=1, \dots, T} L_{qj_t}(\theta, \eta) f(\eta | \Omega) d\eta \quad (1.47)$$

Analogamente al modello ML per dati cross-sectional, il vettore di parametri è stimato utilizzando il logaritmo della massima verosimiglianza simulata.

1.4.3. Stima con seti di dati misti RP/SP

La stima con dati misti RP/SP nasce dall'idea di sfruttare i vantaggi di entrambe le tecniche e superare i rispettivi limiti, aumentando in modo considerevole il potere esplicativo dei modelli di scelta (Ben-Akiva e Morikawa, 1990 Bradley e Daly, 1997; Louviere *et al.*, 2000).

Come sottolineato da Hensher (1994), per poter utilizzare congiuntamente dati RP/SP per la modellizzazione della scelta del modo di viaggio non basta semplicemente “*unire i dati in modo triviale*” ma occorre considerare l'unità di misura del fattore di scala dell'utilità. Infatti, nel MNL il fattore di scala ($\lambda = \pi / (\sigma \sqrt{6})$) dipende dalla deviazione standard dell'errore, pertanto due modelli identici ma stimati con diverse basi dati producono stime dei parametri diverse anche se il processo di scelta che ha generato la funzione di utilità è identico.

Siano U_{RP} e U_{SP} le funzioni d'utilità specificate rispettivamente per i dati RP e per quelli SP:

$$\begin{aligned} U_{qj}^{RP} &= \theta X_{qj}^{RP} + \alpha Y_{qj} + \varepsilon_{qj}^{RP} & \varepsilon_{qj}^{RP} &\approx (0, \sigma_{\varepsilon^{RP}}^2) \\ U_{qjt}^{SP} &= \theta X_{qjt}^{SP} + \gamma Z_{qjt} + \varepsilon_{qjt}^{SP} & \varepsilon_{qjt}^{SP} &\approx (0, \sigma_{\varepsilon^{SP}}^2) \end{aligned} \quad (1.48)$$

dove θ è il vettore di parametri uguali nei due tipi di dati, RP e SP; X^{RP} e X^{SP} sono due vettori di variabili osservate, comuni ai dati PR e SP; Y e Z sono due vettori di parametri specifici per ciascun tipo di dati; α e γ sono i due vettori di parametri specifici rispettivamente per i dati RP e SP; mentre ε_{qj}^{RP} , ε_{qjt}^{SP} sono gli errori delle funzioni di utilità rispettivamente per i dati RP e SP.

Poiché la varianza dei due set di dati è diversa, per poter stimare un unico modello, efficiente e corretto, utilizzando congiuntamente i due insiemi di dati occorre scalare

L'utilità di uno dei due set di dati in modo da ottenere la stessa varianza tra i due set di dati. In particolare, questa condizione si ottiene se si scalano i dati SP per un parametro μ che è uguale al rapporto tra le varianze dei due residui EV1. Infatti, se scala l'utilità SP per $\mu = \sigma_{\varepsilon^{RP}} / \sigma_{\varepsilon^{SP}}$ si ottiene la seguente specificazione:

$$\begin{aligned} U_{qj}^{RP} &= \theta X_{qj}^{RP} + \alpha Y_{qj} + \varepsilon_{qj}^{RP} & \varepsilon_{qj}^{RP} &\approx (0, \sigma_{\varepsilon^{RP}}^2) \\ \tilde{U}_{qjt}^{SP} &= \mu (\theta X_{qjt}^{SP} + \gamma Z_{qjt} + \varepsilon_{qjt}^{SP}) & \varepsilon_{qjt}^{SP} &\approx (0, \sigma_{\varepsilon^{SP}}^2) \end{aligned} \quad (1.49)$$

in cui si verifica la condizione che la $\text{var}(\tilde{U}_{qjt}^{SP}) = \text{var}(U_{qj}^{RP})$.

E' importante notare che è possibile scalare i dati RP invece di quelli SP, ma per ragioni di convenienza (soprattutto in previsione) in genere si scalano i dati SP. Inoltre, sebbene si sia certi che le due varianze non possono essere uguali, in generale, a priori, non si può affermare quale dei due errori abbia maggiore varianza; tuttavia, l'omissione di un maggior numero di variabili rilevanti nei dati SP, rispetto ai dati RP, suggerisce che la varianza dell'errore SP sia maggiore di quella RP (Bradley e Daly, 1997). Si assume pertanto che il coefficiente di scala sia compreso tra 0 e 1.

Se i due set di dati hanno la stessa varianza, allora è possibile stimarli congiuntamente come se appartenessero allo stesso set, utilizzando il metodo della massima verosimiglianza:

$$L(\theta, \mu, \alpha, \gamma) = \left(\prod_{n=1}^{N^{RP}} \prod_{A_j \in A(q)} p_{jq}^{RP} \right) \cdot \left(\prod_{n=1}^{N^{SP}} \prod_{A_j \in A(q)} p_{jq}^{SP} \right) \quad (1.50)$$

Dove p_{jq}^{RP} è la probabilità che l'utente q scelga l'alternativa j tra l'insieme di alternative RP. Nella stima mista RP/SP i dati RP sono generalmente dati cross-sectional per cui le osservazioni RP sono indipendenti tra di loro. Nei dati SP invece, come nei dati panel, vi sono T osservazioni per ogni utente, per cui p_{jq}^{SP} è la probabilità che l'utente q scelga la sequenza di scelte $\mathbf{j} = \{j_1, \dots, j_t, \dots, j_T\}$.

Inoltre, occorre considerare che generalmente le indagini SP sono realizzate agli stessi utenti a cui è stato sottoposto il questionario RP (di fatto questo consente di adattare il disegno SP alle caratteristiche del viaggio reale aumentando il realismo delle situazioni ipotetiche). Per cui di fatto occorre considerare che ogni utente fornisce una osservazione RP e T osservazioni SP, per cui occorre tener conto anche della correlazione tra la sequenza di scelte SP e la scelta RP effettuata dallo stesso utente.

Infine, nel caso più generale tanto nei dati RP come in quelli SP è possibile che ci siano effetti di eterogeneità casuale nelle preferenze per certi attributi o specifiche per certe alternative. Pertanto, nel caso più generale, le funzioni di utilità può essere specificata come segue:

$$U_{qjt} = k_j + \underbrace{\sum_k \theta_{jk} X_{qjkt}}_{V_{qjt}} + \underbrace{\sum_k \xi_{qjk} x_{qjkt} + \sum \xi_{qm} x_{jm}}_{\eta_{qjt}} + \varepsilon_{qjt} \quad (1.51)$$

Dove θ_{jk} sono parametri da testare che potrebbero variare rispetto alle alternative j ma sono fissi sugli individui e situazioni di scelta, x_{qjkt} sono gli attributi (del livello di servizio e delle variabili socio-economiche, e di ogni forma di interazione tra di loro), ξ_{qjk} e ξ_{qm} sono singoli parametri fissi su situazioni di scelta e distribuiti in modo casuale con media zero, mentre y_{jm} è un indice che equivale a 1 se m appare nella funzione di utilità dell'alternativa j , e 0 in caso contrario, e ε_{qjt} sono i termini di errore distribuiti EV1.

Poiché il vettore x_{qjt} include attributi del livello di servizio, le variabili socio-economiche e le eventuali interazioni tra di loro, l'equazione (1.51) permette di tener conto dell'eterogeneità sistematica e casuale intorno alla media e della non-linearità negli attributi del livello di servizio. Inoltre, a seconda della specificazione della matrice di covarianza, l'equazione (1.51) può anche tener conto delle diverse forme di correlazione tra alternative e tra casi SP.

Nel caso di dati RP cross-sectional (in cui è $t=1$) la specificazione per la stima congiunta con dati RP/SP assume la seguente espressione:

$$\begin{aligned} U_{qj}^{RP} &= V_{qj}^{RP} + \eta_{qj}^{RP} + v_{qj} \psi_j + \varepsilon_{qj}^{RP} & \varepsilon_{qj}^{RP} &\approx (0, \sigma_{\varepsilon^{RP}}^2) \\ U_{qjt}^{SP} &= V_{qjt}^{SP} + \eta_{qjt}^{SP} + v_{qj} \psi_j + \varepsilon_{qjt}^{SP} & \varepsilon_{qjt}^{SP} &\approx (0, \sigma_{\varepsilon^{SP}}^2) \end{aligned} \quad (1.52)$$

in cui gli elementi ($\hat{V}_{qj}^{RP} = V_{qj}^{RP} + \eta_{qj}^{RP}$) e ($\hat{V}_{qjt}^{SP} = V_{qjt}^{SP} + \eta_{qjt}^{SP}$) si differenziano non solo perché si tratta di dati diversi, ma anche perché possono includere diversi attributi e/o diverse componenti casuali. Il termine $v_{qj} \psi_j$ invece è una componente d'errore che permette di considerare la correlazione tra la scelta operata da ogni individuo nel mondo reale (RP) e le scelte effettuate nell'perimento ipotetico (SP) (Walker, 2001; Bhat e Castelar, 2002; Cantillo e Ortuzar, 2005). Infatti v_{qj} è un termine i.i.d. normale standard, diverso tra le alternative ma uguale per tutte le risposte (RP e SP) di uno stesso individuo, mentre ψ_j è un parametro sconosciuto da stimare che permette di catturare la correlazione tra le risposte date da uno stesso individuo.

Quindi come discusso in Cherchi e Ortuzar (2010), per un dato individuo è possibile specificare la correlazione all'interno dei parametri aleatori. In questo caso sarà:

$$\xi_{qjk}^{RP} x_{qjk}^{RP} = v_{qjk} \sigma_{jk}^{RP} x_{qjk}^{RP} \quad e \quad \xi_{qjk}^{SP} x_{qjk}^{SP} = v_{qjk} \sigma_{jk}^{SP} x_{qjk}^{SP} \quad (1.53)$$

dove, come prima, ξ_{qjk} è il termine aleatorio associato al k -esimo coefficiente, in cui la correlazione tra le risposte di ogni individuo è dato dal termine di errore comune v_{qjk} .

ε^{RP} e ε^{SP} sono i termini casuali distribuiti EV1 associati rispettivamente alle utilità RP e SP, le varianze dei quali ($\sigma_{\varepsilon^{RP}}^2$ e $\sigma_{\varepsilon^{SP}}^2$) saranno generalmente diverse.

Come si è visto in precedenza, per ottenere la stessa varianza in entrambi i dati, essendo $\sigma_{RP}^2 \neq \sigma_{SP}^2$, l'utilità SP deve essere scalata $\tilde{U}_{ijt}^{SP} = \mu U_{ijt}^{RP}$ per il rapporto tra i due parametri di scala MNL ($\mu = \frac{\lambda^{SP}}{\lambda^{RP}}$).

E' importante notare che la varianza nel modello ML è la somma della varianza di tutti le componenti random dell'utilità casuale. Pertanto, se nella formula (1.52) si definisce:

$$\gamma_{ijt} = \eta_{ij} + V_{ij} \psi_j, \quad (1.54)$$

la varianza per del ML sarà:

$$\sigma_{ML}^2 = \sigma_{\gamma}^2 + \frac{\pi^2}{6\lambda^2} \quad (1.55)$$

Tuttavia, poiché gli elementi σ_{γ}^2 della matrice possono essere stimati, il parametro di scala che permette di ottenere la stessa varianza nei dati misti RP e SP è data solo dai parametri di scala EV1.

Come ben noto (Train, 2009), per costruire il modello ML con dati misti si ha bisogno di massimizzare una funzione di verosimiglianza, in cui l'integrale è calcolato in funzione dei parametri γ sia RP sia SP (due dimensioni).

$$L = \int \left(\prod_{RP} \frac{e^{\lambda^{RP}(V_{ij}^{RP} + \gamma_{ij}^{RP})}}{\sum_{j \in I_{RP}} e^{\lambda^{RP}(V_{ij}^{RP} + \gamma_{ij}^{RP})}} \cdot \prod_{SP} \frac{e^{\lambda^{RP}(\mu(V_{ijt}^{SP} + \gamma_{ijt}^{SP}))}}{\sum_{j \in I_{SP}} e^{\lambda^{RP}(\mu(V_{ijt}^{SP} + \gamma_{ijt}^{SP}))}} \right) f(\gamma_{ij}^{RP}, \gamma_{ijt}^{SP} | \Omega) d\gamma^{RP} d\gamma^{SP} \quad (1.56)$$

Si noti che la funzione di verosimiglianza viene scalata solo dallo sconosciuto λ^{RP} (non stimabile), il cui effetto concreto è quello di vincolare l'utilità SP al parametro di scala come nell'utilità di RP.

Infine, è interessante notare che, per effetto del fattore di scala μ , i parametri da stimare con i dati SP sono $\mu\theta$ e $\mu\gamma$, pertanto la probabilità SP non è lineare nei parametri.

□

1.5. Modelli con variabili latenti

I Modelli di Scelta Discreta tradizionali, ampiamente trattati nei precedenti paragrafi, presentano il processo di scelta di un individuo come una scatola nera, nella quale i dati di input sono gli attributi delle alternative disponibili e le caratteristiche socioeconomiche dell'individuo, e il dato di output è la scelta osservata. Tali modelli collegano direttamente i dati di input osservati a quelli di output, dando per scontato che il funzionamento interno della scatola nera sia rilevato implicitamente dal modello. I Modelli di Scelta Discreta che derivano dalla teoria dell'utilità casuale non modellizzano infatti esplicitamente atteggiamenti, percezioni e preferenze.

Innumerevoli studi condotti sul comportamento hanno mostrato al contrario l'importanza di considerare esplicitamente le attività cognitive che si sviluppano all'interno della scatola nera, in quanto influenzano in maniera determinante il processo che porta alla scelta finale (Abelson e Levy, 1985 e Olson e Zanna, 1993). Tali ricerche hanno inoltre rilevato una grande quantità di anomalie cognitive che violano gli assiomi di base della teoria dell'utilità.

McFadden (1997) sostiene che "la maggior parte delle anomalie cognitive operano attraverso errori nella percezione che nascono dal modo attraverso il quale le informazioni vengono memorizzate, recuperate e trasformate". McFadden afferma inoltre che "lo studio empirico del comportamento economico trarrebbe vantaggio se si prestasse maggiore attenzione al modo attraverso il quale si formano le percezioni e come queste influenzano il processo decisionale".

A partire da questi presupposti si sono sviluppati i primi lavori sui modelli che hanno confermato l'estrema importanza del trattamento esplicito dei fattori psicologici come fattori chiave nel processo decisionale (Koppelman e Hauser, 1979; McFadden, 1986; Ben-Akiva e Boccara, 1987; Ben-Akiva, 1992; Ben-Akiva *et al.*, 1994; Morikawa *et al.*, 1996; McFadden, 2000; Ben-Akiva *et al.*, 2002; Walker, 2001; Gärling e Axhausen, 2003; Bonsall, *et al.*, 2007). Tali fattori non quantificabili né direttamente osservabili, sono elementi, né quantificabili né direttamente osservabili, intangibili in quanto non hanno una scala di misura (persone diverse percepiscono in modo diverso) pertanto vengono trattati come *Variabili Latenti*.

Gli studi sull'effetto degli aspetti latenti nelle scelte dei trasporti si sono sviluppati solo di recente ed il problema dell'integrazione dei Modelli di Scelta Discreta con variabili latenti è tuttora oggetto di ricerca scientifica.

Nel settore dei trasporti, i ricercatori hanno usato varie tecniche, nel tentativo di catturare in modo esplicito i fattori psicologici che stanno alla base dei processi di scelta per poterli così introdurre nelle procedure matematiche utilizzate per simulare il comportamento di viaggio. La maggior parte delle applicazioni utilizzano modelli ad equazioni strutturali (SEM) o con variabili latenti incorporate nel modello di scelta discreta.

I temi affrontati in letteratura che includono variabili di attitudine sono: carpooling (Golob *et al.*, 1997), politiche ecocompatibili (Golob e Hensher, 1998; Sakano e Benjamin, 2000), sostegno finanziario per il trasporto pubblico (Levine *et al.*, 1999), equità e violazione della libertà personale (Jakobsson *et al.*, 2000) e collocazione residenziale (Choocharukul *et al.*, 2008; Scheiner e Holz-Rau, 2007).

In alcuni lavori precedenti vengono utilizzate tecniche di analisi fattoriale per derivare le variabili, rappresentando atteggiamenti, personalità, stile di vita inclusi abitudini e valutazioni affettive come variabili esplicative attraverso variabili dummy. Come riportato da Walker (2001), queste variabili contengono errori di misura, e, per ottenere stime consistenti, la probabilità di scelta deve essere integrata sulla distribuzione delle variabili latenti, dove la distribuzione dei fattori si ottiene dal modello di analisi fattoriale.

Al giorno d'oggi, l'approccio consigliato per incorporare l'atteggiamento e le percezioni nella scelta discreta è la costruzione di modelli con variabili latenti in cui i fattori latenti e le scelte discrete vengono stimati congiuntamente, mediante tecniche di stima sequenziale o simultanea. L'inclusione di elementi soggettivi in modelli di scelta discreta è stato un argomento di discussione sin dall'inizio degli anni '80 (Koppelman e Lyon, 1981; Ortúzar e Hutt, 1984; McFadden, 1986). Tuttavia, i modelli con variabili latenti sono diventati popolari tra i ricercatori di trasporto molto più tardi con il lavoro di Walker (2001).

Walker (2001) ha trattato due applicazioni in un contesto trasportistico. Uno era basato sul lavoro di Morikawa *et al.*, (1996), che ha stimato un modello di scelta modale tra auto e treno, nel quale ha incorporato due variabili latenti, comfort di guida e convenienza (questo è stato esteso in seguito da Morikawa e Sasaki, 1998). Il secondo esempio si riferisce al lavoro di Polydoropoulou (1997) che ha stimato un modello più complesso che coinvolge più variabili latenti e combina un set di dati RP con due set di dati SP. In entrambi gli esempi, i risultati hanno mostrato che gli attributi latenti avevano parametri significativi e che la loro inclusione ha determinato un grande miglioramento nella bontà di adattamento del DCM.

Bolduc *et al.*, (2005) rappresentano il primo esempio di analisi e implementazione di una situazione caratterizzata da un gran numero di variabili latenti e un gran numero di scelte e trattano il problema di stima legato alla complessità degli integrali multidimensionali. Vredin Johansson *et al.*, (2006) ha studiato l'effetto di cinque variabili latenti (comfort, sicurezza, flessibilità, convenienza e consapevolezza ambientale) su una tipica scelta modale tra autobus, auto e treno. A differenza degli studi precedenti, loro hanno usato variabili latenti specifiche dell'individuo, non del modo, per spiegare la scelta, il che significa che non costruiscono variabili latenti per le modalità non scelte al fine di evitare problemi di endogeneità. In linea con tutti i precedenti risultati, questa applicazione ha confermato che le variabili latenti sono infatti un elemento cruciale per spiegare la modalità scelta, anche se, nel loro studio, solo la consapevolezza ambientale, il comfort e la flessibilità sono risultate essere significative. Dannewald *et al.*, (2007) suggeriscono quali aspetti è importante considerare per determinare gli atteggiamenti classici nei confronti della scelta del modo, come ad esempio le preferenze quali il comfort / convenienza, la flessibilità e la sicurezza. Essi hanno proposto un modello di scelta ibrido gerarchico in cui i valori degli intervistati (il potere, l'edonismo e la sicurezza) determinano i singoli criteri di scelta (la flessibilità, il possesso, la passività, e la tutela ambientale), che a loro volta influenzano la scelta del modo di viaggio. Vásquez Lavín e Hanemann (2008) hanno studiato come le informazioni psicometriche possono aiutare a caratterizzare la distribuzione delle preferenze tra gli individui.

□

Alcune applicazioni hanno fatto riferimento alla localizzazione della residenza. Ad esempio, Kitrinou *et al.*, (2009) ha studiato quattro variabili latenti (percezioni circa la qualità della vita nelle zone insulari, la soddisfazione nell'essere pendolare, la

soddisfazione della corrente zona residenziale e della mobilità che la caratterizza), che riconoscono l'impatto delle variabili politiche riferite alla accessibilità delle zone insulari (sia per quanto riguarda il sistema di telecomunicazioni sia per quanto riguarda il settore dei trasporti dell'area). Mentre Walker e Li (2007) utilizzano modelli a classi latenti per studiare i differenti stili di vita e come questi influenzino la scelta del luogo nel quale risiedere.

1.5.1. Struttura del processo di scelta

L'integrazione dei Modelli di Scelta Discreta con i fattori psicologici ha l'obiettivo di ottenere una rappresentazione del processo di scelta più aderente alla realtà. Prima di descrivere la formulazione matematica dei Modelli Ibridi è importante comprendere in che modo aspetti latenti, quali atteggiamenti, percezioni o preferenze influenzano la scelta discreta. La seguente figura riporta lo schema della struttura del processo di scelta, come riportato in Walker (2001).

Come nei tradizionali modelli di utilità casuale, le preferenze di un individuo sono misurate mediante un indicatore di utilità percepita che è trattato come una variabile casuale (pertanto latente). A differenza dei modelli classici però si assume che le preferenze sono influenzate anche da fattori psicologici quali percezioni e attitudini che, a loro volta, sono fattori inosservati e pertanto latenti.

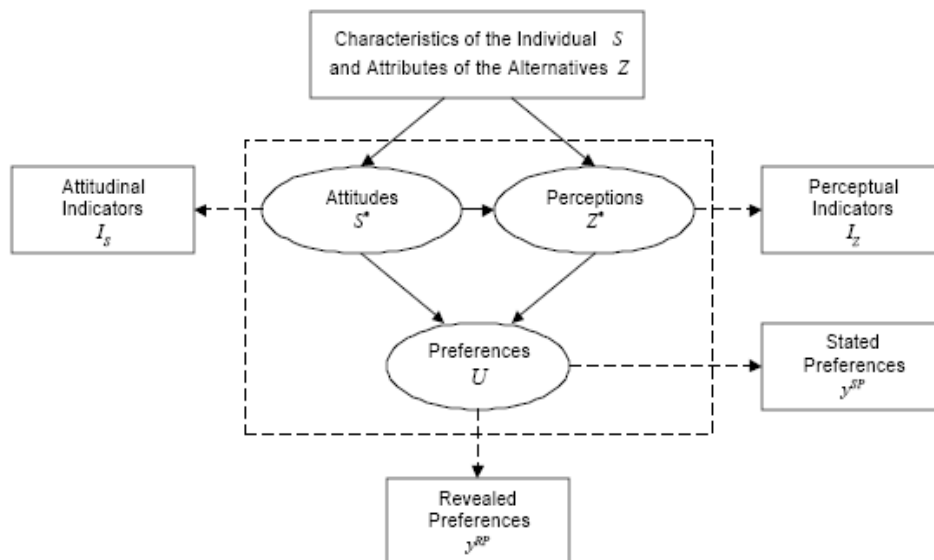


Figura 2

Le *percezioni* rappresentano la stima o una misura del valore che gli individui associano ai livelli degli attributi delle alternative. Il processo di scelta dovrebbe basarsi sui livelli di percezione degli attributi. Le *percezioni* spiegano parte della componente casuale della funzione di utilità tramite attributi inosservati specifici dell'individuo. Esempi di percezione in un contesto di scelta modale di viaggio per l'alternativa di transito sono l'affidabilità, la convenienza, la sicurezza e la compatibilità ambientale.

L'attitudine riflette l'atteggiamento, i valori, i gusti e le capacità dei singoli individui. L'attitudine individuale si forma nel tempo ed è influenzata dall'esperienza maturata e da fattori esterni come per esempio le caratteristiche socioeconomiche. L'attitudine è ovviamente una variabile latente che spiega l'eterogeneità individuale inosservata, per esempio l'eterogeneità nelle preferenze per certi attributi o certe alternative. Esempi di attitudine in un contesto di scelta modale di viaggio sono per esempio l'importanza attribuita all'affidabilità, la sensibilità nei confronti di tempi e costi, o la sensibilità verso l'ambiente.

Per poter stimare in un modello matematico questi effetti latenti, occorre disporre di una loro misurazione. Nel caso delle preferenze (utilità) le informazioni necessarie sono le stesse dei semplici Modelli di Scelta Discreta. Occorre disporre di un set di dati sulle caratteristiche oggettive delle alternative ed eventualmente dell'utente, con l'indicazione della scelta effettuata da ogni utente. Il set di dati può essere ottenuto mediante indagini sulle Preferenze Rivelate oppure sulle Preferenze Dichiarate. Le preferenze sono tradotte in decisioni attraverso un processo decisionale. Il processo attraverso il quale si prende una decisione può variare a seconda del tipo di decisione o del compito ed è influenzato dal tipo di attività, dal contesto, e dai fattori socioeconomici (Garling e Friman, 1998). I Modelli Ibridi finora studiati assumono un processo decisionale analogo a quello visto nei Modelli di Scelta Discreta classici, in cui l'utente massimizza l'utilità percepita. Tuttavia, in teoria, è possibile anche assumere che la scelta venga effettuata utilizzando altri processi decisionali diversi dalla massimizzazione dell'utilità.

Analogamente, per identificare i fattori psicologici latenti è necessario disporre di dati che consentano di stimare il loro effetto o loro manifestazione. I fattori psicologici sono generalmente inglobati nei Modelli di Scelta Discreta attraverso "indicatori psicometrici" che non sono altro che manifestazioni della variabile latente. Gli indicatori psicometrici sono rilevati mediante la misurazione del livello di accordo o disaccordo di ogni intervistato rispetto a determinate affermazioni (che consentono di individuare un atteggiamento, una preferenza *etc.*). La variabile latente invece è generalmente funzione delle caratteristiche socio-economiche della persona, pertanto gli indicatori psicometrici consentono di catturare l'eterogeneità delle preferenze degli utenti.

1.5.2. Modelli integrati di scelta discreta con variabili latenti

Il modello integrato si compone di due parti: un Modello di Scelta Discreta e un Modello con Variabile Latente, ciascuno dei quali è costituito da una o più equazioni strutturali che forniscono la relazione tra la variabile latente e i fattori misurabili da cui dipende e da una o più equazioni di misurazione che fornisce invece la misurazione osservata dell'effetto latente.

Equazioni Strutturali:

Per il Modello con Variabile Latente, note le variabili osservate X_q , si deve determinare la distribuzione delle variabili X_q^* latenti che si traduce quindi nella definizione di un'equazione strutturale per ciascuna variabile:

$$f_1(X_q^* | X_q; \lambda, \Sigma_\omega) \quad (1.57)$$

Per esempio:

$$X_q^* = h(X_q; \lambda) + \omega_q \text{ e } \omega_q \sim D(o, \Sigma_\omega) \quad (1.58)$$

Dove:

λ parametro sconosciuto

Σ_ω covarianza del termine d'errore casuale

ω_q termine d'errore

$D(o, \Sigma_\omega)$ funzione di ripartizione

Analogamente, per il modello di scelta si deve determinare la distribuzione f_2 delle utilità U_q , che sono variabili inosservate che dipendono sia dai fattori osservati X_q , sia dalle variabili latenti X_q^* :

$$f_2(U_q | X_q, X_q^*; \beta, \Sigma_\varepsilon) \quad (1.59)$$

Dove:

β parametro sconosciuto

Σ_ε covarianza del termine d'errore casuale

Nel caso della scelta discreta la variabile inosservata è composta dalla somma dell'utilità sistematica $V_{qj} = f(X_{qj}, \theta)$ e della componente casuale; da notare che l'utilità sistematica, in questo caso, è funzione di entrambe le variabili, latenti e osservate. Per esempio:

$$U_q = V(X_q, X_q^*; \beta) + \varepsilon_q \text{ con } \varepsilon_q \sim D(0, \Sigma_\varepsilon) \quad (1.60)$$

Dove:

ε_q termine d'errore

Σ_ε covarianza del termine d'errore casuale

$D(0, \Sigma_\varepsilon)$ funzione di ripartizione

Equazioni di misurazione:

Il modello con variabili latenti necessita, condizionatamente ai valori delle variabili latenti, della distribuzione degli indicatori che si traduce nella definizione di un'equazione di misurazione per ogni indicatore, cioè per ogni domanda del sondaggio:

$$f_3(I_q | X_q, X_q^*; \alpha, \Sigma_v) \quad (1.61)$$

Dove:

f_3 distribuzione dell'indicatore I_q

α il parametro sconosciuto

Σ_v covarianza del termine d'errore casuale

Tipicamente l'equazione di misurazione viene espressa nel seguente modo:

$$I_q = m(X_q, X_q^*; \alpha) + v_q \text{ con } v_q \sim D(0, \Sigma_v) \quad (1.62)$$

Dove:

v_q termine d'errore

$D(0, \Sigma_v)$ funzione di ripartizione

Analogamente, per il modello di scelta si deve esprimere la scelta in funzione dell'utilità. Assumendo che l'utente sia un utente razionale che vuole quindi massimizzare la propria utilità, l'equazione di misurazione per la scelta discreta assume la tipica forma:

$$y_{iq} = \begin{cases} 1, & \text{se } U_{iq} = \max_j \{U_{jq}\} \\ 0, & \text{altrimenti} \end{cases} \quad (1.63)$$

Dalle equazioni (1.60) e (1.63), imponendo un'ipotesi sulla distribuzione dell'errore ε_q , deriva la probabilità di scelta condizionale, funzione di entrambe le variabili, esplicative e latenti:

$$P(y_q | X_q, X_q^*; \beta, \Sigma_\varepsilon) \quad (1.64)$$

Per stimare i parametri sconosciuti si usano tecniche di massima verosimiglianza; il metodo più intuitivo per definire una funzione di verosimiglianza del modello integrato consiste nel partire dalla probabilità di un modello senza variabili latenti:

$$P(y_q | X_q; \beta, \Sigma_\varepsilon) \quad (1.65)$$

Si precisa che il modello di scelta può avere una qualsiasi forma (Logit, Probit, *etc.*) e può includere diversi indicatori di scelta (Preferenze Dichiarate e Rivelate). A questo punto, si aggiungono le variabili latenti al modello di scelta. Ipotizzato un costrutto latente X_q^* e la sua distribuzione, le componenti d'errore indipendenti ω_q e ε_q , la funzione di verosimiglianza sarà data dall'integrale esteso ai costrutti latenti del modello di scelta:

$$P\left(y_q|X_q; \beta, \Sigma_\omega, \Sigma_\eta\right) = \int_{X^*} P\left(y_q|X_q, X_q^*; \beta, \Sigma_\varepsilon\right) f_1\left(X^*|X_q; \lambda, \Sigma_\omega\right) dX^* \quad (1.66)$$

Per migliorare l'accuratezza dei parametri strutturali e consentirne l'identificazione, nell'equazione (1.66) occorre introdurre gli indicatori di misurazione delle variabili latenti X_q^* . Assumendo che le componenti d'errore siano indipendenti, la probabilità delle variabili osservate y_q e I_q , subordinata alle variabili esogene X_q , è data da:

$$f_4\left(y_q, I_q|X_q; \alpha, \beta, \lambda, \Sigma_\varepsilon, \Sigma_v, \Sigma_\omega\right) = \int_{X^*} P\left(y_q|X_q, X_q^*; \beta, \Sigma_\varepsilon\right) f_3\left(I_q|X_q, X_q^*; \alpha, \Sigma_v\right) f_1\left(X^*|X_q; \lambda, \Sigma_\omega\right) dX^* \quad (1.67)$$

Il primo termine della funzione integranda della (1.67) corrisponde al Modello di Scelta Discreta, il secondo e il terzo corrispondono rispettivamente all'equazione di misurazione e all'equazione strutturale del Modello con Variabile Latente.

Per quanto riguarda la distribuzione degli errori di un Modello con Variabile Latente, si ipotizza generalmente che siano normalmente e indipendentemente distribuiti.

1.5.2.1. Stima del modello

La stima del Modello con Variabili Latenti può essere effettuata mediante l'utilizzo di due differenti metodologie:

1. Stima Sequenziale: le variabili latenti sono stimate separatamente ed incluse nel modello di scelta discreta come variabili esogene.
2. Stima Simultanea: le variabili latenti sono stimate congiuntamente al Modello di Scelta Discreta.

1.5.2.1.1. Stima sequenziale

La stima sequenziale, metodologia che sarà utilizzata nel presente studio per la stima dei Modelli Ibridi, viene realizzata in due fasi:

1. nella prima fase si stimano i parametri delle equazioni che mettono in relazione le variabili latenti e gli indicatori di percezione con le variabili esplicative. I parametri così stimati sono poi inseriti nell'equazione di struttura in modo da ottenere i valori attesi delle variabili latenti per ogni individuo e per ogni alternativa. Il valore atteso delle variabili latenti rappresenta ora una variabile nota e può entrare a far parte del set di variabili esplicative del modello di scelta.
Si precisa che il modello di equazioni strutturali è "un modello stocastico nel quale ogni equazione rappresenta un legame causale, piuttosto che una mera associazione empirica". L'unità costitutiva di un modello di equazioni strutturali è l'equazione di regressione alla quale, in questo contesto, viene data un'interpretazione di carattere

causale. Si ricorda che il numero delle equazioni strutturali coincide con il numero delle variabili dipendenti ovvero delle Variabili Latenti.

2. la seconda fase del processo di stima sequenziale consiste nello stimare il Modello di Scelta Discreta, così come precedentemente descritto, includendo però nel set delle variabili esplicative anche il valore atteso delle variabili latenti così come stimato nella prima fase.

Nel seguito si descrive il metodo di stima dei Modelli con Variabili Latenti, mentre la stima del Modello di Scelta Discreta è analoga a descritta nei precedenti paragrafi.

Un approccio generale per sintetizzare i Modelli con Variabili Latenti e modelli di valutazione psicometrica è stata avanzata da un numero elevato di ricercatori, tra i quali Keesling (1972), Jöreskog (1973), Wiley (1973), e Bentler (1980), che ha sviluppato il quadro di equazioni strutturali e di misurazione e la metodologia per specificare e stimare modelli con variabile latente. Tali modelli sono ampiamente utilizzati per definire e misurare fattori non osservabili.

La stima è effettuata riducendo al minimo la differenza tra la matrice di covarianza delle variabili osservate e la matrice di covarianza teorica prevista dalla struttura del modello, che è una funzione dei parametri sconosciuti.

I modelli di equazioni strutturali, analogamente al modello di tipo MIMIC (Multiple Indicator Multiple Cause) (Bollen, 1989), sono costituiti da due parti (in realtà sono tre perché ci sono due modelli di misura):

- *modello di misurazione*: specifica come le variabili latenti sono misurate tramite le variabili osservate e serve per determinare la validità e l'attendibilità di tale misurazione

$$y_{ipq} = \sum_l \gamma_{ilp} \cdot \eta_{ilq} + \zeta_{ipq} \quad (\text{parte MI del Modello}) \quad (1.68)$$

- *modello strutturale*: specifica le relazioni causali tra le variabili latenti e serve per determinare gli effetti causali e l'ammontare della varianza non spiegata

$$\eta_{ilq} = \sum_r \alpha_{ilr} \cdot s_{iqr} + v_{ilq} \quad (\text{parte MIC del Modello}) \quad (1.69)$$

Dove:

η_{ilq} sono le variabili associate alle caratteristiche degli individui e a ciascuna alternativa, s_{iqr} sono le variabili esogene da cui dipendono le variabili casuali

i indica un'alternativa

l indica la variabile latente

q rappresenta come sempre l'individuo

r indica la variabile esplicativa

α_{ilr} e γ_{ilp} sono i parametri da stimare

v_{ilq} e ζ_{ipq} sono i termini di errore che sono assunti con media pari a zero e deviazione standard da stimare.

Gli errori del Modello con Variabile Latente si ipotizza spesso siano normalmente e indipendentemente distribuiti, quindi le variabili latenti si presume siano ortogonali. Ovviamente che per rimuovere l'ipotesi di ortogonalità per le variabili latenti si deve specificare una struttura completa della matrice di covarianza.

In particolare l'equazione (1.68) spiega che gli indicatori sono una manifestazione delle variabili latenti, si avrà pertanto un'equazione per ogni indicatore cioè per ogni domanda del questionario, mentre l'equazione (1.69) relaziona le variabili esplicative alle variabili latenti, si avrà un'equazione per ogni variabile latente.

Dal momento che i termini η_{ilq} sono sconosciuti, entrambe le equazioni devono essere considerate congiuntamente nel processo di stima dei parametri. Questo metodo ha il vantaggio di essere semplice e non presentare difficoltà aggiuntive rispetto a quelle di un modello tradizionale. Per questo è stato finora il metodo più utilizzato (Ashok *et al.*, 2002). Tuttavia, ha lo svantaggio di non utilizzare tutte le informazioni disponibili contemporaneamente. Inoltre, un problema di questo approccio potenzialmente molto più grave è che non garantisce stime corrette dei parametri coinvolti (Bollen, 2005). Infatti, le deviazioni standard dei parametri tendono ad essere sottostimate, dando luogo ad attributi la cui significatività statistica è superiore rispetto al loro contributo reale nel modello. Questo problema può essere però risolto mediante una correzione statistica delle varianze dei parametri (Murphy e Topel, 1985), ma questo non è un processo semplice da eseguire. Se la varianza degli errori della variabile latente è piccola, allora aumentando la dimensione del campione si può ridurre sufficientemente l'errore di misurazione e determinare stime accettabili del parametro. Aumentare la dimensione del campione consente una stima più precisa del valore atteso della variabile latente, e una varianza ridotta significa che il vero valore della variabile latente di un individuo non è troppo lontano dal valore atteso. La dimensione necessaria del campione è fortemente dipendente dalla specificazione del modello e richiede che la varianza dell'errore della variabile latente sia sufficientemente piccola. In altre parole, la misura degli errori delle variabili latenti non sparisce come la dimensione del campione diventa di grandi dimensioni. Pertanto, senza l'esecuzione di test sul grado di incoerenza, quella descritta è una pratica discutibile.

□

1.5.2.1.2. Stima simultanea

La stima simultanea consiste nello stimare le variabili latenti e la scelta discreta simultaneamente. Il metodo usato è sempre quello della massima verosimiglianza (Boldrin *et al.*, 2008), in cui le probabilità individuali che entrano nella funzione di verosimiglianza sono quelle riportate nella equazione (1.67). Quando la stima è simultanea la funzione d'utilità non include il valore atteso della variabile latente ma direttamente la variabile latente, pertanto i parametri che si ottengono rappresentano stime efficienti di tutti i parametri e non occorre aggiustare la varianza a posteriori. La stima simultanea rappresenta un netto miglioramento rispetto ai metodi sequenziali (Everitt, 1984; Bollen, 2005; Bolduc *et al.*, 2008; Raveau *et al.*, 2010), ma è estremamente più complessa e richiede procedure specifiche che sono state messe a punto solo recentemente.

1.5.2.2. Identificazione

Come visto nel caso dei Modelli di Scelta Discreta, è importante verificare che il Modello Integrato (o Modello Ibrido) sia teoricamente identificato. In generale un modello è identificato se il vettore dei parametri ignoti è univocamente determinato a partire dalla matrice di varianze e covarianze osservata. L'identificazione teorica dei modelli integrati deve essere analizzata caso per caso, non è possibile fare generalizzazioni. Tuttavia, è possibile applicare le norme di identificazione che si applicano tradizionalmente per i Modelli con Variabili Latenti (Bollen, 2005) e per i Modelli di Scelta Discreta. In particolare, nel caso del Modello Integrato, una condizione sufficiente, anche se non necessaria, per l'identificazione può essere ottenuta applicando le seguenti *tre regole*:

1. verificare che le equazioni per il Modello con Variabile Latente siano identificate utilizzando, per esempio, le norme di identificazione standard per i modelli di analisi fattoriale;
2. confermare che, date le variabili latenti, le equazioni strutturali del modello delle variabili latenti siano identificate utilizzando, ad esempio, le regole standard per un sistema di equazioni simultanee;
3. confermare che, date le variabili latenti, il modello di scelta sia identificato utilizzando, ad esempio, regole standard per un Modello di Scelta Discreta.

Un metodo ad hoc per il controllo di identificazione consiste nel realizzare esperimenti di Monte Carlo, generando dati sintetici della struttura del modello specificato con valori dati dei parametri, e tentare di riprodurre i parametri utilizzando lo stimatore di massima verosimiglianza. Se i parametri non possono essere riprodotti con un certo grado di accuratezza, questa è un'indicazione che il modello non è identificato.

Un altro metodo euristico utile consiste nell'utilizzare l'hessiano della funzione di log-verosimiglianza per verificare l'identificazione locale. Se il modello è localmente identificato in un punto particolare, allora l'hessiano sarà definito positivo in questo punto. L'inverso dell'hessiano è calcolato di solito nel punto di soluzione dello stimatore di massima verosimiglianza per generare le stime degli errori standard dei parametri stimati. In questo caso il test è eseguito quindi automaticamente.

2. Definizione e valutazione di misure di cambiamento volontario del comportamento di viaggio

2.1. Approccio metodologico

L'approccio metodologico, schematizzato nel grafico seguente, si divide in due macro parti: 1) l'applicazione e 2) le valutazioni modellistiche.

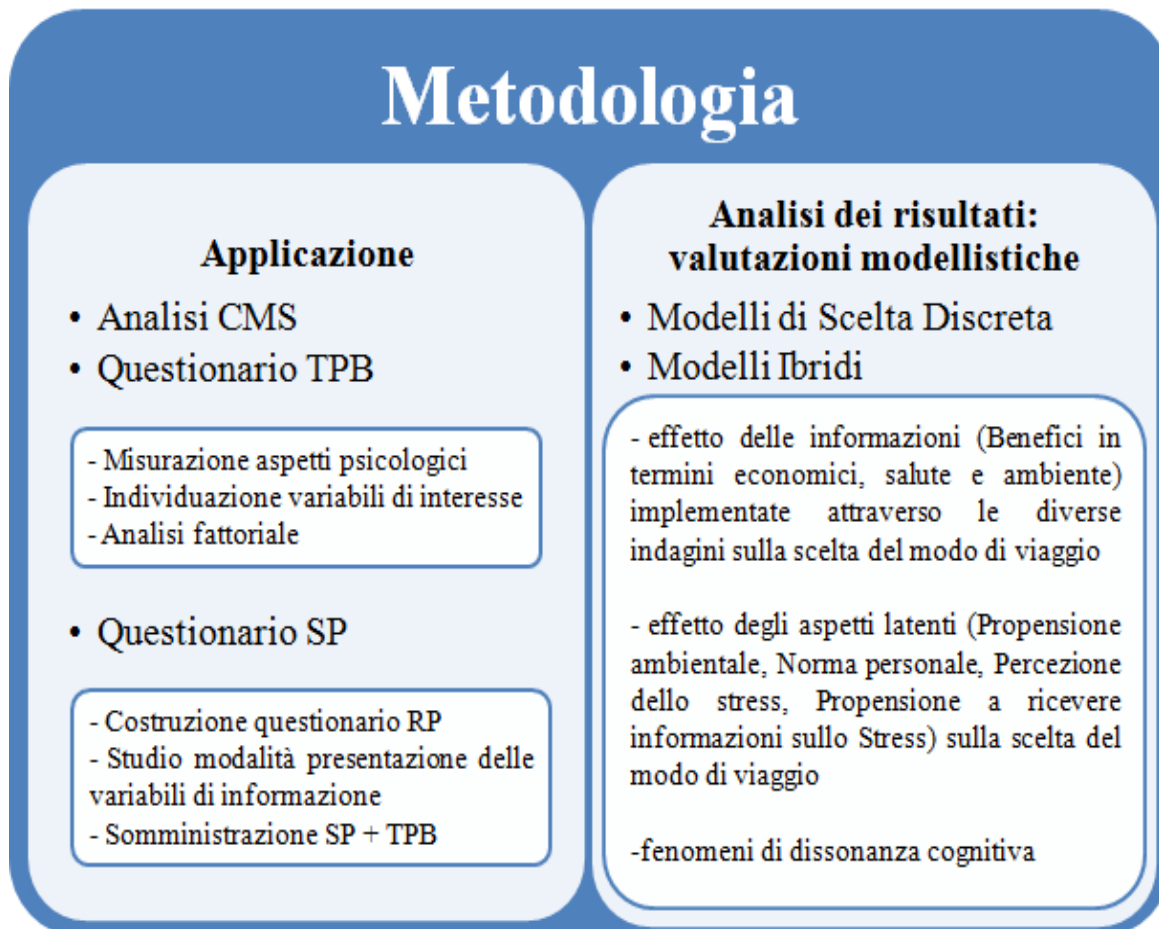


Figura 3

Una parte molto importante del lavoro è stata dedicata all'individuazione e alla costruzione dell'applicazione, che ha avuto come input l'analisi di uno studio pilota condotto a Cagliari dal CRiMM (Centro ricerca sui modelli di mobilità) denominato Casteddu Mobility Styles (CMS). I risultati emersi dall'analisi dei dati raccolti grazie a CMS sono stati infatti uno spunto per la definizione del presente lavoro che si è posto l'obiettivo, in una panoramica più ampia, di contribuire allo studio dei processi di cambiamento volontario del comportamento di viaggio.

In particolare la metodologia seguita ha consentito da una parte di individuare un'applicazione per la definizione di un'approfondita procedura per la definizione e l'implementazione di misure informative, tenendo conto di tutti quegli aspetti che ne possono favorire o limitare l'efficacia, dall'altra di definire delle basi dati robuste, secondo

quanto raccomanda la letteratura, da utilizzare per la stima di modelli di simulazione del comportamento di viaggio al fine di dare un'evidenza scientifica dei risultati ottenuti.

L'applicazione, spiegata dettagliatamente nel paragrafo seguente, consta sostanzialmente di tre parti:

1. Analisi dei dati raccolti con CMS e individuazione aspetti salienti da approfondire.
2. Costruzione di un questionario basato sulla Teoria del Comportamento Pianificato (TPB) che ha consentito di 1) misurare in modo completo gli aspetti psicologici propri dell'individuo che ne determinano i comportamenti, 2) di confermare l'importanza delle variabili di informazione emerse da CMS e che si è deciso di implementare nel presente studio e infine 3) di individuare attraverso tecniche di analisi fattoriale set di item che definiscono uno stesso fattore latente con il fine di utilizzarli come indicatori di variabili latenti per la stima di modelli di tipo ibrido:
3. Costruzione di un'indagine sulle Preferenze Dichiarate (SP) attraverso la quale sono state introdotte, tra gli attributi delle alternative, delle misure informative. Il questionario SP è stato definito in modo personalizzato sulla base dei dati raccolti grazie alla realizzazione di un questionario sulle Preferenze Rivelate (RP), somministrato prima dell'indagine SP. Il questionario SP ha consentito contestualmente lo studio della modalità di presentazione delle misure informative e ha permesso anche la misurazione degli aspetti psicologici grazie alla combinazione SP + TPB.

L'analisi valutativa è stata fatta costruendo modelli che simulano il comportamento di viaggio: Modelli di Scelta Discreta con e senza Variabili Latenti. La stima di tali modelli ha messo in luce gli effetti sulla scelta del modo delle misure informative che sono state somministrate attraverso le differenti indagini, relative ai benefici connessi con l'uso di modalità più sostenibili dell'auto privata, in particolare:

1. economico: riduzione costi di viaggio
2. salute:
 - a. aumento delle calorie bruciate durante gli spostamenti
 - b. riduzione dello Stress da traffico
3. ambiente: riduzione delle emissioni di CO₂

I modelli con variabili latenti hanno inoltre consentito di distinguere l'effetto delle misure informative da quello dei seguenti aspetti sulla scelta del modo:

1. Propensione ambientale
2. Norma personale
3. Percezione dello stress
4. Propensione a ricevere informazioni sullo stress

Lo studio degli aspetti latenti sulla scelta del modo ha consentito di verificare la presenza di fenomeni di dissonanza cognitiva tra attitudini e comportamenti.



2.2. Applicazione

L'applicazione presentata nel presente lavoro di tesi ha lo scopo di analizzare nel dettaglio i fattori del cambiamento comportamentale di viaggio che interessano la scelta del modo in seguito alla messa in atto di misure informative (misure "soft") finalizzate alla promozione di modalità di viaggio sostenibili. L'obiettivo di tali misure é quello di accrescere la consapevolezza degli utilizzatori dell'auto privata circa le esternalità prodotte dal suo uso e la disponibilità di alternative più vantaggiose e sostenibili in modo da motivarli verso un cambiamento volontario del modo (auto vs. alternative sostenibili).

L'applicazione si inserisce all'interno di uno studio più ampio, condotto dal Centro Ricerche Modelli e Mobilità (CRiMM) dell'Università di Cagliari tra Maggio 2011 e Marzo 2012 nell'ambito del Programma Casteddu Mobility Styles (CMS), basato sulla sperimentazione pilota di un programma di cambiamento volontario del comportamento di viaggio (VTBC) applicato nella città di Cagliari. In particolare questo studio ha messo in atto una serie di indagini e campagne promozionali finalizzate a promuovere l'utilizzo di una nuova linea di metropolitana leggera realizzata nel 2008 ed attualmente poco utilizzata, consigliando gli utenti ad utilizzarla in modalità Park & Ride; cioè in auto sino al parcheggio di scambio più vicino all'origine dello spostamento per poi proseguire in metro sino alla fermata più vicina alla destinazione finale.

L'applicazione presentata in questa tesi si pone a valle di una sperimentazione pilota, che ha riguardato un campione limitato di utenti, ne utilizza i risultati applicativi per ulteriormente approfondire, con nuove indagini e costruzioni modellistiche, i fattori e le leve salienti del cambio comportamentale (diminuzione dello stress da traffico e da ricerca di parcheggio, informazioni acquisite tramite il programma, *etc.*). Questo ha comportato lo svolgimento di un'approfondita fase di indagine e di analisi dei dati, indispensabile per far emergere l'esistenza degli aspetti più rappresentativi sottostanti al processo di scelta.

La figura seguente riassume il processo logico che è stato seguito nell'applicazione :



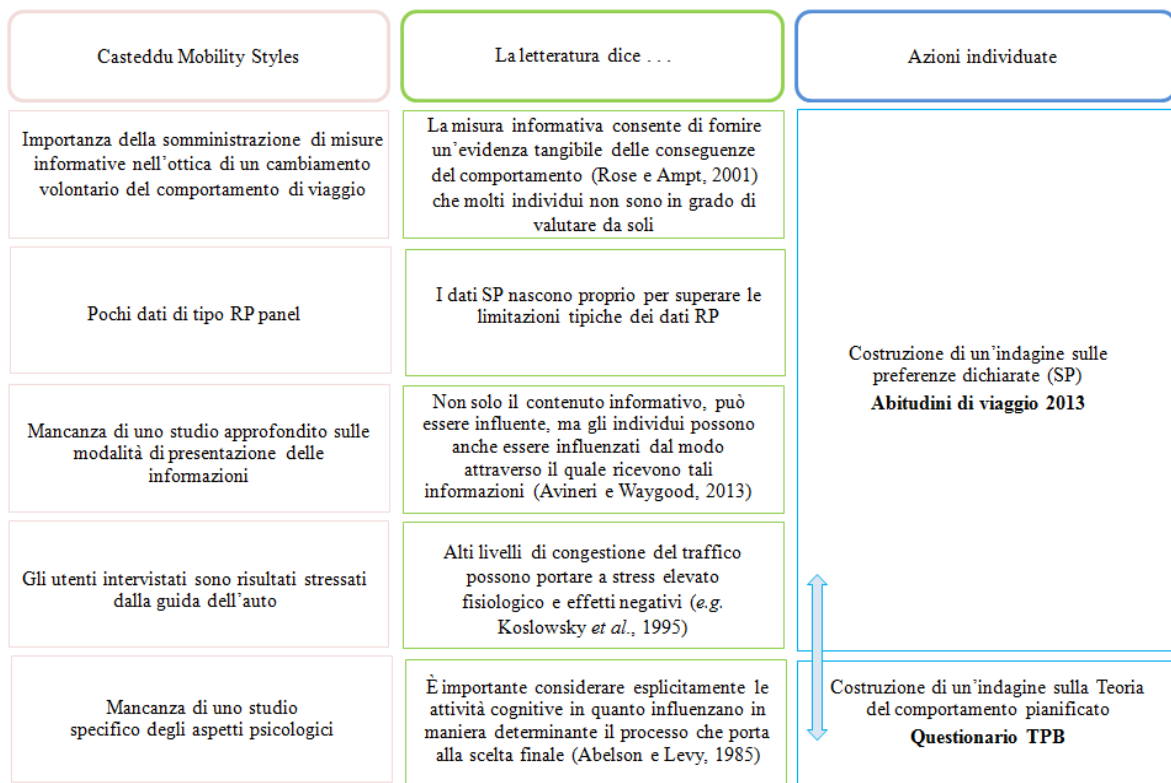


Figura 4

Per approfondire e dare maggiore robustezza ai risultati emersi nell'indagine CMS si è provveduto a:

- ampliare la base dati con la quale analizzare i comportamenti;
- analizzare in modo più dettagliato la corretta modalità di presentazione delle misure agli utenti che, probabilmente, è il motivo per il quale alcune delle misure fornite nel programma CMS non sono risultate efficaci;
- introdurre nuove informazioni, come quelle sullo stress che, come emerge dalle risposte date dagli utenti del campione, risulta essere un aspetto rilevante per gli individui, non veniva fornito nel programma di CMS; questo aspetto è di particolare interesse perché nonostante la letteratura confermi l'esistenza di uno stress da traffico, a conoscenza degli autori, tale variabile non è mai stata utilizzata in ambito di studio dei comportamenti di viaggio nella scelta del modo;
- misurare gli aspetti psicologici che regolamentano il comportamento che porta alla scelta, con l'obiettivo finale di valutare l'influenza che tali aspetti psicologici (propensioni/attitudini) possono avere sull'efficacia della misura informativa.

In quest'ottica si è proceduto a realizzare due indagini:

1. Indagine per la misura degli aspetti psicologico motivazionali attraverso la somministrazione di un questionario basato sulla teoria del comportamento pianificato "Questionario TPB"
Il questionario TPB ha consentito di misurare tutti quegli aspetti psicologici motivazionali che sottendono la scelta, non trascurabili nella definizione di modelli

di previsione della domanda, che rappresentano proprietà intrinseche dell'individuo e che quindi possono annullare o accentuare, tacitamente se non misurati direttamente, l'efficacia delle misure informative; tale questionario è stato anche propedeutico per valutare le percezioni e gli atteggiamenti rispetto alla nuova variabile di interesse "Stress da traffico" e valutare quindi se fosse opportuno implementarla come misura informativa.

2. Indagine sulle preferenze dichiarate "Abitudini di viaggio 2013"

L'indagine sulle preferenze dichiarate (o Stated Preference, SP) ha permesso da un lato l'implementazione di misure informative (sinora non era mai stata utilizzata questa tecnica nell'ambito delle strategie comportamentali), la cui modalità di presentazione è stata definita contestualmente alla SP, dall'altro di raccogliere dati robusti in previsione della stima di modelli di scelta discreta. Diverse indagini pilota hanno permesso di analizzare l'efficacia di differenti modalità di presentazione delle informazioni in generale e dello stress in particolare e scegliere poi quella che è risultata essere migliore per gli utenti.

Nel presente capitolo quindi viene descritto innanzitutto il contesto di riferimento dello studio, cui seguirà l'analisi del programma CMS con i risultati ottenuti, il questionario TPB e infine sarà descritto il processo seguito per la costruzione dell'indagine SP.

2.2.1. Contesto

Come si può leggere nel Piano Urbano della Mobilità di Cagliari, su 100 lavoratori che si recano ogni mattina a Cagliari, 84 scelgono l'auto e solo 11 il trasporto pubblico. Esiste quindi una concreta necessità di promuovere l'utilizzo del trasporto pubblico in alternativa all'auto privata, in particolare in alcune aree della città pesantemente congestionate.

Il contesto scelto per l'analisi sperimentale corrisponde ad un corridoio di traffico che collega l'area metropolitana di Cagliari al centro della città, sul quale si registrano mediamente circa 150.000 passaggi veicolari al giorno. Il contesto interessato, può individuarsi nell'ambito urbano che comprende il vasto corridoio infrastrutturale che collega "tradizionalmente" i comuni dell'area conurbata cagliaritano, localizzati sul versante orientale (Monserrato, Selargius, Quartucciu e Quartu Sant'Elena), con il centro della città di Cagliari. In particolare in questo corridoio, la strada sulla quale si riversa una quota rilevante di traffico veicolare è viale Marconi, che rappresenta il collegamento più diretto attraverso il quale, dai comuni dell'area conurbata, si raggiunge il centro urbano di Cagliari.

Viale Marconi rappresenta quindi il più importante corridoio di collegamento tra il versante orientale ed occidentale della conurbazione cagliaritano e, per tale ragione, è quello in cui sono presenti i più rilevanti fenomeni di congestione. Lungo tale itinerario si riversa quindi gran parte del flusso di spostamenti di scambio, che quotidianamente si instaura tra i due grandi comparti insediativi della conurbazione, quello di Cagliari (con 156.000 abitanti circa) e quello dei comuni di Quartu, Quartucciu, Selargius e Monserrato (con 134.000 abitanti circa). Su questo stesso itinerario si riversano anche un'elevata

percentuale di spostamenti provenienti dall'area vasta cagliaritana oltre la conurbazione, che fondamentalmente fanno riferimento ai comuni di Settimo San Pietro, Sinnai e Maracalagonis.

Lungo tale corridoio in particolare, nel 2008 è entrata in esercizio Metrocagliari, la prima linea di metropolitana leggera realizzata a Cagliari (tutte le analisi a seguire su Metrocagliari faranno riferimento alla situazione relativa al periodo in cui è iniziato il presente lavoro di tesi; ad oggi la situazione non è cambiata sostanzialmente ma alcuni dati potrebbero sicuramente essere differenti). Tale linea collega la via San Gottardo di Monserrato con la Piazza Repubblica di Cagliari, con un'estensione totale di 6,3 km e 9 fermate compresi i due capolinea.

Nei giorni feriali la linea effettua 190 corse al giorno nei due sensi di marcia, con un orario di esercizio compreso tra le 06:00 e le 23:00 e una frequenza pari a un mezzo ogni 10 minuti tra le 6:50 e le 21:30, pari a 20 minuti nel resto della giornata. Nei giorni festivi il servizio garantisce 60 corse giornaliere con un orario di esercizio compreso tra le 07:00 e le 21:00.

La linea segue un percorso che si sviluppa in ambito cittadino, pertanto viaggia a velocità moderata (velocità commerciale pari a 25 km/h circa), in particolare a causa delle intersezioni stradali che incontra lungo il tragitto. Pertanto, il tempo totale di viaggio tra i due capolinea è pari a 18 minuti.

Metrocagliari rappresenta una valida alternativa all'uso dell'auto privata specialmente per tutti coloro i quali risiedono fuori dalla città e che si devono recare al centro di Cagliari. Infatti, l'area che si sviluppa intorno al capolinea della metro di Piazza Repubblica, per l'elevata densità abitativa e l'elevata concentrazione di servizi sia commerciali che lavorativi (Tribunale, scuole, *etc.*), è abbastanza problematica per coloro che la raggiungono in auto, sia a causa degli elevati tempi di ricerca parcheggio che dei costi ad esso associati, dal momento che la maggior parte degli stalli disponibili sono a pagamento.

Poiché, per diversi anni dall'entrata in esercizio, Metrocagliari è stata utilizzata solo per il 75% della sua capacità (5,000 utilizzatori al giorno contro una capacità pratica di 20,000/dì), e dati i gravi problemi sui quali versa il corridoio di Viale Marconi a causa dei fenomeni di congestione da traffico veicolare, si è ritenuto che il contesto appena descritto fosse adatto per la realizzazione di programmi VTBC, finalizzati alla promozione, attraverso l'implementazione di misure informative, dell'utilizzo di una modalità sostenibile sottoutilizzata seppur competitiva all'auto privata su un corridoio fortemente congestionato.

In particolare, poiché in corrispondenza della linea sono presenti cinque parcheggi di scambio gratuiti per un totale di 700 stalli, si è deciso di promuovere la modalità Park and Ride (P&R). In termini di sostenibilità ambientale il P&R non è sicuramente la modalità migliore da proporre in alternativa all'auto privata, perché prevede comunque l'utilizzo dell'auto, anche se per un tragitto più breve; tuttavia la scelta di promuovere l'uso combinato di auto e metro è stata fatta per le seguenti ragioni:

- sponsorizzare una modalità, ad oggi sottoutilizzata, per accrescere la domanda e motivare le amministrazioni pubbliche a finanziare interventi che ne prevedano l'estensione;

- offrire agli utenti un'alternativa affidabile in quanto, al contrario della maggior parte delle linee degli autobus a Cagliari, la metropolitana viaggia in sede propria;
- consentire agli utenti di non rinunciare completamente all'auto, perché esistono fattori psicologico - motivazionali molto forti legati al suo utilizzo (Steg, 2005);
- ridurre i chilometri percorsi in auto e quindi conseguente riduzione delle emissioni di CO₂;
- decongestionare il corridoio di viale Marconi lungo il quale si riversano la maggior parte dei flussi veicolari diretti verso centro di Cagliari.

2.3. Casteddu Mobility Styles (CMS)

Casteddu Mobility Styles è, il primo programma personalizzato di cambiamento volontario di viaggio sviluppato in Italia; implementato fra Dicembre 2010 e Dicembre 2012 dal Centro di Ricerche Modelli di Mobilità (CRiMM) dell'Università di Cagliari grazie ai finanziamenti della Legge Regionale 7/2007. Il programma aveva l'obiettivo di promuovere l'utilizzo di Metrocagliari, anche in questo caso in modalità P&R.

Il primo passo è stato il reclutamento dei possibili partecipanti al programma personalizzato, fatto sulla base delle analisi dei risultati di due indagini preliminari.

Grazie alla prima indagine "Chi utilizza Metrocagliari?" si è venuti a conoscenza, in maniera dettagliata (in particolare: *(i)* caratteristiche socio-economiche, demografiche, comportamentali, attitudinali, *(ii)* modalità di utilizzo della metro, *(iii)* comportamenti di viaggio prima dell'entrata in servizio della metro), del comportamento di coloro che già utilizzavano Metrocagliari. In particolare, con la medesima indagine è stato possibile conoscere i meccanismi che hanno portato ad un cambiamento comportamentale autonomo gli attuali utilizzatori della metro che in passato erano auto guidatori. Gli utilizzatori della metro (di età superiore ai 18 anni) sono stati intercettati fisicamente in corrispondenza delle fermate e a bordo dei mezzi attraverso la consegna di una cartolina nella quale veniva richiesto di collegarsi al sito www.metrostyles.it e compilare il questionario.

Con la seconda indagine "Abitudini di viaggio", sono stati invece intercettati gli utenti che si sono spostati in auto come guidatori (di seguito definiti come "auto guidatori") che potessero utilizzare per i propri spostamenti, in modo conveniente, la modalità P&R: denominati potenziali P&R (PP&R) (questa può essere interpretata come una segmentazione simile a quella di IndiMark, ma più dettagliata). I P&R sono stati intercettati direttamente presso i luoghi di parcheggio dell'auto siti entro un raggio di 700 metri dal capolinea della metro di Piazza Repubblica e, così come per la prima indagine, è stata consegnata loro una cartolina con la quale si invitava alla compilazione del questionario "Abitudini di viaggio" presente sempre sul sito del programma. I messaggi sulle cartoline attraverso i quali catturare l'attenzione degli auto guidatori sono stati definiti grazie alla prima indagine. In particolare, gli slogan sono stati definiti secondo gli scopi di viaggio identificati nell'indagine "Chi utilizza Metrocagliari?" (recarsi a lavoro, recarsi in centro per fare acquisti o per altre attività discrezionali) e promuovendo i punti di forza individuati dalla prima indagine (ridurre lo stress dalla ricerca parcheggio e ridurre i tempi di viaggio).

La campagna promozionale del programma ha previsto, oltre la consegna di circa 1.250 cartoline, la diffusione attraverso differenti canali: affissione manifesti presso le strutture e i mezzi della Metrocagliari (circa 60 poster), annunci televisivi, articoli sui giornali locali, diffusione tramite siti internet e social network.

I risultati ottenuti dalle due indagini sono stati i seguenti:

1. 692 questionari "Chi utilizza Metrocagliari" e, di questi, 546 (79%) sono risultati completi e corretti;
2. 1.579 questionari "Abitudini di viaggio" e, di questi, 1.094 (69%) questionari sono risultati completi. Su 1.094 questionari completi, 507 di essi sono risultati essere nel target dei potenziali utilizzatori della metro (definiti in funzione dell'area di residenza, del possesso di patente e di auto a disposizione, frequenza e motivo dello spostamento verso la zona del capolinea della metro).

Oltre agli auto guidatori, risultati essere nel target di PP&R, sono stati coinvolti nel programma personalizzato una quota di attuali P&R, utilizzati, come *gruppo di riferimento*, al fine di:

- conoscere più in dettaglio gli schemi di viaggio e attività per utilizzarli come casi di esempio per i PP&R;
- avere un termine quantitativo di paragone per poter individuare le "soglie" di costo/beneficio oltre le quali si verifica il cambiamento comportamentale;
- valutare l'impatto di un rinforzo comportamentale sui già P&R fornito attraverso l'implementazione della misura informativa prevista dal programma.

Dall'analisi dei questionari raccolti sono stati selezionati, tra i rispondenti, un certo numero di individui da coinvolgere nel programma: 605 individui (98 attuali P&R e 507 PP&R) sono risultati essere nel target (pari 37% del totale dei questionari totali completi e corretti). Di questi, 235 (59 P&R e 176 PP&R) sono stati invitati alla partecipazione alla fase personalizzata, ma solo 109, il 46% degli invitati, hanno accettato (23 P&R e 86 PP&R).

Individuati i partecipanti, il programma si è sviluppato in quattro fasi principali:

1. osservazione per una settimana degli schemi di attività e viaggio;
2. implementazione della strategia informativa personalizzata sulla base delle informazioni raccolte durante la prima settimana;
3. osservazione per un'altra settimana degli schemi di attività e viaggio in seguito all'implementazione della strategia comportamentale (piano personalizzato di viaggio (PTP));
4. post-fase cosiddetta di monitoring (che di per sé ha anche la funzione della fase "Strengthening" vista in IndiMark) che ha consentito di conoscere il comportamento a distanza di tre mesi dal termine del programma.

I 109 partecipanti al programma, sono stati contattati telefonicamente per fissare il primo incontro *faccia a faccia* con un tutor della mobilità assegnato a ciascuno, con il quale avrebbero avuto, durante le successive fasi del programma, un contatto quotidiano e con il quale avrebbero avuto i successivi incontri: il primo per la consegna di materiali e

istruzioni, il secondo per la consegna del piano personalizzato di viaggio e un terzo per la riconsegna del materiale e un'intervista finale.

A differenza dei metodi tradizionali di tipo cartaceo, utilizzati in Travel Blending, gli schemi di attività e viaggio dei partecipanti sono stati raccolti grazie ad un dispositivo del tipo GPS active data logger (smart phone dotato di GPS e un'applicazione del tipo "diario" denominato *Activity Locator* (AL) (Meloni *et al.*, 2011). Tale dispositivo consente di raccogliere dati di attività e viaggio più accurati rispetto ai metodi tradizionali, infatti permette di rilevare il posizionamento spaziale delle attività e degli spostamenti, le informazioni temporali relative all'inizio e alla fine di ciascuna attività, i percorsi seguiti dall'utente in tempo reale, *etc.* (Meloni *et al.*, 2013), e consente di mantenere il partecipante coinvolto e costantemente in contatto nella compilazione con i tutor.

In particolare l'AL, ideato e testato dal CIREM (Centro Ricerche Economiche e Mobilità dell'Università di Cagliari) nel corso del 2009, è un sistema che, installato su uno smart-phone GPS integrato, consente di tracciare e storicizzare sequenze di attività e viaggio (cioè (1) informazioni georeferenziate spazio-temporali, (2) informazioni delle attività svolte sia in casa che fuori casa, tipologia e compagnia, (3) attributi di spostamento quali mezzo scelto per lo spostamento, ticket parcheggio e numero di persone a bordo del veicolo nel caso di veicolo privato, ticket utilizzato nel caso di trasporto collettivo, compagnia, *etc.*).

L'architettura dell'Activity Locator è costituita da due parti: un Software Client e un Software Server. Il "Client", sviluppato in linguaggio C++/Java, costituisce l'interfaccia attraverso la quale ciascun utente invia, ad un Server centrale tramite connessione Internet del cellulare, la sequenza di attività e spostamenti, che può scegliere tra diverse opzioni pre impostate in comodi menù a tendina, così come in un classico diario di attività, ma con la possibilità di farlo in tempo reale.

Ai fini di attivare un cambiamento del comportamento di viaggio attraverso la somministrazione di informazioni personalizzate, è importante raccogliere dati di attività e viaggio per giorni ripetuti, al fine di ottenere un'elevata quantità di dati e cogliere la variabilità intra - individuale che caratterizza l'organizzazione degli schemi di attività e viaggio giornalieri (Stopher, 2005). I comportamenti di viaggio inoltre devono essere osservati prima e dopo l'implementazione della misura informativa al fine di poter verificare, se c'è stato, il cambiamento comportamentale. Pertanto, alla luce di queste considerazioni, sono stati raccolti dati di attività e viaggio su un arco temporale di due settimane, rispettivamente prima e dopo l'implementazione della strategia comportamentale.

In particolare per i sette giorni seguenti la consegna dell'AL, ciascun partecipante è stato invitato ad utilizzarlo durante l'arco di tutta la giornata inviando in tempo reale le proprie attività, in casa e fuori casa, e i propri spostamenti, con il supporto tecnico e l'assistenza, qualora necessario, del tutor della mobilità.

Grazie all'AL, i dati di attività e viaggio risultavano disponibili in formato elettronico quindi l'elaborazione del piano personalizzato per ciascun partecipante è stata definita in soli 3 giorni, consentendo quindi di elaborare immediatamente un confronto in termini di benefici tra il comportamento osservato e quello contenuto nel piano personalizzato.

Dall'analisi delle principali routine quotidiane degli 86 PP&R, vincolate nel tempo e nello spazio, raccolte durante la prima settimana, scaturiva l'individuazione degli spostamenti o catene di spostamenti che potevano essere convenientemente integrati con l'uso della metro. Proprio in relazione a tali spostamenti o catene di spostamenti veniva quindi costruita l'alternativa P&R, da inserire nel piano personalizzato di viaggio qualora la proposta di cambiamento modale risultasse conveniente (i) da un punto di vista strumentale (tempi e costi) e (ii) da un punto di vista sociale (comportamenti altruistici pro-ambientali e pro-sociali). La motivazione strumentale a scegliere l'alternativa proposta nasceva dalla possibilità di: ridurre i costi di viaggio, i tempi impiegati in auto per lo spostamento, nonché eliminare i tempi dovuti alla ricerca di parcheggio e i relativi costi derivati dal pagamento di una tariffa oraria. Le motivazioni sociali si riferivano alla possibilità di assumere un comportamento pro-ambientale grazie alla riduzione delle emissioni connesse alla riduzione dei chilometri percorsi in auto con la modalità P&R.

L'individuazione dell'alternativa P&R comportava:

- localizzazione del parcheggio di scambio ottimale in termini di percorso di costo minimo dall'origine del tour ad uno dei sette parcheggi di scambio disponibili lungo la linea della metro, utilizzando un modello di trasporto di tipo statico, calibrato sulla rete di Cagliari (Cube by Citilabs);
- calcolo del tempo di viaggio e della distanza percorsa in auto dall'origine dello spostamento al parcheggio di scambio;
- distanza percorsa a piedi dal parcheggio di scambio alla fermata di salita della metro;
- calcolo del tempo di viaggio a bordo della metro;
- individuazione della fermata di discesa in relazione alla distanza minima a piedi dalla destinazione finale;
- calcolo del tempo di camminata e della distanza dalla fermata di discesa alla destinazione finale;
- individuazione del tipo di ticket più conveniente, funzione della frequenza dello spostamenti.

A seconda di ogni singolo caso, tale procedura base poteva poi essere arricchita in relazione ad un maggiore livello di complessità dello schema di viaggio-attività. Ad esempio, quest'ultimo poteva comprendere delle fermate intermedie di discesa e risalita sulla Metrocagliari, per la realizzazione di una o più attività concatenate nello spostamento.

Per i 23 P&R invece, la prima settimana di rilevamento consentiva di conoscere nel dettaglio gli schemi di viaggio ricorrenti (origini e destinazioni degli spostamenti, fermate di salita e discesa, parcheggi di scambio preferiti, attività frequentemente concatenate negli spostamenti, *etc.*), da utilizzare come esempi sulla base dei quali identificare le soluzioni da proporre ai PP&R.

Al termine quindi della prima settimana, a ciascuno dei 109 partecipanti, veniva consegnato un piano personalizzato di viaggio costruito sulla base soprattutto delle informazioni raccolte tramite AL, ma anche sulla base dei due questionari di screening iniziali.

L'approccio di comunicazione utilizzato nel programma per stimolare gli utenti verso un cambio comportamentale è appunto di tipo personalizzato in quanto tale tipo di approccio ha una maggiore efficacia nella modificazione dei comportamenti di viaggio rispetto a quella di massa e non può essere facilmente ignorata dagli automobilisti (Gärling e Fujii, 2009). Il livello di personalizzazione riposto nella definizione del PTP per ciascun partecipante è stato raggiunto integrando analisi sui comportamenti di attività e viaggio osservati con analisi spaziali implementate su GIS sui dati osservati, mentre i suggerimenti proposti sono stati definiti utilizzando uno strumento di simulazione.

Per quanto concerne il tipo di informazione somministrata, CMS si avvicina molto a IndiMark; infatti, anche il programma in esame focalizza l'attenzione principalmente sulla riduzione dell'uso dell'auto privata fornendo informazioni di tipo quantitativo comparativo (feedback) tra l'alternativa auto e il P&R. Il feedback quantitativo però non ha esclusivamente il fine di quantificare gli effetti del comportamento, come avviene in Travel Blending, ma rappresenta proprio un incentivo al cambiamento. Infatti tale feedback, fornito attraverso il PTP al termine della prima settimana di osservazione del comportamento, riporta il beneficio (espresso come percentuale della differenza tra i dati relativi al P&R e quelli relativi all'auto), in termini di 1) riduzione del tempo medio di viaggio trascorso settimanalmente in auto, 2) riduzione dei costi di viaggio relativi ad una settimana tipo, 3) riduzione delle emissioni medie di CO₂ emesse settimanalmente e 4) aumento delle calorie bruciate in una settimana tipo (l'alternativa P&R prevede infatti un aumento delle distanze percorse a piedi), che si avrebbe utilizzando l'alternativa suggerita in luogo dell'auto. Sia ai PP&R che ai già P&R è stato presentato lo stesso feedback quantitativo, ma per questi ultimi si è trattato solo di confermare quantitativamente quale fosse il beneficio del quale già stavano godendo.

I benefici, presentati su base settimanale, sono quindi stati calcolati utilizzando un Simulatore sulla base di:

- valore osservato: comportamento osservato nella prima settimana di rilevamento;
- valore simulato: relativo all'alternativa non scelta nella prima settimana (auto per i già P&R, P&R per i PP&R);
- valore comparativo: confronto tra il valore osservato e quello simulato

I benefici economico e ambientale inoltre venivano anche presentati su base annuale, e in aggiunta veniva calcolato un terzo beneficio annuale relativo all'eventualità di eseguire il car pooling per recarsi al parcheggio di scambio.

Il piano personalizzato veniva consegnato a ciascun partecipante tramite una brochure pieghevole tascabile, divisa in quattro sezioni principali contenenti ciascuna:

- (1) informazioni generali su Metrocagliari e facilitazioni per l'utilizzo del Park & Ride (mappa della linea, indicazione fermate e parcheggi di scambio, orari e frequenza corse, distanze a piedi, tipologia ticket, *etc.*);
- (2) una descrizione dell'alternativa P&R suggerita (origine e destinazione, parcheggio di scambio più vicino, fermata di discesa più conveniente);
- (3) informazioni personalizzate, con i feedback (cioè (1) il tempo trascorso settimanalmente in auto (hh:mm:ss); (2) il costo monetario settimanale dello spostamento (euro); la CO₂ prodotta settimanalmente negli spostamenti in auto

- (Kg); (3) le calorie bruciate settimanalmente negli spostamenti attivi a piedi (Kcal));
- (4) descrizione degli scenari futuri possibili se si utilizzano i suggerimenti proposti (informazioni sull'impatto prodotto dall'adozione del P&R sia sull'ambiente e sulla collettività (benefici pro-ambientali e sociali) che sulla vita individuale (costi/benefici personali)).

Consegnato il piano personalizzato di viaggio, si chiedeva ai partecipanti di continuare per un'altra settimana la compilazione del loro diario di attività e viaggio con le stesse modalità viste per la prima settimana. L'obiettivo era quello di monitorare il comportamento post PTP per rilevare eventualmente il cambio comportamentale frutto dei suggerimenti e delle informazioni fornite al termine della prima settimana.

Al termine della seconda settimana di osservazione, veniva fissato un ultimo incontro tra ciascun partecipante e il corrispettivo tutor della mobilità. Il partecipante era invitato ad esprimere le proprie impressioni riguardo la partecipazione al programma e l'impegno richiesto rispetto all'utilizzo dello strumento Activity Locator. Inoltre ciascun PP&R era invitato a dichiarare la sua intenzione di continuare a utilizzare il P&R, qualora l'avesse già fatto durante la seconda settimana, o la sua intenzione di cambiare in futuro qualora non avesse mai utilizzato la modalità suggerita durante il programma.

Al fine di valutare il comportamento in un lasso temporale più ampio (a distanza di tre mesi dalla fine della seconda settimana), il programma ha previsto una quarta fase di monitoring durante la quale è stato osservato se ogni possibile cambiamento avvenuto durante la seconda settimana si fosse mantenuto nel tempo, o se qualche partecipante avesse cambiato il proprio comportamento dopo il termine del programma. A questo scopo è stata realizzata una terza indagine denominata "*Abitudini di viaggio dopo Casteddu Mobility Styles*". Il questionario è stato strutturato in maniera da richiamare le risposte date dai potenziali utilizzatori della metro al momento della compilazione di "*Abitudini di viaggio*", riguardo alla frequenza di utilizzo della Metrocagliari, per verificare se tale frequenza avesse subito variazioni e, nell'eventualità, per quali motivazioni.

La valutazione dei risultati ottenuti, così come nel caso di Travel Blending è stata realizzata attraverso il confronto dei comportamenti di viaggio, raccolti prima e dopo la consegna del piano personalizzato. In aggiunta a questo, al fine di valutare lo stadio del processo di cambiamento degli individui, è stato predisposto un questionario di fine indagine in cui si richiedeva al partecipante di indicare la sua intenzione rispetto al cambio comportamentale suggerito.

Infine il *monitoring* dei comportamenti di viaggio, eseguito a distanza di tre mesi dal termine del programma, aveva la funzione di verificare se il comportamento si fosse mantenuto nel tempo, se alcuni individui fossero passati dalla fase di contemplazione/azione alla fase di azione ovvero se avessero cambiato il loro comportamento dopo il termine del programma. Una seconda funzione della fase di *monitoring* era quella di mantenere un contatto con i partecipanti, richiamare e rafforzare un certo messaggio, così come visto nella fase di "Rafforzamento" vista in IndiMark.

2.3.1. Analisi statistiche campione CMS

In questo paragrafo si riporta un'analisi di statistica descrittiva sull'intero campione di 109 partecipanti e sui due sottocampioni dei PP&R (86 individui) e dei P&R (23 individui).

Innanzitutto si tenga presente che il campione coinvolto nel programma non è stato scelto affinché fosse rappresentativo dell'intera popolazione, ma affinché fosse rappresentativo di uno specifico segmento di popolazione che utilizza il corridoio interessato dalla metropolitana nella direzione del centro di Cagliari.

2.3.1.1. Caratteristiche socio economiche

Dall'analisi delle caratteristiche socioeconomiche del campione si evince innanzitutto che il campione si suddivide equamente tra maschi e femmine, anche se dall'analisi dei due sottocampioni si nota che c'è una prevalenza di donne (il 60,9% contro il 39,1%) tra gli utilizzatori del P&R. Per quanto riguarda l'età, si ha una ripartizione abbastanza uniforme e bilanciata tra le prime tre fasce di età che vanno dai 18 ai 60 anni, mentre si registrano solo due casi di utenti aventi età maggiore di 60 anni. Per quanto riguarda il grado di istruzione, sia per l'intero campione che per i due sottocampioni, il titolo di studio conseguito dalla maggior parte del campione è la Laurea di primo o secondo livello (45,0%), seguito, nell'ordine, dal Diploma di scuola media superiore (30,3%), dal titolo Post Lauream (18,3%), dalla Specializzazione Professionale (4,6%) e infine dal diploma di scuola elementare o media inferiore (1,8%). La maggior parte del campione ha un impiego; si registra infatti solo il 4,6% di disoccupati facenti tutti parte del sottocampione dei PP&R. Il 54,1% dei partecipanti (56,5% dei P&R e 53,5% dei PP&R) non è sposato/convivente e per ben il 72,5% non ha figli. Per quanto riguarda le caratteristiche della famiglia, ed in particolare il numero di componenti per nucleo familiare, si ha una situazione differente nei due sotto campioni: nel caso dei P&R, si ha una concentrazione di individui (47,9%) appartenenti a nuclei familiari numerosi con 4 componenti, mentre nel caso dei PP&R si ha una ripartizione meno netta infatti si distribuiscono equamente tra i casi con 3 (26,7%) e con 4 (26,7%) componenti. Il 47,7% del campione possiede due auto per nucleo familiare; da notare che nel caso dei P&R si ha una percentuale maggiore di utenti con 3 e 4 auto piuttosto che con 1 e, nonostante ci si aspettasse che in questa categoria si registrasse il minor numero di auto a famiglia, il dato è coerente con il fatto che i P&R appartengono a nuclei familiari numerosi. Infine, per quanto riguarda il reddito, la fascia di appartenenza maggiormente dichiarata (42,2%) è quella tra i 1.000 e 2.000 euro, mentre solo il 4,6% ha dichiarato di avere un reddito individuale maggiore di 4.000 euro.

□

	P&R [23]		PP&R [86]		Tutti [109]	
	N	%	N	%	N	%
Genere						
Maschio	9	39,1%	45	52,0%	54	50,0%
Femmina	14	60,9%	41	48,0%	55	50,0%
Età						
18 – 30 anni	8	34,8%	31	36,0%	39	35,8%
31 – 40 anni	8	34,8%	26	30,2%	34	31,2%
41 – 60 anni	7	30,4%	28	32,6%	35	32,1%
61 – 80 anni	-	-	1	1,2%	1	0,9%
Grado di istruzione						
Elementari- Medie	-	-	2	2,3%	2	1,8%
Diploma di Scuola Media Superiore	9	39,1%	24	27,9%	33	30,3%
Laurea di primo o di secondo livello	9	39,1%	40	46,5%	49	45,0%
Titolo Post Lauream	5	21,8%	15	17,4%	20	18,3%
Specializzazione Professionale	-	-	5	5,8%	5	4,6%
Professione						
Studente	5	21,7%	16	18,6%	21	19,3%
Impiegato	15	65,3%	41	47,7%	56	51,4%
Libero professionista	3	13,0%	24	27,9%	27	24,7%
Disoccupato	-	-	5	5,8%	5	4,6%
Sposato o convivente						
Si	10	43,5%	40	46,5%	50	45,9%
No	13	56,5%	46	53,5%	59	54,1%
Figli						
Si	5	21,7%	25	29,1%	30	27,5%
No	18	78,3%	61	70,9%	79	72,5%
N. di membri nel nucleo familiare						
1	2	8,7%	13	15,2%	15	13,8%
2	5	21,8%	19	22,1%	24	22,0%
3	2	8,7%	23	26,7%	25	22,9%
4	11	47,9%	23	26,7%	34	31,2%
5 e più	3	13,0%	8	9,3%	11	10,1%
N. di automobili nel nucleo familiare						
1	2	8,7%	21	24,4%	23	21,1%
2	12	52,2%	40	46,5%	52	47,7%
3	4	17,4%	23	26,7%	27	24,8%
4	4	17,4%	1	1,2%	5	4,6%
5 e più	1	4,3%	1	1,2%	2	1,8%
Reddito Mensile individuale						
Non percepisce reddito	2	8,7%	14	16,3%	16	14,7%
< 1.000 euro	6	26,1%	18	20,9%	24	22,0%
1.000-2.000 euro	11	47,8%	35	40,7%	46	42,2%
2.000-4.000 euro	2	8,7%	16	18,6%	18	16,5%
> 4.000 euro	2	8,7%	3	3,5%	5	4,6%

Tabella 1



2.3.1.2. Spostamenti osservati durante il programma

Durante l'arco delle due settimane d'indagine, sono stati rilevati grazie all'AL un totale di 8.751 spostamenti, 8.365 (96%) dei quali effettuati all'interno dell'area metropolitana, il restante 4% in ambito extraurbano. Le analisi a seguire si riferiscono a tutti gli spostamenti registrati, effettuati dai 109 partecipanti al programma nei 14 giorni di osservazione, indipendentemente dalla loro localizzazione.

Come si può leggere dalla Tabella 2 così come ci si poteva immaginare vista la presenza dominante di auto guidatori (PP&R) nel campione, ben il 54,3% degli spostamenti sono stati realizzati in auto come guidatore. Il numero medio di spostamenti giornaliero effettuati in modalità auto guidatore è pari a 4. Gli spostamenti hanno una durata media di 19 minuti e una distanza media di 8,6 chilometri. Un fattore importante da non trascurare nel caso in cui il mezzo scelto sia l'auto è il coefficiente di occupazione perché se tale coefficiente è basso l'impatto ambientale è ancora maggiore. Anche nel caso in esame, così come accade generalmente nella maggior parte dei casi, si ha un coefficiente basso in quanto il 71,4% degli spostamenti è effettuato con solo il guidatore a bordo, il 22,5% con un solo passeggero, il 4% con due passeggeri e solo il 1,9% con tre o più passeggeri.

Metrocagliari viene scelta per effettuare solo il 5,8% degli spostamenti totali; con tale modalità viene realizzato un numero medio giornaliero di spostamenti pari alla metà di quelli realizzati in auto, e con una durata media di 13 minuti e una distanza media di 3,9 chilometri.

	Tutto il campione (109 individui)				
	N.	%	Durata media [hh:mm]	Distanza media [km]	N. medio/dì
Auto come guidatore	4.748	54,3%	0,19	8,6	4
Piedi	2.209	25,2%	0,9	0,536	3
Auto come passeggero	906	10,4%	0,22	11,3	2
Metrocagliari	511	5,8%	0,13	3,9	2
Moto	221	2,5%	0,14	6,0	4
Bus	129	1,5%	0,22	4,8	2
Bicicletta	16	0,2%	0,42	9,3	2
Treno	11	0,1%	1,26	44,6	2
Totale	8.751	100%	-		

Tabella 2



2.3.1.3. Feedback presentati

La raccolta delle informazioni durante la prima settimana di indagine ha permesso di conoscere, grazie ad un diario di attività e viaggio di sette giorni corredato da informazioni spaziali ottenute grazie al dispositivo GPS, gli stili di mobilità e le abitudini dei 109 partecipanti.

Pertanto dall'analisi delle principali routine quotidiane, spostamenti abituali lavorativi giornalieri dei pendolari e quelle legate alla famiglia (ad esempio accompagnare/riprendere i figli a/da scuola), spostamenti ricorrenti per attività discrezionali (per esempio fare sport), spostamenti saltuari (raggiungere casa di amici, luoghi di svago, *etc.*), é stato possibile individuare gli spostamenti o catene di spostamenti che potevano essere convenientemente integrati con l'uso della metro. Proprio in relazione a tali spostamenti o catene di spostamenti é stata quindi costruita l'alternativa P&R, da proporre attraverso il piano personalizzato di viaggio, che doveva risultare realizzabile e conveniente sia da un punto di vista strumentale (riduzione tempi e costi) che sociale (comportamento pro ambientale e stile di vita più sano).

Per i 23 individui già P&R la prima settimana di rilevamento ha permesso di conoscere nel dettaglio gli schemi di viaggio ricorrenti che potevano essere utilizzati come esempi sulla base dei quali identificare e definire le alternative da proporre ai PP&R.

In funzione dei dati osservati durante la prima settimana di indagine (quindi, circa dopo tre giorni l'inizio del monitoraggio) è stato possibile definire il piano personalizzato di viaggio, che é stato consegnato a tutti i partecipanti al termine della prima settimana di osservazione. I feedback sono stati calcolati in relazione alla modalità solo auto (osservata per i PP&R e simulata per i P&R) ed alla modalità Park & Ride (simulata per i PP&R e osservata per i già P&R).

Nel dettaglio i valori dei feedback sono stati calcolati come segue:

Alternativa Auto:

$$\text{Tempo trascorso settimanalmente in auto } T_{auto} = (T_V + T_{park}) \cdot f \quad (2.1)$$

$$\text{Costo settimanale } C_{auto} = ((C_{km} \cdot d_{auto}) + C_{park}) \cdot f \quad (2.2)$$

$$\text{CO}_2 \text{ emessa settimanalmente } CO_{2_{auto}} = (d_{auto} \cdot CO_{2_{auto}}) \cdot f \quad (2.3)$$

$$\text{Calorie bruciate ogni settimana negli spostamenti attivi } Cal_{auto} = (T_{piedi} \cdot kcal) \cdot f \quad (2.4)$$

Alternativa P&R:

$$\text{Tempo trascorso settimanalmente in auto } T_{auto_P\&R} = (T_{or_park}) \cdot f \quad (2.5)$$

$$\text{Costo settimanale } C_{P\&R} = ((c_{km} \cdot d_{or_park}) + ticket) \cdot f \quad (2.6)$$

$$\text{CO}_2 \text{ emessa settimanalmente } CO_{2_{P\&R}} = (d_{or_park} \cdot CO_{2_{auto}}) \cdot f \quad (2.7)$$

Calorie bruciate ogni settimana negli spostamenti attivi

$$Cal_{P\&R} = (T_{park_fsalita} + T_{discesa_dest}) \cdot kcal \cdot f \quad (2.8)$$

Dove:

f è la frequenza settimanale dello spostamento

T_v il tempo di viaggio a bordo dell'auto

T_{park} il tempo di ricerca parcheggio

C_{km} il costo chilometrico calcolato in funzione delle caratteristiche dell'automobile richieste agli utenti nei primi due questionari di screening: tipo di veicolo, tipo di alimentazione, marca del veicolo, anno di produzione, quota annua assicurazione (Calcolo effettuato attraverso il sito dell'ACI)

d_{auto} la distanza percorsa in auto dall'origine al parcheggio dell'auto

C_{park} è il costo del parcheggio qualora l'auto sia stata parcheggiata in uno stallo a pagamento

T_{piedi} è il tempo di camminata a piedi dall'origine dello spostamento all'auto e dal parcheggio dell'auto alla destinazione finale

kcal è pari a 3,30 calorie bruciate mediamente per una camminata di 1 min effettuata ad una velocità di 5 Km/h (Passmore e Durnin, 1955).

$T_{\text{or_park}}$ è il tempo di viaggio in auto dall'origine al parcheggio di scambio

$d_{\text{or_park}}$ è la distanza tra l'origine dello spostamento e il parcheggio di scambio

ticket è il costo del biglietto della metro

$T_{\text{park_fsalita}}$ è il tempo di camminata dal parcheggio dell'auto nel parcheggio di scambio e la fermata di salita della metro

$T_{\text{fdiscesa_dest}}$ è il tempo di camminata dalla fermata di discesa della metro alla destinazione finale dello spostamento

Il confronto quindi tra lo scenario osservato e quello simulato ha portato alla definizione di feedback di tipo comparativo (differenza P&R-auto) espressi in termini di variazione percentuale degli attributi messi a confronto che, nel caso dei PP&R ha l'obiettivo di incentivare verso un cambiamento comportamentale orientato ad uno stile di mobilità più sostenibile (rappresenta un beneficio potenziale), mentre nel caso dei già P&R, ha l'obiettivo di confermare i benefici già ottenuti grazie all'avvenuto cambio comportamentale passato.

Nella tabella seguente si riportano le medie dei valori dei feedback presentati calcolate sui due sottocampioni relative alla modalità "Auto" (osservata per i PP&R durante la prima settimana e simulata per i P&R) alla modalità P&R (osservata per i PP&R durante la prima settimana e simulata per i PP&R) e la comparazione espressa in termini assoluti e in valore percentuale.

□

	Solo auto	P&R	Feedback Comparativo	
			Differenza	Variazione %
Potenziali P&R [86]				
Tempo trascorso settimanalmente in auto [hh:mm]	2,30	1,05	-1,25	-57%
Costo settimanale per lo spostamento [euro]	25,7	15,5	-10,2	-40%
CO ₂ emessa settimanalmente negli spostamenti in auto [kg]	9,6	5,3	-4,3	-45%
Calorie bruciate ogni settimana negli spostamenti attivi [kcal]	115,7	157,6	+41,9	+36%
Risparmio annuale con il Park & Ride [euro]	-	-	534	-
Risparmio annuale con il Park & Ride e car pooling [euro]	-	-	835	-
Riduzione annuale di CO ₂ con il Park & Ride [kg]	-	-	227	-
P&R [23]				
Tempo trascorso settimanalmente in auto [hh:mm]	4,11	1,50	-2,21	-56%
Costo settimanale per lo spostamento [euro]	45,2	21,1	-24,1	-53%
CO ₂ emessa settimanalmente negli spostamenti in auto [kg]	6,5	6,5	-6,6	-50%
Calorie bruciate ogni settimana negli spostamenti attivi [kcal]	150,7	280,8	+130,1	+86%
Risparmio annuale con il Park & Ride [euro]	-	-	1.256	-
Risparmio annuale con il Park & Ride e car pooling [euro]	-	-	1.647	-
Riduzione annuale di CO ₂ con il Park & Ride [kg]	-	-	345	-

Tabella 3

In particolare, come si può immediatamente notare, la variazione percentuale, ossia il beneficio, connesso all'uso del P&R rispetto a quello della metro non è trascurabile. Infatti l'uso della modalità combinata, che comporta una riduzione di utilizzo dell'auto, consentirebbe a i PP&R di: 1) ridurre il tempo medio in auto del 57% che corrisponde a trascorrere 1 h e 25 minuti in meno alla settimana a bordo dell'auto, 2) ridurre il costo settimanale del 40% pari ad un risparmio di 10,20 euro a settimana, 3) ridurre le emissioni settimanali di CO₂ del 45%, 4) aumentare la quantità di calorie bruciate, a vantaggio della propria salute, del 36% a settimana.

Inoltre, nel PTP, sono state presentate anche le proiezioni annuali di alcuni attributi perché, se il beneficio settimanale può essere ritenuto, da utenti non troppo scrupolosi, trascurabile, sicuramente rapportato all'anno diventa più incisivo nel bilancio. Infatti, in media, i PP&R utilizzando la modalità P&R avrebbero un risparmio economico annuo di 534 euro, che arriva a 835 euro con l'uso anche del car pooling, e ridurrebbero la CO₂ emessa di 227 kg l'anno.

Osservando invece i benefici dei quali già godono i P&R, si può facilmente notare che hanno benefici maggiori rispetto ai PP&R; tale risultato è dovuto al fatto che per i due sottocampioni si hanno frequenze settimanali dello spostamento differenti. Infatti i P&R effettuano 5,43 spostamenti medi alla settimana contro i 3,52 medi dei PP&R.

2.3.1.4. Valutazione programma

Da una valutazione complessiva delle due settimane di indagini del programma emerge che, in seguito alla somministrazione del PTP, il 30% dei PP&R, corrispondenti a 26 individui, cambiano il proprio comportamento di viaggio durante la seconda settimana di indagine seguendo i suggerimenti forniti nel PTP, utilizzando quindi almeno una volta la modalità P&R per effettuare i propri spostamenti. I rimanenti 60 individui non hanno utilizzato Metrocagliari durante la seconda settimana di indagine.

La Tabella 4 riporta una comparazione dei valori medi degli attributi, relativi alle due modalità oggetto di studio, del comportamento di viaggio dei 109 partecipanti osservati durante i primi 7 giorni di indagine Activity Locator (prima della consegna del piano personalizzato) con quelli osservati durante i 7 giorni della seconda settimana (dopo la consegna del piano personalizzato,) per un totale di 763 osservazioni giornaliere (109 x 7 = 763) a settimana.

Come si può leggere dalla Tabella, durante la seconda settimana di indagine, si riscontra un incremento di utilizzo della Metrocagliari con un conseguente decremento di utilizzo dell'auto, obiettivo del programma. Aumentano del 18% infatti le distanze e le durate e del 17% il numero di spostamenti realizzati in metro. Poiché l'alternativa metro veniva utilizzata in combinazione con l'auto, le percentuali di decremento di utilizzo dell'auto risultano essere inferiori a quelle della metro ed in particolare si riscontra un decremento delle distanze percorse dell'8% e un decremento dell'11% della durata e del numero di spostamenti effettuati in auto.

Campione di osservazioni giornaliere completo		Prima settimana	Seconda settimana	
		Media	Media	Variazione %
Metrocagliari	Distanza [km]	1,2	1,4	18%
	Durata [min]	4,0	4,7	18%
	N. di spostamenti	0,3	0,4	17%
Auto come guidatore	Distanza [km]	19,5	17,9	-8%
	Durata [min]	52,6	46,6	-11%
	N. di spostamenti	3,1	2,8	-11%

Tabella 4

Inoltre ai partecipanti PP&R è stato richiesto, al termine del programma, in un'intervista eseguita dal tutor della mobilità al momento della riconsegna del materiale fornito, di dichiarare la propria intenzione a cambiare comportamento nelle settimane future o di non cambiare affatto, qualora essi non avessero cambiato durante la seconda settimana di rilevazione. Dai risultati dell'intervista è emerso che, oltre ai 26 individui che avevano già utilizzato la metro durante la seconda settimana, il 61% dei PP&R (52 individui) ha dichiarato l'intenzione di utilizzare la metro nelle settimane future e solo il 9% (8 individui) ha dichiarato di non voler cambiare il proprio comportamento e di non voler utilizzare la metro.

Grazie infine all'ultima fase del programma CMS, la fase di *monitoring*, realizzata attraverso il questionario "Abitudini di viaggio dopo Casteddu Mobility Styles", è stato possibile verificare il comportamento di viaggio di ciascun partecipante a distanza di tre

mesi dalla fine del programma personalizzato. Si è quindi potuto valutare se il cambiamento comportamentale, avvenuto nella seconda settimana, si fosse mantenuto stabile nel tempo e se coloro che al momento dell'incontro finale avevano dichiarato l'intenzione a cambiare nelle settimane successive, lo avessero poi realmente fatto.

In particolare tale indagine ha evidenziato che solo il 27% dei PP&R (7 individui su 26), che aveva cambiato il proprio comportamento durante la seconda settimana, ha iniziato ad utilizzare nuovamente l'auto per i propri spostamenti, mentre il 73% (19 individui) risultava, a distanza di tre mesi, ancora soddisfatto della propria decisione relativa al cambio del modo.

Il 23% (12 individui) di coloro che avevano dichiarato la propria intenzione a cambiare ha poi effettivamente iniziato ad utilizzare la metro.

2.3.1.5. Fattori rilevanti nel cambio comportamentale

Un aspetto importante, soprattutto ai fini della definizione di successive indagini, è stata l'analisi dei fattori che gli individui hanno rivelato essere determinanti nella scelta di cambiare il proprio comportamento di viaggio.

In particolare ai "nuovi" utilizzatori del Park and Ride è stato chiesto di indicare il livello di importanza (moderatamente, molto ed estremamente importante) che attribuiscono ad alcuni fattori nella scelta di cambiare; dall'analisi delle risposte, è emerso che i fattori più importanti, in ordine decrescente di importanza, sono:

1. la diminuzione dello stress arrecato dalla guida nel traffico e dalla ricerca di parcheggio (rilevante per il 97% del gruppo);
2. il programma Casteddu Mobility Styles (rilevante per il 90%);
3. gli effetti positivi sull'ambiente (rilevante per l'86%);
4. il risparmio di tempo (rilevante per il 76%);
5. il risparmio monetario (rilevante per il 66% del gruppo).

È estremamente importante conoscere quali fattori sono stati determinanti ai fini di un cambio comportamentale perché, in tal modo, si è maggiormente in grado di capire su quali leve motivazionali agire attraverso l'implementare della strategia comportamentale e garantirne la massima efficacia.

2.4. Questionario TPB (Indagine per misurare gli aspetti psicologici)

In questo paragrafo sarà analizzato il questionario TPB (Allegato 1), costruito in collaborazione con un team di psicologi, attraverso il quale sono state definite una serie di affermazioni sull'uso dell'auto privata e del trasporto pubblico, seguendo la Teoria del Comportamento Pianificato (TPB) (Ajzen, 1985), rispetto alle quali si chiedeva agli utenti

di esprimere il loro livello di accordo/disaccordo utilizzando una scala numerica da 1 a 5 punti (Scala Likert).

L'esigenza di definire un questionario di questo tipo è nata, come anticipato, in seguito all'analisi e alla modellizzazione dei dati ottenuti grazie al programma Casteddu Mobility Styles, per testare una corretta metodologia che consentisse di misurare una serie di aspetti latenti che sottendono il processo comportamentale di scelta, con il fine di poterne isolare l'effetto rispetto a quello che invece scaturisce da un accrescimento della consapevolezza in seguito all'implementazione di una strategia comportamentale.

Un altro obiettivo ha riguardato la possibilità, grazie al medesimo questionario, di conoscere l'opinione degli individui in merito ad alcuni fattori risultati essere importanti, secondo i risultati di CMS, nella decisione di cambiare comportamento di viaggio, quali in particolare lo stress da traffico veicolare. Infatti poiché il passo successivo dello studio sarebbe stato la costruzione di un'ulteriore indagine sulle preferenze dichiarate (SP) con la quale implementare strategie informative, si è ritenuto utile, per la definizione di quali tipologie di informazioni fornire, capire l'interesse degli individui rispetto alle stesse.

Il questionario TPB inoltre rappresenta la pilota di un'indagine più complessa che prevede la somministrazione di un questionario che combina un'indagine SP, attraverso la quale implementare misure informative, al medesimo questionario TPB.

Con il presente il questionario TPB sono stati somministrati un totale di 69 item, così ripartiti:

Stress da traffico (5 item); Informazioni_stress (7 item); Comportamenti (5 item); Motivazioni (10 item); Consapevolezza delle conseguenze (3 item); Valori universali (12 item); Intenzione (4 item); Concern (1 item); Norma personale (3 item); Norma ingiuntiva (3 item); Norma descrittiva (3 item); Controllo comportamentale percepito (4 item); Atteggiamenti (6 item); Identità ambientale (3 item).

Si è cercato di definire almeno 3 item per ciascun elemento in previsione dell'utilizzo degli stessi come indicatori di una variabile latente per la stima di modelli ibridi.

2.4.1. Reclutamento

Uno degli aspetti più problematici delle indagini è il reperimento dei partecipanti. Poiché 1) il questionario TPB, improntato sullo studio di proprietà intrinseche dell'individuo, non ha necessità di individuare un particolare target di rispondenti ma può essere somministrato a chiunque e, poiché 2) nel corso degli ultimi anni il CRiMM ha condotto una serie di indagini che hanno consentito, grazie ad un primo questionario di ingresso, di conoscere le caratteristiche socioeconomiche degli utenti e i loro indirizzi di posta elettronica, si è deciso di invitare alla compilazione tutti gli individui che avevano compilato un primo questionario di ingresso ideato dal CRiMM, ma che non erano stati selezionati per ulteriori indagini e/o partecipazione a programmi (per evitare un sovraccarico di richieste di compilazione e quindi avere una maggiore probabilità di risposta).

Il questionario TPB è stato costruito su Google Drive e per l'invito alla compilazione è stata inviata la seguente e-mail a 1449 indirizzi di posta elettronica reperiti da 4 differenti questionari (Abitudini di Viaggio, Casteddu, Cittadella, CTM):

"Gentile utente,

qualche tempo fa ha compilato un questionario online ideato dal Centro Ricerche Modelli e Mobilità (CRIMM) dell'Università di Cagliari.

Le ricordiamo che si tratta di un programma che utilizza l'informazione, la comunicazione, la sensibilizzazione per far conoscere la linea di metropolitana leggera di Cagliari denominata "Metrocagliari".

Cogliamo innanzitutto l'occasione per ringraziarLa per la preziosa collaborazione e La invitiamo gentilmente a fornirci un ulteriore contributo compilando un breve questionario al quale potrà accedere cliccando semplicemente al link riportato di seguito.

Le ricordiamo che tutte le informazioni raccolte attraverso il presente questionario resteranno anonime e verranno usate in modo aggregato esclusivamente per gli studi condotti all'interno del CRiMM.

La ringraziamo anticipatamente per la Sua partecipazione.

Buona compilazione!!

Università degli Studi di Cagliari - CRiMM"

A distanza di un paio di settimane dal primo invito, è stata inviata un'altra e-mail a tutti gli indirizzi per ringraziare chi avesse già provveduto alla compilazione e per esortare chi non avesse ancora provveduto a farlo:

"Gentilissimi utenti,

cogliamo l'occasione per:

- 1. ringraziare coloro i quali hanno gentilmente provveduto alla compilazione del questionario online ideato dal Centro Ricerche Modelli e Mobilità (CRIMM) dell'Università di Cagliari e li invitiamo quindi a non prendere in considerazione la presente;*
- 2. invitare alla compilazione gli utenti che, ad oggi, non l'avessero ancora fatto; si può accedere al questionario cliccando semplicemente al link riportato di seguito.*

Ricordiamo che tutte le informazioni raccolte attraverso il presente questionario resteranno anonime e verranno usate in modo aggregato esclusivamente per gli studi condotti all'interno del CRiMM.

Ringraziamo tutti per la preziosa collaborazione

Cordiali Saluti

Università degli Studi di Cagliari - CRiMM"

La tabella seguente mostra il riepilogo dei risultati dell'indagine:

Questionari	Invitati alla compilazione		Compilazioni complete	
	N.	%	N.	%
Totale	1.449	-	343	23,67
<i>Abitudini di viaggio</i>	206	14,22	66	19,24
<i>Casteddu</i>	436	30,09	68	19,83
<i>Cittadella</i>	479	33,06	95	27,70
<i>CTM</i>	328	22,64	74	21,57
Altro	-	-	40	11,66

Tabella 5

Dei 1.449 individui a cui è stato l'invito alla compilazione del TPB, il 24% di essi ha risposto in modo completo al questionario. Non si dispone di dati sulle compilazioni incomplete in quanto con Google Drive è possibile ricevere esclusivamente i questionari che vengono completati sino all'ultima domanda (tutte le domande sono state impostate come obbligatorie).

Dei 343 rispondenti, la maggior parte sono utenti che sono stati invitati alla compilazione e che quindi avevano precedentemente compilato uno dei quattro questionari somministrati per altre indagini e pertanto di essi sono note le caratteristiche socio-economiche (le caratteristiche socio-economiche che saranno analizzate nel seguito sono quelle comuni a tutti e 4 i questionari e il metodo di analisi è strettamente connesso con la modalità con la quale sono state reperite le diverse informazioni: per esempio, poiché nel questionario "Casteddu" per l'età veniva richiesto di indicare l'appartenenza ad una determinata fascia, non potendo disaggregare tale informazione, sono stati aggregati, nelle medesime fasce, tutti i valori continui della variabile reperiti attraverso gli altri questionari).

I 40 individui indicati in tabella come "Altro" sono invece stati eliminati dalle successive analisi per le seguenti ragioni:

1. per 19 di questi non si è riusciti a risalire, tramite l'indirizzo e-mail (unica ancora comune ai questionari, vista l'anonimità delle compilazioni), a nessun utente appartenente ai vecchi database e quindi di essi non si dispone delle caratteristiche socio-economiche;
2. 10 utenti hanno compilato il questionario due volte;
3. 7 utenti hanno inserito un indirizzo e-mail non corretto;
4. 4 utenti sono minorenni.

Il campione totale quindi consta di 303 individui.



2.4.2. Caratteristiche socio economiche del campione

Il campione per il 60,4% è costituito da donne. Si tratta di un campione medio-giovane infatti la fascia di età nella quale ricade la maggior parte degli utenti (55,12%) è quella compresa tra i 18 e i 30 anni, seguita da 31-40, 41-60 e infine 61-80 per solo lo 0,99%. Correlata alla giovane età del campione la percentuale di studenti (51,82%) e la percentuale di diplomati (53,80%). Solo il 21,78% del campione ha figli, anche questo dato è congruo con l'età del campione. Il numero medio di auto a famiglia è minore di due (1,78) e, tenuto conto del numero medio di componenti a famiglia (3,42), significa che non tutti i componenti hanno a disposizione un'auto (ovviamente bisogna tenere in considerazione, ma non conosciamo il dato, dell'età dei componenti).

		N.	%
Genere	Femmina	183	60,40
	Maschio	120	39,60
Età	18-30	167	55,12
	31-40	61	20,13
	41-60	72	23,76
	61-80	3	0,99
Livello di istruzione	Elementari-Medie	23	7,59
	Diploma di scuola media superiore	163	53,80
	Laurea di I o II livello	91	30,03
	Post Lauream	19	6,27
	Specializzazione Professionale	7	2,31
Professione	Lavoratore dipendente	91	30,03
	Lavoratore autonomo	23	7,59
	Studente	157	51,82
	Non lavoratore (Disoccupato/Casalinga/Pensionato)	32	10,56
Possesso di patente di guida	Si	212	69,97
	No	34	11,22
	Informazione non disponibile	57	18,81
Altre informazioni	Con figli	66	21,78
	N. medio componenti a famiglia	3,42	-
	N. medio auto a famiglia	1,78	-

Tabella 6

Una considerazione importante da fare, poiché molte domande del TPB si riferiscono all'uso del P&R in luogo dell'auto, riguarda il possesso della patente di guida. Anche se il TPB si utilizza per misurare attitudini, risposte a domande quali "La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari" non danno un'indicazione corretta se chi risponde non usa l'auto. Quindi per evitare di commettere errori grossolani nelle analisi, il campione è stato suddiviso in tre sottocampioni in funzione del possesso della patente di guida: Con patente (69,97%), Senza patente (11,22%), Non si dispone dell'informazione (18,81%) (con il questionario CTM non veniva richiesta agli utenti questa informazione).



Dall'analisi, il primo dato che emerge è che gli utenti che non hanno la patente per il 73,53% hanno un'età compresa tra i 18 e i 30 anni quindi, pur non conoscendo la distribuzione dell'età all'interno del range, ma sapendo che per il 79,41% il campione è

costituito da studenti, è ragionevole ipotizzare che una buona parte dei non patentati abbia superato recentemente i 18 anni ed è per questo che non dispone ancora della patente di guida. Per tali utenti ovviamente si riscontra anche il numero medio di auto a famiglia più basso (1,41 vs. 1,85 e 1,65 per i possessori di patente di guida e per coloro dei quali non si conosce l'informazione rispettivamente) di tutte e tre le categorie.

Alcune delle analisi a seguire, in particolar modo quelle effettuate sulle variabili di maggior interesse, sono state fatte tenendo in considerazione i tre sottocampioni individuati in funzione del possesso di patente.

		POSSESSO PATENTE DI GUIDA					
		SI		NO		NON SO	
		N.	%	N.	%	N.	%
Genere	Femmina	119	56,13	28	82,35	36	63,16
	Maschio	93	43,87	6	17,65	21	36,84
Età	18-30	100	47,17	25	73,53	42	73,68
	31-40	45	21,23	5	14,71	11	19,30
	41-60	64	30,19	4	11,76	4	7,02
	61-80	3	1,42	0	0	0	0
Livello di istruzione	Elementari-Medie	15	7,08	4	11,76	4	7,02
	Diploma di scuola media superiore	112	52,83	22	64,71	29	50,88
	Laurea di I o II livello	61	28,77	7	20,59	23	40,35
	Post Lauream	18	8,49	1	2,94	0	0
	Specializzazione Professionale	6	2,83	0	0	1	1,75
Professione	Lavoratore dipendente	80	37,74	3	8,82	8	14,04
	Lavoratore autonomo	21	9,91	1	2,94	1	1,75
	Studente	90	42,45	27	79,41	40	70,18
	Non lavoratore (Disoccupato/Casalinga/Pensionato)	21	9,91	3	8,82	8	14,04
Altre informazioni	Con figli	60	28,30	1	2,94	5	8,77
	N. medio componenti a famiglia	3,35	-	3,47	-	3,65	-
	N. medio auto a famiglia	1,85	-	1,41	-	1,65	-

Tabella 7

2.4.3. Analisi Fattoriale

Prima di analizzare nel dettaglio alcune variabili, è stata effettuata un'analisi fattoriale in componenti principali sui dati raccolti, per identificare una o più dimensioni latenti, chiamate fattori o componenti, sottostanti ad un set di item o variabili con il fine di "semplificare" i dati di origine.

Per quanto riguarda la possibilità di eseguire un'AF sui dati, molti autori sostengono che al di là della numerosità campionaria, ovviamente maggiore è la numerosità campionaria meglio è, sia importante il rapporto tra numero utenti e numero item; per esempio Nunnally (1978) suggerisce un rapporto di 10 a 1, il campione in esame (303 individui) pertanto soddisfa tale requisito.

Inoltre sono stati calcolati, ai fini della fattoriabilizzazione, i test di Barlett e di Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).

Per valutare il numero di fattori da estrarre, nel presente lavoro si è deciso di utilizzare i seguenti tre criteri contestualmente: 1) criterio di Kaiser, 2) Scree test, 3) Analisi parallela.

Estratti i fattori, per rendere l'interpretazione sia di facile lettura, è stata effettuata una rotazione obliqua degli assi (Promax).

Nella fase successiva all'individuazione dei fattori latenti, si è provveduto a misurare l'attendibilità di ogni fattore attraverso l'alpha di Cronbach.

Nell'allegato 2 si riporta nello specifico l'analisi fattoriale relativa a tutto il questionario in esame. In questo paragrafo invece sarà riportata solo un'analisi sintetica dei risultati ottenuti rispetto a ciascun gruppo di item, per giustificare le scelte future in merito all'utilizzo degli item come indicatori di una o più variabili latenti.

Poiché tutte le variabili sono state misurate con la stessa scala, Likert da 1 a 5 punti, non è stato necessario standardizzare i dati. Inoltre nel database non ci sono dati mancanti perché tutte le domande sono state poste come obbligatorie.

1. Stress da traffico

Domanda impartita:

Quanto si ritiene stressato dai seguenti aspetti (1 = pochissimo, 5 = moltissimo):

1. Traffico
2. Manutenzione auto
3. Incidenti
4. Problemi legati alla ricerca del parcheggio
5. Rumori da traffico veicolare

Dall'analisi è emerso che:

- item abbastanza correlati tra loro (coefficienti di correlazione $> 0,3$);
- coefficiente KMO molto elevato (0,829);
- un solo fattore da estrarre che spiega il 56% della varianza totale;
- alpha = 0,792 (buona attendibilità).

2. Informazioni_Stress

Domanda impartita:

Ritiene che ricevere informazioni sul livello di stress legato all'uso dell'auto privata come auto guidatore possa (1=per nulla a 5=moltissimo):

1. essere ritenuta un'informazione importante ma non quanto i tempi e i costi di viaggio;
2. accrescere la consapevolezza degli individui sugli effetti negativi legati all'uso dell'auto;
3. incentivare a ridurre l'uso dell'auto;
4. far riflettere le persone sulla possibilità di scegliere il trasporto pubblico al posto dell'auto;
5. non influenzare assolutamente la scelta del mezzo;

6. essere considerata inutile;
7. far scegliere il trasporto pubblico in luogo dell'auto per effettuare i propri spostamenti.

Gli item 5 e 6, in quanto espressi negativamente rispetto agli altri, sono stati ricodificati:

- 1 → 5
- 2 → 4
- 3 → 3
- 4 → 2
- 5 → 1

Dall'analisi è emerso che:

- coefficiente KMO buono (0,794);
- due fattori da estrarre che spiegano il 69% della varianza totale; il primo fattore individuato dagli item 1, 2, 3, 4 e 7, mentre il secondo definito dagli item 5 e 6 che sono quelli ricodificati in quanto negativi;
- alpha factor1= 0,859 (buona attendibilità);
- alpha factor2= 0,680 (discreta attendibilità).

3. Comportamenti

Domanda impartita:

Indichi più o meno quanto spesso durante l'ultimo anno ha: (1=mai a 5=sempre):

1. utilizzato la bicicletta;
2. utilizzato il bus, il tram o il treno per spostarsi;
3. é andato a piedi per fare spostamenti che avrebbe potuto fare in auto;
4. ha utilizzato la metro leggera;
5. ha fatto Park and Ride (Auto+Metropolitana).

Dall'analisi è emerso che:

- item scarsamente correlati ad eccezione, come ci si poteva aspettare, dell'item relativo all'uso del bus con quello relativo al camminare a piedi e dell'item sul P&R con quello della metro;
- il coefficiente KMO è risultato essere minore di 0,5 (0,495), pertanto è sconsigliato condurre un'analisi fattoriale in questo caso.

Si è pensato quindi di utilizzare tali item come variabili indipendenti, come frequenza di utilizzo dei differenti modi.

4. Motivazioni

Domanda impartita:

Potrei utilizzare i mezzi alternativi se: (1=completamente in disaccordo a 5=completamente d'accordo):

1. impiegassi meno tempo;
2. evitassi lo stress di cercare parcheggio;
3. costassero meno dell'auto e risparmiassi in generale;

4. perché così sono più in forma;
5. perché inquinano di meno e fanno del bene all'ambiente;
6. perché la città è più bella con meno macchine in giro;
7. perché in città c'è meno traffico e quindi è più sicura per i pedoni;
8. perché la città diventa più vivibile per tutti;
9. perché così fanno anche del bene al prossimo;
10. perché è un progresso rispetto ad usare l'auto.

Lo scopo della scala era quello di fornire una misura in linea con quelle della consapevolezza delle conseguenze (Schwartz, 1977; Stern, 2000), ma costruita in base a quanto emerso dai focus group precedentemente condotti: il primo fattore, chiamato "Conseguenze Egoistiche", rappresenta motivazioni maggiormente legate a ricadute per il singolo; il secondo fattore, chiamato "Conseguenze Ambientali/Morali", rappresenta invece conseguenze collegate all'ambiente e agli altri individui e quindi relativo alla dimensione altruistica.

Dall'analisi è emerso che:

- coefficiente KMO ottimo (0,911);
- due fattori da estrarre che spiegano il 69% della varianza totale; il primo fattore individuato dagli item 3, 4, 5, 6, e 7, mentre il secondo definito dagli item 1, 2 e 3. Il risultato conferma più o meno le aspettative, infatti le motivazioni legate direttamente all'individuo Tempo, Stress parcheggio e Costo, e che hanno quindi un effetto riscontrabile, definiscono un fattore, mentre quelle legate indirettamente all'individuo ne definiscono un altro. L'unico item che forse ci si sarebbe aspettati individuasse il secondo fattore e non il primo è quello legato alla forma fisica perché come gli altri tre si tratta di una motivazione individuale, ma forse meno "forte e immediata" degli altri.
- $\alpha_{factor1} = 0,929$ (elevata attendibilità);
- $\alpha_{factor2} = 0,663$ (sufficiente attendibilità).

5. Conseguenze

Domanda impartita:

Indichi il suo grado di accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni: (1=completamente in disaccordo a 5=completamente d'accordo):

1. proteggere l'ambiente darà un mondo migliore per me e per i miei figli;
2. tutelare l'ambiente è vantaggioso per la mia salute;
3. anche se in alcuni luoghi piante e animali potrebbero essere stati danneggiati dal degrado ambientale, sul pianeta in generale l'effetto è scarso.

L'item 3, in quanto espresso negativamente rispetto agli altri, è stato ricodificato.

Dall'analisi è emerso che:

- altamente correlati gli item 1 e 2;
- il coefficiente KMO è al limite dell'accettabilità (0,5);
- un solo fattore da estrarre che spiega il 63% della varianza definito dagli item 1 e 2 come ci si poteva aspettare dalla correlazione; il risultato è abbastanza logico in

quanto è chiaro gli aspetti legati alla propria salute e ai figli siano valutati differentemente da quelli legati all'ambiente;

- $\alpha = 0,939$ (ottima attendibilità).

6. Valori

Domanda impartita:

Indichi quanto ogni valore di questa lista sia/non sia importante come principio guida della Sua vita.: (1=completamente in disaccordo a 5=completamente d'accordo):

1. UGUAGLIANZA: uguali opportunità per tutti;
2. RISPETTARE LA TERRA: l'armonia con le altre specie;
3. POTERE SOCIALE: controllo sugli altri, dominanza;
4. PIACERE: gioia, appagamento dei desideri;
5. UNITÀ CON LA NATURA: sentirsi parte dell'ambiente naturale;
6. RICCHEZZA: beni materiali, denaro;
7. GIUSTIZIA SOCIALE: essere giusti, proteggere i deboli;
8. GODERSI LA VITA: godersi il cibo, sesso, tempo libero, etc.;
9. PROTEZIONE DELL'AMBIENTE: preservare la natura;
10. INFLUENZA: avere un impatto sulle persone e gli eventi;
11. AIUTO: lavorare per il benessere degli altri;
12. AUTO-INDULGENZA: fare le cose piacevoli.

Dall'analisi è emerso che:

- coefficiente KMO buono (0,807);
- tre fattori da estrarre che spiegano il 63% della varianza totale; il primo fattore individuato dagli item 1, 2, 5, 7, 9 e 11, il secondo definito dagli item 4, 8 e 12 e il terzo definito dagli item 3, 6 e 10.

I due fattori sono coerenti con il modello teorico dei Valori Universali e rappresentano le dimensioni di Self Enhancement e Self Transcendence: la prima come dimensione valoriale legata alla trascendenza di sé (valori di tipo altruistico e biosferico), la seconda come valori legati alla dimensione egoistica (legati al potere ed alla dimensione edonistica $\alpha \text{ factor}1 = 0,856$ (buona attendibilità);

- $\alpha \text{ factor}2 = 0,739$ (buona attendibilità);
- $\alpha \text{ factor}3 = 0,662$ (sufficiente attendibilità).

7. Intenzioni

Domanda impartita:

Esprima il Suo grado di accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni: (1=completamente in disaccordo a 5=completamente d'accordo):

1. durante i prossimi giorni ho intenzione di usare il P&R (Auto+Metro) invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari;
2. durante i prossimi giorni userò sicuramente il P&R (Auto+Metro) invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari;
3. durante i prossimi giorni effettuerò il maggior numero di spostamenti verso il centro di Cagliari utilizzando mezzi alternativi all'auto;

4. durante i prossimi giorni effettuerò il maggior numero di spostamenti verso il centro di Cagliari utilizzando la metro.

Dall'analisi è emerso che:

- coefficiente KMO discreto (0,647);
- un solo fattore da estrarre che spiega il 62% della varianza totale;
Il fattore rappresenta l'intenzione comportamentale ad utilizzare modalità di spostamento più sostenibili.
- $\alpha = 0,788$ (buona attendibilità).

8. Norma personale

Domanda impartita:

*Esprima il Suo grado di accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni:
(1=completamente in disaccordo a 5=completamente d'accordo):*

1. indipendentemente da cosa fanno gli altri, sento di essere moralmente obbligato a muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente;
2. indipendentemente da cosa fanno gli altri, mi sento male se non posso muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente;
3. indipendentemente da cosa fanno gli altri, mi sento bene se uso poco la mia auto.

Dall'analisi è emerso che:

- coefficiente KMO discreto (0,673);
- un solo fattore da estrarre che spiega il 72% della varianza totale;
Il fattore rappresenta la Norma Personale o Morale, cioè la relativa regola morale (e obbligo) per cui si valuta il compiere/non compiere un determinato atto come giusto o sbagliato; quest'influenza deriva non da pressioni esterne ma ha a che fare ad esempio con l'aver interiorizzato alcuni valori.
- $\alpha = 0,804$ (buona attendibilità).

9. Norma ingiuntiva

Domanda impartita:

*Esprima il Suo grado di accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni:
(1=completamente in disaccordo a 5=completamente d'accordo):*

1. la maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei usare il P&R (Auto+Metro) invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari;
2. la maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto sarebbero d'accordo se usassi il P&R (Auto+Metro) invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari;
3. la maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei rinunciare all'auto per raggiungere il centro di Cagliari.

Dall'analisi è emerso che:

- coefficiente KMO discreto (0,723);

- un solo fattore da estrarre che spiega il 77% della varianza totale;
La norma ingiuntiva rappresenta l'influenza normativa derivante dalla pressione sociale dall'esterno: cioè relativo a quello che gli altri approvano, come ad esempio la messa in atto di un comportamento.
- $\alpha = 0,853$ (buona attendibilità).

10. Norma descrittiva

Domanda impartita:

Esprima il Suo grado di accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni: (1=completamente in disaccordo a 5=completamente d'accordo):

1. la maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto usano il P&R (Auto+Metro) invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari;
2. la maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto usano altri mezzi al posto dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari;
3. la maggior parte delle persone importanti per me pensano che non sia importante utilizzare mezzi di trasporto più sostenibili (oppure limitare l'uso dell'auto).

L'item 3, in quanto espresso negativamente rispetto agli altri, è stato ricodificato.

Dall'analisi è emerso che:

- coefficiente KMO ai limiti dell'accettabilità (0,534);
- un solo fattore da estrarre che spiega il 52% della varianza totale;
La norma descrittiva è relativa al comportamento degli altri, cioè quello che effettivamente gli altri fanno.
- $\alpha = 0,509$ (bassa attendibilità).

Poiché dall'analisi sulla norma descrittiva i risultati non sono soddisfacenti, analizzando gli item si evince che il terzo sia quello con meno peso per il fattore estratto, il meno correlato con gli altri item e, poiché la sua eliminazione comporta un aumento significativo dell'alpha, probabilmente non sarà utilizzato nelle analisi future.

11. Controllo comportamentale percepito

Domanda impartita:

Esprima il Suo grado di accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni: (1=completamente in disaccordo a 5=completamente d'accordo):

1. per me usare il P&R (Auto+Metro) invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari è facile;
2. per me usare i mezzi alternativi all'auto per muovermi è facile;
3. usare/scegliere di usare il P&R (Auto+Metro) invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari dipende completamente da me;
4. usare/scegliere di usare i mezzi alternativi per muovermi dipende completamente da me.

Dall'analisi è emerso che:

- tutti gli item sono abbastanza correlati (coefficiente di correlazione $> 0,30$);
Il controllo comportamentale percepito rappresenta quanto l'individuo percepisce come attuabile un determinato comportamento.

- il coefficiente KMO è discreto (0,677);
- un solo fattore da estrarre che spiega il 64% della varianza;
- $\alpha = 0,803$ (buona attendibilità).

12. Atteggiamento altri modi

Domanda impartita:

Utilizzare mezzi alternativi all'auto è per me: (1=completamente in disaccordo a 5=completamente d'accordo):

1. vantaggioso;
2. piacevole;
3. utile.

Dall'analisi è emerso che:

- tutti gli item sono molto correlati (coefficiente di correlazione $\gg 0,30$);
- il coefficiente KMO è buono (0,719);
- un solo fattore da estrarre che spiega il 77% della varianza;
- $\alpha = 0,836$ (buona attendibilità).

13. Atteggiamento P&R

Domanda impartita:

Utilizzare il P&R (Auto+Metro) per muovermi in città è per me: (1=completamente in disaccordo a 5=completamente d'accordo):

4. vantaggioso;
5. piacevole;
6. utile.

Dall'analisi è emerso che:

- tutti gli item sono molto correlati (coefficiente di correlazione $\gg 0,30$);
- il coefficiente KMO è buono (0,744);
- un solo fattore da estrarre che spiega il 86% della varianza;
- $\alpha = 0,921$ (ottima attendibilità).

14. Identità ambientale

Domanda impartita:

Esprima il Suo grado di accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni: (1=completamente in disaccordo a 5=completamente d'accordo):

1. agire in modo pro ambientale è una parte importante di quello che sono;
2. sono il tipo di persona che agisce in modo pro ambientale;
3. mi vedo come una persona che agisce in modo pro ambientale.

Dall'analisi è emerso che:

- tutti gli item sono molto correlati (coefficiente di correlazione $\gg 0,30$);
- il coefficiente KMO è buono (0,730);
- un solo fattore da estrarre che spiega il 88% della varianza;
- $\alpha = 0,934$ (ottima attendibilità).

2.4.4. Analisi sullo Stress

Come già anticipato nei precedenti paragrafi, uno degli scopi dell'implementazione del questionario TPB è stato proprio quello di studiare la variabile *Stress* attraverso la misurazione della percezione degli utenti e dell'importanza da essi attribuita nel ricevere informazioni sullo stress da traffico, in previsione della costruzione di un'indagine che preveda l'implementazione della misura informativa *Stress da traffico*.

Come già anticipato nel paragrafo precedente, la prima domanda sullo Stress posta agli utenti è la seguente:

Quanto si ritiene stressato dai seguenti aspetti (1 = pochissimo, 5 = moltissimo):

1. Traffico
2. Manutenzione auto
3. Incidenti
4. Problemi legati alla ricerca del parcheggio
5. Rumori da traffico veicolare

Dall'analisi fattoriale è emerso che tutti e 5 gli item sottendono alla stessa variabile latente, pertanto saranno analizzati tutti e cinque.

Analizzando le risposte rispetto a tale domanda di tutto il campione di 303 individui, si è immediatamente riscontrato che il valore medio delle risposte fornite dagli utenti, espresse con numeri da 1 a 5, per ciascun indicatore di stress è sempre maggiore di 3 ad eccezione della *Manutenzione auto* e degli *Incidenti*; è ragionevole quindi dedurre che gli utenti sono mediamente stressati da tutti gli aspetti citati legati all'uso dell'auto.

In particolare, analizzando i valori dei medesimi indicatori per ciascun sottocampione, individuati in relazione al possesso della patente di guida, i maggiormente stressati sono risultati essere, come ci si poteva aspettare, i possessori di patente che è verosimile ipotizzare siano quelli che utilizzano maggiormente l'auto. Gli aspetti che stressano maggiormente i possessori di patente, ma anche, seppur in minor misura, le altre due categorie di utenti, sono la ricerca del parcheggio e il traffico veicolare coerentemente a quanto emerso dai risultati di CMS.

Nella seguente tabella sono riportati i valori medi e le deviazioni standard per ciascun indicatore dello stress e per ciascuna delle categorie di utenti:



	Traffico		Manutenzione auto		Incidenti		Ricerca del parcheggio		Rumori da traffico	
	Media	Dev. St.	Media	Dev. St.	Media	Dev. St.	Media	Dev. St.	Media	Dev. St.
Tutti (303 individui)	3,58	1,17	2,66	1,29	3,01	1,38	3,81	1,35	3,14	1,25
Con patente (212 individui)	3,68	1,14	2,87	1,25	3,10	1,37	3,97	1,26	3,27	1,28
Senza patente (34 individui)	3,53	1,11	2,09	1,22	2,38	1,33	3,12	1,67	2,82	1,24
Altro (57 individui)	3,25	1,29	2,21	1,32	3,02	1,4	3,61	1,37	2,86	1,09
Media	3,51	-	2,46	-	2,88	-	3,63	-	3,02	-

Tabella 8

Un'analisi degli istogrammi relativi ai due indicatori *Ricerca del parcheggio* e *Traffico veicolare* consentono di visualizzare immediatamente i risultati appena descritti, infatti la linea di tendenza dei possessori di patente ha la pendenza maggiore rispetto a quelle relative alle altre categorie.

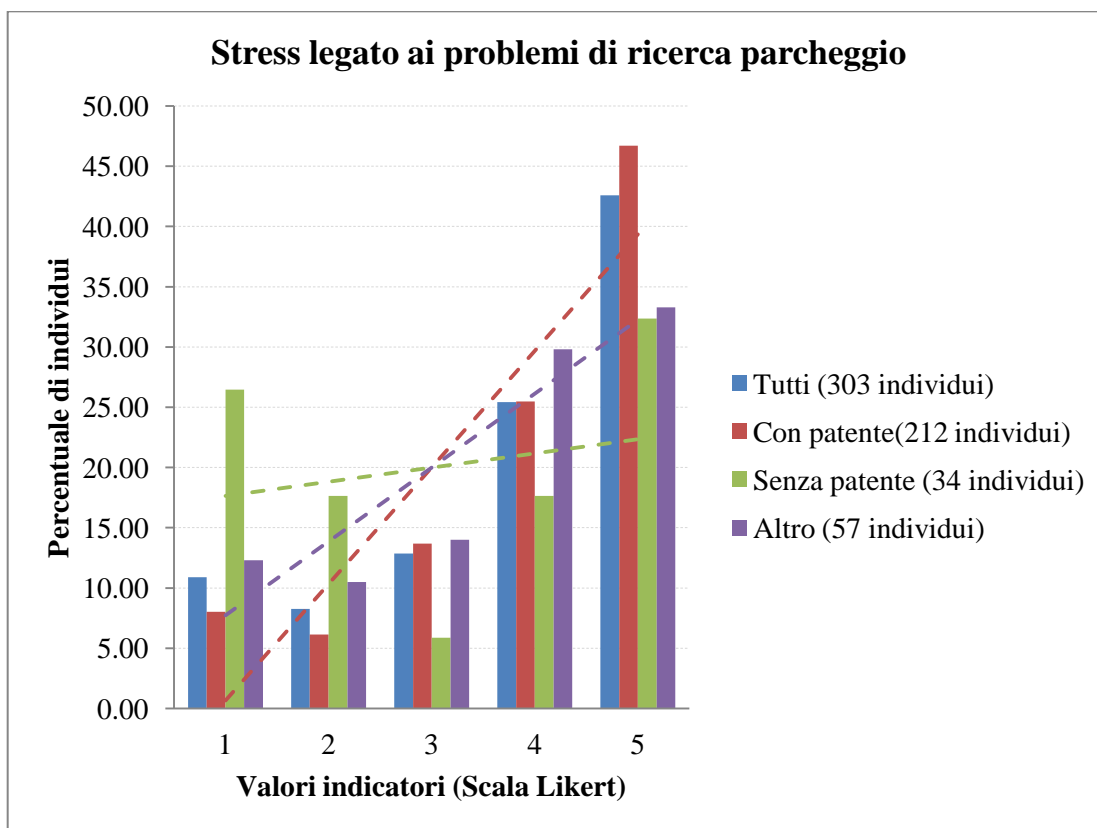


Grafico 1

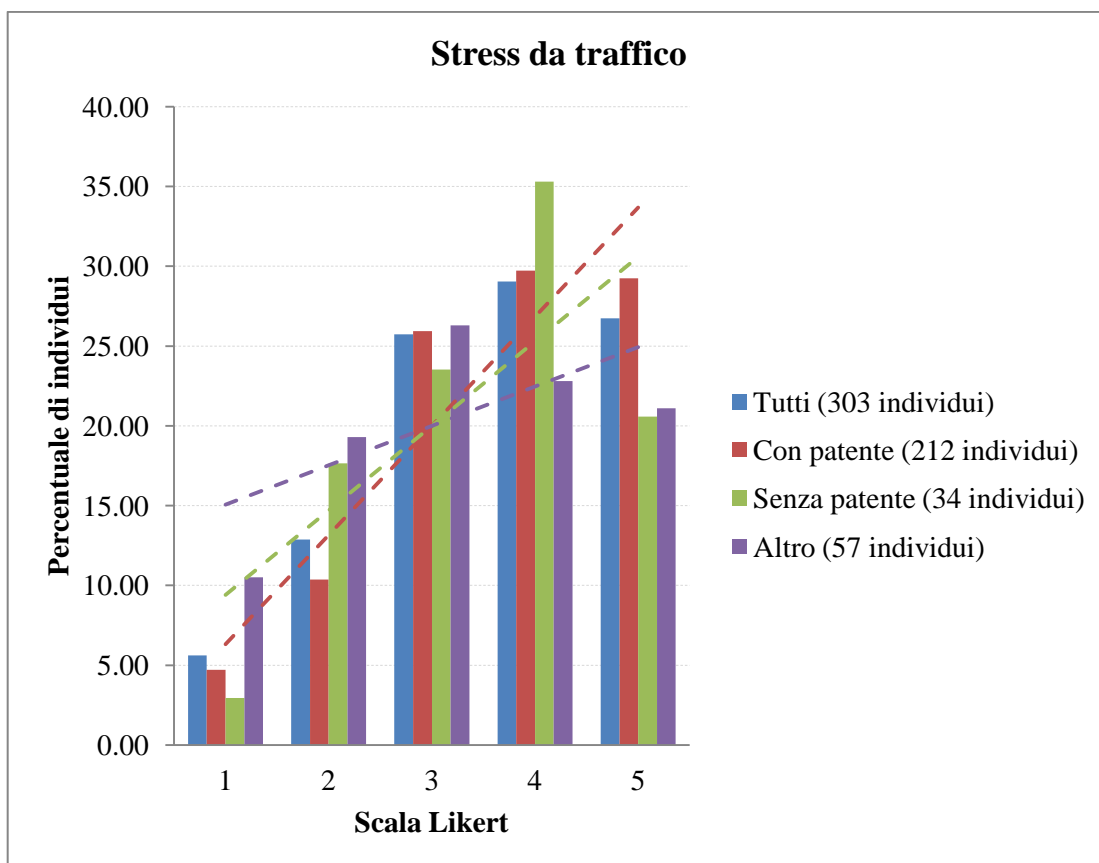


Grafico 2

Per analizzare meglio la percezione degli intervistati rispetto alla variabile stress, si è deciso di chiedere a tutti gli utenti invitati alla compilazione del TPB di esprimere l'importanza di ricevere informazioni sullo stress:

Ritiene che ricevere informazioni sul livello di stress legato all'uso dell'auto privata come auto guidatore possa (1=per nulla a 5=moltissimo):

1. essere ritenuta un'informazione importante ma non quanto i tempi e i costi di viaggio
2. accrescere la consapevolezza degli individui sugli effetti negativi legati all'uso dell'auto
3. incentivare a ridurre l'uso dell'auto
4. far riflettere le persone sulla possibilità di scegliere il trasporto pubblico al posto dell'auto
5. non influenzare assolutamente la scelta del mezzo
6. essere considerata inutile
7. far scegliere il trasporto pubblico in luogo dell'auto per effettuare i propri spostamenti

Si ricorda che gli indicatori 6 e 7 sono stati ricodificati, come spiegato al paragrafo 2.4.3. Dall'analisi effettuata sulle risposte fornite dagli utenti alla suddetta domanda si evince che tutte le categorie di utenti esprimono in media giudizi simili per ciascun indicatore. In particolare sembrerebbe che ricevere informazioni sullo stress legato all'uso dell'auto non

lasci gli utenti indifferenti, coerentemente anche con il fatto che hanno dichiarato (come analizzato precedentemente) di essere moderatamente stressati, anche se comunque, come ci si può aspettare, tendono ad essere d'accordo con il fatto che sia un'informazione importante ma non quanto tempi e costi (Indicatore 1). Anche in corrispondenza dell'indicatore 7 si hanno dei valori medi abbastanza alti (maggiori di 3), contrariamente a quanto ci si poteva aspettare, quindi significa che gli utenti ritengono che ricevere informazioni sullo stress possa portare ad un cambiamento modale auto vs. trasporto pubblico.

La seguente tabella riassume i valori di media e deviazione standard:

	Indicatore 1		Indicatore 2		Indicatore 3		Indicatore 4		Indicatore 5		Indicatore 6		Indicatore 7	
	Media	Dev. St.	Media	Dev. St.	Media	Dev. St.	Media	Dev. St.	Media	Dev. St.	Media	Dev. St.	Media	Dev. St.
Tutti (303 ind)	3,23	0,98	3,50	1,08	3,40	1,28	3,56	1,22	3,64	1,15	3,79	1,20	3,29	1,20
Con patente (212 ind)	3,27	0,98	3,60	1,09	3,53	1,27	3,64	1,20	3,72	1,10	3,78	1,20	3,34	1,20
Senza patente (34 ind)	3,21	0,88	3,35	1,04	3,32	1,27	3,74	1,29	3,50	1,11	4,03	1,06	3,35	1,25
Altro (57 ind)	3,12	1,02	3,18	1,00	2,96	1,22	3,16	1,22	3,44	1,31	3,65	1,30	3,05	1,17

Tabella 9

Bisogna comunque notare che i valori medi degli indicatori sono abbastanza concentrati intorno al valore centrale del range di valori che avrebbero potuto attribuire (da 1 a 5), quindi tale risultato potrebbe avere anche una lettura diversa: "non so".

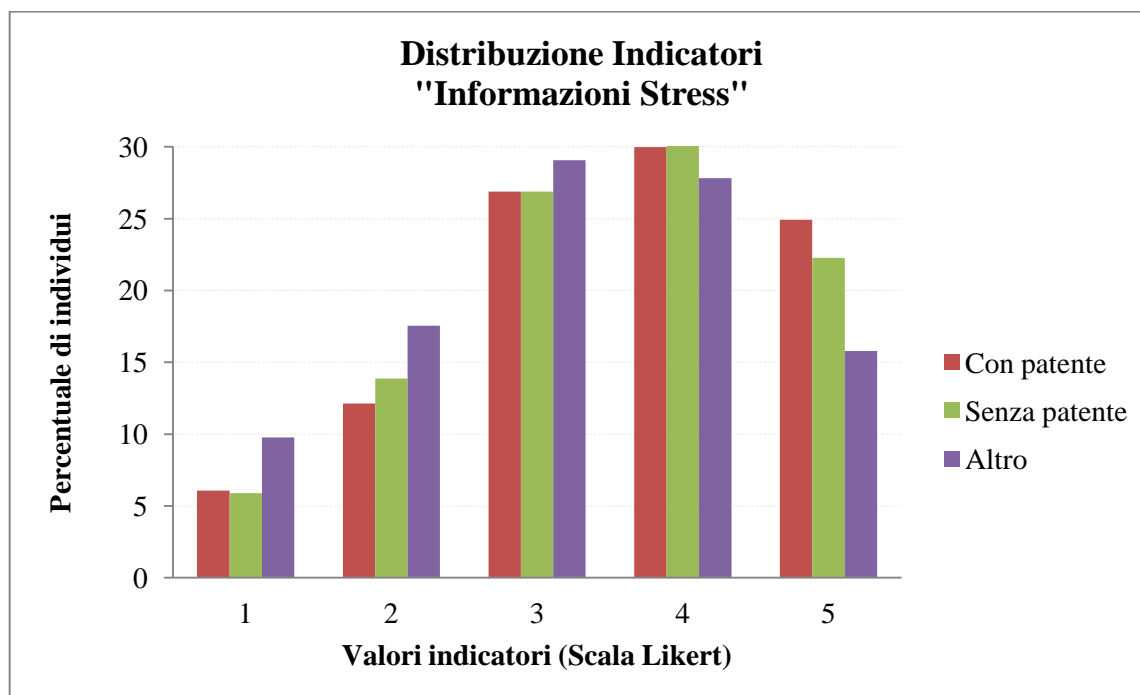


Grafico 3

Poiché uno degli aspetti che maggiormente stressa gli auto guidatori è la ricerca del parcheggio, probabilmente per la difficoltà di trovarne uno libero a Cagliari, è stata posta un'altra domanda in merito all'interno del TPB:

Potrei utilizzare i mezzi alternativi se:

1.
2. evitassi lo stress di cercare parcheggio
3. ...

I risultati sono stati più netti rispetto a quelli relativi alla domanda sul ruolo dell'informazione sullo stress precedentemente analizzata; in questo caso infatti, il valore medio delle risposte è maggiore di 4 per tutte e tre le categorie di utenti, con il valore più alto per gli auto guidatori. Questo risultato consente di affermare che la ricerca del parcheggio sia un elemento molto importante per gli auto guidatori se addirittura lo ritengono un deterrente dall'uso dell'auto a vantaggio del trasporto pubblico.

	Media	Dev.St.
Tutti (303 individui)	4,35	1,02
Con patente (212 individui)	4,40	0,97
Senza patente (34 individui)	4,09	1,22
Altro (57 individui)	4,32	1,05

Tabella 10

Queste analisi permettono quindi di concludere, poiché in tutti e tre i casi si sono ottenuti risultati omogenei, che il campione analizzato:

1. sia moderatamente stressato dall'uso dell'auto in particolar modo a causa della ricerca del parcheggio e dal traffico veicolare;
2. ritiene che ricevere informazioni sullo stress non sia inutile ma, al contrario, possa sensibilizzare verso l'uso del trasporto pubblico e addirittura portare proprio ad un cambio di scelta modale (auto vs. trasporto pubblico);
3. nonostante l'importanza attribuita nel ricevere informazioni sullo stress, ritiene che comunque sia meno rilevante dei tempi e dei costi;
4. lo stress da ricerca parcheggio è un disincentivo all'uso dell'auto e la sua eliminazione potrebbe essere un motivo di utilizzo del trasporto pubblico.



2.5. Abitudini di viaggio 2013 (AV 2013)

Con lo scopo di disporre di una base informativa robusta necessaria alla costruzione del modello, in questa fase dello studio, si è prevista la realizzazione di un'indagine sulle preferenze dichiarate (SP), che permette ai ricercatori di disporre di dati di buona qualità (in quanto il progetto è sotto controllo dell'analista) e più numerosi dal momento che possono essere ottenute più osservazioni da uno stesso intervistato.

In quest'ottica si è costruita un'indagine SP con la quale implementare misure informative relative all'uso del P&R in luogo dell'auto privata. Ai partecipanti all'indagine SP è stato fatto compilare lo stesso questionario TPB, in modo da poter poi stimare modelli di scelta discreta di tipo ibrido, che consentissero di studiare e distinguere l'effetto della misura informativa dall'effetto degli aspetti psicologici sulla scelta del modo,

Un aspetto cruciale nell'indagine SP consiste nel presentare situazioni ipotetiche che risultino però il più possibile realistiche in quanto l'esperimento dovrebbe così risultare più comprensibile per gli intervistati (Ortúzar & Garrido, 1994); è pertanto particolarmente importante adattare le alternative presentate e i loro attributi alle esperienze reali di ogni rispondente. Per tali ragioni per la costruzione dei disegni sperimentali sono stati utilizzati i dati scaturiti da un'indagine sulle preferenze rivelate fatta agli stessi utenti.

Pertanto la metodologia di indagine seguita nel presente studio per acquisire queste informazioni si divide in tre fasi:

1. costruzione di una tipica indagine sulle preferenze rivelate con la quale si è chiesto agli individui di descrivere il viaggio più recente effettuato nel corridoio di interesse. Al termine di questa indagine si è poi chiesto la disponibilità ad essere nuovamente contattati per una seconda fase di indagine;
2. analisi dei dati scaturiti dall'indagine sulle preferenze rivelate, al fine di:
 - individuare i potenziali Park and Rider, ossia gli attuali utilizzatori dell'auto privata che avrebbero potuto utilizzare convenientemente la combinazione auto e metro all'interno dei loro tour giornalieri ;
 - individuare, tra i rispondenti, coloro che, pur avendo dato la loro disponibilità a partecipare, non possono partecipare all'indagine sulle preferenze dichiarate a causa di differenti motivi per i quali non risulta possibile l'uso del P&R;
 - controllare ed eventualmente correggere le informazioni rivelate;
 - definire il disegno sperimentale dell'indagine sulle preferenze dichiarate;
3. invito alla compilazione dell'indagine SP e del questionario TPB del campione individuato dei potenziali PP&R.



2.5.1. Indagine sulle Preferenze Rivelate (RP)

Nella prima fase dell'indagine Abitudini di viaggio 2013 (AV 2013), è stato messo a punto un questionario sulle preferenze rivelate che consentisse di conoscere nel dettaglio le abitudini di viaggio degli attuali auto guidatori che, dall'area conurbata, si spostano, per un certo motivo e con una certa frequenza, verso il centro di Cagliari in una delle aree nelle quali si trova una fermata della Metrocagliari.

Grazie ai dati raccolti con il medesimo questionario, è stato possibile, individuati i PP&R da invitare alla fase successiva e definire, per ciascuno di essi, un'indagine SP personalizzata sulla base degli spostamenti rivelati.

2.5.1.1. Reclutamento

Una delle fasi più delicate dell'indagine è stata il reclutamento in quanto, oltre alla difficoltà comune a tutte le indagini di ottenere un elevato numero di compilazioni, in questo caso risultava ancor più importante ottenere grandi numeri sia perché 1) il campione da invitare alla fase successiva sarebbe stato ridotto ai soli rispondenti aventi requisiti tali da rientrare nel target di interesse (PP&R), sia perché 2) non tutti gli utenti rientranti nel target avrebbero poi risposto al secondo questionario SP.

Si è cercato quindi di diffondere quanto più possibile il questionario RP, in particolare la campagna di promozione è stata condotta attraverso le seguenti azioni:

1. Inserimento del link al questionario:
 - sul sito dei Comuni dell'area conurbata (Dolianova, Monserrato, Quartu S. Elena, Selargius, Sestu, Settimo San Pietro e Sinnai) che hanno collaborato all'iniziativa;
 - sul sito del programma <http://www.metrostyles.it/>.
2. Invio per posta di una lettera di invito alla compilazione alle famiglie residenti presso alcuni Comuni dell'area conurbata (in allegato 3):
 - Sestu (160 lettere imbucate);
 - Selargius (70 lettere imbucate);
 - Settimo San Pietro (70 lettere imbucate).
3. Articoli pubblicati su quotidiani locali.
4. Presentazione del progetto in occasione di eventi organizzati a Cagliari sulla mobilità sostenibile.
5. Diffusione sui social network (Facebook).

□

Il questionario RP è stato articolato in 5 sezioni (il questionario è riportato nell'allegato 4):

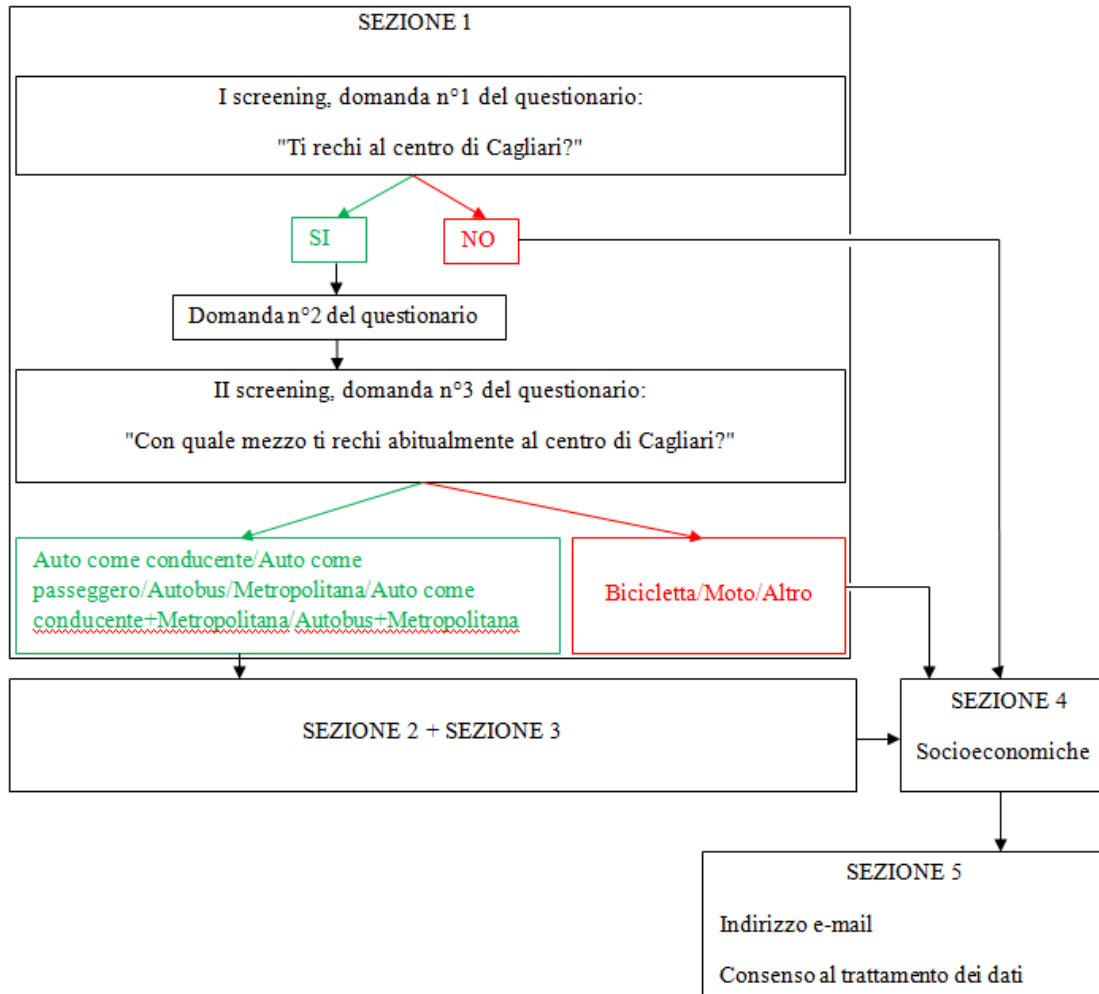


Figura 5

1. nella prima sezione sono state poste tre domande per capire se l'utente si recasse nelle zone di Cagliari servite dalla metropolitana leggera di Cagliari, se avesse mai utilizzato il P&R e con quale mezzo effettuasse lo spostamento; due di queste domande sono state utilizzate come screening ed in particolare se l'utente rivelava di non recarsi "Mai" in una delle zone di Cagliari elencate o qualora si recasse in tali zone, ma utilizzando "Bici, moto o altro modo", veniva rimandato direttamente alla compilazione della sezione 4;
2. una seconda sezione nella quale si chiedeva di descrivere l'ultimo spostamento effettuato per raggiungere una delle suddette zone:
 - frequenza dello spostamento;
 - caratteristiche dello spostamento: ora di inizio/fine, tempo di viaggio a bordo del veicolo, tempi di camminata verso e dal parcheggio dell'auto, tempo di ricerca parcheggio, tipologia e costo del parcheggio;
 - alternative modali non disponibili per effettuare lo spostamento;
 - numero di soste effettuate durante lo spostamento, il motivo, se si tratta di soste abituali e/o obbligatorie, se realizzabili anche con un mezzo differente dall'auto privata;

- caratteristiche delle attività svolte presso l'origine e la destinazione dello spostamento;
 - persona ha preso le decisioni di come realizzare lo spostamento;
3. una terza sezione nella quale si chiedevano informazioni sull'auto posseduta (modello, tipologia (benzina, diesel, gas, ibrida, elettrica), anno di immatricolazione, quota assicurazione annuale) per poter calcolare i costi chilometrici;
 4. una quarta sezione nella quale si chiedevano le informazioni socioeconomiche individuali e sulla famiglia (età, titolo di studio, professione, reddito, *etc.*);
 5. infine la quinta sezione nella quale si chiedeva all'utente il suo indirizzo e-mail al quale inviare il successivo questionario SP e il consenso al trattamento dei dati personali.

2.5.1.2. Analisi statistiche

Tra Luglio 2013 e Luglio 2014, 1.236 persone si sono collegate alla pagina web di Wufoo del questionario RP, ma solo 486 hanno completato il questionario. Purtroppo non è stato possibile contattare nuovamente coloro che hanno risposto in modo incompleto perché l'indirizzo e-mail al quale poterli ricontattare veniva chiesto solo al termine del questionario.

Il riepilogo dei risultati ottenuti sono mostrati nella seguente tabella:

	N.	%
Persone che si sono collegate alla pagina web	1.236	-
Persone nel target (superano le due domande di screening)	1.053	85,19
Questionari RP completi	486	46,15
Auto guidatori	306	62,96
Non effettuano spostamenti compatibili con il P&R	109	35,62
Individui invitati alla compilazione dell'SP	197	64,37
Rispondenti al questionario SP	63	31,98

Tabella 11

Dei 1.236 ingressi 32 utenti (2,59%) non hanno superato la prima domanda di screening e sono stati mandati direttamente alla sezione 4 sulle caratteristiche socioeconomiche, 105 su 1.204 (8,72%) hanno abbandonato il questionario dopo la prima domanda, tutti i 1.099 hanno risposto alla II domanda di screening ma in 46 sono stati rimandati alla sezione 4, pertanto gli utenti invitati a compilare il questionario completo sono stati 1.053, ma solo 486 (46,15%) lo compilano in modo completo.

2.5.1.2.1. Analisi questionari individui fuori target

Delle 1.236 entries 1.053 sono quelle che hanno superato le due domande di screening del questionario, 183 sono gli individui che non rientravano nel target. Di questi, il 57,38%, pari a 105 rispondenti, ha abbandonato la compilazione del questionario dopo la prima domanda e quindi non ha risposto nemmeno alla II domanda di screening, mentre il 42,62%, corrispondente a 78 individui, non ha superato una delle due domande di screening. In particolare, il 41,03% (32 individui) di questi 78, non ha superato la prima domanda di screening quindi ha rivelato di non recarsi Mai al centro di Cagliari, mentre il 58,97% (46 individui) non ha superato la seconda domanda di screening e quindi ha rivelato di utilizzare Bici o Moto o altro modo per recarsi al centro di Cagliari.

	N.	%
Persone che non rientrano nel target	183	-
Non rispondono alla seconda domanda del questionario	105	57,38
Individui che non superano le due domande di screening	78	42,62
Non passano lo screening 1	32	41,03
Completi	11	34,38
Non passano lo screening 2	46	58,97
Completi	30	65,22

Tabella 12

I questionari completi, dei quali quindi è possibile riportare un'analisi delle caratteristiche socioeconomiche, sono 41, 11 relativi a chi non si reca mai al centro di Cagliari e 30 relativi a coloro i quali utilizzano uno bici/moto/altro per effettuare lo spostamento.

Tale campione è costituito in prevalenza da maschi, per il 60,98%, ha un'età media di 35,56 anni con una distribuzione che si concentra maggiormente, per il 36,59%, nella fascia di età più giovane tra i 18 e i 30 anni. La maggior parte del campione (43,90%) è diplomato e per il 36,59% ha un impiego come lavoratore autonomo. Il 92,68% ha rivelato di possedere la patente di guida e inoltre l'89,47% ha anche un'auto a disposizione per i propri spostamenti nonostante poi si sposti abitualmente utilizzando altre modalità. Solo il 31,71% ha figli, si registra un numero medio di componenti a famiglia pari a 3,46, mentre un numero medio di auto a famiglia pari a 1,83. Tutti i rispondenti acconsentono al trattamento dei dati personali.



		N.	%
Genere	Femmina	16	39,02
	Maschio	25	60,98
Età	< 18	0	0,00
	18-30	15	36,59
	31-40	12	29,27
	41-60	12	29,27
	61-80	2	4,88
Livello di istruzione	Elementari-Medie	8	19,51
	Diploma di scuola media superiore	18	43,90
	Laurea di I o II livello	14	34,15
	Post Lauream	1	2,44
	Specializzazione Professionale	0	0,00
Professione	Lavoratore dipendente	15	36,59
	Lavoratore autonomo	5	12,20
	Studente	12	29,27
	Non lavoratore (Disoccupato/Casalinga/Pensionato)	7	17,07
	Altro	2	4,88
Possesso di patente di guida	Si	38	92,68
	No	3	7,32
Altre informazioni	Con figli	13	31,71
	N. medio componenti a famiglia	3,46	-
	N. medio auto a famiglia	1,83	-
Acconsente al trattamento dei dati	Si	41	100,00
	No	0	0,00

Tabella 13

2.5.1.2.2. Analisi questionari incompleti

I questionari incompleti sono in totale 673, in quest'analisi non sono stati considerati i questionari incompleti di coloro che non hanno superato le due domande di screening perché sono stati analizzati separatamente nel paragrafo precedente.

Di questi 673, il 75,19% (506 individui) hanno rivelato di recarsi spesso al centro di Cagliari mentre solo il 24,81% raramente; 105 individui dopo aver risposto alla prima domanda, come visto nel paragrafo precedente, hanno abbandonato il questionario.

Dei rimanenti 568 individui (84,40% degli incompleti totali), tutti hanno risposto alla terza domanda del questionario e in particolare hanno rivelato che per recarsi al centro di Cagliari utilizzano: per il 58,63%, corrispondente a ben 333 individui, l'auto come conducente, mentre il restante 41,37%, corrispondente a 235, si distribuisce abbastanza uniformemente tra le altre alternative modali, con una leggera maggioranza di scelta per l'autobus (10,39%) e una leggera minoranza per l'autobus+metropolitana (5,46%).

	Rispondenti tot		Spesso		Raramente	
	N.	%	N.	%	N.	%
1- Ti rechi al centro di Cagliari?	673	-	506	75,19	167	24,81
3- Con quale mezzo ti rechi abitualmente?	568	84,40				
Auto come conducente + Metropolitana (P&R)	51	8,98	39	76,47	12	23,53
Auto, come conducente	333	58,63	242	72,67	91	27,33
Auto, come passeggero	49	8,63	30	61,22	19	38,78
Autobus	59	10,39	41	69,49	18	30,51
Autobus + Metropolitana	31	5,46	26	83,87	5	16,13
Metropolitana	45	7,92	36	80,00	9	20,00

Tabella 14

Dei 568 questionari incompleti si conoscono le caratteristiche socio economiche solo di 51 individui (8,98%) che hanno compilato il questionario sino alla fine, tralasciando esclusivamente l'indirizzo email. In particolare, al contrario di quanto si verifica nel campione dei rispondenti non rientranti nel target, il campione in esame è costituito prevalentemente da donne (64,71%), ha un'età media di 40,41 anni (infatti il 49,02% ha rivelato di avere un'età compresa tra i 41 e i 60 anni) e un livello di istruzione medio-alto (infatti l'86,28% ha un titolo di studio maggiore o al minimo uguale al diploma di scuola media superiore). La maggior parte del campione è occupato, si registra infatti solo il 15,69% di non lavoratori, ed in particolare si tratta di lavoratori dipendenti (62,75%). Oltre il 90% possiede la patente di guida. Per quanto riguarda le caratteristiche della famiglia, il 47,96% ha figli, il numero medio di componenti a famiglia è pari a 3,14 mentre il numero medio di auto a famiglia è pari a 1,94.

		N.	%
Genere	Femmina	33	64,71
	Maschio	18	35,29
Età	18-30	13	25,49
	31-40	12	23,53
	41-60	25	49,02
	61-80	1	1,96
Livello di istruzione	Elementari-Medie	6	11,76
	Diploma di scuola media superiore	23	45,1
	Laurea di I o II livello	14	27,45
	Post Lauream	7	13,73
	Specializzazione Professionale	1	1,96
Professione	Lavoratore dipendente	32	62,75
	Lavoratore autonomo	4	7,84
	Studente	7	13,72
	Non lavoratore (Disoccupato/Casalinga/Pensionato)	8	15,69
Possesso di patente di guida	Si	46	90,2
	No	5	9,80
Altre informazioni	Con figli	24	47,06
	N. medio componenti a famiglia	3,14	-
	N. medio auto a famiglia	1,94	-

Tabella 15

2.5.1.2.3. Analisi questionari completi

Dei 486 questionari completi pervenuti, la maggior parte, per il 62,96%, sono individui che si recano al centro di Cagliari utilizzando l'auto privata in modalità auto conducente; la modalità P&R viene utilizzata solo nel 4,12% dei casi (20 individui) e il 90% di questi ha rivelato di recarsi spesso al centro.

	Rispondenti tot		Spesso		Raramente	
	N.	%	N.	%	N.	%
1- Ti rechi al centro di Cagliari?	486	-	405	83,33	81	16,67
3- Con quale mezzo ti rechi abitualmente?						
Auto come conducente + Metropolitana	20	4,12	18	90,00	2	10,00
Auto, come conducente	306	62,96	249	81,37	57	18,63
Auto, come passeggero	24	4,94	19	79,17	5	20,83
Autobus	55	11,32	44	80,00	11	20,00
Autobus + Metropolitana	34	7,00	32	94,12	2	5,88
Metropolitana	47	9,67	43	91,49	4	8,51

Tabella 16

Per quanto riguarda le caratteristiche socioeconomiche del campione, rispetto agli altri sottocampioni appena analizzati, si ha una ripartizione abbastanza uniforme per genere, con una leggera prevalenza di femmine (52,67%). Si ha una piccola percentuale di utenti minorenni (1,65%) che saranno poi esclusi dalle analisi, mentre la distribuzione nelle altre fasce di età non è uniforme ma si ha una maggioranza di appartenenti alla classe 41-60 anni (40,33%) pari circa al doppio delle presenze che si registrano nella fascia 18-30.

Così come per gli altri sottocampioni, la maggior parte del campione ha un titolo di diploma di scuola media superiore (48,97%) o un titolo di laurea (32,30%); oltre la metà (52,47%) ha un impiego come lavoratore dipendente ma in questo caso si ha anche una maggiore presenza di Non lavoratori pari a 89 individui (18,31%). Solo 37 utenti (7,61) non hanno la patente di guida.

Per quanto riguarda le caratteristiche della famiglia, quasi il 50% ha figli, si registra un numero medio di componenti a famiglia pari a 3,1 e un numero medio di auto a famiglia pari a 1,98.

Solo 6 utenti su 486 non hanno acconsentito al trattamento dei dati personali quindi, nonostante i dati siano stati utilizzati in forma anonima per le presenti analisi statistiche, non potranno essere ricontattati per le successive fasi dell'indagine.



		N.	%
Genere	Femmina	256	52,67
	Maschio	230	47,33
Età	< 18	8	1,65
	18-30	100	20,58
	31-40	164	33,74
	41-60	196	40,33
	61-80	18	3,70
Livello di istruzione	Elementari-Medie	39	8,02
	Diploma di scuola media superiore	238	48,97
	Laurea di I o II livello	157	32,30
	Post Lauream	40	8,23
	Specializzazione Professionale	12	2,47
Professione	Lavoratore dipendente	255	52,47
	Lavoratore autonomo	54	11,11
	Studente	73	15,02
	Non lavoratore (Disoccupato/Casalinga/Pensionato)	89	18,31
	Altro	15	3,09
Possesso di patente di guida	Si	449	92,39
	No	37	7,61
Altre informazioni	Con figli	240	49,38
	N. medio componenti a famiglia	3,1	-
	N. medio auto a famiglia	1,98	-
Acconsente al trattamento dei dati	Si	480	98,77
	No	6	1,23

Tabella 17

2.5.1.3. Individuazione del target

Dal sottocampione dei questionari completi, eliminati coloro che non hanno acconsentito al trattamento dei dati personali (3 individui) e un utente che ha compilato due volte, sono stati analizzati in modo dettagliato tutti coloro che hanno rivelato di recarsi al centro di Cagliari utilizzando la modalità Auto come conducente (302 individui), con il fine di individuare i PP&R che potessero quindi essere contattati nuovamente e invitati alla compilazione dell'SP.

Innanzitutto è stata condotta un'analisi sulle compilazioni attraverso le seguenti fasi:

1. simulazione dello spostamento rivelato con Google Maps tra la coppia Origine/Destinazione (O/D) rivelati nel questionario;
2. controllo dei dati rivelati con quelli simulati;
3. correzione dati qualora, anche in funzione dell'esperienza dell'analizzatore, risultassero inverosimili.

Definito quindi il database corretto da eventuali errori di compilazione, si è passati alla fase di simulazione per ciascun utente della modalità P&R; la simulazione è stata fatta con il supporto di Google Maps con il quale sono stati calcolati tutti i tempi in auto tra l'origine di ciascuno spostamento e il parcheggio di scambio della metro più vicino.

Per la brevità della linea di Metrocagliari, affinché l'utilizzo del P&R comporti dei benefici per gli utenti, gli spostamenti in auto che possono essere integrati con la metro devono rispettare dei requisiti abbastanza restrittivi, infatti inizialmente erano stati esclusi dal campione dei PP&R tutti gli utenti per i quali si verificavano le seguenti condizioni:

1. origine non compatibile con l'utilizzo del P&R in direzione centro di Cagliari; in particolare si è deciso di eliminare tutti i casi per i quali l'Origine dello spostamento si trovassero site in aree dalle quali la modalità P&R sarebbe potuta essere utilizzata solo per spostamenti verso la direzione Monserrato, opposta quindi alla direzione di interesse (centro di Cagliari);
2. origine dello spostamento entro il raggio di 700 dalla più vicina fermata della metro in quanto raggiungibile a piedi (in questo studio, per coerenza con gli altri dati utilizzati, si è deciso di non considerare la modalità piedi più metro ma solo auto più metro);
3. destinazione non raggiungibile a piedi in massimo 10 minuti di camminata, perché più distanti di un chilometro dalla fermata esistenti di discesa della metro (anche se la destinazione finale potrebbe essere raggiunta in autobus per esempio, si è deciso non fosse un'alternativa conveniente in quanto i tempi di viaggio sarebbero stati decisamente superiori a quelli in auto e inoltre si sarebbe dovuto considerare un altro trasbordo che in genere rappresenta sempre un disincentivo);
4. tempo di viaggio totale in modalità P&R superiore a quello impiegato in auto;
5. soste abituali effettuate durante lo spostamento, obbligatorie e non realizzabili se non in auto come conducente (per esempio accompagnare/riprendere i figli da scuola);
6. dati non correggibili (origine e/o destinazioni inesistenti);
7. indirizzo e-mail inesistente.

Sono state analizzate anche le destinazioni raggiunte dopo lo spostamento descritto, ma poiché non è stato chiesto nel questionario se fosse una destinazione abituale, nell'ipotesi che si potesse trattare di una casualità, sono stati presi in considerazione anche tutti gli utenti che si recavano, dopo aver lasciato il centro di Cagliari, in una zona teoricamente non raggiungibile in metro.

In tal modo, dal campione dei 302 auto guidatori sarebbero stati eliminati 142 utenti. Per aumentare il campione di PP&R si è deciso, considerando la possibilità di definire alcuni ipotetici, seppur realistici, scenari con il disegno SP, prendere in esame anche gli utenti esclusi per i punti 1 e 3.

In tal modo si è riusciti a ridurre a 105 il numero di esclusi, quindi il campione finale di PP&R, utilizzati per la costruzione dell'SP sulla base dei dati da loro rivelati, consta di 197 individui.

2.5.1.3.1. Caratteristiche socio economiche PP&R

Il sottocampione dei PP&R risulta essere più uniformemente ripartito per genere rispetto a quello dei non PP&R, infatti il numero delle femmine è maggiore solo di una unità rispetto a quello dei maschi. Per quanto riguarda l'età, si ha una concentrazione maggiore pari al 49,75% nella categoria tra i 41-60 anni, seguita poi a scalare da 31-40 anni con il 31,98%, 18-30 anni con il 14,72% e infine 61-80 anni con solo il 3,55%.

Per il 48,73% (96 individui) i PP&R sono diplomati ma si ha anche una quota rilevante (35,53%) di laureati; solo il 15,23% risulta non avere un impiego, mentre tra i lavoratori la maggioranza (59,39%) sono lavoratori dipendenti infatti le fasce di reddito individuale nelle quali si riconoscono sono quelle tra i 1.000 € e i 1.750 € assimilabili agli stipendi medi di un lavoratore dipendente appunto.

Per quanto riguarda le caratteristiche della famiglia, quasi il 60% ha dichiarato di avere figli anche se si registra un numero medio di componenti a famiglia abbastanza basso (2,98) probabilmente legato al fatto che si ha anche un numero elevato (62 casi) di nuclei familiari composti da 1 o 2 persone che abbassano la media; infine un numero medio di auto a famiglia pari a 2,1.

Come si può immediatamente notare, fatta eccezione per alcune piccole differenze, i due sottocampioni sono molto simili tra loro per caratteristiche socioeconomiche e rispecchiano fedelmente l'intera popolazione di tutti i rispondenti che si dichiarano auto guidatori.

La tabella seguente riporta una sintesi delle caratteristiche socioeconomiche di tutti i 302 auto guidatori con quelle dei due sottocampioni dei No PP&R (105 individui) e dei PP&R (197):



		Tutti (302)		No PP&R (105)		PP&R (197)	
		N.	%	N.	%	N.	%
Genere	Femmina	143	47,35	44	41,90	99	50,25
	Maschio	159	52,65	61	58,10	98	49,75
Età	18-30	46	15,23	17	16,19	29	14,72
	31-40	98	32,45	35	33,33	63	31,98
	41-60	146	48,34	48	45,71	98	49,75
	61-80	12	3,97	5	4,76	7	3,55
Livello di istruzione	Elementari-Medie	13	4,30	6	5,71	7	3,55
	Diploma di scuola media superiore	142	47,02	46	43,81	96	48,73
	Laurea di I o II livello	110	36,42	40	38,10	70	35,53
	Post Lauream	32	10,60	11	10,48	21	10,66
	Specializzazione Professionale	5	1,66	2	1,90	3	1,52
Professione	Lavoratore dipendente	183	60,60	66	62,86	117	59,39
	Lavoratore autonomo	42	13,91	12	11,43	30	15,23
	Studente	24	7,95	11	10,48	13	6,60
	Non lavoratore (Disoccupato/Casalinga/Pensionato)	43	14,24	13	12,38	30	15,23
	Altro	10	3,31	3	2,86	7	3,55
Altre informazioni	Con figli	172	56,95	54	51,43	118	59,90
	N. medio componenti a famiglia	3,14	-	3,43	-	2,98	-
	N. medio auto a famiglia	2,09	-	2,16	-	2,1	-
Reddito	meno di 250 €	7	2,32	3	2,86	4	2,03
	250 - 500 €	6	1,99	2	1,90	4	2,03
	500 - 750 €	13	4,30	4	3,81	9	4,57
	750 - 1.000 €	25	8,28	11	10,48	14	7,11
	1.000- 1.250 €	49	16,23	19	18,10	30	15,23
	1.250 - 1.500 €	60	19,87	22	20,95	38	19,29
	1.500 - 1.750 €	32	10,60	7	6,67	25	12,69
	1.750 - 2.000 €	23	7,62	9	8,57	14	7,11
	2.000 - 2.250 €	16	5,30	4	3,81	12	6,09
	2.250 - 2.500 €	5	1,66	3	2,86	2	1,02
	2.500 - 3.000 €	21	6,95	6	5,71	15	7,61
	3.000 - 3.500 €	2	0,66	1	0,95	1	0,51
	3.500 - 4.000 €	2	0,66	2	1,90	0	0,00
	Oltre i 4.000 €	13	4,30	1	0,95	12	6,09
	Non percepisco reddito	28	9,27	11	10,48	17	8,63

Tabella 18

2.5.1.3.2. Caratteristiche degli spostamenti effettuati dai PP&R

Per quanto riguarda gli spostamenti descritti dai 197 PP&R, la maggior parte hanno come origine (95,94%) e come destinazione (80,20%) il domicilio, mentre solo il 4,06% e il 19,80% hanno come origine e destinazione rispettivamente "Altri luoghi", ma comunque compatibili con l'utilizzo del P&R.

	Casa		Altri luoghi	
	N.	%	N.	%
Origine	189	95,94	8	4,06
Destinazione raggiunto nello spostamento di rientro	158	80,20	39	19,80

Tabella 19

Per quanto riguarda invece i tempi relativi allo spostamento, nel questionario si chiedeva di indicare nel dettaglio i tempi impiegati per ciascuna fase dello spostamento che presuppone quindi:

Tempi [min]	Media	Dev. St.
Tempi di camminata		
dall'Origine all'auto	3,71	7,59
dal Parcheggio alla destinazione finale	4,92	5,54
Tempo in auto	22,14	9,86
Tempo di ricerca parcheggio	5,3	5,34
Tempo soste	9,6	8,13

Tabella 20

1. un tempo di camminata dall'origine al parcheggio dell'auto in corrispondenza del quale si è riscontrato un valore medio abbastanza basso e pari a soli 3,71 minuti; tale valore è comunque in linea con il dato precedente, per la maggior parte degli spostamenti l'origine coincide con l'abitazione quindi è verosimile che il parcheggio dell'auto sia molto vicino o addirittura sia privato e quindi in prossimità dell'abitazione stessa;
2. un tempo di camminata dal parcheggio dell'auto sino alla destinazione finale, con un valore medio, più alto del precedente, ma comunque abbastanza contenuto e pari a 4,92 minuti.
3. un tempo a bordo dell'auto, escluso il tempo di ricerca parcheggio che è stato computato separatamente, con un valore medio pari a 22,14; considerando che la distanza media tra l'origine e la destinazione finale (è stata considerata la distanza sino alla destinazione e non sino al parcheggio dell'auto, perché mentre il luogo del parcheggio è nella maggior parte dei casi variabile (ad eccezione dei pochi casi in cui hanno dichiarato di avere un parcheggio privato), è più probabile rimanga invariata la destinazione finale quindi tale distanza è più attendibile, in un'ottica di definizione generale e non relativa ad un singolo spostamento, anche in previsione dei confronti tra l'uso dell'auto e del P&R) calcolata con Google Maps è pari a 13,56 chilometri, significa che il tragitto viene effettuato con una velocità media pari a soli 36,75 Km/h;
4. un tempo di ricerca parcheggio in media pari a 5,3 minuti;
5. e un tempo medio dedicato alle soste di 9,6 minuti.

Per quanto riguarda le soste la media del tempo dedicato è stata calcolata solo per gli utenti che hanno dichiarato ovviamente di effettuare almeno una sosta, in particolare si ha che solo il 6,6% del campione dei PP&R, pari a 13 individui, ha dichiarato di effettuare soste durante lo spostamento la destinazione finale:

Soste	N.	%
Nessuna	184	93,40
Una	9	4,57
Due	1	0,51
> 2 soste	3	1,52

Tabella 21

Tra coloro che hanno dichiarato di effettuare soste intermedie, 4 hanno definito la sosta come non obbligatoria, 9 invece obbligatoria ma in ogni caso realizzabile in tutti e 9 i casi con modalità differenti dall'auto privata.

Le attività svolte a destinazione, quindi il motivo dello spostamento, sono prevalentemente attività di Acquisti/Commissioni (41,62%) ma si registra un'elevata percentuale (34,52%) anche di attività di Lavoro/Studio seguite poi da Attività Discrezionali (18,27%), visite mediche (4,57%) e Altre attività (1,02%) non meglio specificate.

Motivo dello spostamento	N.	%
Lavoro/Studio	68	34,52
Acquisti/Commissioni	82	41,62
Visita medica	9	4,57
Attività discrezionale	36	18,27
Altro	2	1,02

Tabella 22

Poiché per il 79,70% del campione gli utenti hanno dichiarato di parcheggiare in parcheggi liberi, non a pagamento, la durata dell'attività in loco non è stata calcolata in funzione del costo del parcheggio (anche perché sarebbe stata approssimativa, in quanto in alcune fasce orarie il parcheggio è gratuito ovunque), ma come differenze tra l'ora di arrivo a destinazione e l'ora in cui hanno dichiarato di lasciare Cagliari per rientrare a casa o per raggiungere altri luoghi. Molti sono stati gli errori di digitazione nel format online del questionario sull'orario (HH:MM:SS am/pm), ma alcuni di immediata correzione perché abbastanza intuitivo che l'errore fosse dovuto ad una dimenticanza di spunta dell'anti/post meridiano, altri meno intuitivi in quanto gli utenti indicavano 00:00:00; in questi ultimi casi gli orari sono stati corretti in funzione dell'orario di arrivo e del motivo dello spostamento, in particolare in relazione all'orario medio dichiarato dagli altri utenti che si spostano per lo stesso motivo.

Dalla differenza quindi tra l'ora di arrivo a destinazione e l'ora di rientro, si è rilevato che solo nel 16,75% dei casi la durata è inferiore ad un'ora; mentre si ha una ripartizione bilanciata nelle altre categorie individuate con una prevalenza (29,44%) per le durate superiore alle 4 ore.

Durata attività d	N.	%
$d \leq 1h$	33	16,75
$1h < d \leq 2h$	51	25,89
$2h < d \leq 4h$	55	27,92
$d > 4h$	58	29,44

Tabella 23

2.5.1.3.3. Confronto status quo (auto) e alternativa P&R

La simulazione dell'alternativa P&R per gli spostamenti descritti da ciascun PP&R nel questionario RP "AV 2013", ha consentito di fare una prima valutazione sui benefici medi relativi ad un ipotetico cambio comportamentale di tutti i 197 individui.

Analizzando il singolo spostamento in andata per esempio, si avrebbe una riduzione media della distanza percorsa in auto su tutto il campione del 32,74% e del tempo in auto (escluso il tempo di ricerca parcheggio) del 42,16%.

Tali riduzioni, tenuto conto della frequenza annuale con la quale hanno dichiarato di effettuare lo spostamento descritto, possono essere rapportate all'anno:

(2.9)

$$\text{Riduzione annuale } D = (D_{\text{auto P\&R}} - D_{\text{auto}}) \cdot f \quad (2.10)$$

Dove:

$T_{\text{auto P\&R}}$ è il tempo trascorso in auto, per la modalità P&R, dall'origine al parcheggio di scambio simulato con Google Maps;

T_{auto} è il tempo trascorso, in auto per l'alternativa Auto, dall'origine alla destinazione finale calcolato con Google Maps (si è deciso di non considerare il tempo dichiarato dagli utenti, ma di considerare quello calcolato su Maps per coerenza con il tempo in auto simulato per l'alternativa P&R; perché in tal modo si hanno due tempi confrontabili in quanto determinati con lo stesso criterio di calcolo);

$D_{\text{auto P\&R}}$ è la distanza percorsa in auto, per la modalità P&R, dall'origine al parcheggio di scambio calcolata con Google Maps;

D_{auto} è la distanza percorsa in auto, per l'alternativa Auto, dall'origine alla destinazione finale calcolata con Google Maps;

f è la frequenza annuale dello spostamento dichiarata (ciascun utente aveva la possibilità di indicare se lo spostamento descritto venisse realizzato *Raramente* o *Spesso* e doveva indicare il numero di volte all'anno e al mese rispettivamente; per coloro che hanno dichiarato il numero di volte a mese, tale frequenza mensile è stata *Riduzione annuale* $T = (T_{\text{auto P\&R}} - T_{\text{auto}}) \cdot f$ moltiplicata per 12 al fine di ottenere una frequenza annuale per tutto il campione).

In particolare si ottiene quindi una riduzione media annuale delle distanze percorse di 839 km e una riduzione media annuale del tempo a bordo dell'auto pari a 1.763,37 minuti corrispondenti a circa 29 ore. Considerando poi anche lo spostamento di rientro, tali numeri andrebbero moltiplicati per due per un totale di risparmio di tempo medio annuale di 58 ore senza considerare i tempi connessi alla ricerca del parcheggio, che andrebbero computati solo per l'alternativa Auto (perché i parcheggi di scambio sono generalmente disponibili) e che quindi aumenterebbero il beneficio di utilizzare il P&R.

		P&R	Auto	Variazione P&R - Auto	
				Assoluta	%
Singolo spostamento	Distanza media percorsa in auto [km]	9,12	13,56	- 4,44	- 32,74
	Tempo medio in auto [min]	12,81	22,14	- 9,33	- 42,14
Spostamenti effettuati in un anno	Frequenza media dello spostamento [N./anno]	189	189	-	-
	Distanza media percorsa in auto [km]	1.723,68	2.562,84	- 839,16	- 32,74
	Tempo medio in auto [min]	2.421,09	4.184,46	-1.763,37	- 42,14

Tabella 24

2.5.2. Indagine sulle preferenze Dichiarate (SP)

L'indagine sulle Preferenze Dichiarate (SP), come già anticipato, consente di ottenere informazioni sulle scelte di viaggio che farebbe l'individuo rispetto a degli scenari ipotetici (anche se realistici) costruiti dall'analista. Ogni scenario si differenzia per il valore degli attributi che lo caratterizzano e tali tecniche di indagine consentono di ottenere stime accurate di alcuni attributi di particolare interesse.

La struttura dell'indagine può variare considerevolmente in funzione degli obiettivi e del contesto, ma sostanzialmente si basa su tre elementi fondamentali: i) definizione delle alternative e degli attributi, ii) individuazione della tecnica attraverso la quale far esprimere le proprie preferenze all'individuo, iii) costruzione del disegno sperimentale.

L'esperimento, testato nel presente lavoro, consiste in una scelta binaria tra lo status quo (l'auto) e il P&R. Entrambe le alternative sono esistenti e all'indagine sono stati invitati solo gli utenti PP&R per i quali risultano essere disponibili entrambe le alternative modali.

Gli attributi ritenuti di maggior interesse e che si è deciso di includere nell'indagine SP sono:

1. tempi di camminata: dal parcheggio dell'auto presso il parcheggio di scambio alla fermata di salita della metro per il P&R, e dal parcheggio dell'auto alla destinazione finale per l'auto
2. tempo di viaggio in metro e in auto rispettivamente
3. tempo di ricerca parcheggio
4. tempo di attesa della metro
5. costo di viaggio: costi operativi e costo del parcheggio dell'auto più costo del titolo di viaggio per l'alternativa P&R, e costi operativi e costo del parcheggio per l'alternativa auto
6. trasbordo

Nonostante tutte le suddette variabili siano ritenute importanti per lo studio in esame, per una semplificazione del disegno sperimentale, si è deciso di non inserirle tutte nel disegno. In particolare non sono state inserite nel disegno le seguenti variabili:

- tempi di camminata:
 - per l'alternativa P&R, poiché la distanza tra un punto baricentrico di ciascun

parcheggio di scambio e la relativa fermata di salita della metro è abbastanza simile per tutti e sette gli stalli, si è deciso di assumere un tempo di camminata medio pari a 3 minuti per percorrere tale distanza;

- per l'alternativa auto, per la poca variabilità riscontrata attraverso l'indagine RP, si è deciso di assumere tempi di camminata identici a quelli descritti dagli utenti stessi;
- trasbordo: nel campione dei PP&R selezionato, nessun utente deve effettuare trasbordi ad eccezione di quello previsto dal P&R dall'auto alla metro, pertanto tale variabile non è stata inclusa nel disegno, ma è stato spiegato agli utenti che l'utilizzo del P&R implica un trasbordo.

Tali variabili, seppur escluse dal disegno, sono comunque state incluse nell'indagine e rese note agli utenti attraverso una lettera introduttiva, riportata in allegato 5, inviata via e-mail contestualmente all'invito alla partecipazione all'indagine SP. Nella medesima lettera sono state descritte le caratteristiche del sistema di offerta; infatti, nonostante entrambe le alternative modali siano esistenti, si è deciso di apportare alcune modifiche all'offerta e costruire uno scenario ipotetico che prevede:

- ampliamento della linea Metrocagliari che consentirà a tutti gli utenti di raggiungere, dalla fermata di discesa della metro, la destinazione finale dello spostamento in pochi minuti a piedi;
- estensione dell'orario di esercizio della Metrocagliari che sarà quindi disponibile a qualsiasi ora del giorno e della notte;
- conversione di tutti i parcheggi gratuiti in parcheggi a pagamento in tutte le zone in prossimità delle quali si trovano le fermate della Metro e nelle aree adiacenti ad esse;
- aumento dei costi orari di parcheggio rispetto a quelli attuali.

Poiché l'indagine SP è stata definita, come detto più volte, sulla base di un viaggio realmente fatto dagli utenti e da loro stessi descritto, nel testo della e-mail di invito alla compilazione dell'indagine SP, è stata anche riportata una breve sintesi di alcune importanti caratteristiche del medesimo spostamento.

Poiché uno degli obiettivi del progetto di ricerca ha riguardato la valutazione di alcuni attributi di un programma di cambiamento volontario nei disegni ipotetici dell'indagine SP sono stati introdotti questo tipo di attributi informativi. In particolare le misure informative sono state implementate nell'indagine SP, introducendo nel disegno, oltre agli attributi dell'offerta descritti, due attributi di informazione: i benefici in termini di miglioramento della qualità ambientale (riduzione emissioni di CO₂) e in termini di riduzione dello stress da traffico relativi all'alternativa P&R.

□
Per quanto riguarda l'identificazione delle preferenze, come anticipato si tratta di una scelta binaria, perciò ogni situazione proposta richiede all'utente di effettuare una scelta tra il mezzo attualmente utilizzato per lo spostamento e l'alternativa P&R. Tale esperimento di

scelta ha il vantaggio, rispetto alle altre tecniche di identificazione delle preferenze, di consentire la stima di modelli di scelta discreta con qualsiasi struttura (MNL, HL e Probit) (Ortùzar, 1996).

2.5.2.1. Attributi di informazione

La scelta di fornire come informazione i benefici relativi all'uso del P&R riguardo la riduzione di emissioni di CO₂ e riguardo lo Stress da traffico veicolare è scaturita sia dai risultati delle indagini sin qui condotte, che ne hanno evidenziato l'esistenza, sia in relazione ad aspetti generali.

In riferimento al primo aspetto i risultati ottenuti con le indagini sinora svolte hanno consentito di evidenziare che stress e ambiente sono due leve che possono risultare importanti nella scelta di mettere in atto un cambio comportamentale a vantaggio dell'uso di modalità più sostenibili dell'auto privata.

In riferimento al secondo più generale:

i) la qualità ambientale, viste le esternalità negative sull'ambiente causate proprio dall'uso dell'auto privata, si ritiene sia uno degli aspetti attualmente più rilevanti in ambito trasportistico; inoltre è immediatamente comprensibile per gli utenti in considerazione della frequenza con la quale questo tema viene trattato anche su quotidiani e tv locali. Molti studi hanno dimostrato che gli individui sono sensibili all'ambiente, ma che tuttavia, poiché la maggior parte delle persone molto spesso non pensano o non sono consapevoli di poter contribuire attivamente a migliorare l'ambiente modificando il loro singolo comportamento di viaggio, è importante che siano invece informati sugli effetti negativi prodotti anche dal loro singolo spostamento.

ii) lo stress ha effetti negativi non trascurabili sulla società moderna, alti livelli di congestione del traffico possono portare a stress elevato fisiologico e ad effetti negativi;

L'uso di attributi di informazione nell'SP merita qualche maggiore considerazione. Come già sottolineato, l'implementazione di misure informative non è comune nelle indagini SP. Una delle principali difficoltà che si riscontrano in questo tipo di studi sono legate alla modalità di presentazione delle informazioni agli utenti, affinché possano essere efficaci e chiaramente comprese. È ben noto infatti che, non solo il contenuto informativo, può essere influente, ma gli individui possono anche essere influenzati dal modo attraverso il quale ricevono tali informazioni (Avineri e Waygood, 2013).

Pertanto una parte del presente lavoro si è concentrata proprio su tale aspetto: testare la modalità più corretta attraverso la quale mostrare agli utenti le due misure informative nell'indagine per essere in grado, qualora non risultino efficaci nella scelta del modo, di escludere che la motivazione possa essere dovuta ad un'inadeguata presentazione delle stesse. □

2.5.2.1.1 Modalità di somministrazione delle informazioni

Per quanto riguarda la modalità di somministrazione delle due informazioni e definire quella più adatta, si è deciso di effettuare un apposito test pilota su un campione di 20 individui (riportato in allegato 6); in particolare per la costruzione del test sono stati affrontati i seguenti aspetti:

- 1) utilizzare solo immagini, solo testo o entrambi;

La letteratura suggerisce che l'uso di immagini aiuta a comprendere meglio le informazioni trasmesse. Studi psicologici (Boulding, 1956; Martineau, 1958) hanno dimostrato che il comportamento umano dipende dalle immagini, piuttosto che dalla realtà oggettiva. La "teoria delle immagini" suggerisce infatti che l'utilizzo di immagini al posto delle parole permette di cogliere meglio la rappresentazione psicologica distorta della realtà oggettiva e persiste nella mente dell'individuo (Myers, 1968). Tuttavia vi è anche il rischio che le immagini possano palesare più informazioni di quante se ne vogliano trasmettere, e possano quindi deviare l'attenzione dei rispondenti su dettagli ininfluenti e differenti da quelli che invece vogliono essere comunicati. Ci sono diversi esempi di SP con immagini (Wardman *et al.*, 1997; Tilahun *et al.* 2007; Brazil e Caulfield, 2013; Kamargianni e Polydoropoulou, 2013), ma nessuno si colloca nel contesto di programmi volontari del cambiamento del comportamento di viaggio.

Nonostante la letteratura sia abbastanza chiara su quale sia la modalità più adatta, si è ritenuto opportuno creare diverse soluzioni da presentare nel test pilota che prevedessero la presentazione dell'informazione solo attraverso l'uso di immagini, solo attraverso testo o mediante l'utilizzo di entrambi per far valutare agli individui la soluzione migliore.

- 2) il tipo di contenuto da includere nel testo. Per entrambe le tipologie di informazioni, si è approfondito se fornire le informazioni in termini di percentuale o di riduzione assoluta.

Come hanno dimostrato molti studi, le persone non conoscono quale sia la quantità di CO₂ emessa dalla propria auto durante i loro viaggi e questo è ancora più vero per lo stress. Quindi presentare un valore assoluto di riduzione sicuramente risulta più difficile da capire rispetto ad un valore percentuale. Il problema poi è quello di decidere come calcolare tale valore. Per esempio, per la riduzione di CO₂, si sarebbe potuto presentare il valore di riduzione percentuale medio calcolato solo in funzione della riduzione delle distanze percorse in auto nel caso del P&R, oppure si sarebbe potuto includere nel calcolo anche la riduzione di emissioni connessa con l'eliminazione della ricerca di un posto auto. Allo stesso modo per lo stress potrebbero essere seguite entrambe le strade.

- 3) il tipo di immagini da utilizzare astratte o reali, vale a dire cartoni animati o persone reali.

Per quanto riguarda le immagini astratte in particolare si è pensato alle emoticon (o smile, in italiano "faccina"); si tratta di riproduzioni stilizzate di quelle principali

espressioni facciali umane che esprimono un'emozione (sorriso, broncio, *etc.*). Il nome nasce dall'accostamento delle parole "emotion" e "icon" e sta ad indicare proprio un'icona che esprime emozioni. Vengono utilizzate prevalentemente su Internet e negli SMS, per aggiungere componenti extra-verbali alla comunicazione scritta. Per la popolarità di tale tipologia di comunicazione tra giovani e meno giovani e per l'immediatezza con la quale consentono di trasmettere un messaggio o sentimento, si è pensato che potessero essere un'alternativa valida alle immagini reali (Figura 6, Casi A, E, F).

Per le immagini reali si è pensato di utilizzare nel test pilota, in contrapposizione alle immagini stile cartoon, persone con espressioni del corpo tipiche italiane; infatti, come è ben risaputo nel mondo, gli italiani in genere hanno una mimica molto forte ed espressiva che consente di percepire immediatamente lo stato o l'umore della persona (Figura 6, Casi G e H).

- 4) il tipo di contesto da includere nelle immagini: un contesto generale o specifico dell'area di studio.

Tra le immagini utilizzabili nell'ambito del contesto generale (Figura 6, Caso D) è stata testata anche l'immagine dell'albero, fiorito nel caso del P&R e secco nel caso dell'alternativa auto, così come utilizzato in UBIGreen (2009) (Figura 6, Caso B); mentre per il contesto specifico sono state testate delle foto della città di Cagliari (Figura 6, Caso C), in particolare di una strada molto nota con e senza traffico veicolare da associare rispettivamente al P&R e all'auto.



















	P&R	CAR	Case
Environmental quality			A
			B
			C
			D
Traffic stress			E
			F
			G
			H

Figura 6

L'obiettivo del test pilota non era semplicemente scegliere le immagini e/o il testo preferiti, ma capire le ragioni per le quali una soluzione era preferita alle altre.

In particolare per ogni soluzione presentata si chiedeva all'individuo di esprimere, con un punteggio da 1 a 5 (Scala Likert), quanto l'informazione risultasse chiara, utile, efficace e innovativa. Infine si chiedeva ai partecipanti di scegliere il migliore tra i casi presentati e di fornire suggerimenti e/o commenti. In particolare, in funzione degli aspetti discussi pocanzi, sono stati presentati agli utenti 8 differenti casi.

Dai commenti/suggerimenti degli individui invitati ad effettuare il test, è emerso che l'uso esclusivo di testo per fornire le informazioni non è efficace perché i rispondenti lo trovano difficile da acquisire (si devono concentrare per leggere il messaggio) per cui non gli prestano troppa attenzione ad esso. Mentre la combinazione di testo e immagine è stata definita quella che cattura maggiormente l'attenzione. Inoltre, in accordo con la letteratura, gli individui ritengono che il testo sia utile ai fini di dare un'interpretazione oggettiva dell'informazione fornita, perché l'immagine a volte può portare ad eterogeneità nell'interpretazione. Un altro aspetto sottolineato dagli utenti ha riguardato la tipologia di immagine e tutti si sono trovati d'accordo sul fatto che l'immagine realistica sia preferibile a quella astratta.

Il test ha mostrato che il caso migliore per 18 individui su 20 fosse il caso con immagini di tipo realistico relative al contesto specifico di Cagliari in combinazione con il testo.

In particolare per quanto riguarda l'informazione oggettiva da fornire, si è deciso che il valore percentuale di riduzione delle emissioni di CO₂ e dello stress da traffico connesse con il P&R fosse quello più adatto ad essere percepito perché riferito ad un proprio valore di riferimento. Sicuramente ogni persona ha difficoltà a quantificare il proprio livello di stress ma tuttavia ne percepisce l'impatto. Quindi un valore percentuale rispetto a quanto ogni individuo sente di essere stressato o meno appare il modo più idoneo a classificare il beneficio dall'utilizzo della metropolitana leggera. Comunque anche la definizione della percentuale è stata particolarmente difficile nel caso dello stress; infatti non è stata trovata in letteratura una metodologia univoca per la definizione di tale variabile in quanto non è direttamente misurabile ma è il risultato della combinazione di diversi fattori dei quali lo stress rappresenta la manifestazione. Pertanto per entrambe le variabili si è ritenuto verosimile e realistico, calcolare le percentuali in funzione della riduzione dell'uso dell'auto nell'alternativa P&R. Quindi, dai risultati emersi nell'indagine RP e grazie anche ai risultati di Casteddu Mobility Styles, è stato definito che la percentuale di riduzione delle emissioni sia pari al 45% (il 30% relativo alla riduzione media delle distanze percorse in auto più un 15% legato all'eliminazione della ricerca del parcheggio), mentre la riduzione dello stress pari al 30%.

2.5.2.2. Disegno Sperimentale

La costruzione del disegno sperimentale, scelto dall'analista, ha un ruolo fondamentale nella definizione di un'indagine SP. Concettualmente, un disegno sperimentale può essere visto come una matrice di valori che rappresenta i livelli degli attributi che verranno utilizzati nell'indagine, mentre le colonne e righe della matrice rappresentano le situazioni di scelta, attributi e alternative dell'esperimento.

Il disegno fattoriale completo è quello costituito da tutte le possibili situazioni di scelta e da tutti gli effetti possibili (effetti principali e di interazione). Tuttavia, per uno studio pratico il numero di situazioni di scelta in un disegno fattoriale completo è troppo grande. Di conseguenza, generalmente si fa affidamento ai cosiddetti piani fattoriali frazionati, ne esistono differenti tipologie ma il più noto è il disegno ortogonale (Louviere *et al.*, 2000) che mira a ridurre al minimo la correlazione tra i livelli degli attributi nelle situazioni di scelta. Più recentemente, alcuni ricercatori hanno suggerito un altro tipo di disegni fattoriali frazionati, i cosiddetti modelli efficienti (Rose e Bliemer, 2006; Rose *et al.*, 2008). Invece di limitarsi a guardare la correlazione tra i livelli degli attributi, il loro obiettivo è quello di trovare i disegni che sono statisticamente più efficienti possibili in termini di minimizzazione degli errori standard dei parametri stimati. In sostanza, questi disegni cercano di massimizzare le informazioni da ogni situazione di scelta. Tuttavia, i disegni ortogonali offrono dei vantaggi nel caso di customised design e per controllare ed eliminare i casi di alternative dominate/dominanti.

Nel presente studio pertanto si è deciso di utilizzare un disegno ortogonale, in particolare per le seguenti motivazioni:

1 - nonostante alcuni coefficienti fossero noti, ottenuti grazie ai modelli stimati utilizzando i dati sulle preferenze rivelate, non si è ritenuto essere buoni a priori;

2 - lo stress non è mai stato studiato prima, quindi non si disponeva di un coefficiente ad esso associato;

3 - poiché l'SP è stata costruita in modo personalizzato, si disponeva di un consistente numero di categorie che riduce i vantaggi dei disegni efficienti in favore di quelli ortogonali.

Il disegno ortogonale ha permesso di stimare l'effetto principale e le interazioni a due termini tra stress, tempo di parcheggio e tempo di viaggio e pertanto anche di tenere conto di effetti non additivi delle variabili nell'analisi. Il disegno finale prevedeva 27 casi di scelta, successivamente suddivisi casualmente in tre blocchi da 9 casi ciascuno, come sarà descritto nei paragrafi successivi.

2.5.2.2.1. Costruzione del Disegno

In funzione delle analisi RP, sulla base delle quali si è costruita l'SP, si è deciso di segmentare il campione in 20 differenti categorie di utenti e di costruire un disegno sperimentale per ognuna di esse. Inizialmente si è cercato di realizzare un unico disegno per evitare di segmentare il campione riducendone la dimensione, ma questo avrebbe implicato la definizione di disegni non realistici per tutto il campione perché alcune caratteristiche dello spostamento erano notevolmente differenti tra gli utenti.

Infatti, nonostante gli spostamenti effettuati dai 197 PP&R siano realizzati tutti lungo lo stesso corridoio, le origini e le destinazioni sono differenti e i viaggi vengono realizzati in differenti periodi della giornata quindi in condizioni di traffico differenti. Per tali ragioni la variabilità del tempo di viaggio è sostanziale nel campione esaminato e non trascurabile nella definizione dei valori degli attributi. Un'altra variabile fondamentale nella definizione dei valori degli attributi, è la durata dell'attività a destinazione dalla quale dipende il calcolo del costo del parcheggio. Infatti, poiché il 79,70% (vedi paragrafo 2.5.1.3.2) dei PP&R hanno dichiarato di parcheggiare in parcheggi gratuiti, ma poiché il disegno SP definisce uno scenario implicito che prevede che tutti i parcheggi siti nelle aree in prossimità delle quali si trovano le fermate della metro diventino a pagamento, tale variabile è stata utilizzata proprio per la definizione del costo del parcheggio.

Le 20 categorie di utenti sono risultate dalla combinazione del tempo di viaggio e della durata dell'attività:

Costo orario parcheggio	Durata attività	Tempo di viaggio [min]					Tot
		(0 ÷ 10)	(11 ÷ 15)	(16 ÷ 25)	(26 ÷ 35)	(> 35)	
0,5 €	$d \leq 1h$	3,05%	5,08%	6,60%	1,52%	0,51%	16,75%
1,5 €	$1h < d \leq 2h$	2,03%	5,58%	10,66%	6,60%	1,02%	25,89%
2,5 ÷ 3 €	$2h < d \leq 4h$	3,55%	2,54%	13,71%	6,09%	2,03%	27,92%
$\geq 4 €$	$d > 4h$	3,05%	5,08%	14,21%	4,06%	3,05%	29,44%
Tot		11,68%	18,27%	45,18%	18,27%	6,60%	100,00%

Tabella 25

Per quanto riguarda la durata dell'attività in loco, si ha una distribuzione del campione abbastanza uniforme, con il minimo (16,75%) in corrispondenza di una durata minore o uguale ad un'ora ed il massimo (29,44%) in corrispondenza della durata massima maggiore di 4 ore. Per quanto riguarda il tempo di viaggio si ha invece una concentrazione maggiore nella fascia centrale per poi decrescere verso gli estremi, come si può vedere dal seguente grafico:

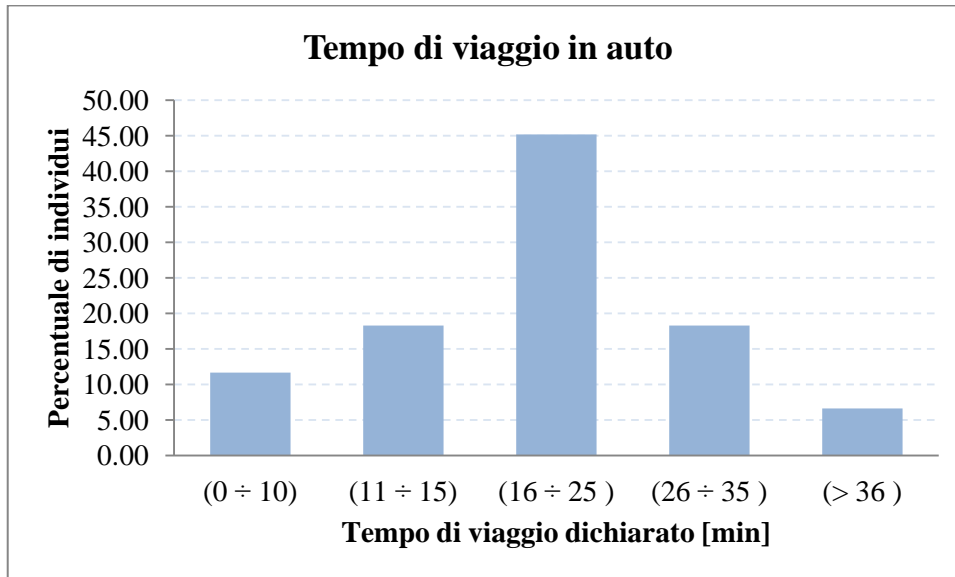


Grafico 4

Un altro importante aspetto considerato nella costruzione del disegno ha riguardato la possibilità di considerare effetti di interazione tra le variabili. Si ha interazione quando l'effetto di due o più variabili che agiscono insieme è diverso dalla somma degli effetti individuali delle variabili stesse. In alcuni casi, trascurare effetti di interazione corrisponde a previsioni non corrette di scenari trasportistici (Ortùzar *et al.*, 1997).

Nel presente lavoro si è deciso di considerare l'interazione a due termini tra le variabili Stress, Tempo di ricerca parcheggio e Tempo di viaggio.

2.5.2.2.2. Definizione dei livelli degli attributi

Per tutti gli attributi del livello di servizio inclusi nel disegno (Tempo di viaggio, Costo del parcheggio, Tempo di ricerca parcheggio e Tempo di attesa della metro) sono stati definiti tre livelli di variazione ciascuno. Tutti gli attributi sono stati considerati generici tra le alternative ad eccezione del Tempo di attesa che ovviamente è specifico dell'alternativa P&R.

I valori degli attributi sono stati pivottati intorno al valore di riferimento, in particolare sono stati pivottati gli attributi dell'auto intorno ai valori degli attributi del P&R (*i.e.* il valore di riferimento è in tutti i casi il P&R).

In particolare per quanto riguarda la variabile Tempo di viaggio i tre livelli di variazione sono stati definiti in modo tale che si ottenesse un valore uguale per le due alternative, uno maggiore e uno minore rispettivamente per l'alternativa auto rispetto al P&R. Il valore simulato del tempo di viaggio del P&R per la categoria j è stato calcolato nel seguente modo:

$$TV_{j,P\&R} = (TV_{j,Auto} - TV_{j,AutoP\&R}) + TV_{j,Metro} \quad j = 1, 2, \dots, 5 \quad (2.11)$$

Dove:

$TV_{j,Auto}$: è il tempo medio di viaggio in auto dichiarato per ciascuna categoria di utenti j per andare dall'origine alla destinazione;

$TV_{j,AutoP\&R}$: è il tempo medio di viaggio in auto simulato per ciascuna categoria di utenti j per l'alternativa P&R per andare dall'origine al parcheggio di scambio;

$TV_{j,Metro}$: è il tempo medio di viaggio in metro simulato ciascuna categoria di utenti j per l'alternativa P&R per andare dalla fermata di salita a quella di discesa della metro.

La tabella seguente riporta i livelli di variazione e i relativi valori del tempo di viaggio per ciascuna delle 5 categorie di utenti:

Categorie	Tempo di viaggio					
	Dichiarato in auto	Calcolato in P&R	Livelli di variazione (Pivottati rispetto al P&R)	Valori SP Auto		
1	0-10 min	18 min	uguale, +30%, -30%	18'	23'	12'
2	11-15 min	23 min	uguale, +30%, -30%	23'	30'	16'
3	16-25 min	26 min	uguale, +20%, -20%	26'	33'	18'
4	25-35 min	30 min	uguale, +20%, -20%	30'	38'	22'
5	> 35 min	35 min	uguale, +20%, -20%	35'	45'	25'

Tabella 26

Per quanto riguarda invece la variabile Costo del parcheggio, come anticipato, il calcolo è stato effettuato in funzione della durata dell'attività a destinazione. In particolare si è ipotizzato che nel costo del parcheggio per l'alternativa P&R fosse incluso anche il costo del parcheggio; inoltre si è tenuto conto del fatto che, per la prima categoria di utenti per i quali si registra una durata dell'attività inferiore o al massimo uguale all'ora, ipotizzando l'uso del biglietto singolo che ha una validità di 90 minuti e un costo di 1,20 €, fosse sufficiente un unico titolo di viaggio mentre per tutte le altre categorie due titoli di viaggio, uno per l'andata e uno per il rientro. I livelli di variazione sono stati fatti tenendo in considerazione che lo scenario dell'indagine SP prevede un aumento dei costi orari di parcheggio rispetto a quelli attuali.

La tabella seguente riporta i livelli di variazione e i relativi valori del Costo del parcheggio per ciascuna delle 4 categorie di utenti:



Categorie	Costo del parcheggio					
	Durata attività	Costo calcolato in P&R	Livelli di variazione	Valori SP Auto		
1	$d \leq 1h$	1,50 €	uguale,-2,5-3,5 €	1,50 €	2,50 €	3,50 €
2	$1h < d \leq 2h$	2,50 €	uguale,-3,5-4,5 €	2,50 €	3,50 €	4,50 €
3	$2h < d \leq 4h$	3,00 €	4-5-6 €	4,00 €	5,00 €	6,00 €
4	$d > 4h$	4,00 €	5-7-9 €	5,00 €	7,00 €	9,00 €

Tabella 27

Per quanto riguarda invece il Tempo di ricerca parcheggio, poiché per l'alternativa P&R si tratta solo di un tempo pratico per effettuare la manovra di parcheggio in quanto in ogni parcheggio di scambio sono disponibili una quantità sufficiente di stalli tale da garantirne la disponibilità immediata, il valore è stato posto uguale a soli due minuti; mentre per l'alternativa auto sono stati imposti tre livelli di variazione sempre maggiori, e in misura notevole, dell'alternativa P&R. In particolare:

Tempo di parcheggio						
Tpark calcolato in P&R	Livelli di variazione			Valori SP Auto		
2 min	+200%, +350%, +500%			6'	9'	12'

Tabella 28

Per quanto riguarda invece il tempo di attesa della Metro, attributo specifico dell'alternativa P&R, sono stati utilizzati due livelli di variazione, pertanto è stato considerato il valore oggettivo della reale frequenza della metro nei giorni feriali pari ad un mezzo ogni 10 minuti e poi si è considerato anche per il secondo livello un valore pari alla metà di quello oggettivo e quindi di un mezzo ogni 5 minuti.

Oltre ai quattro attributi del livello di servizio, il disegno include anche i due attributi di informazione, definiti con due livelli di variazione ciascuno. In particolare per queste due variabili si è deciso di non far variare il valore dell'informazione, ma bensì di utilizzare tali variabili come variabili dummy, in modo tale che, tra i casi proposti a ciascun utente, ci fossero casi in cui è presente una delle due informazioni, casi in cui sono presenti entrambe e casi senza informazioni per poter essere in grado di valutare in che modo la scelta viene influenzata da tali attributi.

Il disegno finale quindi, considerando il numero di attributi, i livelli di variazione e le interazioni tra variabili, prevede un totale di 27 situazioni ipotetiche per ogni disegno. Anche se alcuni autori (Louviere, 1988) hanno sperimentato che la qualità delle risposte rimane buona sino ad un massimo di 16 casi per ogni individuo, poiché l'indagine del presente studio prevede anche la compilazione del questionario TPB immediatamente dopo i casi della SP, e poiché il numero massimo di casi raccomandato in genere da presentare agli intervistati è pari a 8-9 per ogni individuo, si è deciso di suddividere i 27 casi in tre blocchi, estratti random, da 9 casi ciascuno.

La tecnica della suddivisione in blocchi consiste nel suddividere le situazioni ipotetiche generate in un certo numero di gruppi e presentare, ad ogni utente, un differente blocco di situazioni. Il vantaggio di tale tecnica è che consente di mantenere il disegno sperimentale nella sua interessezza. La tecnica più corretta consiste nel presentare ad ogni individuo un blocco diverso di N alternative estratte in modo casuale dall'insieme completo. L'ordine di

presentazione delle alternative all'interno di ogni blocco dovrebbe essere anch'esso casuale, ma nel presente lavoro si è deciso di presentare prima i casi senza gli attributi di informazione, poi quelli nei quali vi era una sola delle due e infine quelli con entrambe le informazioni. Tale scelta è stata fatta per evitare che gli individui fossero influenzati immediatamente dalle informazioni, e una volta note ne tenessero conto anche nei casi in cui non erano presenti.

La qualità del disegno sperimentale dipende fortemente dai valori che vengono attribuiti alle variabili del disegno stesso, quindi risulta fondamentale simulare gli effetti prodotti e verificare che siano quanto più possibili coincidenti con le scelte realmente fatte dagli utenti.

La tecnica maggiormente utilizzata per tale verifica è la Simulazione Monte Carlo, fa parte della famiglia dei metodi statistici non parametrici. La simulazione Monte Carlo consiste nel generare una serie di numeri tra loro non correlati, che seguono la distribuzione di probabilità che si suppone abbia il fenomeno da indagare. La non correlazione tra i numeri è assicurata da un test chi quadrato. La simulazione Monte Carlo calcola una serie di realizzazioni possibili del fenomeno in esame, con il peso proprio della probabilità di tale evenienza, cercando di esplorare in modo denso tutto lo spazio dei parametri del fenomeno. La simulazione Monte Carlo è ben eseguita se il valore medio di queste misure sulle realizzazioni del sistema converge al valore vero.

Il disegno SP è stato testato utilizzando dati simulati per verificare che i coefficienti assunti per generare il disegno sperimentale venissero recuperati nella stima del modello. È stato anche verificato che i valori di tempo implicito nel disegno coprissero il range di valori soggettivi del tempo (VOT) per l'area di interesse. Il disegno è stato poi testato su un piccolo campione (19 persone), principalmente per verificare che fosse chiaro e comprensibile, quindi in una pilota di 30 individui per testare gli esperimenti SP.

2.5.2.3. Indagine pilota

Per testare il disegno sperimentale è stato effettuato un primo test su un campione abbastanza ridotto che però consentisse di valutare il comportamento degli individui rispetto all'esperimento.

A partecipare al test pilota sono stati invitati 50 utenti estratti casualmente dal campione dei 197 PP&R; a ciascuno di essi è stata inviata una e-mail di invito alla compilazione che conteneva il link al questionario (gli utenti erano a conoscenza del fatto che sarebbero stati contattati per ulteriori indagini in quanto nel questionario RP veniva chiesto loro di acconsentire proprio ad essere eventualmente ricontattati). Coloro che, nell'arco di dieci giorni dal primo invito alla compilazione, non avessero ancora provveduto alla compilazione sono stati ricontattati con un'ulteriore e-mail di sollecito.

Il 44% (corrispondente a 22 individui) ha risposto all'invito compilando il questionario per un totale di 198 osservazioni (9 casi per ciascun utente).

Un primo risultato emerso dall'indagine pilota, che ha poi meritato ulteriori analisi e successive modifiche del disegno, è il fatto che l'alternativa auto risultava essere scelta solo

nel 18% casi contro il 78.28% del P&R; mentre solo nel 3.54% dei casi non viene scelta nessuna delle due alternative modali.

Scelta	N.	%
Auto	36	18,18
P&R	155	78,28
Nessuna delle due	7	3,54
Totale Osservazioni	198	100,00

Tabella 29

Sicuramente l'aspetto fondamentale per un disegno ben costruito è che gli utenti facciano un trade off in funzione dei valori degli attributi relativi a ciascuna alternativa modale, quindi di per sé non è fondamentale che la scelta tra le due alternative modali sia perfettamente bilanciata; d'altra parte però una scelta completamente sbilanciata in favore di una delle due alternative, nell'ipotesi di un utente razionale, significa che l'alternativa maggiormente scelta è nettamente migliore dell'altra. Al fine quindi di presentare un disegno realistico nel quale gli utenti siano sottoposti ad una valutazione che richieda una certa attenzione per determinare quale alternativa scegliere, è bene che le due alternative non siano così nettamente differenti.

I dati raccolti con la pilota sono stati analizzati anche stimando un modello Multinomial Logit. Per la stima del modello sono stati utilizzati i dati raccolti con l'indagine pilota, ma sono state eliminate tutte le 7 osservazioni per le quali gli utenti non hanno scelto nessuna delle due alternative modali, per un totale quindi di 22 individui e 191 osservazioni.

Le variabili utilizzate per la definizione dell'utilità sono quelle inserite nel disegno sperimentale, in particolare tutte le variabili del livello del servizio sono state considerate generiche tra le due alternative ad eccezione del tempo di attesa che è un attributo specifico del P&R; mentre le due variabili di informazione sono state considerate, come detto più volte, come variabili dummy (1/0) e specifiche anch'esse dell'alternativa P&R.

Dai risultati del modello è emerso innanzitutto che tutti i parametri associati alle variabili del livello di servizio hanno segno concorde con la teoria microeconomica del consumatore ad eccezione del tempo di attesa e che la variabile più significativa nella scelta del modo è il Costo del parcheggio; mentre per quanto riguarda le due variabili di informazione:

- i) il parametro associato alla variabile di informazione riduzione di CO₂ ha segno corretto (segno positivo, essendo un'informazione fornita in termini di beneficio, la presenza dell'informazione e quindi la consapevolezza della possibilità di godere di un beneficio incrementa l'utilità di scegliere l'alternativa legata al beneficio stesso), ma tuttavia scarsamente significativo;
- ii) l'informazione legata allo stress invece sembra non essere percepita come un beneficio ma come una disutilità, infatti si è ottenuto un segno negativo del parametro ad essa associato.

Il risultato connesso alla variabile di informazione CO₂ è stato considerato accettabile in questa prima fase in quanto la scarsa significatività potrebbe essere dovuta alla ridotta dimensione del campione; mentre il risultato legato alla variabile di informazione sullo

stress necessita maggiori approfondimenti in quanto un segno non corretto potrebbe essere il risultato di:

1. atteggiamenti differenti degli individui rispetto allo stress:

è possibile che non tutti gli individui si sentano stressati dall'uso dell'auto, pertanto non percepiscano come beneficio la sua riduzione e in tal caso il risultato ottenuto sarebbe corretto in quanto in linea con l'atteggiamento degli individui rispetto allo stress. Per verificare quindi questo aspetto sono state analizzate le risposte fornite, tramite il questionario TPB, somministrato agli utenti in seguito ai 9 casi della SP, rispetto allo stress. Anche il presente campione, coerentemente con i risultati descritti al paragrafo 2.4.4, è risultato essere moderatamente stressato dall'uso dell'auto in particolar modo a causa della ricerca del parcheggio e del traffico veicolare; si ritiene inoltre che ricevere informazioni sullo stress possa sensibilizzare verso l'uso del P&R e addirittura portare proprio ad un cambio di scelta modale (auto vs. P&R). Pertanto, a meno di fenomeni di dissonanza cognitiva, si può ragionevolmente concludere che non sia riconducibile a questa motivazione il risultato ottenuto.

2. valori degli attributi presentati nel disegno SP:

è ben noto dalla teoria microeconomica del consumatore, sulla quale si basano i modelli di scelta discreta, che gli attributi ai quali un utente razionale dà più peso nella scelta del modo siano tempi e costi; inoltre, se i valori degli attributi delle variabili del livello di servizio sono accattivanti, è possibile che catturino tutta l'attenzione dell'utente che quindi potrebbe essere portato a trascurare altre variabili come appunto quelle di informazione. Tale aspetto è confermato in questo caso dalle elevate significatività ottenute dei parametri associati alle variabili del LOS.

3. modalità di presentazione delle informazioni non adatta a suscitare un aumento della consapevolezza:

come detto più volte nei precedenti paragrafi, uno degli aspetti fondamentali è sicuramente la modalità di presentazione delle variabili di informazione. In particolare, è importante che l'informazione sia recepita dall'utente in modo che sia in grado di assegnargli un peso nella scelta quindi è importante essere precisi, ma è anche fondamentale trasmettere le informazioni in un modo che siano facilmente comprensibili.

2.5.2.4. Indagine definitiva

In funzione dei risultati ottenuti con l'indagine pilota, specie in riferimento alla percentuale di scelta delle due alternative e dei risultati del modello stimato, si è deciso di apportare le seguenti modifiche al disegno rispetto a quello definito per la pilota:

- diminuzione dei costi del parcheggio per l'alternativa auto; infatti come detto nel paragrafo precedente, probabilmente le variabili di informazione non hanno

ricevuto la giusta attenzione da parte degli utenti a causa di variabili del livello di servizio troppo accattivanti, inoltre essendo l'auto l'alternativa modale meno scelta, poiché la variabile che maggiormente è risultata significativa è il costo del parcheggio, si è deciso di modificare i valori di tale attributo;

- aggiungere una definizione più dettagliata delle due variabili di informazione: infatti un'altra motivazione legata alla scarsa ricezione delle variabili di informazione potrebbe essere legata alla modalità di presentazione. In particolare le due variabili sono state esplicate come segue:

- Stress:

Riduce lo stress alla guida del 30%: Uno studio condotto su 10.000 automobilisti in Europa ha dimostrato che bastano 20 minuti nel traffico per far aumentare i livelli di stress psico-fisico negli automobilisti. Un italiano su tre mette il traffico al primo posto in assoluto in quanto fonte di stress.

- CO₂:

Riduce le emissioni di CO₂ del 45%: Se tutte le persone che si spostano verso il centro di Cagliari (150.000 Spostamenti/dì), praticassero il P&R per uno spostamento quotidiano, consentirebbero di ridurre le emissioni di CO₂ di 36.920 tonnellate, quantità compensata in un anno da 4.013 ettari di foresta pari a circa 140 volte l'estensione del Parco di Monte Urpinu!

175 utenti PP&R (197 meno i rispondenti alla pilota), sono stati invitati alla compilazione online dell'indagine SP definitiva. Ma solo il 35,42% (corrispondente a 62 utenti) ha risposto in modo completo, anche dopo un ulteriore invito alla compilazione dopo un paio di settimane dal primo.

2.5.2.4.1. Campione rispondenti

Il campione dei rispondenti è ripartito egualmente tra maschi e femmine. Si tratta di un campione non giovanissimo infatti la maggior parte ha un'età compresa tra i 41 e 60 anni (43,55%), seguita da 31-40 (37,10%), 18-30 (14,52%) e infine 61-80 per solo il 4,84%. Nessun utente ha un livello di istruzione inferiore al diploma di scuola media superiore che invece possiede il 43,55% del campione, seguito dal 38,71% di laureati di primo o secondo livello e dal 17,74% che invece possiede un titolo Post Lauream.

Per quanto riguarda la professione, la maggior parte del campione, coerentemente con l'età e il titolo di studio, ha un impiego, con una netta maggioranza di lavoratori dipendenti (64,52%); il numero di non lavoratori è basso, non raggiunge nemmeno il 10%, ma si ha una percentuale ancora minore di studenti in linea con il fatto che si ha una bassa percentuale di utenti nella fascia di età più giovane. Quasi la metà del campione (48,39%) ha figli, un numero medio di componenti a famiglia pari a 2,79 e mediamente 2,1 auto a famiglia.

		N.	%
Genere	Femmina	30	48,39
	Maschio	32	51,61
Età	18-30	9	14,52
	31-40	23	37,10
	41-60	27	43,55
	61-80	3	4,84
Livello di istruzione	Elementari-Medie	0	0,00
	Diploma di scuola media superiore	27	43,55
	Laurea di I o II livello	24	38,71
	Post Lauream	11	17,74
	Specializzazione Professionale	0	0,00
Professione	Lavoratore dipendente	40	64,52
	Lavoratore autonomo	12	19,35
	Studente	4	6,45
	Non lavoratore (Disoccupato/Casalinga/Pensionato)	6	9,68
Altre informazioni	Con figli	30	48,39
	N. medio componenti a famiglia	2,79	-
	N. medio auto a famiglia	2,1	-

Tabella 30

2.5.2.4.2. Risultati e confronti

Rispetto all'indagine pilota, anche se il P&R è l'alternativa che viene ancora maggiormente scelta (ma è anche oggettivamente la più vantaggiosa, in quanto gli utenti invitati alla compilazione sono stati selezionati perché considerati PP&R che potevano quindi convenientemente utilizzare la modalità P&R), per l'auto si ottiene una percentuale di scelta maggiore (32,97% contro il 18,18% dell'indagine pilota), di contro una percentuale minore per il P&R (dal 78,28% della pilota al 63,80% della definitiva). Rimane invece praticamente invariato il numero la percentuale di "Non scelgo nessuna delle due".

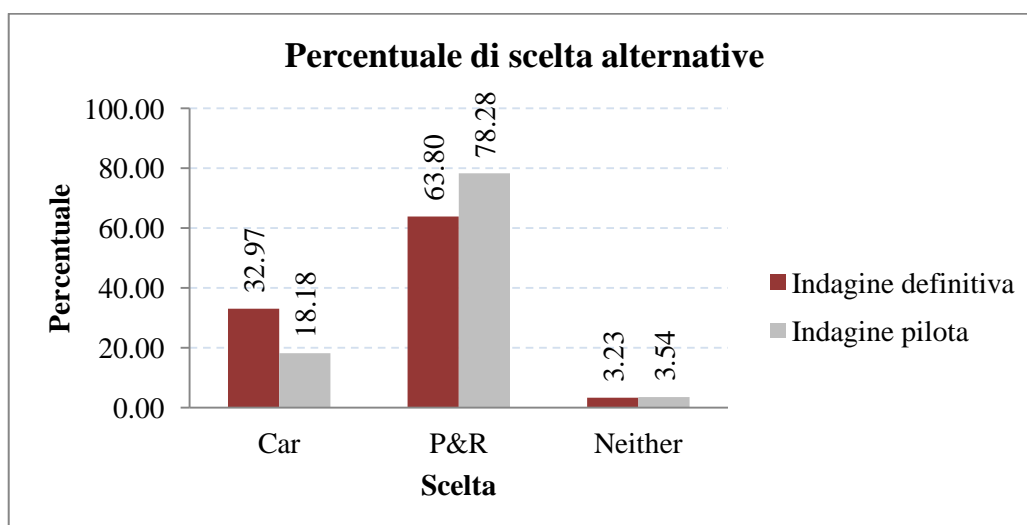


Grafico 5

Per verificare i risultati ottenuti da un punto di vista modellistico in seguito alle modifiche apportate al disegno dopo l'indagine pilota, si è stimata la stessa specificazione di MNL descritta nel paragrafo precedente utilizzando però i dati relativi ai 62 utenti dell'indagine definitiva per un totale di 540 osservazioni. Come si può vedere dai risultati riportati in Tabella 31, rispetto alla pilota, si sono ottenuti segni corretti di tutte le variabili comprese le due variabili dummy di informazione. Quindi anche se il campione continua a non essere numeroso, con le modifiche apportate al disegno, i risultati sono conformi a quelli attesi. In merito alle significatività delle variabili, sicuramente rappresentano risultati più attendibili quelli relativi all'indagine definitiva in quanto si ha una maggior, seppur ancora ridotta, numerosità campionaria e per tale ragione non confronteremo i risultati in questi termini. Da notare che con l'indagine definitiva tutte le variabili del LOS siano significativamente diverse da zero al 95% ad eccezione del tempo per la ricerca del parcheggio, probabilmente perché ha un valore costante ed estremamente basso per l'alternativa P&R. Anche le due variabili di informazione sono abbastanza significative anche se in misura maggiore per lo stress.

	Pilota			Definitiva		
	Estimate	t-test	Robust t-test	Estimate	t-test	Robust t-test
Costante_P&R	-0,30	-0,35	-0.30	0.43	1.01	0.94
Attributi P&R e auto						
Tempo di viaggio	-0,04	-1,35	-1.28	-0.06	-3.48	-3.28
Tempo di ricerca parcheggio	-0,18	-2,17	-2.14	-0.04	-0.94	-0.94
Costo del parcheggio	-0,42	-2,20	-2.61	-0.40	-4.82	-4.68
Attributi P&R						
Tempo di attesa	0,01	0,16	0.16	-0.08	-2.07	-2.06
Informazioni P&R						
Riduzione CO ₂	0,11	0,27	0.26	0.30	1.42	1.40
Riduzione Stress	-0,28	-0,70	-0.67	0.41	1.98	1.96
L(max)		-86. 219			-319.156	
ρ^2		0,349			0,147	
N. individui		22			62	
Dimensione del campione		191			540	

Tabella 31

L'aumento di significatività delle due variabili di informazione sembrerebbe corrispondere al miglioramento apportato alla modalità di presentazione, ma nel seguito analizzeremo meglio tale aspetto.

Il fatto che l'alta significatività dei parametri associati alle due variabili di informazione sia un segnale, non solo dell'importanza delle stesse nella scelta, ma anche del fatto che esse vengano prese in considerazione dagli utenti, è confermato anche dall'analisi delle risposte fornite alla domanda posta agli utenti al termine della compilazione dell'SP: *Ha valutato tutti gli attributi (Tempo di viaggio, Costo del parcheggio, Tempo per trovare parcheggio, Tempo di attesa del mezzo, CO₂, Stress) quando ha fatto la scelta?*

Infatti solo 4 utenti su 62 hanno dichiarato di non aver preso in considerazione tutti gli attributi, giustificando le risposte in questo modo:

1. "traffico non mi crea stress";
2. "non ho valutato stress e CO₂. Ritengo che prendere la macchina per la modalità P&R sia comunque fonte di stress";
3. "per lavoro ho la necessità di spostarmi per appuntamenti più volte al giorno e non posso rinunciare a muovermi in modo indipendente";
4. "se posso, utilizzo la bici per gli spostamenti nel centro urbano".

Quindi solo due di essi hanno dichiarato di non aver considerato proprio i due attributi di informazione. In particolare per l'utente al punto 1, che ha dichiarato di non essere stressato dal traffico, sono state analizzate con maggiore attenzione le risposte alla domanda sullo stress: *Quanto l'hanno disturbata i seguenti aspetti nel corso dell'ultimo mese?* e le sue risposte sono risultate essere coerenti, infatti la media delle risposte rispetto a ciascun item è pari a 2,2, media che conferma il fatto che sia poco stressato dal traffico e dai fattori connessi.

Un altro aspetto che è stato valutato è il numero di volte in cui è stato scelto il P&R rispetto all'auto nei casi nei quali ci sono le variabili di informazione e, come si può notare dal grafico sottostante, la percentuale maggiore di scelte dell'alternativa P&R (72,58%) si ha proprio in corrispondenza dei casi nei quali vengono somministrate entrambe le informazioni, seguita dai casi nei quali viene presentata solo l'informazione sullo stress (68,55%), solo CO₂ (66,13%) e infine con la percentuale più bassa (58,06%) i casi nei quali non viene presentata nessuna delle due informazioni. Ciascun percentuale di scelta è stata calcolata sul numero di osservazioni totali pari al numero di casi con quelle caratteristiche (con una, due o nessuna informazione) presenti in ciascun blocco per il numero di individui.

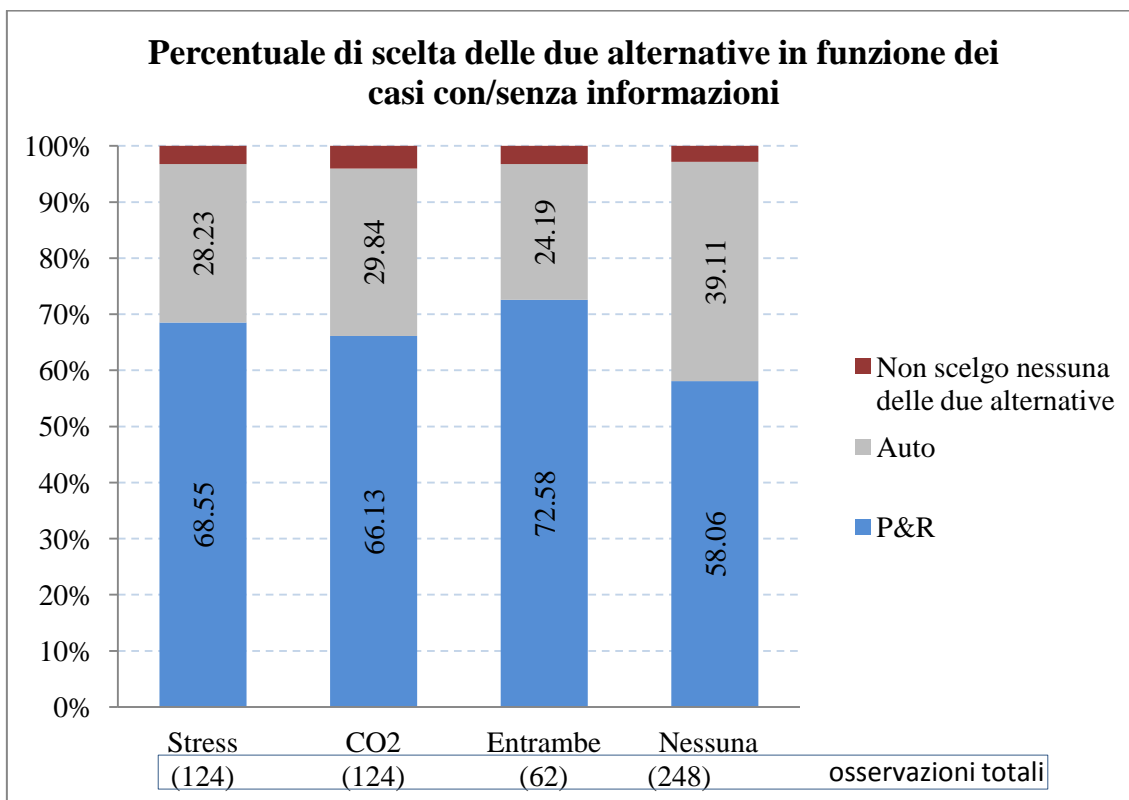


Grafico 6

Pertanto considerando i risultati ottenuti è ragionevole concludere che le due variabili di informazione siano state recepite in modo corretto dagli utenti e che abbiano anche un effetto sulla scelta, in misura maggiore per la variabile legata allo stress piuttosto che quella legata alla riduzione delle emissioni di CO₂.

2.5.2.4.3. TPB

Il questionario TPB sottoposto agli utenti nell'indagine definitiva in seguito ai 9 casi dell'SP è stato analizzato con le stesse modalità discusse nel paragrafo 2.4.3 e i risultati sono i medesimi sia in termini di fattori e affidabilità che in termini di attitudini.



3. Specificazione e stima Modelli di Scelta Discreta

Il presente capitolo è dedicato all'analisi dei risultati più rappresentativi dei modelli costruiti secondo diverse specificazioni.

I modelli stimati sono stati specificati, oltre che con tutte le variabili del livello del servizio che tradizionalmente governano la scelta del modo, anche con altre variabili che, seppur in misura minore, influenzano il processo comportamentale e quindi la scelta. Tutti i modelli, riportati in questo paragrafo, sono stati stimati infatti con l'obiettivo di:

1. misurare l'efficacia dell'implementazione delle misure informative sulla scelta del modo (P&R vs. auto);
2. misurare l'effetto degli aspetti psicologici sul processo comportamentale;
3. distinguere i due effetti.

Un aspetto importante riguarda i differenti approcci applicati, definiti in funzione della tipologia di dati utilizzata. Infatti per la stima dei modelli sono stati utilizzati i dati raccolti tramite le differenti indagini realizzate per il presente lavoro di tesi.

La cronologia delle indagini ha determinato le fasi di stima dei modelli: infatti i primi modelli stimati utilizzano i dati raccolti con l'indagine Casteddu Mobility Styles, mentre i successivi modelli hanno utilizzato quelli raccolti grazie alle due indagini TPB e Abitudini di viaggio 2013, definite in seguito ai risultati ottenuti con Casteddu.

3.1. Modelli stimati con i dati di Casteddu Mobility Styles

Con i dati di Casteddu Mobility Styles (109 individui monitorati per due settimane) sono state stimate numerose specificazioni e differenti strutture modellistiche, ma nel presente lavoro di tesi saranno riportati i risultati più significativi. In particolare saranno descritte le elaborazioni propedeutiche alla stima di due modelli:

1. Joint Mixed Logit Model costruito con l'obiettivo di analizzare l'effetto della somministrazione di un piano personalizzato di viaggio sulla scelta del modo auto vs. P&R.
2. Modello Ibrido messo a punto per valutare il rapporto tra gli aspetti psicologici che sottendono il comportamento e l'effetto dell'accrescimento della consapevolezza in seguito all'attuazione di una misura informativa nel contesto della scelta del modo.

3.1.1. Base dati

La base dati di partenza dell'indagine Casteddu Mobility Styles contiene numerose e differenti tipologie di informazioni sul singolo individuo acquisite attraverso:

1. la compilazione dei questionari:

- Caratteristiche socioeconomiche, sensibilità ambientale, informazione sul servizio di metropolitana leggera, abitudini quotidiane, motivazioni sulle scelte del modo, caratteristiche sugli spostamenti abituali, propensione al movimento, *etc.*;
2. l'utilizzo da parte dell'utente dell'Activity Locator (AL):
- Informazioni spazio-temporali degli spostamenti effettuati nelle due settimane di indagine: ora dello spostamento, modalità scelta, tipologia di parcheggio (libero, a pagamento), euro spesi per il parcheggio se a pagamento, numero di passeggeri a bordo, *etc.*;
 - Informazioni spazio-temporali delle attività svolte durante le due settimane: localizzazione dell'attività, tipologia, compagnia, *etc.*

La prima fase è consistita nella verifica della coerenza delle informazioni fornite, con particolare attenzione alle variabili del livello di servizio dell'alternativa scelta, quali tempi di viaggio e variabile della localizzazione dell'attività, oltre che nella ricodifica di alcune di esse in modo tale da renderle utilizzabili per la stima dei modelli.

Per ciascuno spostamento è stato individuato lo scopo prevalente, dando ovviamente la priorità all'attività lavorativa qualora siano state dichiarate più attività consecutive in uno stesso luogo, ottenendo la seguente ripartizione delle attività svolte:

- lavoro/studio;
- attività discrezionale;
- attività di accompagnare/riprendere qualcuno;
- attività di attesa mezzo/passaggio.

Sono stati successivamente individuati i tour di ciascuno spostamento utilizzando la classificazione suddetta delle attività svolte. In particolare si è deciso di estrarre dalla base dati completa solo gli spostamenti aventi come destinazione l'area di 700 m attorno a Piazza Repubblica in quanto Repubblica è il capolinea della metropolitana quindi si presuppone che lo stesso spostamento effettuato in auto, possa essere realizzato utilizzando la metropolitana in modalità Park and Ride.

Poiché la maggior parte degli spostamenti è risultata avere lo spostamento di andata uguale a quello di rientro, di considerare solo gli spostamenti in andata verso Repubblica in quanto considerare i rientri non avrebbe aggiunto informazioni e/o variabilità ai dati. Inoltre sono stati esclusi gli spostamenti aventi origine e destinazione ricadente all'interno dell'area di Repubblica, in quanto presumibilmente realizzabili a piedi dal momento che la distanza massima percorribile è pari a 700 m. Inoltre sono stati eliminati tutti gli spostamenti effettuati in un orario nel quale il servizio di metropolitana leggera non è disponibile.

Pertanto applicando i suddetti filtri il database, inizialmente costituito dai 109 partecipanti alla fase personalizzata del programma, consta di 85 utenti suddivisi in due sottocampioni: 64 auto guidatori e 21 già utilizzatori del P&R. Per quanto riguarda il sesso e l'età non si hanno particolari differenze tra i due sottocampioni. Nel campione si ha una lieve prevalenza femminile (54,1% contro il 45,9% maschi). Considerando le fasce di età, l'intero campione è distribuito uniformemente infatti si riscontra una percentuale del 31,8% per la classe 18-30 anni, del 35,3% per la classe 31-40 e del 32,9% per le classi oltre i 41

anni. Per quanto riguarda la professione, i P&R sono studenti per il 19,0%, lavoratori dipendenti per il 66,7% e lavoratori autonomi per il 14,3%, mentre il 15,6% degli auto guidatori sono studenti, il 51,6% sono lavoratori dipendenti, il 28,1% lavoratori autonomi e il 4,7% disoccupati. La maggior parte dei P&R non sono sposati (85,7%), mentre per gli auto guidatori lo stato civile è più equilibrato (51,6% non sposati vs. 48,4% sposati). Tutti gli utenti hanno la patente di guida e un'auto di proprietà (requisito fondamentale affinché abbiano tutti l'alternativa auto disponibile), ma i chilometri percorsi in auto all'anno sono ovviamente differenti per i due sottocampioni: il 76,2% dei P&R percorre meno di 15.000 km all'anno (9,5% 15.000 - 20.000 km, 14,3% più di 20.000 km) contro il 50 % degli auto guidatori (32,8% 15.000 - 20.000 km, 17,2% più di 20.000 km). Per quanto riguarda le caratteristiche delle famiglie, in entrambi i gruppi la maggior parte ha dichiarato di vivere in nuclei familiari costituiti da 1-2 persone (41,2%, 28,6% per i P&R e 45,4% per gli auto guidatori) o da 3-4 persone (48,2%, 61,9% per i P&R e 43,8% per gli auto guidatori), mentre una bassa percentuale da 5 o più componenti (10,6%, 9,5 per i P&R e il 10,5% per gli auto guidatori). I bambini sono presenti nel 28,2% delle famiglie. Infine, il 68,2% delle famiglie di entrambi i sottogruppi possiede da 1 a 2 automobili, mentre il rimanente 31,8% possiede 3 o più auto.

Per quanto riguarda gli spostamenti sono stati raccolti, tra le due settimane di indagine, un totale di 614 spostamenti (324 durante la prima settimana e 290 durante la seconda). Per quanto riguarda la distribuzione della modalità tra le due settimane, è stata del 67% per l'automobile e del 33% per il P&R nella prima settimana. Mentre nella seconda, dopo la somministrazione del piano personalizzato di viaggio, la modalità P&R ha registrato una variazione positiva con un aumento del 10%, passando dal 33% al 43% di utilizzo, contro una corrispondente diminuzione del 10% dell'auto. La seguente tabella fornisce una descrizione del numero di spostamenti effettuato e la ripartizione modale degli stessi nell'arco delle due settimane di indagine.

	Tutti		I settimana		II settimana	
	N.	Ripartizione modale	N.	Ripartizione modale	N.	Ripartizione modale
Auto	382	62%	218	67%	164	57%
Park and Ride	282	46%	106	33%	126	43%
Totale	614	100%	324	100%	290	100%

Tabella 32

Per ciascuno spostamento selezionato è stata ricostruita l'alternativa non scelta (tutti gli utenti hanno a disposizione sia l'alternativa auto sia l'alternativa P&R perché sono state selezionate solo le persone con tale caratteristica) cioè, per uno spostamento effettuato in auto, si è ricostruito lo stesso spostamento in metropolitana simulando opportunamente i valori di tutte le variabili del livello di servizio. Per ottenere valori il più attendibili possibile sono stati simulati gli spostamenti con il software di macrosimulazione Cube (by Citilabs) e si sono confrontati i valori di tempo e distanze con quelli rilevati dall'AL, qualora l'utente abbia effettuato lo spostamento con entrambe le modalità a disposizione nelle due settimane, oppure con spostamenti simili per origine e destinazione anche se effettuati da altri utenti oppure con i valori ottenuti con Google Maps, scegliendo poi i valori più verosimili tra quelli a disposizione.

È stata eseguita un'analisi di statistica descrittiva dettagliata sul database, definito durante il primo semestre di Dottorato, per individuare eventuali problemi di correlazione tra le variabili e per verificare la variabilità nei dati. L'analisi è stata condotta, analizzando i dati

relativi alla I e alla II settimana separatamente e distintamente per dati rilevati (relativi all'alternativa realmente scelta dall'utente) e per quelli simulati (relativi all'alternativa non scelta e quindi simulata). I risultati dell'analisi hanno evidenziato una buona variabilità nei dati e nessun problema di correlazione, risultati che andranno poi confermati o smentiti dall'analisi e dalla valutazione della stima dei Modelli di Scelta Discreta. In particolare dall'analisi dei valori delle deviazioni standard di ciascuna variabile non sono stati individuati valori particolarmente bassi, se confrontati con il valore della media della stessa variabile, tali da giustificare poca variabilità nei dati. Inoltre non ci sono significative differenze tra i dati rilevati e quelli simulati, quindi si escludono errori nella ricostruzione dell'alternativa non scelta.

3.1.2. Variabili

Le variabili che sono state prese in considerazione per la calibrazione del modello di scelta modale sono:

Variabili del livello di servizio

- Alternativa Park & Ride
 - tempo di viaggio a bordo dell'auto dall'origine al parcheggio di scambio della metro;
 - tempo di camminata dal parcheggio di scambio alla fermata della metro;
 - tempo di attesa della metro;
 - tempo di viaggio a bordo della metro;
 - tempo di camminata dalla fermata di discesa della metro alla destinazione finale;
 - costo di viaggio, dato dalla somma del costo di viaggio in auto (costo in auto a chilometro, assunto pari a 0.40 €/km, per il numero di chilometri percorsi per quello spostamento) più il costo del titolo di viaggio per la metro.

- Alternativa Auto
 - tempo di viaggio a bordo dell'auto dall'origine al parcheggio a destinazione;
 - tempo di camminata dal parcheggio dell'auto alla destinazione finale;
 - tempo di ricerca parcheggio;
 - costo di viaggio, dato dalla somma del costo di viaggio in auto (costo in auto a chilometro, assunto pari a 0,40 €/km, per il numero di chilometri percorsi per quello spostamento) più il costo del parcheggio.

Variabili socioeconomiche

- sesso;
- età, disponibile come variabile discreta; sono state quindi definite tre variabili binarie; eta1 (age18-30 =1, 0 altrimenti), eta2 (age 31 - 40 =1, 0 altrimenti) e eta3 (age > 41 =1, 0 altrimenti);
- titolo di studio, =1 se Laurea o Post Lauream e = 0 se Licenza elementare/media/superiore o specializzazione professionale;

- professione, =1 se libero professionista o dipendente e = 0 se studente o disoccupato;
- stato civile, 1 sposato zero altrimenti;
- numero di figli, continua;
- numero di auto a famiglia, continua;
- spesa mensile per i trasporti, continua;
- km percorsi in auto all'anno, continua.

3.1.3. Stime preliminari

Una prima fase di stima ha rappresentato una fase pilota, condotta con l'obiettivo di validare il database costruito stimando modelli di scelta discreta distinti per la prima e la seconda settimana di indagine. È stato necessario differenziare i dati raccolti nelle due settimane in quanto, la scelta del modo nella seconda settimana può essere influenzata dal piano personalizzato di viaggio e avviene quindi secondo un processo mentale differente dalla prima. L'influenza delle informazioni ricevute, delle quali prima gli utenti non disponevano, è presente in ogni caso, anche per averne preso semplicemente atto pur non portando ad alcun cambiamento nella scelta del modo.

L'ipotesi di partenza è che tutti gli utenti abbiano a disposizione entrambe le alternative modali considerate: auto e P&R.

Le prime strutture stimate sono state quelle di un Multinomial Logit (MNL) lineari nei parametri e negli attributi.

In previsione della fase successiva dello studio che prevede la stima con dati misti, stima congiunta della prima e seconda settimana di indagine, si è cercato di stimare parallelamente specificazioni simili tra le due settimane perché, pur non essendo necessario che le due specificazioni siano perfettamente identiche, per poterle confrontare tra loro e stimare modelli congiunti, è necessario che abbiano variabili comuni.

In questa prima fase sono state stimate specificazioni contenenti esclusivamente variabili del livello di servizio (LOS) in modo che, attraverso un'analisi statistica dei risultati ottenuti dalla stima delle stesse, si potessero individuare eventuali problemi nella base dati, non evidenziati dalla analisi statistica preliminare, e poter eventualmente apportare le correzioni opportune.

In particolare da una prima analisi dei risultati della stima di strutture MNL, si è osservato che i segni dei parametri associati ad alcune variabili dell'offerta fossero in disaccordo con la teoria microeconomica (valori positivi) per cui si è proceduto ad un controllo più approfondito della base dati. In particolare le variabili per le quali è stato necessario apportare alcune modifiche sono:

- Il tempo di viaggio in auto per l'alternativa P&R (tempo relativo allo spostamento che collega l'origine al parcheggio di scambio): sono stati leggermente incrementati alcuni valori che erano stati erroneamente sottostimati nelle ore di punta del mattino

- Il tempo di ricerca parcheggio per l'alternativa Auto: si è deciso di incrementare i tempi di ricerca parcheggio pari a zero e a due minuti di due minuti rispettivamente. Il tempo di ricerca pari a zero era stato inserito per coloro i quali avevano dichiarato di possedere un parcheggio privato, ma si è poi pensato che effettivamente almeno il tempo di manovra andasse considerato.

Inoltre nonostante il segno del parametro associato al tempo di viaggio in auto per l'alternativa Auto fosse corretto, sono state apportate alcune piccole correzioni a tale variabile in relazione alle modifiche apportate al tempo di viaggio in auto per l'alternativa P&R (omogeneizzazione dei valori).

Le stesse specificazioni sono state nuovamente stimate utilizzando la base dati modificata; i risultati ottenuti hanno consentito di confermare che le correzioni apportate fossero opportune in quanto si sono ottenuti segni coerenti con la teoria microeconomica dei parametri associati a tutte le variabili del LOS. In questa fase non si è prestata particolare attenzione alla significatività delle variabili, in quanto l'obiettivo principale è stato quello di ottenere risultati corretti dal punto di vista microeconomico.

Passo successivo è consistito, attraverso l'analisi dei test di significatività, nel miglioramento delle specificazioni rendendo generici tra le alternative parametri non significativamente diversi tra di loro e/o sommando tra loro i tempi di viaggio non particolarmente significativi se inseriti singolarmente. Effettuate una numerosa serie di prove, sono poi stati confrontati tutti i modelli stimati attraverso il test del rapporto di verosimiglianza LR ristretto, qualora i modelli fossero uno ristretto dell'altro, o attraverso l'indice ρ^2 per modelli non ristretti, e sono stati individuati i MNL "migliori" per la prima e la seconda settimana rispettivamente.

I MNL individuati sono stati successivamente affinati mediante l'inserimento, in n-1 alternative (auto), delle variabili socio-economiche (SE).

Infine, prima di effettuare la stima di strutture Mixed Logit (ML) con Error Component per catturare l'effetto Panel, sono state inserite nelle specificazioni di entrambe le alternative indistintamente, le variabili di interazione tra le SE e le LOS. Al contrario delle SE, che possono essere inserite solo in n-1 alternative, le variabili di interazione, poiché desunte da un prodotto con le LOS, variano come quest'ultime e possono pertanto essere inserite in tutte le alternative senza limiti.

Poiché i dati a disposizione sono dati panel, si dispone quindi di più di un'osservazione per ogni utente in entrambe le settimane di indagine, per cui dal punto di vista modellistico occorre tenere conto in modo esplicito della correlazione tra le osservazioni fornite dalla stessa persona (Capitolo 1, paragrafo 1.4.2).

Si è deciso quindi di stimare un modello ML con effetto panel poiché è più flessibile del MNL e consente una simulazione più reale dei comportamenti degli utenti. L'effetto panel è stato ottenuto, inserendo un error component (EC) nell'alternativa auto, diverso per le due settimane, che consente di valutare due aspetti:

- attraverso lo studio dei valori delle due deviazioni standard dell'EC, della prima e della seconda settimana rispettivamente, si può concludere se c'è o meno

correlazione tra le osservazioni di uno stesso utente tra le due week; in particolare si ha correlazione se i valori delle due sigma non sono, in valore assoluto, significativamente diversi tra loro;

- attraverso la valutazione della significatività delle due deviazioni standard dell'EC si può invece capire se l'effetto panel sia marcato o meno quindi se c'è correlazione tra le osservazioni di uno stesso utente in ciascuna settimana; in particolare si ha un effetto marcato dell'effetto panel qualora le sigma risultino essere altamente significative ($t\text{-test} \geq 1,96$).

Il modello ML è stato stimato utilizzando la specificazione dell'utilità sistematica che è risultata essere migliore nel MLN ed inserendo un EC con effetto Panel. I risultati ottenuti dalla stima di questo modello hanno mostrato che il ML-EC Panel è superiore al MNL e ha consentito di inquadrare meglio il fenomeno comportamentale che caratterizza ciascuna settimana. Infatti poiché si sono ottenute notevoli differenze di significatività dell'EC delle due settimane, significa che ciascuna settimana è caratterizzata da un comportamento diverso degli utenti rispetto alla scelta del modo. Tale aspetto induce sicuramente a riflettere e porta verso una conferma del fatto che, così come è ragionevole e auspicabile ipotizzare, ricevere informazioni personalizzate (grazie all'implementazione del Piano Personalizzato di viaggio) tra la I e la II settimana non lascia gli utenti del tutto indifferenti. Ovviamente l'obiettivo da raggiungere sarà proprio quello di studiare in che modo il piano ha effetto sugli utenti e confermare tale aspetto scientificamente.

3.1.4. Joint Mixed Logit

I dati a disposizione sono riferiti a due periodi temporali differenti quindi occorre testare che non vi sia eteroschedasticità tra le utilità random misurate nei due set di dati; per testare questo effetto il metodo più adatto per trattare la tipologia dei dati a disposizione è la stima mista, ma non eseguibile senza aver effettuato lo studio preliminare descritto in precedenza.

Stimando un modello misto con osservazioni della I e II settimana si possono valutare le correlazioni relative ai comportamenti osservati nei due periodi diversi ed è possibile evidenziare, qualora esistano, differenze di significatività di uno stesso parametro prima e dopo l'intervento con il piano personalizzato di viaggio.

Il modello stimato al fine di misurare l'effetto delle informazioni sul comportamento di scelta del modo, è stato un Joint Mixed Logit (ML) che utilizza i dati raccolti prima e dopo aver fornito le informazioni. In particolare, la specificazione comprende la scelta solo auto vs. la scelta del P&R, utilizzando i dati relativi alla I e alla II settimana di indagine. L'obiettivo di questo modello è quello di testare l'effetto sulla scelta del modo delle informazioni personali fornite a ciascuno individuo attraverso il piano personalizzato di viaggio tra la prima e la seconda settimana di monitoraggio. Questo risultato è stato ottenuto specificando nell'utilità del P&R della seconda settimana una variabile per l'effetto piano personalizzato.

□

Sebbene i dati delle due settimane siano stati raccolti con lo stesso metodo e nello stesso contesto di riferimento, un effetto di scala può verificarsi a causa di effetti sconosciuti. Per tenere conto di questo aspetto è stato stimato un modello congiunto, seguendo la teoria

classica delle stime congiunte RP/SP, considerando un fattore di scala. Come è ben noto, il fattore di scala anche nel modello Logit misto è inversamente proporzionale alla varianza del termine d'errore e consente di ottenere la stessa varianza tra i due insiemi di dati.

La funzione di utilità del modello misto ML stimato, relativa all'individuo q per l'alternativa j, ha la seguente espressione:

$$\begin{aligned} U_{qj,d}^{w1} &= V_{qj,d}^{w1} + \mu_{qj}^{w1} + \varepsilon_{qj,d}^{w1} \\ U_{qj,d}^{w2} &= \phi(V_{qj,d}^{w2} + \mu_{qj}^{w2} + \varepsilon_{qj,d}^{w2}) \end{aligned} \quad (3.1)$$

Dove w1 e w2 sono rispettivamente la prima e la seconda settimana di indagine, quindi rappresentano il "prima" e il "dopo" rispetto al momento in cui è stato fornito il piano personalizzato di viaggio contenente le informazioni sui benefici connessi all'uso del P&R. d è il giorno in cui è stato effettuato il viaggio. V^{w1} e V^{w2} sono le componenti sistematiche dell'utilità per la settimana 1 e 2 rispettivamente; ε^{w1} e ε^{w2} sono i termini di errore (EV1); μ^{w1}, μ^{w2} sono i termini aleatori addizionali, normalmente distribuiti con media zero e varianza $\sigma_{\mu^{w1}}^2, \sigma_{\mu^{w2}}^2$ da stimare, che consentono di tenere in considerazione la correlazione tra le risposte di uno stesso individuo. Infine ϕ è il parametro di scala che fa sì che le due utilità abbiano la stessa varianza.

L'utilità sistematica è specificata come segue:

$$\begin{aligned} V_{qj,d}^{w1} &= \beta_{TT}^{w1} \mathbf{TT}_{qj,d}^{w1} + \beta_C^{w1} \mathbf{C}_{qj,d}^{w1} \\ V_{qj,d}^{w2} &= \beta_{TT}^{w2} \mathbf{TT}_{qj,d}^{w2} + \beta_C^{w2} \mathbf{C}_{qj,d}^{w2} + \beta_{Benefits}^{w2} \mathbf{Benefits}_{qj,d}^{w2} \end{aligned} \quad (3.2)$$

Dove $\mathbf{TT}_{qj,d}^{w1}$ e $\mathbf{TT}_{qj,d}^{w2}$ sono i vettori del tempo di viaggio e $\mathbf{C}_{qj,d}^{w1}$ e $\mathbf{C}_{qj,d}^{w2}$ i vettori del costo di viaggio.

In particolare, per l'alternativa auto si ha:

$$\begin{aligned} \beta_{TT}^{w1} \mathbf{TT}_{qCAR,d}^{w1} &= \beta_{T_{CAR}} \cdot (\mathbf{T}_{car-only}) + \beta_1 T_{PARK} \cdot (\mathbf{T}_p) + \beta_{T_{WALK}} \cdot (\mathbf{T}_w) \\ \beta_{TT}^{w2} \mathbf{TT}_{qCAR,d}^{w2} &= \beta_{T_{CAR}} \cdot (\mathbf{T}_{car-only}) + \beta_2 T_{PARK} \cdot (\mathbf{T}_p) + \beta_{T_{WALK}} \cdot (\mathbf{T}_w) \end{aligned} \quad (3.3)$$

dove:

- $\mathbf{T}_{car-only}$ è il tempo di viaggio in auto (dall'origine al parcheggio dell'auto nei pressi della destinazione finale),
- \mathbf{T}_p è il tempo di ricerca parcheggio,
- \mathbf{T}_w è il tempo di camminata dal parcheggio dell'auto alla destinazione finale.

□

$$\begin{aligned}
\beta_C^{w1} CC_{qCAR,d}^{w1} &= \beta C \cdot ((C_{car_{km}} \cdot dist_{Or-Dest}) + C_{park}) \\
\beta_C^{w2} CC_{qCAR,d}^{w2} &= \beta C \cdot ((C_{car_{km}} \cdot dist_{Or-Dest}) + C_{park})
\end{aligned} \tag{3.4}$$

dove:

- $C_{car_{km}}$ è il costo di viaggio in auto per chilometro,
- $dist_{Or-Dest}$ è la distanza tra l'origine e la destinazione finale,
- C_{park} è il costo del parcheggio.

Per l'alternativa P&R:

$$\begin{aligned}
\beta_{TT}^{w1} TT_{qP\&R,d}^{w1} &= \beta T_{P\&R} \cdot (T_{car} + T_{wait} + T_m) + \beta_1 T_{WALK_1} \cdot (T_{walk_1}) + \beta T_{WALK_2} \cdot (T_{walk_2}) \\
\beta_{TT}^{w2} TT_{qP\&R,d}^{w2} &= \beta T_{P\&R} \cdot (T_{car} + T_{wait} + T_m) + \beta_2 T_{WALK_1} \cdot (T_{walk_1}) + \beta T_{WALK_2} \cdot (T_{walk_2})
\end{aligned} \tag{3.5}$$

dove:

- T_{car} è il tempo di viaggio in auto dall'origine al parcheggio di scambio,
- T_{wait} è il tempo di attesa della Metro,
- T_m è il tempo di viaggio in Metro,
- T_{walk_1} è il tempo di camminata dal parcheggio dell'auto alla fermata di salita della metro,
- T_{walk_2} è il tempo di camminata dalla fermata di discesa della metro alla destinazione finale.

$$\begin{aligned}
\beta_C^{w1} CC_{qP\&R,d}^{w1} &= \beta C \cdot ((C_{car_{km}} \cdot dist_{Or-P\&R}) + C_{ticket}) \\
\beta_C^{w2} CC_{qP\&R,d}^{w2} &= \beta C \cdot ((C_{car_{km}} \cdot dist_{Or-P\&R}) + C_{ticket})
\end{aligned} \tag{3.6}$$

dove:

- $C_{car_{km}}$ è il costo di viaggio in auto per chilometro,
- $dist_{Or-P\&R}$ è la distanza tra l'origine e il parcheggio di scambio,
- C_{ticket} è il costo del titolo di viaggio della Metro.

$Benefits_{qj,d}^{w2}$ è una variabile che misura il beneficio presentato attraverso il programma personalizzato di viaggio. Per gli auto guidatori rappresenta quindi il beneficio del quale godrebbero se utilizzassero il P&R al posto dell'auto. $\beta_{Benefits}$ è il relativo parametro che misura l'effetto della somministrazione del piano personalizzato. In particolare, i benefici introdotti nel modello sono il risparmio economico e le calorie bruciate, quindi l'equazione 3.2 diventa:

□

$$\begin{aligned}
V_{qj,d}^{w1} &= \beta_{TT}^{w1} TT_{qj,d}^{w1} + \beta_C^{w1} C_{qj,d}^{w1} \\
V_{qj,d}^{w2} &= \beta_{TT}^{w2} TT_{qj,d}^{w2} + \beta_C^{w2} C_{qj,d}^{w2} + \beta_{Beuro}^{w2} Beuro_{qj,d}^{w2} + \beta_{Bcal}^{w2} Bcal_{qj,d}^{w2}
\end{aligned}
\tag{3.7}$$

Dove $Beuro_{qj,d}^{w2}$ è la variabile che rappresenta, per l'individuo q , il beneficio associato all'alternativa j . Questa variabile è specifica del P&R nella seconda settimana per gli utilizzatori dell'auto (potenziali utilizzatori della del P&R). In particolare:

$$Beuro_{qj,d}^{w2} = \left| C_{qCAR,d} - C_{qP\&R,d} \right|
\tag{3.8}$$

dove:

- $C_{qCAR,d}$ è il costo annuale relativo all'uso dell'auto per soddisfare i propri spostamenti,
- $C_{qP\&R,d}$ è il costo annuale per gli spostamenti realizzati attraverso l'utilizzo del P&R.

$Bcal_{qj,d}^{w2}$ è invece la variabile che rappresenta, per l'individuo q , il beneficio espresso in termini di calorie bruciate associato all'alternativa j . Questa variabile è specifica del P&R nella seconda settimana. In particolare:

$$Bcal_{qj,d}^{w2} = \left| Cal_{qCAR,d}^{w1} - Cal_{qP\&R,d} \right|
\tag{3.9}$$

dove:

- $Cal_{qCAR,d}^{w1}$ sono le calorie consumate da ogni individuo durante la prima settimana di monitoraggio calcolate sulla base del numero di metri percorsi a piedi da e verso il parcheggio dell'auto,
- $Cal_{qP\&R,d}$ sono le calorie consumate da ogni individuo per andare da e verso la stazione della Metro.

Da un certo punto di vista questo metodo, in particolare per l'attributo di costo, può essere interpretato come un reference point (Kanheman e Tversky, 1979 e 1984; Masiero e Hensher, 2011), in quanto rappresenta la differenza tra l'attributo sperimentato durante la prima settimana e l'attributo proposto nel programma personalizzato.

Il feedback quantitativo (valore del beneficio) può avere un effetto importante in questo contesto, dal momento che la maggior parte degli utenti potrebbe avere una percezione sbagliata del suo valore di riferimento. In particolare, ciò che è interessante è che i valori di riferimento di questi attributi sono osservati dall'analista la prima settimana (raccolta passiva) e non rivelato dall'utente durante l'indagine (raccolta attiva).

□

3.1.4.1. Risultati

In questa sezione vengono descritti i risultati del modello di scelta tra la modalità auto e P&R ottenuti con la migliore specificazione, dopo un'analisi approfondita di numerose differenti specificazioni di utilità.

In particolare, poiché, come previsto, si è ottenuto un parametro di scala non significativamente diverso da 1, nella stima finale è stato fissato ad 1 ed è per tale ragione che non compare in tabella. Si noti innanzitutto che il segno di tutti i coefficienti è coerente con la teoria microeconomica o con le aspettative. In particolare, tutti i parametri del LOS sono negativi e altamente significativi (t -test $> 1,96$), fatta eccezione per il tempo di ricerca parcheggio in entrambe le settimane di indagine. Per quanto riguarda le variabili socio-economiche, le uniche risultate significativamente diverse da zero al 95% sono state lo stato civile ("Sposato") e il sesso ("Uomo").

Le variabili BEURO e BCAL, che descrivono l'effetto delle informazioni personalizzate relative al P&R sono state incluse come specifiche dell'alternativa P&R nella seconda settimana, al fine di associarle ad un ipotetico cambio comportamentale.

Si noti innanzitutto che il parametro associato a tali informazioni personalizzate è positivo, che rivela che a parità LOS attributi, l'utilità di scegliere il P&R aumenta con il livello di informazione ricevuta. Per quanto riguarda la significatività, il coefficiente di BCAL è significativamente diverso da zero al 95% mentre per il coefficiente di Beuro si può rifiutare l'ipotesi che sia diverso da zero solo al 86% (in un test a una coda). Questo è coerente con il fatto che il vantaggio economico legato al cambiamento modale auto *vs.* P&R non sia troppo elevato in quanto comunque il P&R prevede l'utilizzo, seppur per percorrere distanze minori, dell'auto e conseguentemente non vengono del tutto annullati i costi legati all'auto.

Da notare che le costanti non sono risultate significative, quindi i parametri considerati nella definizione dell'utilità sono in grado di riprodurre il fenomeno oggetto di studio.

□

ML	Valore	t-test
Costante_P&R (settimana 1)	-5,18	-1,31
Costante_P&R (settimana 2)	-5,47	-1,56
<u>Attributi P&R</u>		
Tempo di viaggio in auto dall'origine al parcheggio di scambio più il tempo di attesa più il tempo di viaggio in Metro (settimana 1 e settimana 2)	-0,17	-1,94
Tempo di camminata dal parcheggio di scambio alla fermata della Metro (settimana 1)	-4,64	-3,45
Tempo di camminata dal parcheggio di scambio alla fermata della Metro (settimana 2)	-4,13	-3,19
Tempo di camminata dalla fermata della Metro alla destinazione (settimana 1 e settimana 2)	-0,96	-3,04
<u>Attributi Auto</u>		
Tempo di viaggio in auto dall'origine alla destinazione (settimana 1 e settimana 2)	-0,62	-3,75
Tempo di camminata dal parcheggio dell'auto alla destinazione finale (settimana 1 e settimana 2)	-1,21	-4,54
Tempo di ricerca parcheggio (settimana 1)	-0,21	-1,03
Tempo di ricerca parcheggio (settimana 2)	-0,15	-0,84
<u>Attributi P&R e Auto</u>		
Costo del viaggio (settimana 1 e settimana 2)	-1,71	-2,54
<u>Caratteristiche individuali</u>		
Maschio (settimana 1 e settimana 2)	3,95	2,45
Sposato (settimana 1 e settimana 2)	4,11	2,61
<u>Informazioni Personalizzate</u>		
Beuro - Risparmio economico (settimana 2)	0,002	1,48
Bcal - Calorie bruciate (settimana 2)	19,1	1,96
L(max)	-63.572	
L(C)	-313.404	
ρ^2	0,808	
N. individui	85	
Dimensione del campione	614	

Tabella 33

Per il modello in esame si è infine calcolato il valore soggettivo di tempo (SVT) per entrambe le alternative; il SVT è la quantità che un viaggiatore sarebbe disposto a pagare per risparmiare un minuto di tempo, in questo caso si ha:

$$SVT = \frac{\frac{\delta V_{P\&R}}{\delta T_{P\&R}}}{\frac{\delta V_{P\&R}}{\delta C_{P\&R}}} = \frac{\beta T_{P\&R}}{\beta C} = 0.764, \quad SVT = \frac{\frac{\delta V_{CAR}}{\delta T_{CAR}}}{\frac{\delta V_{CAR}}{\delta C_{CAR}}} = \frac{\beta T_{CAR}}{\beta C} = 1.476$$

Dove:

$$T_{P\&R} = T_{car} + T_{wait} + T_m \quad (3.10)$$

$$T_{CAR} = T_{car-only} \quad \square$$

I risultati mostrano chiaramente che per gli auto guidatori il SVT è maggiore di quello dei P&R, il che significa che gli auto guidatori hanno una disponibilità a pagare superiore agli utilizzatori del P&R per ridurre i tempi di viaggio.

3.1.5. Modello ibrido

Il modello ha consentito, da una parte, attraverso la parte discreta, di misurare l'effetto delle misure informative quali risparmio monetario e calorie bruciate sulla scelta del modo, dall'altra, attraverso la parte latente, di misurare contestualmente l'effetto della propensione verso comportamenti sostenibili per l'ambiente nella scelta del modo auto vs. P&R.

In altre parole, il modello ibrido consente di distinguere l'effetto determinato da uno stimolo esterno mirato all'accrescimento della consapevolezza sui benefici individuali derivanti dall'uso di modalità sostenibili, dall'effetto di una propensione propria quindi intrinseca dell'individuo.

La parte discreta del modello è un MNL definito attraverso la seguente funzione di utilità:

$$\begin{aligned} U_{jq,d}^{w1} &= ASC_j^{w1} + \beta_{TT}^{w1} TT_{qj,d}^{w1} + \beta_C^{w1} C_{qj,d}^{w1} + \beta_{VL} VL_q + \varepsilon_{jq,d}^{w1} \\ U_{jq,d}^{w2} &= \phi \left(ASC_j^{w2} + \beta_{TT}^{w2} TT_{qj,d}^{w2} + \beta_C^{w2} C_{qj,d}^{w2} + \beta_{Benefits}^{w2} Benefits_{qj,d} + \beta_{VL} VL_q + \varepsilon_{jqd}^{w2} \right) \end{aligned} \quad (3.11)$$

Le variabili del LOS e le variabili di informazione sono le stesse descritte per il Joint Mixed Logit (paragrafo 3.1.4), e pertanto non saranno nuovamente descritte, mentre VL_q^w è la variabile latente, che viene inserita nell'alternativa auto, che misura l'attitudine verso il rispetto dell'ambiente dell'individuo q nel seguente modo:

$$VL_q = ASC + \alpha SE_q + \omega_q \quad (3.12)$$

dove:

ASC è la costante

SE è il vettore delle caratteristiche socioeconomiche,

ω_q è il termine di errore normalmente distribuito con media zero e deviazione standard da stimare σ_w .

La variabile latente, non direttamente osservabile, è collegata agli indicatori che la spiegano mediante la seguente equazione di misura:

$$I_{qk} = \gamma_k + \zeta_k LV_q + u_{qk} \quad k=1, \dots, K \quad (3.13)$$

Dove I_{qk} è il k-esimo indicatore per la variabile latente, γ_k è l'intercetta, ζ_k è il coefficiente da stimare associato alla variabile latente (γ and ζ sono stati normalizzati a zero e uno rispettivamente per il primo indicatore per motivi di identificazione), e u_{qk} è l'errore normalmente distribuito con media zero e deviazione standard da stimare σ_u .

Come indicatori della variabile latente sono state utilizzati i seguenti quattro item:

1. Rifiuti: Livello di impegno riposto nella raccolta differenziata
2. Energia: Livello di impegno nella riduzione delle emissioni derivanti dal consumo di energia (uso moderato di energia domestica)
3. Abitudini quotidiane: Livello di impegno nella riduzione delle emissioni derivanti da comportamenti quotidiani (acquisto di prodotti locali, cibo bio, *etc.*)
4. Tecnologie: Il livello di impegno nella riduzione delle emissioni mediante l'uso di tecnologie eco-compatibili

Per ciascun item è stato chiesto agli utenti di indicare il proprio livello di impegno utilizzato numeri interi da 1 a 5 (scala Likert a cinque punti) dove uno corrisponde a "scarso impegno", 5 a "elevato impegno".

L'equazione strutturale per la scelta discreta è definita attraverso una variabile dummy, d_{jqd}^w , che assume il valore uno se l'alternativa j ha la maggiore utilità tra le due alternative disponibili nel set di scelta C_q dell'individuo q :

$$d_{jqd}^w = \begin{cases} 1 & \text{se } U_{jqd}^w > U_{iqd}^w, \quad \forall i \neq j; (i, j) \in C_q \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases} \quad (3.14)$$

Mentre la distribuzione della variabile latente e degli indicatori sono rispettivamente:

$$f_{VL}(VL_q | SE_q; \alpha, \sigma_\omega) = \frac{1}{\sigma_\omega} \phi \left(\frac{VL_q - \alpha SE_q}{\sigma_\omega} \right) \quad (3.15)$$

$$f_{I_k}(I_{qk} | VL_q; \gamma, \zeta_k, \sigma_{v_k}) = \frac{1}{\sigma_{v_k}} \phi \left(\frac{I_{qk} - \gamma_k - \zeta_k VL_q}{\sigma_{v_k}} \right)$$

Poiché gli indicatori sono espressi con una scala numerica da 1 a 5, l'equazione di misurazione è stata definita come un Probit Ordinato:

$$P(I_{kq} = 1) = \frac{1}{1 + e^{[(\gamma_{k>1} + \zeta_k VL_q) - \eta_I]}}$$

$$P(1 < I_{kq} < 5) = \frac{1}{1 + e^{[(\gamma_{k>1} + \zeta_k VL_q) - \eta_I]}} - \frac{1}{1 + e^{[(\gamma_{k>1} + \zeta_k VL_q) - \eta_{I-1}]}} \quad (3.16)$$

$$P(I_{kq} = 5) = 1 - \frac{1}{1 + e^{[(\gamma_{k>1} + \zeta_k VL_q) - \eta_{I-1}]}}$$

dove η_l sono i valori soglia definiti come $\eta_1 = 0$; $\eta_2 = \eta_1 + \delta_1$; $\eta_3 = \eta_2 + \delta_2$.

Il modello è stato stimato utilizzando la tecnica della massima verosimiglianza. La probabilità di scelta è data da:

$$P_q = \int \prod_{\omega} P_q^w [VL_q(\omega_q)] f_{VL}(\omega_q) \prod_{r=1,R} f_{I_k} [Att_q(\omega_q)] f(\omega) d\omega \quad (3.17)$$

Il modello ibrido è stato stimato utilizzando PythonBiogeme.

3.1.5.1. Risultati

Come si può notare tutti i parametri del livello di servizio hanno segno concorde con la teoria microeconomica. Per quanto riguarda la significatività dei parametri la stima del modello ibrido consente di ottenere alti livelli di significatività di tutte le variabili inserite nella specificazione della funzione di utilità. Questo aspetto è rilevante in quanto va in supporto della teoria sull'importanza dell'inclusione degli aspetti latenti nei modelli; l'inclusione dei fattori psicologici nelle funzioni di utilità consente di ridurre la dimensione del termine d'errore cioè della parte aleatoria dell'utilità e permette quindi di ottenere previsioni più aderenti alla realtà. Infatti se non fosse stato stimato un modello di tipo ibrido, la conclusione relativa alla scarsa significatività di alcuni parametri sarebbe stata giustificata ipotizzando una scarsa importanza attribuitagli dagli utenti nella scelta del modo rispetto ad altre variabili, commettendo un errore di interpretazione dei risultati.

Come nel modello descritto precedentemente, anche in questo caso i segni dei parametri associati alle variabili di informazione sono risultati entrambi positivi così come ci si aspettava; inoltre le due variabili di informazione non hanno una significatività trascurabile, in particolar modo il modello conferma il risultato precedentemente ottenuto riguardo la maggior importanza nella scelta del modo del beneficio connesso alle calorie bruciate piuttosto che il risparmio monetario.

Per quanto riguarda invece la variabile latente si è ottenuto un risultato interessante, in particolare il segno positivo del parametro associato alla variabile di propensione ambientale, inserita nell'alternativa auto di entrambe le settimane di indagine in quanto una proprietà intrinseca dell'individuo, andrebbe interpretato come: "maggiore è la sensibilità verso gli aspetti ambientali maggiore è l'utilità dell'auto". Questa affermazione potrebbe sembrare discordante con quanto ci si sarebbe aspettati, ma in realtà, il risultato sembra riflettere ciò che accade nel contesto di riferimento. Infatti, pur mostrando una spiccata propensione verso comportamenti eco sostenibili, questo atteggiamento pro-ambientale non è sufficiente per indurli a cambiare il loro modo di viaggio da auto a P&R.

Questo risultato, in accordo con il ramo della psicologia ambientale che studia questi aspetti, può essere spiegato dalla presenza di dissonanza cognitiva, e quindi dalla contraddizione che spesso esiste tra gli atteggiamenti e comportamenti. Si noti infatti che i partecipanti hanno rivelato una spiccata propensione verso comportamenti rispettosi dell'ambiente, come testimoniano le risposte a ciascuno dei quattro indicatori utilizzati per esplicitare la variabile latente. Infatti, il valore medio è superiore a 3 per ogni indicatore,

quindi i partecipanti mostrano almeno un impegno moderato per ciascuno dei quattro indicatori. Questo aspetto potrebbe anche essere espressione degli effetti del trade-off: Io sono pro-ambientale in queste quattro aree, perché non posso viaggiare in modo ecologico.

Sicuramente svolge un ruolo non indifferente, per esempio in Italia, il contestuale numero elevato di possessori d'auto (tra i più alti in Europa e nel mondo) a cui la città di Cagliari non fa eccezione (tra i più alti in Italia) e nel caso specifico la limitatezza della linea di metropolitana leggera e la scarsa integrazione con la rete del trasporto pubblico.

Inoltre la cultura del “muoversi bene” (a piedi, in bicicletta, con mezzi collettivi, condividendo l'auto, *etc.*) non risulta percepita pari a quella del “mangiar sano”, del risparmio energetico e del riciclo dei rifiuti.

Esistono differenti approcci in ambito di psicologia ambientale che evidenziano il fatto che l'impegno delle persone rispetto ad alcuni fattori piuttosto che ad altri è di tipo "gerarchico", gerarchia definita dal grado di difficoltà associabile all'impegno richiesto da ciascun fattore. Per esempio Kaiser e Wilson (2003) utilizzano un modello metodologico-statistico, modello di Rash, che prevede a posteriori l'ordinamento di item dicotomici (si/no, in questo caso riferito ai comportamenti pro ambientali) sulla base della frequenza di risposte affermative (che rimandano alla facilità/difficoltà di esecuzione).

Il modello quindi sottolinea, da una parte, l'importanza di fornire stimoli esterni attraverso informazioni sui benefici legati all'uso di modalità sostenibili, inoltre mette in evidenza la non trascurabilità degli aspetti latenti nel processo decisionale che sta dietro alla scelta del modo di viaggio in quanto i risultati in termini di cambio comportamentale sono strettamente legati a questi aspetti che quindi intervengono anche sull'efficacia della misura informativa.

□

HCM		Valore	t-test
Costante_P&R (settimana 1)		-5,64	-4,55
Costante_P&R (settimana 2)		-7,36	-5,83
LOS	<u>Attributi P&R</u>		
	Tempo di viaggio in auto dall'origine al parcheggio di scambio più il tempo di attesa più il tempo di viaggio in Metro (settimana 1 e 2)	-0,115	-3,00
	Tempo di camminata dal parcheggio di scambio alla fermata della Metro (settimana 1)	-1,97	-5,89
	Tempo di camminata dal parcheggio di scambio alla fermata della Metro (settimana 2)	-2,52	-6,73
	Tempo di camminata dalla fermata della Metro alla destinazione (settimana 1 e settimana 2)	-0,545	-5,53
	<u>Attributi Auto</u>		
	Tempo di viaggio in auto dall'origine alla destinazione (settimana 1 e settimana 2)	-0,445	-7,39
	Tempo di camminata dal parcheggio dell'auto alla destinazione finale (settimana 1 e settimana 2)	-0,853	-9,35
	Tempo di ricerca parcheggio (settimana 1)	-0,124	-2,54
	Tempo di ricerca parcheggio (settimana 2)	-0,155	-3,14
	<u>Attributi P&R e Auto</u>		
Costo del viaggio (settimana 1 e settimana 2)	-0,657	-4,17	
Benefits	<u>Informazioni Personalizzate</u>		
	Beuro - Risparmio economico (settimana 2)	0,398	8,97
	Bcal - Calorie bruciate (settimana 2)	10,7	3,75
VL _q	<u>Variabile Latente</u>		
	Costante_LV	0,727	5,61
	Attitudine ambientale (settimana 1 e settimana 2)	0,513	1,35
	<u>Caratteristiche individuali Variabile latente</u>		
	Età 31-40	0,905	8,90
	Età > 40	0,714	6,76
	Livello di istruzione (Specializzazione professionale)	2,23	9,14
	Livello di istruzione (Diploma di scuola media superiore)	0,453	4,95
	Livello di istruzione (Laurea)	0,494	5,11
	N. medio membri/famiglia	-0,101	-3,83
	Presenza di bambini	0,197	2,13
Termine aleatorio (ω)	-0,677	-6,23	
I _{qk}	<u>Indicatori</u>		
	Delta1_ Abitudini quotidiane	2,15	16,33
	Delta2_ Abitudini quotidiane	1,74	12,59
	Alpha_Tecnologie	2,47	9,80
	Delta1_Tecnologie	1,90	9,54
	Delta2_Tecnologie	2,29	13,75
	Alpha_Rifiuti	1,01	10,24
	Delta1_Rifiuti	2,34	18,64
	Alpha_Energia	3,69	8,25
	Delta1_Energia	4,45	8,80
	Delta2_Energia	3,71	10,88
L(max)	-2.938,704		
ρ^2	0,389		
N. individui	85		
Dimensione del campione	614		

Tabella 34

3.2. Modelli stimati con i dati di Abitudini di viaggio 2013 e TPB

I modelli stimati con i dati raccolti grazie all'SP e TPB, utilizzando la metodologia dei modelli ibridi utilizzata con i dati di Casteddu, hanno consentito di:

1. misurare l'effetto delle due variabili di informazione Riduzione di CO₂ e riduzione Stress da traffico implementate attraverso l'SP;
2. misurare l'effetto degli aspetti psicologici quali Percezione dello stress, Propensione alla ricezione di informazioni sullo stress da traffico e Norma personale rispetto all'ambiente;
3. distinguere i due effetti.

Sulla base dei dati sono stati effettuati dei controlli in merito alle risposte inconsistenti (se l'utente dichiara di essere disposto a pagare X Euro per risparmiare un minuto di tempo, non può non essere disposto a pagare meno di X euro per lo stesso risparmio di tempo a parità di altre condizioni; in questo caso specifico sono stati valutati solo i casi privi di informazione perché in presenza di informazioni il discorso è più complesso) e ai casi in cui gli utenti non scelgono nessuna delle due alternative e sono stati eliminati dalla base dati definitiva propedeutica alla stima del modello. In particolare per quanto riguarda le variabili latenti sono state esplicitate ciascuna mediante un set di item rispetto ai quali agli utenti, attraverso il TPB proposto in seguito all'SP, è stato chiesto di esprimere il livello di accordo/disaccordo utilizzando la scala Likert a cinque punti:

	Domanda del questionario	Item
Percezione dello stress	<i>Quanto si ritiene stressato dai seguenti aspetti</i>	1-Traffico 2-Manutenzione auto 3-Incidenti 4-Problemi legati alla ricerca del parcheggio 5-Rumori da traffico veicolare
Propensione alla ricezione di informazioni	<i>Ritiene che ricevere informazioni sul livello di stress legato all'uso dell'auto privata come auto guidatore possa</i>	1-Essere ritenuta un'informazione importante ma non quanto i tempi e i costi di viaggio 2-Accrescere la consapevolezza degli individui sugli effetti negativi legati all'uso dell'auto 3-Incentivare a ridurre l'uso dell'auto 4-Far riflettere le persone sulla possibilità di scegliere il trasporto pubblico al posto dell'auto 5-Far scegliere il trasporto pubblico in luogo dell'auto per effettuare i propri spostamenti
Norma personale	<i>Esprima il Suo grado di accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni:</i> <input type="checkbox"/>	1-Indipendentemente da cosa fanno gli altri, sento di essere moralmente obbligato a muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente 2-Indipendentemente da cosa fanno gli altri, mi sento male se non posso muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente 3-Indipendentemente da cosa fanno gli altri, mi sento bene se uso poco la mia auto

Tabella 35

Tale scelta è stata fatta in seguito all'analisi fattoriale che ha confermato l'esistenza di un fattore definito da ciascun gruppo di item individuati:

Variabili latenti	KMO	N. Fattori latenti	Varianza spiegata dal primo fattore	Alpha fattore 1
Percezione dello stress	0,747	1	46%	0,703
Propensione alla ricezione di informazioni	0,736	2	67%	0,820
Norma personale	0,548	1	57%	0,588

Tabella 36

Gli effetti latenti, a causa delle dimensioni ridotte del campione, sono stati inseriti in tre modelli distinti ma allo stesso tempo, sono stati studiati anche molti altri effetti sistematici, dei quali si riportano i più significativi.

I tre modelli ibridi stimati hanno consentito di ottenere i seguenti risultati:

	HCM 1 (Propensione alla ricezione di informazioni)		HCM 2 (Norma personale)		HCM 3 (Percezione dello stress)	
	Valore	t-test	Valore	t-test	Valore	t-test
Costante_P&R	-18,90	-4,97	-3,33	-2,81	-6,75	-5,04
<u>Attributi P&R e Auto</u>						
Tempo di viaggio	-0,109	-4,50	-0,068	-3,53	-0,08	-4,04
Tempo di ricerca parcheggio	-0,087	-1,58	-0,046	-1,06	-0,04	-0,93
Costo del parcheggio	-0,711	-5,90	-0,498	-5,15	-0,51	-4,81
Tempo di viaggio *						
Tempo di ricerca parcheggio	0,018	1,14	0,024	1,62	0,047	3,11
<u>Attributi P&R</u>						
Tempo di attesa	-0,162	-2,88	-0,1	-2,16	-0,13	-2,48
<u>Informazioni Personalizzate</u>						
Riduzione CO ₂	0,535	1,83	0,345	1,46	0,371	1,48
Riduzione Stress	0,699	2,49	0,489	2,14	0,546	2,20
<u>Caratteristiche individuali P&R</u>						
Età 18-30	-2,01	-5,62				
Età 31-40			1,21	4,88	1,24	4,26
Età > 41						
Femmine	0,719	2,63	0,836	3,75	0,778	3,31
Libero professionista			1,65	4,36		
Con figli			0,77	3,35	1,13	3,79
Variabile latente						
Costante_LV	3,51	47,44	3,14	63,05	3,93	18,82
<u>Informazioni Stress</u>	5,55	5,38				
<u>Norma Personale</u>			0,299	1,66		
<u>Percezione Stress</u>					1,11	5,18

<u>Caratteristiche individuali Variabile latente</u>						
Età 31-40	-0,069	-1,79			-0,38	-2,16
Età > 41	-0,333	-4,21	0,052	6,95	-0,68	-5,29
Femmina	0,093	3,25			0,205	2,09
Libero professionista	0,144	3,83			0,623	4,90
N. componenti a famiglia					-0,16	-3,57
Con figli	0,145	3,00				
N. di auto a famiglia	-0,063	-2,91	0,211	15,96		
Termine d'errore	-1,23	-7,64	-0,515	-8,28	-0,22	-5,03
Indicatori_VL						
ASCIStr2	-3,27	-3,87				
B_IStr2	1,98	8,05				
b_sigmaStress2	-0,143	-3,12				
ASCIStr3	-8,47	-4,33				
B_IStr3	3,45	6,13				
b_sigmaStress3	-0,496	-9,06				
ASCIStr4	-7,89	-4,13				
B_IStr4	3,36	6,06				
b_sigmaStress4	-0,795	-10,25				
ASCIStr7	-5,87	-4,06				
B_IStr7	2,58	6,20				
b_sigmaStress7	-0,511	-15,67				
ASCNpers2			-4,93	-10,43		
B_Npers2			2,07	16,14		
b_sigmaNpers2			-2,67	-67,67		
ASCNpers3			0,646	2,43		
B_Npers3			0,776	10,80		
b_sigmaNpers3			-0,033	-1,21		
ASCStr2					-0,21	-0,73
B_Str2					0,82	9,01
b_sigmaStress2					0,141	3,17
ASCStr3					-0,07	-0,21
B_Str3					0,61	6,03
b_sigmaStress3					0,094	2,30
ASCStr4					0,526	1,80
B_Str4					0,861	10,22
b_sigmaStress4					0,132	2,74
ASCStr5					-0,57	-2,27
B_Str5					0,864	10,70
b_sigmaStress5					0,01	0,22
L(max)	-3.459,541		-2.455,202		-4.334,793	
ρ^2	0,784		0,732		0,665	
N. individui	62		62		62	
Dimensione del campione	513		513		513	

Tabella 37



Innanzitutto si noti che i segni di tutti i parametri degli attributi LOS sono in accordo con la teoria microeconomica e sono significativamente diversi da zero, con un livello di significatività del 95%, tranne per il tempo trascorso alla ricerca di un parcheggio, forse perché ha un valore molto basso per il P&R (come tra l'altro verificatosi anche per gli altri modelli stimati).

Le variabili che descrivono l'effetto della misure informative implementate attraverso l'SP sono state inserite nella funzione di utilità come specifica del P&R; i parametri ad esse associati sono positivi, quindi l'utilità di scegliere il P&R aumenta, coerentemente alle aspettative, con il livello di consapevolezza raggiunto grazie alle informazioni fornite sull'uso del P&R. Per quanto riguarda la significatività, in tutti e tre i modelli il coefficiente associato allo stress è significativo al 95%, mentre per il coefficiente associato alla CO₂ si può rifiutare l'ipotesi che sia diverso da zero solo al 93%, 86% e 84% (in una coda test) rispettivamente, ma in ogni caso non ha un effetto trascurabile sulla scelta anche se la influenza in minor misura rispetto allo stress.

Per quanto riguarda le variabili latenti, il modello mostra che tutte e tre influenzano, in misure differenti, la scelta del P&R. Inoltre, come si può vedere, i risultati sono coerenti con quelli ottenuti per le due variabili di informazione. In particolare, più gli individui considerano utile ricevere informazioni riguardanti lo stress, più tendono a comportarsi in modo sostenibile scegliendo il P&R (segno positivo delle variabili latenti). Gli aspetti legati allo stress sembrano avere una maggiore influenza sulla scelta degli aspetti ambientali: l'informazione ricevuta in merito alla riduzione delle emissioni di CO₂ non è così significativa nella scelta del modo come le informazioni sullo stress; allo stesso modo anche l'aspetto latente è in linea con questo risultato in quanto la variabile latente norma personale rispetto all'ambiente è risultata meno influente delle altre due variabili latenti studiate.

L'informazione sulla CO₂ non aveva dato risultati particolarmente interessanti nemmeno con i dati di Casteddu (inizialmente si poteva attribuire il risultato ad una non idonea modalità di presentazione che invece è stata poi approfondita con le indagini Abitudini di viaggio), quindi probabilmente gli individui sono più sensibili agli effetti che hanno ripercussioni immediate, quali lo stress o le calorie bruciate, piuttosto che per effetti a lungo termine e non direttamente percepibili.

□

Conclusioni

Il presente lavoro, sviluppato nell'ambito dei programmi di cambiamento volontario del comportamento di viaggio, ha consentito, attraverso la stima di modelli di scelta discreta, di valutare l'effetto dell'implementazione di misure di gestione della domanda di tipo soft sulla scelta del modo. In particolare l'effetto delle misure è stato isolato dall'effetto latente che gli aspetti psicologici possono avere sul processo comportamentale di scelta.

Lo studio ha confermato sia l'importanza dell'effetto delle misure informative sulla scelta del Park and Ride (P&R) in luogo dell'auto privata, sia l'importanza degli aspetti latenti che sottendono il comportamento.

È stato possibile ottenere questi risultati grazie all'individuazione di un'accurata metodologia, sviluppata attraverso diverse fasi, che ha consentito, non solo di ottenere dati idonei per la stima dei modelli di scelta discreta al fine di dare un'evidenza scientifica ai risultati, ma anche di individuare una tecnica per la definizione, la presentazione e l'applicazione delle misure informative tenendo conto di tutti quegli aspetti che ne possono favorire o limitare l'efficacia.

Una parte molto importante del lavoro infatti è costituita proprio dalla fase applicativa della metodologia che consta sostanzialmente di tre parti: 1) individuazione degli aspetti da approfondire partendo dall'analisi dei risultati relativi allo studio pilota Casteddu Mobility Styles (CMS), 2) analisi e misurazione degli aspetti latenti attraverso la costruzione di un questionario basato sulla Teoria del Comportamento Pianificato (TPB), 3) implementazione di misure informative attraverso un'indagine sulle Preferenze Dichiarate (SP).

Grazie all'analisi dei risultati del programma CMS si è deciso di:

- costruire una base dati robusta per l'analisi dei comportamenti di viaggio;
- individuare una corretta modalità di presentazione delle misure;
- somministrare nuove informazioni, in particolare lo stress da traffico;
- misurare gli aspetti psicologici che possono influenzare l'effetto della misura informativa al fine di distinguere i due aspetti.

Per realizzare i punti di cui sopra quindi è stato innanzitutto costruito il questionario TPB, basato sulla Teoria del Comportamento Pianificato che, da un lato ha consentito di misurare in modo completo gli aspetti psicologici, propri dell'individuo, che ne determinano i comportamenti, dall'altra di valutare tali aspetti in riferimento alla variabile di interesse Stress da traffico, per confermare/smentire l'importanza emersa in CMS della stessa variabile.

I risultati emersi dall'analisi del questionario TPB hanno confermato quelli ottenuti con CMS, in particolare hanno messo in evidenza che il campione analizzato 1) fosse moderatamente stressato dall'uso dell'auto in particolar modo a causa della ricerca del parcheggio e dal traffico veicolare, 2) ritenesse che ricevere informazioni sullo stress non fosse inutile ma, al contrario, anche se in minor misura rispetto alle variabili di tempo e costo, possa risultare utile per sensibilizzare verso l'uso del trasporto pubblico e addirittura generare un cambio di scelta modale (auto vs. trasporto pubblico).

L'applicazione della teoria TPB è stata inoltre indispensabile per la successiva fase di costruzione di modelli ibridi, in quanto, attraverso tecniche di analisi fattoriale, ha consentito di individuare alcuni fattori latenti e i corrispondenti indicatori che li esplicano.

L'indagine sulle Preferenze Dichiarate (SP) è invece stata importante per valutare l'introduzione, tra gli attributi modali, di due misure informative relative ai benefici, in termini di riduzione di emissioni di CO₂ e di riduzione dello Stress da traffico, connessi con l'uso della modalità Park and Ride. Inoltre ha consentito di definire una base dati robusta, in accordo con quanto prescritto dalla letteratura, per la stima dei modelli di scelta discreta.

Attraverso la procedura di costruzione dell'indagine SP è stato possibile condurre un attento studio sulla modalità di presentazione delle misure informative. Grazie ad un test pilota, definito sulla base di un'attenta revisione bibliografica sull'argomento, è stata individuata la modalità che è risultata essere più idonea secondo gli individui intervistati. In particolare il test ha mostrato che affinché l'informazione sia comprensibile, chiara ed efficace debba essere fornita mediante l'uso combinato di un'immagine, realistica del contesto di riferimento, e di un testo che definisca oggettivamente e univocamente il messaggio che si intende trasmettere con l'informazione stessa.

I risultati ottenuti dai modelli costruiti hanno confermato che gli individui innanzitutto percepiscono realmente l'informazione come un beneficio; infatti si è verificato un effetto positivo sull'utilità di scegliere il P&R per tutte le variabili informative testate. Tra le informazioni testate, relative a differenti ambiti: benefici in termini ambientali (emissioni di CO₂), di salute (calorie bruciate, stress da traffico) ed economici (risparmio economico), connessi con l'uso del P&R, è risultato che il beneficio legato alla salute abbia un effetto maggiore rispetto agli altri due.

Inoltre i modelli hanno consentito di confermare l'importanza di studiare gli effetti degli aspetti psicologici, che sottendono il comportamento, contestualmente a quelli delle variabili di informazione. È emerso infatti che gli aspetti psicologici trattati come variabili latenti, opportunamente esplicitate attraverso indicatori misurati con il questionario TPB, influenzano significativamente la scelta del modo. L'esclusione di tali fattori avrebbe comportato quindi un errore in fase previsionale in quanto il loro effetto sarebbe rimasto sconosciuto e racchiuso globalmente nel termine d'errore.

I modelli costruiti utilizzando i dati di CMS hanno messo in evidenza, contestualmente all'effetto generato dalle variabili di informazione, quello della propensione ambientale degli individui rispetto alla scelta dell'auto. Infatti si è ottenuto un risultato interessante che riflette esattamente ciò che accade nel contesto di riferimento: gli individui, pur mostrando una spiccata propensione verso comportamenti eco sostenibili, non riescono ad utilizzare questo loro atteggiamento pro-ambientale per modificare il loro comportamento di viaggio. In questo senso svolge un ruolo non indifferente, per esempio in Italia, il contestuale numero elevato di possessori d'auto (tra i più alti in Europa e nel mondo) a cui la città di Cagliari non fa eccezione (tra i più alti in Italia) e nel caso specifico la limitatezza della linea di metropolitana leggera e la scarsa integrazione con la rete del trasporto pubblico.

Inoltre la cultura del “muoversi bene” (a piedi, in bicicletta, con mezzi collettivi, condividendo l'auto, *etc.*) non risulta percepita pari a quella del “mangiar sano”, del risparmio energetico e del riciclo dei rifiuti.

Questo risultato che può essere spiegato dalla presenza di dissonanza cognitiva, e quindi dalla contraddizione che spesso esiste tra gli atteggiamenti e comportamenti, sottolinea, l'importanza di fornire stimoli esterni attraverso informazioni sui benefici legati all'uso di modalità sostenibili. Ma non solo, conferma la non trascurabilità degli aspetti latenti nel processo decisionale che stanno dietro alla scelta del modo di viaggio, in quanto i risultati in termini di cambio comportamentale sono strettamente legati a questi aspetti che quindi intervengono sull'efficacia della misura informativa stessa.

Con i dati raccolti con l'SP e il TPB sono invece state valutate tre variabili latenti: Norma personale, Percezione dello stress, Propensione a ricevere informazioni sullo stress contestualmente all'effetto delle variabili di informazione in termini di riduzione di emissioni di CO₂ e stress da traffico.

In questo caso non si è verificata la presenza di fenomeni di dissonanza cognitiva, al contrario si sono ottenuti risultati omogenei. In particolare, più gli individui considerano utile ricevere informazioni riguardanti lo stress, più tendono a comportarsi in modo sostenibile scegliendo il P&R. Gli aspetti legati allo stress sembrano avere una maggiore influenza degli aspetti ambientali: l'informazione ricevuta in merito alla riduzione delle emissioni di CO₂ non è così significativa nella scelta del modo come le informazioni sullo stress; allo stesso modo anche l'aspetto latente è in linea con questo risultato in quanto la variabile latente norma personale rispetto all'ambiente è risultata meno influente delle altre due variabili latenti studiate.

L'informazione sulla CO₂ non aveva dato risultati particolarmente interessanti nemmeno nell'ambito del programma CMS, quindi probabilmente gli individui sono più sensibili agli effetti che hanno ripercussioni immediate, quali lo stress o le calorie bruciate, piuttosto che agli effetti a lungo termine e non direttamente percepibili.

Infine il progetto di ricerca, nelle sue diverse declinazioni di analisi ed applicazioni, ha consentito di mettere in luce l'importanza di disporre di una valutazione completa del processo comportamentale per aumentare l'efficacia dell'implementazione di programmi di comportamento volontario di viaggio. Un'errata valutazione sia del processo di definizione e di implementazione delle misure, che di tutti gli attributi che influenzano il comportamento di viaggio, potrebbe portare ad una perdita di efficacia delle misure e, dal punto di vista modellistico, a non corrette previsioni della domanda.



Bibliografia

- Abdel-Aty, M., Kitamura, R. and Jovanis, P. (1997). Using stated preference data for studying the effect of advanced traffic information on drivers' route choice. *Transportation Research Part C*, 5(1), pp. 39-50.
- Abdel-Salam, A., Eyres, K.S. and Cleary, J. (1991). Drivers' elbow: A cause of ulnar neuropathy. *Journal of Hand Surgery [Br]*, 16(4), pp. 436-437.
- Abelson, R. P. and Levy, A. (1985). Decision Making and Decision Theory Handbook of Social Psychology 1, G. Lindzey and E. Aronson, Eds., Random House, New York.
- Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: A theory of planned behaviour. In J. KUHL and J. Beckmann (eds.) *Action-control: From cognition to behaviour*. Heidelberg: Springer, pp. 11-39.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), pp. 179-211.
- Ampt, E. (2003). Voluntary Household Travel Behaviour Change - Theory and Practice. *10th International Association of Travel Behaviour Research Conference*, Lucerne, Switzerland.
- Ampt, E., Rooney, A. (1998). Reducing the Impact of the Car - A Sustainable Approach: TravelSmart Adelaide. *Paper prepared for the 22nd Australasian Transport Research Forum, Sydney, Australia*.
- Anable, J. (2005). 'Complacent car addicts' or 'aspiring environmentalists'? Identifying travel behaviour segments using attitude theory. *Transport Policy*, 12(1), pp. 65-78.
- Ashok, K., Dillon, W. R. and Yuan, S. (2002). Extending discrete choice models to incorporate attitudinal and other latent variables. *Journal of Marketing Research XXXIX*, pp. 31-46.
- Avineri, E. and Waygood, E. O. D. (2013). Applying valence framing to enhance the effect of information on transport related carbon dioxide emissions. *Transportation Research Part A*, 48, pp. 31-48.
- Bamberg, S. and Schmidt, P. (2003). Incentives, morality or habit? Predicting students car use for university routes with the models of Ajzen, Schwartz and Triandis. *Environment and Behavior*, 35, pp. 264-285.
- Bamberg, S., Ajzen, I., Schmidt, P. (2003). Choice of travel mode in the theory of planned behavior: The roles of past behavior, habit, and reasoned action. *Basic and applied social psychology*, 25(3), pp. 175-187.
- Bamberg, S., Fujii, S., Friman, M. and Gärling, T. (2011). Behaviour theory and soft transport policy measures. *Transport Policy*, 18(1), pp. 228-235.
- Banister, D., Schwanen, T., Anable, J. (2012). Introduction to the special section on theoretical perspectives on climate change mitigation in transport. *Journal of transport geography*, 24, pp. 467-470.
- Ben Akiva, M., McFadden, D., Train, K., Walker, J.L., Bhat, C.R., Bierlaire, M., Bolduc, D., Boersch-Supan, A., Brownstone, D., Bunch, D., Daly, A., de Palma, A., Gopinath, D., Karlstrom, A. and Munizaga, M. (2002a). Hybrid choice models: progress and challenges. *Marketing Letters*, 13(3), pp. 163-175.
- Ben-Akiva, M. (1992). Incorporation of Psychometric Data in Individual Choice Models. *Presented at the American Marketing Association Advanced Research Techniques Forum, Lake Tahoe, Nevada*.
- Ben-Akiva, M. and Boccara, B. (1987). Integrated Framework for Travel Behavior Analysis. *Presented at the International Association of Travel Behavior Research (IATBR)*.
- Ben-Akiva, M. and Bolduc, D. (1996). Multinomial Probit with a Logit Kernel and a General Parametric Specification of the Covariance Structure. Working paper, Department of Civil Engineering.
- Ben-Akiva, M. and Lerman, S.R. (1985). *Discrete choice analysis: theory and application to predict travel demand*. The MIT press.
- Ben-Akiva, M. and Morikawa, T. (1990). Estimation of travel demand models from multiple data sources. *Proceedings 11th International Symposium on Transportation and Traffic Theory, Yokohama, Japan*.
- Ben-Akiva, M., Bolduc, D. and Bradley, M. (1994). Estimation of Travel Choice Models with a Distributed Value of Time. *Transportation Research Record*, 1413.
- Ben-Akiva, M., Walker, J.L., Bernardino, A., Gopinath, D., Morikawa, T. and Polydoropoulou, T. (2002b). Integration of Choice and Latent Variable Models. In: H. Mahmassani, ed. In *Perpetual Motion: Travel Behaviour Research Opportunities and Application Challenges*. Amsterdam: Elsevier.

- Bentler, P. M. (1980). Multivariate Analysis with Latent Variables. *Annual Review of Psychology*, 31, pp. 419-456.
- Bhat, C.R. and Castelar, S. (2002). A unified mixed logit framework for modelling revealed and stated preferences: formulation and application to congestion pricing analysis in the San Francisco Bay Area. *Transportation Research Part B*, 36(7), pp. 593-616.
- Bolduc, D., Ben-Akiva, M., Walker, J. L. and Michaud, A. (2005). Hybrid Choice Models with Logit Kernel: Applicability to Large Scale Models. In: M. Lee-Gosselin and S. Doherty, eds. *Integrated Land-Use and Transportation Models*. Amsterdam: Elsevier.
- Bolduc, D., Boucher, N. and Alvarez-Daziano, R. (2008). Hybrid choice modelling of new technologies for car choice in Canada. *Transportation Research Record*, 2082, pp. 63-71.
- Bollen, K. A. (1989). *Structural Equations with Latent Variables*. Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics. New York: Wiley.
- Bollen, K. A. (2005). *Structural Equations with Latent Variables*, New York: Wiley.
- Bonnes, M., Carrus, G. and Passafaro, P. (2006). *Psicologia ambientale, sostenibilità e comportamenti ecologici*. Roma: Carocci.
- Bonsall, P., Shires, J., Maule, J., Matthews, B. and Beale, J. (2007). Responses to complex pricing signals: theory, evidence and implications for road pricing. *Transportation Research Part A*, 41(7), pp. 672-683.
- Bonsall, P.W. (2007). Does individualised travel marketing really work? Proceedings, the 35th European Transport Conference, Amsterdam, Oct 2007.
- Boulding, K.E. (1956). *The Image: Knowledge and Life in Society*. Ann Arbor MI: University of Michigan Press.
- Bradley, M. and Daly, A. (1997). Estimation of Logit Models Using Mixed Stated Preference and Revealed Preference Information. In: P. Stopher and M. Lee-Gosselin, eds. *Understanding Travel Behaviour in an Era of Change*. Oxford: Pergamon Press.
- Brazil, W. and Caulfield, B. (2013). Does green make a difference: The potential role of smartphone technology in transport behaviour. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 37, pp. 93-101.
- Brazil, W. and Caulfield, B. (2014). Testing individuals' ability to compare emissions from public transport and driving trips. *Journal of Public Transportation*, 17(2), pp. 27-43.
- Brög, W. (1998). Individualised marketing: Implications for TDM. *CD-ROM of the proceedings of the 77th Annual Meeting of Transportation Research Board*, Washington DC.
- Cantillo, V. and Ortúzar, J. de D. (2005). A semi-compensatory discrete choice model with explicit attribute thresholds of perception. *Transportation Research Part B*, 39(7), pp. 641-657.
- Cardell, S. N., Dobson, R. and Dunbar, F. (1978). Consumer research implementations of random coefficient models. In *Advances in Consumer Research*, 5. H.K. Hunt (ed.), Association for Consumer Research, Ann Arbor.
- Cattell, R. B. (1966). The scree test for the number of factors. *Multivariate Behavioral Research*, 1, pp. 245-276.
- Cherchi, E. (2009). Modelling individual preferences: state of the art, recent advances and future directions. In Pendyala, R.M. and C.R. Bhat (eds.), *Travel Behaviour Research in an Evolving World*. Lulu.com Publishers, Raleigh, N.C.
- Cherchi, E. and Ortúzar J. de D. (2002). Mixed RP/SP Models Incorporating Interaction Effects. *Transportation*, 29(4), pp. 371-395.
- Cherchi, E. and Ortúzar, J. de D. (2001). Multimodal choice models with mixed RP/SP data: correlation, non-linearities and income effect. In: *Selected Proceedings of the 9th World Conference on Transport Research*. Amsterdam: Pergamon-Elsevier.
- Cherchi, E. and Ortúzar, J. de D. (2002). Mixed RP/SP models incorporating interaction effects: Modelling new suburban train services in Cagliari. *Transportation*, 29, pp. 371-395.
- Cherchi, E. and Ortúzar, J. de D. (2006). On fitting mode specific constants in the presence of new options in RP/SP models. *Transportation Research*, 40A(1), pp. 1-18. Elsevier.
- Cherchi, E. and Ortúzar, J. de D. (2010). Can mixed logit infer the actual data generating process? some implications for environmental assessment. *Transportation Research Part D*, 15(7), pp. 428-442.

- Choocharukul, K., Hong Tan, V. and Fujii, S. (2008). Psychological effects of travel behaviour on preference of residential location choice. *Transportation Research Part A*, 42(1), pp. 116-124.
- Dahlstrand, U. and Biel, A. (1997). Pro-environmental habits: Propensity levels in behavioral change. *Journal of Applied Social Psychology*, 27, pp. 588-601.
- Dannewald, T., Paulssen, M., Temme, D. and Walker, J.L. (2007). Hybrid choice models estimation using canned SEM software. In: Flexible Marketing in an Unpredictable World. *Proceedings of the 36th EMAC Conference*. Reykjavik: Reykjavik University.
- Desmond, P.A. and Matthews, G. (2009). Individual differences in stress and fatigue in two field studies in driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 12(4), pp. 265-276.
- Everitt, B. S. (1984). An Introduction to Latent Variable Models. *Monographs on Statistical and Applied Probability*, Chapman and Hall.
- Fosgerau, M. and Bierlaire, M. (2008). Discrete choice models with multiplicative error terms. *Transportation Research B*, 43(5), pp. 494-505.
- Froehlich, J., Dillahunt, T., Klasnja, P., Mankoff, J., Consolvo, S., Harrison, B. and Landay, J. A. (2009). UbiGreen: investigating a mobile tool for tracking and supporting green transportation habits. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1043-1052. ACM.
- Fujii, S. and Taniguchi, A. (2005). Reducing family car-use by providing travel advice or requesting behavioural plans: An experimental analysis of travel feedback programs. *Transportation Research Part D*, 10, pp. 385-393.
- Fujii, S. and Taniguchi, A. (2006). Determinants of the effectiveness of travel feedback programs - a review of communicative mobility management measures for changing travel behaviour in Japan. *Transport Policy*, 13(5), pp. 339-348.
- Gärling, T. and Axhausen, K. (2003). Habitual travel choice. *Transportation*, 30(1), pp. 1-11.
- Gärling, T. and Friman, M. (1998). Psychological Principles of Residential Choice. *Draft chapter prepared for Residential Environments: Choice, Satisfaction and Behavior*, J. Aragonés, G. Francescato and T. Gärling, Eds.
- Gärling, T., Eek, D., Loukopoulos, P., Fujii, S., Johansson-Stenman, O., Kitamura, R. and Vilhelmson, B. (2002). A conceptual analysis of the impact of travel demand management on private car use. *Transport Policy*, 9(1), pp. 59-70.
- Gärling, T., Fujii, S. (2009). Travel behavior modification: theories, methods, and programs. In *The expanding sphere of travel behavior research*. Edited by Kitamura R., Yoshi T., Yamamoto T., IATBR, pp. 97-128.
- Gärling, T., Gillholm, R., Garling, A. (1998). Reintroducing attitude theory in travel behavior research: The validity of an interactive interview procedure to predict car use. *Transportation*, 25, pp. 129- 146.
- Gary, E. M., Johansson, J. K. and Chao, P. (1984), Image Variables in MultiAttribute Product Evaluations: Country of Origin Effects, Vol. 11 (September).
- Gee, G.C. and Takeuchi, D.T. (2004). Traffic stress, vehicular burden and well being: A multilevel analysis. *Social Science & Medicine*, 59, pp. 405-414.
- Glendon, A.I., Dorn, L., Matthews, G., Gulian, E., Davies, D.R., Debney, L.M. (1993). Reliability of the Driving Behaviour Inventory. *Ergonomics*, 36(6), pp. 719-726.
- Golob, T.F. and Hensher, D.A. (1998). Greenhouse gas emissions and Australian commuters' attitudes and behaviour concerning abatement policies and personal involvement. *Transportation Research Part D*, 3(1), pp. 1-18.
- Golob, T.F., Kitamura, R. and Supernak, J. (1997). A Panel-Based Evaluation of the San Diego 15 Carpool Lanes Project. In: T.F. Golob, R. Kitamura and L. Long, eds. *Panels for Transportation Planning: Methods and Applications*. Boston: Kluwer.
- Harland, P., Staats, H. and Wilke, H.A. (1999). Explaining proenvironmental intention and behavior by personal norms and the theory of planned behavior. *Journal of applied social psychology*, 29(12), 2505-2528.
- Hennessy, D. A. and Wiesenthal, D. L. (1999). Traffic Congestion, Driver Stress and Driver Aggression. *Aggressive Behavior*, (25), pp. 409-423.

- Hensher, D.A. (1994). Stated Preference Analysis of Travel Choice: The State of Practice. *Transportation*, (21), pp. 107-133.
- IEA (2009). How the energy sector can deliver on a climate agreement in Copenhagen: special excerpt of the world energy outlook for the Bangkok UNFCCC conference. *International Energy Agency*, Paris.
- IEA (2010). CO₂ emissions from fuel combustion: highlights. *International Energy Agency*, Paris.
- IEA (2011). Key World Energy Statistics. *International Energy Agency*, Paris.
- Jakobsson, C., Fujii, S. and Gärling, T. (2000). Determinants of private car users' acceptance of road pricing. *Transport Policy*, 7(2), pp. 153-158.
- Jara-Díaz, S. R. and Farah, M. (1987). Transport demand and users' benefits with fixed income: the goods/leisure trade off revisited. *Transportation Research*, 21B(2), pp. 165-170.
- Jara-Díaz, S. R. and Videla, J. (1989). Detection of income effect in mode choice: theory and application. *Transportation Research*, 23B(6), pp. 393-400.
- Johansson, M. V. and Heldt, T. (2006). The effects of attitudes and personality traits on mode choice. *Transportation Research Part A*, 40, pp. 507-525.
- Johansson, M. V., Heldt, T. and Johansson, P. (2006). The effects of attitudes and personality traits on mode choice. *Transportation Research Part A*, 40(6), pp. 507-525.
- Jöreskog, K. G. (1973). *A General Method for Estimating a Linear Structural Equation System, Structural Models in the Social Sciences*. A.S. Goldberger and O.D. Duncan, Eds., Academic Press, New York.
- Kahneman, D. and Tversky, A. (1979). Prospect Theory: an analysis of decisions under risk. *Econometrica*, 47, pp. 313-327.
- Kahneman, D. and Tversky, A. (1984). Choices, values, frames. *American Psychologist*, 39, pp. 341-350.
- Kamargianni, M. and Polydoropoulou, A. (2013). Hybrid choice model to investigate effects of teenagers' attitudes toward walking and cycling on mode choice behavior. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2382(1), pp. 151-161.
- Keesling, W. J. (1972). Maximum Likelihood Approaches to Causal Analysis. Ph.D. Dissertation, University of Chicago.
- Kitamura, R., Fujii, S. and Pas, E.I. (1997). Time-use data, analysis and modeling: Toward the next generation of transportation planning methodologies. *Transport Policy*, 4(4), pp. 225-235.
- Kitrinou, E., Polydoropoulou, A. and Bolduc, D. (2009). Development of integrated choice and latent variable (ICLV) models for the residential relocation decision in island areas. In: *International Choice Modelling Conference*. Harrogate, UK.
- Koppelman, F. and Hauser, J. (1979). Destination Choice for Non-Grocery-Shopping Trips. *Transportation Research Record*, 673, pp. 157-165.
- Koppelman, F.S. and Lyon, P.K. (1981). Attitudinal Analysis of Travel Choice for Trips to Work or School. *Transportation Science*, 15(3), pp. 233-254.
- Koslowsky, M. and Krausz, M. (1993). On the relationship between commuting, stress symptoms, and attitudinal measures: A LISREL application. *Journal of Applied Behavioral Science*, 29, pp. 485-492.
- Koslowsky, M., Kluger, A. N. and Reich, M. (1995). *Commuting stress: Causes, effects, and methods of coping*. New York: Plenum.
- Lancaster, K. (1966). A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, 14, pp. 132-157.
- Levine, J., Park, S., Wallace, R. R. and Underwood, S.E. (1999). Public choice in transit organization and finance: the structure of support. *Transportation Research Record*, 1669, pp. 87-95.
- Louviere, J. J. (1988). Conjoint analysis modelling of stated preferences: a review of theory, methods, recent developments and external validity. *Journal of transport economics and policy*, pp. 93-119.
- Louviere, J. J., Hensher, D. A. and Swait, J. D. (2000). *Stated Choice Methods: Analysis and Application*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lucas, J. L., Heady, R. B. (2002). Flexitime commuters and their driver stress, feelings of time urgency, and commute satisfaction. *Journal of Business and Psychology*, 16(4), pp. 565-571.
- Manski, C. F. (1977). The structure of random utility models. *Theory and Decisions*, 8(3), pp. 229-254.
- Martineau, P. (1958). The Personality of the Retail Store. *Harvard Business Review*, 36, pp. 47-55.
- Masiero, L. and Hensher, D. A. (2011). Shift of reference point and implications on behavioral reaction to gains and losses. *Transportation*, 38(2), pp. 249-271.

- Matthews, G., Desmond, P. A., Joyner, L., Carcary, B. and Gilliland, K. (1997). A comprehensive questionnaire measure of driver stress and affect. In: Rothengatter, T., Vaya's, E.C. (Eds.), *Traffic and Transport Psychology: Theory and Application*. Elsevier Science Ltd, New York, pp. 317-324.
- McFadden, D. (2000). Disaggregate behavioral travel demand's RUM side. *Travel Behaviour Research*, pp. 17-63.
- McFadden, D. L. (1981). Econometric models of probabilistic choice. In: *Structural Analysis of Discrete Data: With Econometric Applications*, C. Manski and D. McFadden (eds.), MIT Press, Cambridge, Mass.
- McFadden, D. L. (1986). The Choice Theory Approach to Marketing Research. *Marketing Science*, 5(4), pp. 275-297.
- McFadden, D. L. (1997). Rationality for Economists. Presented at *the NSF Symposium on Eliciting Preferences*. Berkeley, California.
- McFadden, D. L. and Train, K. E. (1997). Mixed MNL models for discrete response. Working paper, Department of Economics, University of California at Berkeley.
- McFadden, D. L. and Train, K. E. (2000). Mixed MNL models for discrete response. *Journal of Applied Econometrics*, 15, pp. 447-470.
- Meloni, I., Sanjust, B. and Spissu, E. (2013). Using A Gps Active Logger To Implement Travel Behavior Change Programs. In *Rasouli S. & Timmermans H. (eds.)*. In press.
- Meloni, I., Spissu, E. and Bhat, C. R. (2011). The effect of personal cap-and-trade mileage policies on individual activity-travel patterns. The Activity Locator project. *Transportation Letters: The international Journal of transportation Research*, 3, pp. 293-307.
- Morikawa, T. and Sasaki, K. (1998). Discrete Choice Models with Latent Variables Using Subjective Data. In: J. de D. Ortúzar, D.A. Hensher, and S. Jara-Díaz, eds. *Travel Behaviour Research. Updating the State of Play*. Oxford: Pergamon.
- Morikawa, T., Ben-Akiva, M. and McFadden, D. (1996). Incorporating psychometric data in econometric choice models. Working paper. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- Murphy, K. M., Topel, R. H. (1985). Estimation and inference in two step econometric models. *Journal of Business and Economic Statistics*, 3, pp. 370-379.
- Myers, J. G. (1968). Consumer Image and Attitude. Institute of Business and Economic Research. University of California, Berkeley.
- Novaco, R.W., Stokols, D. and Milanese, L. (1990). Objective and subjective dimensions of travel impedance as determinants of commuting stress. *American Journal of Community Psychology*, 18, pp. 231-257.
- Novaco, R.W., Kliewer, W. and Broquet, A. (1991). Home environmental consequences of commute travel impedance. *American Journal of Community Psychology*, 19, pp. 881-909.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Olson, J.M. and Zanna, M.P. (1993). Attitudes and Attitude Change. *Annual Review of Psychology*, 44, pp. 117-154.
- Ortúzar, J. D. D. and Williams, H. C. W. L. (1982). Una interpretación geométrica de los modelos de elección entre alternativas discretas basados en la teoría de la utilidad aleatoria. *Apuntes de Ingeniería*. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Ortúzar, J. de D. (1996). Main sources of data for value of time estimation. In *Proceedings of the Value of Time seminar*, held 29-30 October 1996. Session 12.
- Ortúzar, J. de D. (1996a). South American value of time research. *Value of Time Seminar*, PTRC London.
- Ortúzar, J. de D. and Garrido, R. A. (1994a). A practical assessment of stated preference methods. *Transportation*, 21, pp. 289-305.
- Ortúzar, J. de D. and Garrido, R. A., (1994b). On the semantic scale problem in stated preference rating experiments. *Transportation*, 31, pp. 185-201.
- Ortúzar, J. de D. and Willumsen, L. G. (2001). *Modelling Transport*, Third Edition, John Wiley & Sons, Chichester. □
- Ortúzar, J. de D., Roncagliolo, D. and Velarde, U. C. (1997). Interactions and independence in stated preference modelling. In *Transportation planning methods Volume 11*. Proceedings of seminar F held at PTRC European Transport Forum, Brunel University, England, 1-5 September 1997. Volume P415.

- Passmore, R. and Durmin, J. (1955). Human energy expenditure. *Physiological reviews*, 35(4), pp. 801-840.
- Polydoropoulou, A. (1997). Modelling User Response to Advanced Traveller Information Systems (ATIS). Ph.D. Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology.
- Raveau, S., Alvarez-Daziano, R., Yáñez, M. F., Bolduc, D. and Ortúzar, J. de D. (2010). Sequential and simultaneous estimation of hybrid discrete choice models: some new findings. Presented at 89th Annual Meeting of the Transportation Research Board. Washington, USA.
- Richter, J., Friman, M. and Gärling T. (2011). Soft transport policy measures: gaps knowledge. *International journal of sustainable transportation*, 5(4), pp. 199-215.
- Rose, G., Ampt, E. (2001). Travel blending: an Australian travel awareness initiative. *Transportation Research Part D*, (6), pp. 95-110.
- Rose, G., Ampt, E. (2003). Travel behaviour change through individual engagement. In D.A. Hensher and K.J. Button (eds.) *Handbook of transport and the environment*, Elsevier Science Ltd.
- Rose, J. M. and Bliemer, M. C. J. (2006). Designing Efficient Data for Stated Choice Experiments. Accepted for presentation at 11th International Conference on Travel Behaviour Research - Kyoto, Japan.
- Rose, J. M., Bliemer, M. C. J., Hensher, D. A. and Collins, A. C. (2008). Designing Efficient Stated Choice Experiments Involving Respondent Based Reference Alternatives. *Transportation Research B*, 42(4), pp. 395-406.
- Sakano, R. and Benjamin, J. (2000). A structural equation analysis of stated travel by commuter rail. In: 79th Annual Meeting of the Transportation Research Board. Washington, DC, USA.
- Schaeffer, M.H., Street, S.W., Singer, J.E. and Baum, A. (1988). Effects of control on the stress reactions of commuters. *Journal of Applied Social Psychology*, 18, pp. 944-957.
- Scheiner, J. and Holz-Rau, C. (2007). Travel mode choice: affected by objective or subjective determinants? *Transportation*, 34(4), pp. 487-512.
- Schwanen, T. and Lucas, K. (2011). Understanding auto motives. In Lucas, K., Blumenberg, E. and Weinberger, R. (eds.) *Auto Motives: Understanding car use behaviours*. Bradford: Emerald.
- Schwartz, S. H. (1977). Normative influences on altruism. In L. Berkowitz (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, 10, pp. 221-279. New York: Academic Press.
- Shinar, D. and Compton, R. (2004). Aggressive driving: an observational study of driver, vehicle, and situational variables. *Accident analysis & prevention*, 36(3), pp. 429-437.
- Simon, H.A. (1982). Model of bounded rationality. Cambridge, The MIT Press.
- Steg, L. (2005). Car use: lust and must. Instrumental, symbolic and affective motives for car use. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(2), pp. 147-162.
- Steg, L. and Nordlund, A. (2012). Models to explain environmental behaviour. In Steg, L., van den Berg, A. E., & de Groot, J. I. (Eds.). *Environmental psychology: An introduction*. pp. 185-195, Wiley. com.
- Steg, L. and Tertoolen, G. (1997). Sustainable transport: assumptions on behaviour change. Paper presented at the European Transport Conference.
- Steg, L. and Vlek, C. (2009). Encouraging pro-environmental behaviour: An integrative review and research agenda. *Journal of Environmental Psychology*, 29, pp. 309-317.
- Stern, P. C. (2000). New environmental theories: toward a coherent theory of environmentally significant behavior. *Journal of social issues*, 56(3), pp. 407-424.
- Stern, P. C. and Oskamp, S. (1987). Managing scarce environmental resources. In D. Stokols & I. Altman (Eds.), *Handbook of environmental psychology*, pp. 1043-1088. New York: Wiley.
- Stopher, P. (2005). Voluntary travel behaviour change, in K.J. Button and D.A. Hensher (eds.) *Handbook of Transport Strategy, Policy and Institutions*, (6), Elsevier.
- Tabachnick, G. G. and Fidell, L. S. (2007). *Experimental Designs Using ANOVA*. Belmont, CA: Duxbury.
- Taniguchi, A., Hara, F., Takano, S., Kagaya, S. and Fujii, S. (2003). Psychological and behavioural effects of Travel Feedback Program for travel behaviour modification. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1839, pp. 182-190.

- Taylor, M. and Ampt, E. (2003). Travelling smarter down under: policies for voluntary travel behaviour change in Australia. *Transport Policy*, 10(3), pp. 165-177.
- Tertoolen, G., Van Kreveld, D. and Verstraten, B. (1998). Psychological resistance against attempts to reduce private car use. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 32(3), pp. 171-181.
- Tilahun, N. Y., Levinson, D. M. and Krizek, K. J. (2007). Trails, lanes, or traffic: Valuing bicycle facilities with an adaptive stated preference survey. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(4), pp. 287-301.
- Train, K. E. (2009). *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Train, K. E. and McFadden, D, L. (1978). The Goods/Leisure Trade-off and Disaggregate Work Trip Mode Choice Models. *Transportation Research*, 12 (5), pp. 349-353.
- Tversky, A. (1972). Elimination by aspects: a theory of choice. *Psychological Review*, 79(4), pp. 281-299.
- Varian, H. (1993). *Microeconomic Analysis*. New York: W.W. Norton and Company.
- Vásquez, L. F. and Hanemann, W. M. (2008). Taste indicators and heterogeneous revealed preferences for congestion in recreation demand. CUDARE. Working Papers. Berkeley: Department of Agricultural and Resource Economics, University of California.
- Walker, J. L. (2001). *Extended Discrete Choice Models: Integrated Framework, Flexible error structures, and Latent variables*. PhD. Department of Civil and Environmental Engineering, Massachusetts Institute of Technology.
- Walker, J. L. and Li, J. (2007). Latent lifestyle preferences and household location decisions. *Geographical Systems*, 9(1), pp. 77-101.
- Wardman, M., Bonsall, P. W. and Shires, J. D. (1997). Driver response to variable message signs: a stated preference investigation. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 5(6), pp. 389-405.
- Wener, R. E., Evans, G. W., Phillips, D. and Nadler, N. (2003). Running for the 7:45: The effects of public transit improvements on commuter stress. *Transportation*, 30(2), pp. 203-220.
- Wener, R. E. and Evans, G. W. (2011). Comparing stress of car and train commuters. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14(2), pp. 111-116.
- Wiley, D. E. (1973). The Identification Problem for Structural Equation Models with Unmeasured Variables. *Structural Models in the Social Sciences*, A.S. Goldberger and O.D. Duncan, Eds., Academic Press, New York.

□

Allegati



Allegato 1 : Questionario TPB

Percezione dello stress

(Scala: 1 = pochissimo, 5 = moltissimo)

Quanto si ritiene stressato dai seguenti aspetti:

1. Traffico
2. Manutenzione auto
3. Incidenti
4. Problemi legati alla ricerca del parcheggio
5. Rumori da traffico veicolare

Propensione a ricevere informazioni sullo stress

(Scala: 1 = pochissimo, 5 = moltissimo)

Ritiene che ricevere informazioni sul livello di stress legato all'uso dell'auto privata come auto guidatore possa:

1. Essere ritenuta un'informazione importante ma non quanto i tempi e i costi di viaggio
2. Accrescere la consapevolezza degli individui sugli effetti negativi legati all'uso dell'auto
3. Incentivare a ridurre l'uso dell'auto
4. far riflettere le persone sulla possibilità di scegliere il trasporto pubblico al posto dell'auto
5. Non influenzare assolutamente la scelta del mezzo
6. Essere considerata inutile
7. Far scegliere il trasporto pubblico in luogo dell'auto per effettuare i propri spostamenti

Comportamenti (5 item)

Scala (1=mai, 5= sempre)

Indichi più o meno quanto spesso durante l'ultimo anno ha attuato i seguenti

Comportamenti:

1. Utilizzato la bicicletta
2. Utilizzato il bus, il tram o il treno per spostarsi
3. È andato a piedi invece di utilizzare l'auto
4. Ha utilizzato la metro leggera
5. Ha fatto P&R

Motivazioni (10 item)

(Scala: 1=fortemente in disaccordo, 2= fortemente d'accordo)

Indichi il suo grado d'accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni:

Potrei utilizzare i mezzi alternativi se:

Motivazioni egoistiche

6. Impiegassi meno tempo
7. Evitassi lo stress di cercare parcheggio
8. Costassero meno dell'auto e risparmiassi in generale
9. Perché così sono più in forma

Motivazioni biosferiche - ambientali

- 10. Perché inquinio di meno e faccio del bene all'ambiente
 - 11. Perché la città è più bella con meno macchine in giro
- Motivazioni altruistiche
- 12. Perché in città c'è meno traffico e quindi è più sicura per i pedoni
 - 13. Perché la città diventa più vivibile per tutti
 - 14. Perché così faccio anche del bene al prossimo(ex novo)
- Altre
- 15. Perché è un progresso rispetto ad usare l'auto

General awareness of consequences – consapevolezza delle conseguenze (3 item)
 (Scala: 1=fortemente in disaccordo, 2= fortemente d'accordo)

Indichi il suo grado d'accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni:

- 16. Tutelare l'ambiente è vantaggioso per la mia salute
- 17. Proteggere l'ambiente darà un mondo migliore per me e per i miei figli
- 18. Anche se in alcuni luoghi piante e animali potrebbero essere stati danneggiati dal degrado ambientale, sul pianeta in generale l'effetto è scarso.

Valori universali (12 item)

(Scala: 1=non importante, 5=massima importanza)

Indichi quanto ogni valore di questa lista sia/non sia importante come principio guida nella Sua vita:

- 19. UGUAGLIANZA: uguali opportunità per tutti
- 20. RISPETTARE LA TERRA: l'armonia con le altre specie
- 21. POTERE SOCIALE: controllo sugli altri, dominanza
- 22. PIACERE: gioia, appagamento dei desideri
- 23. UNITÀ CON LA NATURA: sentirsi parte dell'ambiente naturale
- 24. RICCHEZZA: beni materiali, denaro
- 25. GIUSTIZIA SOCIALE: essere giusti, proteggere i deboli
- 26. GODERSI LA VITA: godersi il cibo, sesso, tempo libero, ecc.
- 27. PROTEZIONE DELL'AMBIENTE: preservare la natura
- 28. INFLUENZA: avere un impatto sulle persone e gli eventi
- 29. AIUTO: lavorare per il benessere degli altri
- 30. AUTO-INDULGENZA: fare le cose piacevoli

Intenzione (4 item)

(Scala: 1=fortemente in disaccordo, 2= fortemente d'accordo)

Indichi il suo grado d'accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni:

- 31. Durante i prossimi giorni ho intenzione di usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari
- 32. Durante i prossimi giorni userò sicuramente il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari
- 33. Durante i prossimi giorni effettuerò il maggior numero di spostamenti verso il centro di Cagliari mezzi alternativi all'auto.
- 34. Durante i prossimi giorni effettuerò il maggior numero di spostamenti verso il centro di Cagliari utilizzando la metro.

Misura di Concern (1 item)

(Scala: 1=Per nulla, 2=Moltissimo)

Istruzioni Indichi il suo grado d'accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni:

35. Quanto sei preoccupato per i problemi ambientali?

Norma personale (3 item)

(Scala: 1=fortemente in disaccordo, 2= fortemente d'accordo)

Indichi il suo grado d'accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni:

36. Indipendentemente da cosa fanno gli altri, sento di essere moralmente obbligato a muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente

37. Indipendentemente da cosa fanno gli altri, mi sento male se non posso muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente

38. Indipendentemente da cosa fanno gli altri, mi sento bene se uso poco la mia auto

Norma sociale (descrittiva e ingiuntiva) (6 item)

(Scala: 1=fortemente in disaccordo, 2= fortemente d'accordo)

Indichi il suo grado d'accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni:

Norma Ingiuntiva (3 item)

39. La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari

40. La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto sarebbero d'accordo se usassi il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari

41. La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei rinunciare all'auto per raggiungere il centro di Cagliari

Descrittiva (3 item)

42. La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto usano il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari

43. La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto usano altri mezzi al posto dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari

44. La maggior parte delle persone importanti per me pensano che non sia importante utilizzare mezzi di trasporto più sostenibili (oppure limitare l'uso dell'auto)

Controllo comportamentale percepito (4 item)

(Scala: 1=fortemente in disaccordo, 2= fortemente d'accordo)

Indichi il suo grado d'accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni:

45. Per me usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari è facile

46. Per me usare i mezzi alternativi all'auto per muovermi è facile

47. Usare/scegliere di usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari dipende completamente da me

48. Usare/scegliere di usare i mezzi alternativi per muovermi dipende completamente da me

Atteggiamenti (6 item)

(Scala: 1=fortemente in disaccordo, 2= fortemente d'accordo)

Indichi il suo grado d'accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni:

Utilizzare mezzi alternativi all'auto è per me:

49. Vantaggioso

50. Piacevole

51. Utile

Utilizzare il P&R per muovermi in città è per me:

52. Vantaggioso

53. Piacevole

54. Utile

Environmental self identity – identità ambientale (3 item)

(Scala: 1=fortemente in disaccordo, 2= fortemente d'accordo)

Indichi il suo grado d'accordo/disaccordo in merito alle seguenti affermazioni:

55. Agire in modo pro ambientale è una parte importante di quello che sono

56. Sono il tipo di persona che agisce in modo pro ambientale

57. Mi vedo come una persona che agisce in modo pro ambientale



Allegato 2: AF

1. STRESS

Correlation Matrix		a_1_Stress	a_2_Stress	a_3_Stress	a_4_Stress	a_5_Stress
Correlation	a_1_Stress	1,000	,476	,545	,455	,346
	a_2_Stress	,476	1,000	,535	,480	,336
	a_3_Stress	,545	,535	1,000	,451	,386
	a_4_Stress	,455	,480	,451	1,000	,319
	a_5_Stress	,346	,336	,386	,319	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,829
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	407,324
	df	10
	Sig.	,000

Communalities	Initial	Extraction
a_1_Stress	1,000	,597
a_2_Stress	1,000	,599
a_3_Stress	1,000	,642
a_4_Stress	1,000	,536
a_5_Stress	1,000	,375

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,748	54,962	54,962	2,748	54,962	54,962
2	,729	14,581	69,543			
3	,574	11,481	81,024			
4	,518	10,361	91,384			
5	,431	8,616	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

1.1. PARALLEL ANALYSIS

Number of variables: 5

Number of subjects: 303

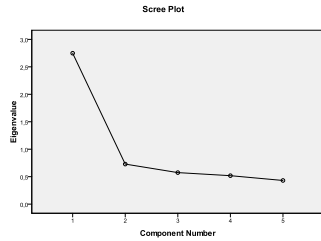
Number of replications: 100

Eigenvalue #	Random Eigenvalue	Standard Dev
1	1,1603	,0424
2	1,0660	,0296
3	0,9990	,0245
4	0,9284	,0297
5	0,8462	,0385

Monte Carlo PCA for Parallel Analysis ©2000 by Marley W. Watkins. All rights reserved.

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,829
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	407,324
	df	10



Component Matrix ^a	Component
a_1_Stress	,773
a_2_Stress	,774
a_3_Stress	,801
a_4_Stress	,732
a_5_Stress	,612

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 1 components extracted.

1.2. ALPHA

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,792	5

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
a_1_Stress	12,61	15,774	,609	,743
a_2_Stress	13,54	15,024	,611	,740
a_3_Stress	13,19	14,222	,643	,728
a_4_Stress	12,39	15,100	,560	,757
a_5_Stress	13,06	16,729	,441	,792

2. INFO_STRESS

Correlation Matrix		b_1	b_2	b_3	b_4	b_5_REC	b_6_REC	b_7
Correlation	b_1	1,000	,406	,268	,272	-,058	-,028	,337
	b_2	,406	1,000	,653	,629	,159	,182	,546
	b_3	,268	,653	1,000	,777	,200	,177	,739
	b_4	,272	,629	,777	1,000	,276	,210	,735
	b_5_REC	-,058	,159	,200	,276	1,000	,515	,155
	b_6_REC	-,028	,182	,177	,210	,515	1,000	,128

Correlation Matrix		b_1	b_2	b_3	b_4	b_5_REC	b_6_REC	b_7
Correlation	b_1	1,000	,406	,268	,272	-,058	-,028	,337
	b_2	,406	1,000	,653	,629	,159	,182	,546
	b_3	,268	,653	1,000	,777	,200	,177	,739
	b_4	,272	,629	,777	1,000	,276	,210	,735
	b_5_REC	-,058	,159	,200	,276	1,000	,515	,155
	b_6_REC	-,028	,182	,177	,210	,515	1,000	,128
	b_7	,337	,546	,739	,735	,155	,128	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,794
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	939,309
	df	21
	Sig.	,000

Communalities	Initial	Extraction
b_1	1,000	,394
b_2	1,000	,663
b_3	1,000	,789
b_4	1,000	,792
b_5_REC	1,000	,736
b_6_REC	1,000	,705
b_7	1,000	,738

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings ^a
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	3,360	48,004	48,004	3,360	48,004	48,004	3,300
2	1,457	20,818	68,822	1,457	20,818	68,822	1,752
3	,802	11,450	80,272				
4	,492	7,025	87,298				
5	,436	6,222	93,520				
6	,238	3,395	96,915				
7	,216	3,085	100,000				

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. When components are correlated, sums of squared loadings cannot be added to obtain a total variance.

2.1. PARALLEL ANALYSIS

Number of variables: 7

Number of subjects: 303

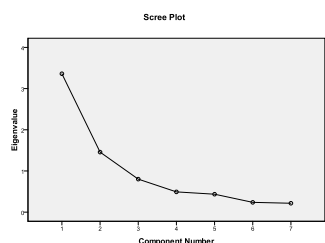
Number of replications: 100

Eigenvalue # Random Eigenvalue Standard Dev

1 1,2188 ,0456

2	1,1339	,0319
3	1,0588	,0252
4	0,9974	,0258
5	0,9327	,0268
6	0,8669	,0301
7	0,7915	,0333

Monte Carlo PCA for Parallel Analysis ©2000 by Marley W. Watkins. All rights reserved.



Component matrix	Component	
	1	2
b_1	,449	-,438
b_2	,803	
b_3	,884	
b_4	,890	
b_5_REC	,348	,784
b_6_REC	,324	,775
b_7	,845	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

Pattern Matrix ^a	Component	
	1	2
b_1	,601	-,361
b_2	,812	
b_3	,868	
b_4	,845	
b_5_REC		,855
b_6_REC		,841
b_7	,860	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

Structure Matrix	Component	
	1	2
b_1	,520	
b_2	,814	
b_3	,885	,271
b_4	,878	,339
b_5_REC		,858

b_6_REC		,839
b_7	,859	

Extraction Method: Principal Component Analysis.
 Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

Component Correlation Matrix

Component	1	2
1	1,000	,224
2	,224	1,000

Extraction Method: Principal Component Analysis.
 Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

2.2. ALPHA FACTOR 1

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,859	5

Item-Total Statistics	Scale Mean if Deleted	Scale Variance if Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
b_1	13,75	17,488	,363	,896
b_2	13,49	14,529	,698	,825
b_3	13,58	12,589	,791	,798
b_4	13,42	13,000	,783	,800
b_7	13,69	13,321	,757	,808

2.3. ALPHA FACTOR 2

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,680	2

Item-Total Statistics	Scale Mean if Deleted	Scale Variance if Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
b_5_REC	3,79	1,447	,515	. ^a
b_6_REC	3,64	1,316	,515	. ^a

a. The value is negative due to a negative average covariance among items. This violates reliability model assumptions. You may want to check item codings.

3. COMPORAMENTI

Correlation Matrix	Comportament o Bicicletta	Comportament o Bus	Comportament o Piedi	Comportament o Metro	Comportament o P&R
--------------------	---------------------------	--------------------	----------------------	----------------------	--------------------

Correlation	Comportamento Bicicletta	1,000	,046	,190	-,087	,043
	Comportamento Bus	,046	1,000	,356	,213	-,018
	Comportamento Piedi	,190	,356	1,000	,107	,046
	Comportamento Metro	-,087	,213	,107	1,000	,326
	Comportamento P&R	,043	-,018	,046	,326	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,495
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	108,280
	df	10
	Sig.	,000

Communalities	Initial	Extraction
Comportamento Bicicletta	1,000	,871
Comportamento Bus	1,000	,746
Comportamento Piedi	1,000	,662
Comportamento Metro	1,000	,717
Comportamento P&R	1,000	,802

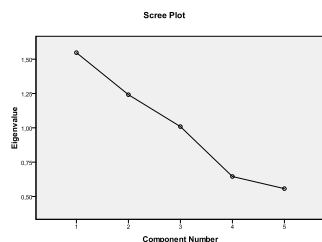
Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings ^a
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	1,548	30,950	30,950	1,548	30,950	30,950	1,426
2	1,241	24,826	55,776	1,241	24,826	55,776	1,341
3	1,009	20,177	75,953	1,009	20,177	75,953	1,084
4	,645	12,905	88,858				
5	,557	11,142	100,000				

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. When components are correlated, sums of squared loadings cannot be added to obtain a total variance.



□

Component Matrix ^a	Component		
	1	2	3

Comportamento Bicicletta		,497	,756
Comportamento Bus	,689	,287	-,434
Comportamento Piedi	,683	,441	
Comportamento Metro	,614	-,573	
Comportamento P&R	,419	-,624	,487

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 3 components extracted.

Pattern Matrix ^a	Component		
	1	2	3
Comportamento Bicicletta			,929
Comportamento Bus	,861		
Comportamento Piedi	,748		,315
Comportamento Metro		,724	-,254
Comportamento P&R		,891	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 5 iterations.

Structure Matrix	Component		
	1	2	3
Comportamento Bicicletta			,929
Comportamento Bus	,855		
Comportamento Piedi	,750		,320
Comportamento Metro	,345	,772	-,291
Comportamento P&R		,852	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

Component Correlation Matrix

Component	1	2	3
1	1,000	,143	,006
2	,143	1,000	-,053
3	,006	-,053	1,000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

4. MOTIVAZIONI

Correlation Matrix		Tempo	Stress Parcheggio	Costo	Forma fisica	Inquinamento	Estetica Città	Sicurezza Città	Vivibilità Città	Altruismo	Progresso
		Correlazione	Tempo	1,000	,329	,455	,091	,076	-,002	-,011	,010
	Stress Parcheggio	,329	1,000	,406	,250	,274	,247	,234	,272	,214	,238
	Costo	,455	,406	1,000	,140	,208	,126	,100	,105	,148	,182

Forma fisica	,091	,250	,140	1,000	,539	,475	,473	,474	,504	,455
Inquinamento	,076	,274	,208	,539	1,000	,773	,706	,722	,685	,657
Estetica Città	-,002	,247	,126	,475	,773	1,000	,765	,828	,737	,747
Sicurezza Città	-,011	,234	,100	,473	,706	,765	1,000	,755	,719	,680
Vivibilità Città	,010	,272	,105	,474	,722	,828	,755	1,000	,748	,734
Altruismo	-,005	,214	,148	,504	,685	,737	,719	,748	1,000	,732
Progresso	-,038	,238	,182	,455	,657	,747	,680	,734	,732	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	,911
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square
	df
	Sig.
	1868,514
	45
	,000

Communalities	Initial	Extraction
Tempo	1,000	,647
Stress Parcheggio	1,000	,537
Costo	1,000	,658
Forma fisica	1,000	,416
Inquinamento	1,000	,744
Estetica Città	1,000	,828
Sicurezza Città	1,000	,757
Vivibilità Città	1,000	,809
Altruismo	1,000	,758
Progresso	1,000	,728

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings ^a
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	5,172	51,721	51,721	5,172	51,721	51,721	5,137
2	1,711	17,109	68,830	1,711	17,109	68,830	1,978
3	,661	6,610	75,440				
4	,634	6,343	81,784				
5	,541	5,411	87,195				
6	,348	3,483	90,677				
7	,286	2,864	93,541				
8	,255	2,552	96,093				
9	,231	2,310	98,403				
10	,160	1,597	100,000				

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Correlation Matrix	Tempo	Stress Parcheggio	Costo	Forma fisica	Inquinamento	Estetica Città	Sicurezza Città	Vivibilità Città	Altruismo	Progresso	
Correlati on	Tempo	1,000	,329	,455	,091	,076	-,002	-,011	,010	-,005	-,038
	Stress Parcheggio	,329	1,000	,406	,250	,274	,247	,234	,272	,214	,238
	Costo	,455	,406	1,000	,140	,208	,126	,100	,105	,148	,182
	Forma fisica	,091	,250	,140	1,000	,539	,475	,473	,474	,504	,455
	Inquinamento	,076	,274	,208	,539	1,000	,773	,706	,722	,685	,657
	Estetica Città	-,002	,247	,126	,475	,773	1,000	,765	,828	,737	,747
	Sicurezza Città	-,011	,234	,100	,473	,706	,765	1,000	,755	,719	,680
	Vivibilità Città	,010	,272	,105	,474	,722	,828	,755	1,000	,748	,734
	Altruismo	-,005	,214	,148	,504	,685	,737	,719	,748	1,000	,732

a. When components are correlated, sums of squared loadings cannot be added to obtain a total variance.

4.1. PARALLEL ANALYSIS

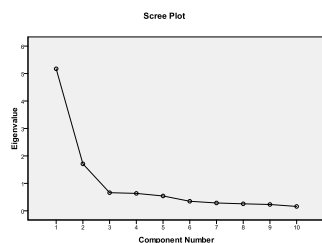
number of variables: 10

Number of subjects: 303

Number of replications: 100

Eigenvalue #	Random Eigenvalue	Standard Dev
1	1,2899	,0386
2	1,2072	,0373
3	1,1310	,0268
4	1,0730	,0227
5	1,0167	,0222
6	0,9682	,0243
7	0,9150	,0250
8	0,8616	,0249
9	0,8021	,0284
10	0,7352	,0271

Monte Carlo PCA for Parallel Analysis ©2000 by Marley W. Watkins. All rights reserved.



Component Matrix ^a	Component	
	1	2
Tempo		,800
Stress Parcheggio	,378	,628

Costo		,773
Forma fisica	,642	
Inquinamento	,863	
Estetica Città	,901	
Sicurezza Città	,859	
Vivibilità Città	,891	
Altruismo	,863	
Progresso	,847	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

Pattern Matrix ^a	Component	
	1	2
Tempo		,818
Stress Parcheggio		,674
Costo		,807
Forma fisica	,608	
Inquinamento	,843	
Estetica Città	,916	
Sicurezza Città	,878	
Vivibilità Città	,904	
Altruismo	,876	
Progresso	,857	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

Structure Matrix	Component	
	1	2
Tempo		,790
Stress Parcheggio	,313	,708
Costo		,811
Forma fisica	,632	
Inquinamento	,859	
Estetica Città	,909	
Sicurezza Città	,869	
Vivibilità Città	,899	
Altruismo	,870	
Progresso	,853	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

Component Correlation Matrix

Component	1	2
1	1,000	,180
2	,180	1,000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Structure Matrix	Component	
	1	2
Tempo		,790
Stress Parcheggio	,313	,708
Costo		,811
Forma fisica	,632	
Inquinamento	,859	
Estetica Città	,909	
Sicurezza Città	,869	
Vivibilità Città	,899	
Altruismo	,870	
Progresso	,853	

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

4.2. ALPHA FACTOR 1

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,929	7

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Forma fisica	24,19	37,467	,551	,941
Inquinamento	23,50	36,271	,806	,916
Estetica Città	23,48	34,582	,858	,911
Sicurezza Città	23,74	34,096	,808	,915
Vivibilità Città	23,39	35,808	,846	,913
Altruismo	23,88	34,333	,815	,915
Progresso	23,59	35,601	,787	,917

4.3. ALPHA FACTOR 2

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha		N of Items		
,663		3		
Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Tempo	8,66	2,868	,467	,578
Stress Parcheggio	8,64	2,880	,432	,625
Costo	8,68	2,675	,528	,495

□

5. CONSEQUENZE

Correlation Matrix		Conseguenze Figli	Conseguenze Salute propria	Conseguenze ambiente
Correlation	Conseguenze Figli	1,000	,884	-,017
	Conseguenze Salute propria	,884	1,000	-,018
	Conseguenze ambiente	-,017	-,018	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.			,500
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square		456,932
	df		3
	Sig.		,000
Communalities		Initial	Extraction
Conseguenze Figli		1,000	,942
Conseguenze Salute propria		1,000	,942
Conseguenze ambiente		1,000	,001

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1,885	62,827	62,827	1,885	62,827	62,827
2	,999	33,311	96,138			
3	,116	3,862	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

5.1. Parallel analysis

Number of variables: 3

Number of subjects: 303

Number of replications: 100

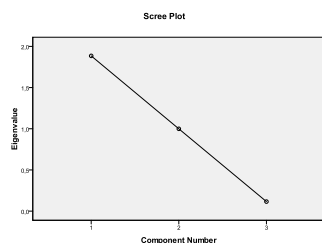
Eigenvalue # Random Eigenvalue Standard Dev

1 1,0871 ,0404

2 0,9958 ,0213

3 0,9171 ,0357

Monte Carlo PCA for Parallel Analysis ©2000 by Marley W. Watkins. All rights reserved.



Component Matrix ^a	Component
Conseguenze Figli	,970

Conseguenze Salute propria	,970
Conseguenze ambiente	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 1 components extracted.

5.2. ALPHA

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,939	2

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Conseguenze Figli	4,56	,771	,884	. ^a
Conseguenze Salute propria	4,50	,774	,884	. ^a

a. The value is negative due to a negative average covariance among items. This violates reliability model assumptions. You may want to check item codings.

6. VALORI

Correlation Matrix	UGUAGLIANZA	RISPETTARE LA TERRA	POTERE SOCIALE	PIACERE	UNITÀ CON LA NATURA	RICCHEZZA	GIUSTIZIA SOCIALE	GODERSI LA VITA: goderse il cibo	PROTEZIONE DELL'AMBIENTE	INFLUENZA	AUTISMO	AUTO-INDULGENZA
Correlation	1,000	,561	-,192	,206	,341	-,052	,554	,064	,430	,094	,325	,160
UGUAGLIANZA		1,000	-,049	,292	,691	-,054	,499	,129	,738	,159	,415	,310
RISPETTARE LA TERRA			1,000	,134	-,004	,483	-,090	,257	,024	,369	,041	,224
POTERE SOCIALE				1,000	,366	,296	,248	,541	,329	,208	,164	,501
PIACERE					1,000	-,030	,403	,179	,742	,131	,431	,296
UNITÀ CON LA NATURA						1,000	,035	,339	,062	,337	,015	,310
RICCHEZZA												

GIUSTIZIA SOCIALE	,554	,499	-,090	,248	,403	,035	1,000	,204	,507	,110	,455	,269
GODERSI LA VITA	,064	,129	,257	,541	,179	,339	,204	1,000	,261	,171	,100	,500
PROTEZIONE DELL'AMBIENTE	,430	,738	,024	,329	,742	,062	,507	,261	1,000	,205	,467	,310
INFLUENZA	,094	,159	,369	,208	,131	,337	,110	,171	,205	1,000	,298	,326
AIUTO	,325	,415	,041	,164	,431	,015	,455	,100	,467	,298	1,000	,299
AUTO-INDULGENZA	,160	,310	,224	,501	,296	,310	,269	,500	,310	,326	,299	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	,807
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square
	1457,328
	df
	66
	Sig.
	,000

Communalities	Initial	Extraction
UGUAGLIANZA: uguali opportunità per tutti	1,000	,507
RISPETTARE LA TERRA: l'armonia con le altre specie	1,000	,741
POTERE SOCIALE: controllo sugli altri, dominanza	1,000	,652
PIACERE: gioia, appagamento dei desideri	1,000	,704
UNITÀ CON LA NATURA	1,000	,631
RICCHEZZA	1,000	,585
GIUSTIZIA SOCIALE	1,000	,530
GODERSI LA VITA	1,000	,726
PROTEZIONE DELL'AMBIENTE	1,000	,724
INFLUENZA	1,000	,658
AIUTO	1,000	,558
AUTO-INDULGENZA	1,000	,587

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings ^a
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	
1	4,196	34,968	34,968	4,196	34,968	34,968	3,883
2	2,283	19,024	53,992	2,283	19,024	53,992	2,640

3	1,125	9,373	63,365	1,125	9,373	63,365	2,142
4	,857	7,145	70,510				
5	,718	5,985	76,495				
6	,614	5,117	81,612				
7	,488	4,068	85,680				
8	,470	3,917	89,597				
9	,425	3,538	93,135				
10	,377	3,140	96,275				
11	,242	2,020	98,296				
12	,205	1,704	100,000				

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. When components are correlated, sums of squared loadings cannot be added to obtain a total variance.

6.1. PARALLEL ANALYSIS

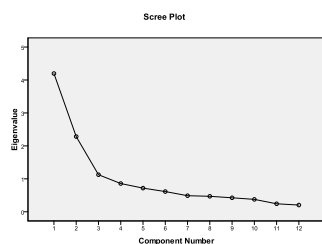
Number of variables: 12

Number of subjects: 303

Number of replications: 100

Eigenvalue #	Random Eigenvalue	Standard Dev
1	1,3347	,0481
2	1,2476	,0353
3	1,1797	,0259
4	1,1183	,0269
5	1,0625	,0240
6	1,0182	,0218
7	0,9645	,0239
8	0,9205	,0240
9	0,8712	,0215
10	0,8197	,0255
11	0,7651	,0302
12	0,6981	,0353

Monte Carlo PCA for Parallel Analysis ©2000 by Marley W. Watkins. All rights reserved.



Component Matrix ^a	Component		
	1	2	3
UGUAGLIANZA: uguali opportunità per tutti	,587	-,403	
RISPETTARE LA TERRA: l'armonia con le altre specie	,787	-,344	
POTERE SOCIALE: controllo sugli altri, dominanza		,703	,377
PIACERE: gioia, appagamento dei desideri	,590	,364	-,473

UNITÀ CON LA NATURA: sentirsi parte dell'ambiente naturale	,756		
RICCHEZZA: beni materiali, denaro		,724	
GIUSTIZIA SOCIALE: essere giusti, proteggere i deboli	,677	-,267	
GODERSI LA VITA: godersi il cibo, sesso, tempo libero, ecc.	,464	,526	-,484
PROTEZIONE DELL'AMBIENTE: preservare la natura	,822		
INFLUENZA: avere un impatto sulle persone e gli eventi	,384	,442	,560
AIUTO: lavorare per il benessere degli altri	,620		,390
AUTO-INDULGENZA: fare le cose piacevoli	,605	,427	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 3 components extracted.

Pattern Matrix ^a	Component		
	1	2	3
UGUAGLIANZA: uguali opportunità per tutti	,707		
RISPETTARE LA TERRA: l'armonia con le altre specie	,856		
POTERE SOCIALE: controllo sugli altri, dominanza			,783
PIACERE: gioia, appagamento dei desideri		,817	
UNITÀ CON LA NATURA: sentirsi parte dell'ambiente naturale	,757		
RICCHEZZA: beni materiali, denaro		,344	,589
GIUSTIZIA SOCIALE: essere giusti, proteggere i deboli	,703		
GODERSI LA VITA: godersi il cibo, sesso, tempo libero, ecc.		,869	
PROTEZIONE DELL'AMBIENTE: preservare la natura	,810		
INFLUENZA: avere un impatto sulle persone e gli eventi			,810
AIUTO: lavorare per il benessere degli altri	,705		,328
AUTO-INDULGENZA: fare le cose piacevoli		,600	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 6 iterations.

Structure Matrix	Component		
	1	2	3
UGUAGLIANZA: uguali opportunità per tutti	,690		
RISPETTARE LA TERRA: l'armonia con le altre specie	,859		
POTERE SOCIALE: controllo sugli altri, dominanza		,279	,788
PIACERE: gioia, appagamento dei desideri	,349	,826	

UNITÀ CON LA NATURA: sentirsi parte dell'ambiente naturale	,787	,314	
RICCHEZZA: beni materiali, denaro		,490	,688
GIUSTIZIA SOCIALE: essere giusti, proteggere i deboli	,721	,259	
GODERSI LA VITA: godersi il cibo, sesso, tempo libero, ecc.		,850	,289
PROTEZIONE DELL'AMBIENTE: preservare la natura	,842	,341	
INFLUENZA: avere un impatto sulle persone e gli eventi	,255		,776
AIUTO: lavorare per il benessere degli altri	,672		,312
AUTO-INDULGENZA: fare le cose piacevoli	,373	,720	,421

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

Component Correlation Matrix

Component	1	2	3
1	1,000	,274	,088
2	,274	1,000	,342
3	,088	,342	1,000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

6.2. ALPHA FACTOR 1

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,856	6

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
UGUAGLIANZA: uguali opportunità per tutti	21,13	13,062	,550	,848
RISPETTARE LA TERRA: l'armonia con le altre specie	21,23	11,825	,767	,809
UNITÀ CON LA NATURA: sentirsi parte dell'ambiente naturale	21,56	11,591	,675	,826
GIUSTIZIA SOCIALE: essere giusti, proteggere i deboli	21,17	12,900	,615	,837
PROTEZIONE DELL'AMBIENTE: preservare la natura	21,29	11,947	,767	,810
AIUTO: lavorare per il benessere degli altri	21,74	12,503	,524	,857

6.3. ALPHA FACTOR 2

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,739	4

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
PIACERE: gioia, appagamento dei desideri	10,61	5,715	,582	,651
RICCHEZZA: beni materiali, denaro	11,91	6,389	,383	,760
GODERSI LA VITA: godersi il cibo, sesso, tempo libero, ecc.	10,67	5,468	,603	,636
AUTO-INDULGENZA: fare le cose piacevoli	10,93	5,568	,566	,658

6.4. ALPHA FACTOR 3

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,662	3

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
POTERE SOCIALE: controllo sugli altri, dominanza	6,04	3,121	,518	,503
RICCHEZZA: beni materiali, denaro	5,32	3,449	,496	,539
INFLUENZA: avere un impatto sulle persone e gli eventi	4,88	3,439	,410	,650

7. INTENZIONI

Correlation Matrix			Durante i prossimi giorni effettuerò il maggior numero di spostamenti verso il centro di Cagliari utilizzando la metro.
	Durante i prossimi giorni ho intenzione di usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	Durante i prossimi giorni userò sicuramente il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	

Correlation	Durante i prossimi giorni ho intenzione di usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	1,000	,890	,275	,469
	Durante i prossimi giorni userò sicuramente il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	,890	1,000	,293	,506
	Durante i prossimi giorni effettuerò il maggior numero di spostamenti verso il centro di Cagliari mezzi alternativi all'auto.	,275	,293	1,000	,405
	Durante i prossimi giorni effettuerò il maggior numero di spostamenti verso il centro di Cagliari utilizzando la metro.	,469	,506	,405	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,647
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	617,453
	df	6
	Sig.	,000

Communalities

	Initial	Extraction
Durante i prossimi giorni ho intenzione di usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	1,000	,790
Durante i prossimi giorni userò sicuramente il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	1,000	,818
Durante i prossimi giorni effettuerò il maggior numero di spostamenti verso il centro di Cagliari mezzi alternativi all'auto.	1,000	,305
Durante i prossimi giorni effettuerò il maggior numero di spostamenti verso il centro di Cagliari utilizzando la metro.	1,000	,557

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,470	61,759	61,759	2,470	61,759	61,759
2	,886	22,153	83,912			
3	,535	13,363	97,275			
4	,109	2,725	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

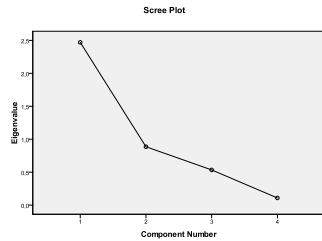
7.1. PARALLEL ANALYSIS

Number of variables: 4
Number of subjects: 303

Number of replications: 100

Eigenvalue #	Random Eigenvalue	Standard Dev
1	1,1326	,0428
2	1,0407	,0281
3	0,9598	,0295
4	0,8669	,0391

Monte Carlo PCA for Parallel Analysis ©2000 by Marley W. Watkins. All rights reserved.



Component Matrix ^a	Component
	1
Durante i prossimi giorni ho intenzione di usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	,889
Durante i prossimi giorni userò sicuramente il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	,905
Durante i prossimi giorni effettuerò il maggior numero di spostamenti verso il centro di Cagliari mezzi alternativi all'auto.	,552
Durante i prossimi giorni effettuerò il maggior numero di spostamenti verso il centro di Cagliari utilizzando la metro.	,746

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 1 components extracted.

7.2. ALPHA

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,788	4

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Durante i prossimi giorni ho intenzione di usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	9,32	12,058	,716	,670
Durante i prossimi giorni userò sicuramente il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	9,44	11,863	,748	,652
Durante i prossimi giorni effettuerò il maggior numero di spostamenti verso il centro di Cagliari mezzi alternativi all'auto.	7,83	16,489	,377	,828

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
Durante i prossimi giorni effettuerò il maggior numero di spostamenti verso il centro di Cagliari utilizzando la metro.	9,03

8. NORMA PERSONALE

Correlation Matrix	Indipendentemente da cosa fanno gli altri, sento di essere moralmente obbligato a muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente	Indipendentemente da cosa fanno gli altri,mi sento male se non posso muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente	Indipendentemente da cosa fanno gli altri, mi sento bene se uso poco la mia auto
Correlation	1,000	,716	,488
Indipendentemente da cosa fanno gli altri, sento di essere moralmente obbligato a muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente			
Indipendentemente da cosa fanno gli altri,mi sento male se non posso muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente	,716	1,000	,550
Indipendentemente da cosa fanno gli altri, mi sento bene se uso poco la mia auto	,488	,550	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,673
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	332,024
	df	3
	Sig.	,000

Communalities	Initial	Extraction
Indipendentemente da cosa fanno gli altri, sento di essere moralmente obbligato a muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente	1,000	,759
Indipendentemente da cosa fanno gli altri,mi sento male se non posso muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente	1,000	,805
Indipendentemente da cosa fanno gli altri, mi sento bene se uso poco la mia auto	1,000	,611

Extraction Method: Principal Component Analysis.



Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues	Extraction Sums of Squared Loadings
-----------	---------------------	-------------------------------------

	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,175	72,505	72,505	2,175	72,505	72,505
2	,547	18,220	90,724			
3	,278	9,276	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

8.1. PARALLEL ANALYSIS

Number of variables: 3

Number of subjects: 303

Number of replications: 100

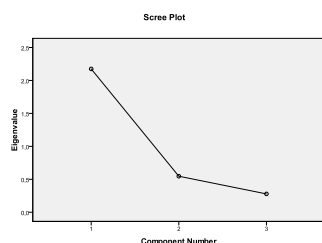
Eigenvalue # Random Eigenvalue Standard Dev

1 1,0788 ,0356

2 1,0017 ,0203

3 0,9195 ,0348

Monte Carlo PCA for Parallel Analysis ©2000 by Marley W. Watkins. All rights reserved.



Component Matrix ^a	Component
	1
Indipendentemente da cosa fanno gli altri, sento di essere moralmente obbligato a muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente	,871
Indipendentemente da cosa fanno gli altri, mi sento male se non posso muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente	,897
Indipendentemente da cosa fanno gli altri, mi sento bene se uso poco la mia auto	,782

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 1 components extracted.

8.2. ALPHA

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,804	3

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Indipendentemente da cosa fanno gli altri, sento di essere moralmente obbligato a muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente	7,16	4,646	,685	,710

Indipendentemente da cosa fanno gli altri, mi sento male se non posso muovermi in maniera più sostenibile per l'ambiente	7,97	3,781	,726	,650
Indipendentemente da cosa fanno gli altri, mi sento bene se uso poco la mia auto	7,25	4,415	,563	,827

9. NORMA INGIUNTIVA

Correlation Matrix		La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto sarebbero d'accordo se usassi il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei rinunciare all'auto per raggiungere il centro di Cagliari
Correlation	La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	1,000	,720	,633
	La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto sarebbero d'accordo se usassi il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	,720	1,000	,627
	La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei rinunciare all'auto per raggiungere il centro di Cagliari	,633	,627	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,723
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	405,422
	df	3
	Sig.	,000

Communalities	Initial	Extraction
La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	1,000	,800
La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto sarebbero d'accordo se usassi il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	1,000	,796

La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei rinunciare all'auto per raggiungere il centro di Cagliari	1,000	,726
--	-------	------

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,321	77,372	77,372	2,321	77,372	77,372
2	,399	13,313	90,685			
3	,279	9,315	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

9.1. PARALLEL ANALYSIS

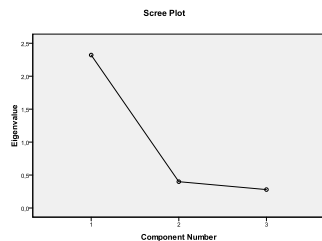
Number of variables: 3

Number of subjects: 303

Number of replications: 100

Eigenvalue #	Random Eigenvalue	Standard Dev
1	1,0961	,0417
2	0,9946	,0233
3	0,9093	,0395

Monte Carlo PCA for Parallel Analysis ©2000 by Marley W. Watkins. All rights reserved.



Component Matrix ^a	Component
	1
La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	,894
La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto sarebbero d'accordo se usassi il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	,892
La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei rinunciare all'auto per raggiungere il centro di Cagliari	,852

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 1 components extracted.

9.2. ALPHA

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,853	3

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	5,70	6,469	,749	,770
La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto sarebbero d'accordo se usassi il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	5,33	6,505	,744	,774
La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto pensano che dovrei rinunciare all'auto per raggiungere il centro di Cagliari	5,32	6,498	,679	,838

10. NORMA DESCRITTIVA

Correlation Matrix		La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto usano il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto usano altri mezzi al posto dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	La maggior parte delle persone importanti per me pensano che non sia importante utilizzare mezzi di trasporto più sostenibili (oppure limitare l'uso dell'auto)
Correlation	La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto usano il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	1,000	,484	,147
	La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto usano altri mezzi al posto dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	,484	1,000	,134
	La maggior parte delle persone importanti per me pensano che non sia importante utilizzare mezzi di trasporto più sostenibili (oppure limitare l'uso dell'auto)	,147	,134	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,534
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	88,192
	df	3
	Sig.	,000

Communalities

	Initial	Extraction
La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto usano il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	1,000	,693
La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto usano altri mezzi al posto dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	1,000	,685
La maggior parte delle persone importanti per me pensano che non sia importante utilizzare mezzi di trasporto più sostenibili (oppure limitare l'uso dell'auto)	1,000	,177

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1,555	51,833	51,833	1,555	51,833	51,833
2	,929	30,967	82,800			
3	,516	17,200	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

10.1. PARALLEL ANALYSIS

Number of variables: 3

Number of subjects: 303

Number of replications: 100

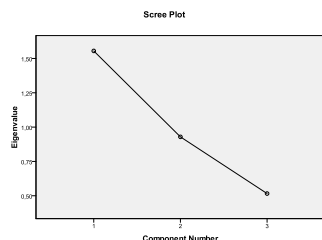
Eigenvalue # Random Eigenvalue Standard Dev

1 1,0927 ,0427

2 0,9988 ,0260

3 0,9085 ,0398

Monte Carlo PCA for Parallel Analysis ©2000 by Marley W. Watkins. All rights reserved.



Component Matrix ^a	Component
	1
La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto usano il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	,833

La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto usano altri mezzi al posto dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	,828
La maggior parte delle persone importanti per me pensano che non sia importante utilizzare mezzi di trasporto più sostenibili (oppure limitare l'uso dell'auto)	,420

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 1 components extracted.

10.2. ALPHA

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,509	3

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto usano il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	5,62	3,831	,419	,237
La maggior parte dei pendolari che fanno il mio stesso tragitto usano altri mezzi al posto dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari	5,06	3,996	,412	,256
La maggior parte delle persone importanti per me pensano che non sia importante utilizzare mezzi di trasporto più sostenibili (oppure limitare l'uso dell'auto)	5,39	5,199	,163	,652

11. CCP

Correlation Matrix		Per me usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari è facile	Per me usare i mezzi alternativi all'auto per muovermi è facile	Usare/scegliere di usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari dipende completamente da me	Usare/scegliere di usare i mezzi alternativi per muovermi dipende completamente da me
Correlation	Per me usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari è facile	1,000	,410	,540	,304
	Per me usare i mezzi alternativi all'auto per muovermi è facile	,410	1,000	,514	,656
	Usare/scegliere di usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari dipende completamente da me	,540	,514	1,000	,631

Correlation Matrix		Per me usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari è facile	Per me usare i mezzi alternativi all'auto per muovermi è facile	Usare/scegliere di usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari dipende completamente da me	Usare/scegliere di usare i mezzi alternativi per muovermi dipende completamente da me
Correlation	Per me usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari è facile	1,000	,410	,540	,304
	Per me usare i mezzi alternativi all'auto per muovermi è facile	,410	1,000	,514	,656
	Usare/scegliere di usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari dipende completamente da me	,540	,514	1,000	,631
	Usare/scegliere di usare i mezzi alternativi per muovermi dipende completamente da me	,304	,656	,631	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,677
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	452,710
	df	6
	Sig.	,000

Communalities

	Initial	Extraction
Per me usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari è facile	1,000	,461
Per me usare i mezzi alternativi all'auto per muovermi è facile	1,000	,668
Usare/scegliere di usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari dipende completamente da me	1,000	,723
Usare/scegliere di usare i mezzi alternativi per muovermi dipende completamente da me	1,000	,689

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,541	63,537	63,537	2,541	63,537	63,537
2	,747	18,666	82,203			
3	,457	11,431	93,634			

4	,255	6,366	100,000			
---	------	-------	---------	--	--	--

Extraction Method: Principal Component Analysis.

11.1. PARALLEL ANALYSIS

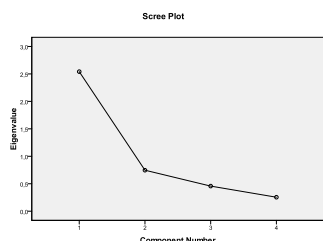
Number of variables: 4

Number of subjects: 303

Number of replications: 100

Eigenvalue #	Random Eigenvalue	Standard Dev
1	1,1268	,0434
2	1,0365	,0277
3	0,9625	,0304
4	0,8742	,0402

Monte Carlo PCA for Parallel Analysis ©2000 by Marley W. Watkins. All rights reserved.



Component Matrix ^a	Component
	1
Per me usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari è facile	,679
Per me usare i mezzi alternativi all'auto per muovermi è facile	,818
Usare/scegliere di usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari dipende completamente da me	,850
Usare/scegliere di usare i mezzi alternativi per muovermi dipende completamente da me	,830

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 1 components extracted.

11.2. ALPHA

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,803	4

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Per me usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari è facile	10,10	13,324	,491	,816
Per me usare i mezzi alternativi all'auto per muovermi è facile	9,18	13,129	,644	,744

Usare/scegliere di usare il P&R invece dell'auto per raggiungere il centro di Cagliari dipende completamente da me	9,97	11,496	,707	,708
Usare/scegliere di usare i mezzi alternativi per muovermi dipende completamente da me	9,37	12,566	,646	,741

12. ATTEGGIAMENTO ALTRI MODI

Correlation Matrix		Attalt Vantaggioso	Attalt Piacevole	Attalt Utile
Correlation	Attalt Vantaggioso	1,000	,606	,703
	Attalt Piacevole	,606	1,000	,617
	Attalt Utile	,703	,617	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.			,719
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square		378,498
	df		3
	Sig.		,000

Communalities	Initial	Extraction
Attalt Vantaggioso	1,000	,783
Attalt Piacevole	1,000	,712
Attalt Utile	1,000	,791

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,285	76,172	76,172	2,285	76,172	76,172
2	,419	13,952	90,124			
3	,296	9,876	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

12.1. PARALLEL ANALYSIS

Number of variables: 3

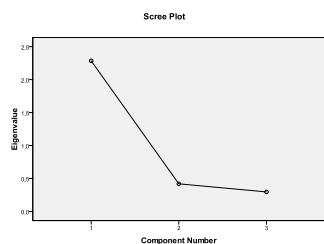
Number of subjects: 303

Number of replications: 100

Eigenvalue #	Random Eigenvalue	Standard Dev
1	1,0890	,0373
2	1,0018	,0224
3	0,9091	,0395

Monte Carlo PCA for Parallel Analysis ©2000 by Marley W. Watkins. All rights reserved.





Component Matrix^a

	Component
	1
Attalt Vantaggioso	,885
Attalt Piacevole	,844
Attalt Utile	,889

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 1 components extracted.

12.2. ALPHA

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,836	3

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Attalt Vantaggioso	7,63	4,419	,721	,750
Attalt Piacevole	8,03	4,155	,662	,822
Attalt Utile	7,44	4,929	,734	,752

13. ATTEGGIAMENTO P&R

Correlation Matrix		Attpr Vantaggioso	Attpr Piacevole	Attpr Utile
Correlation	Attpr Vantaggioso	1,000	,744	,830
	Attpr Piacevole	,744	1,000	,813
	Attpr Utile	,830	,813	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,744
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	688,705
	df	3
	Sig.	,000

Communalities	Initial	Extraction
Attpr Vantaggioso	1,000	,852
Attpr Piacevole	1,000	,839

Attpr Utile	1,000	,901
-------------	-------	------

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,592	86,390	86,390	2,592	86,390	86,390
2	,257	8,561	94,951			
3	,151	5,049	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

12.3. PARALLEL ANALYSIS

Number of variables: 3

Number of subjects: 303

Number of replications: 100

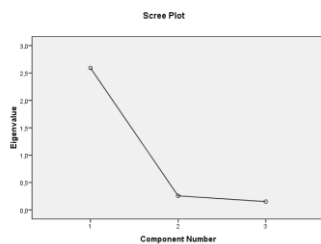
Eigenvalue # Random Eigenvalue Standard Dev

1 1,0893 ,0405

2 1,0005 ,0213

3 0,9102 ,0405

Monte Carlo PCA for Parallel Analysis ©2000 by Marley W. Watkins. All rights reserved.



Component Matrix^a

	Component
	1
Attpr Vantaggioso	,923
Attpr Piacevole	,916
Attpr Utile	,949

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 1 components extracted.

12.4. ALPHA

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,921	3

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Attpr Vantaggioso	6,09	6,978	,828	,896
Attpr Piacevole	6,17	7,547	,814	,907

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Attpr Vantaggioso	6,09	6,978	,828	,896
Attpr Piacevole	6,17	7,547	,814	,907
Attpr Utile	5,93	6,763	,880	,852

14. IDENTITÀ AMBIENTALE

Correlation Matrix		Agire in modo pro ambientale è una parte importante di quello che sono	Sono il tipo di persona che agisce in modo pro ambientale	Mi vedo come una persona che agisce in modo pro ambientale
Correlation	Agire in modo pro ambientale è una parte importante di quello che sono	1,000	,788	,775
	Sono il tipo di persona che agisce in modo pro ambientale	,788	1,000	,918
	Mi vedo come una persona che agisce in modo pro ambientale	,775	,918	1,000

KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,730
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	859,190
	df	3
	Sig.	,000

Communalities	Initial	Extraction
Agire in modo pro ambientale è una parte importante di quello che sono	1,000	,818
Sono il tipo di persona che agisce in modo pro ambientale	1,000	,923
Mi vedo come una persona che agisce in modo pro ambientale	1,000	,914

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,655	88,503	88,503	2,655	88,503	88,503
2	,263	8,771	97,274			
3	,082	2,726	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

13.1. PARALLEL ANALYSIS

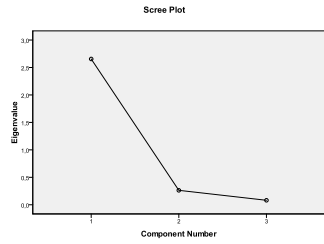
Number of variables: 3

Number of subjects: 303

Number of replications: 100

Eigenvalue #	Random Eigenvalue	Standard Dev
1	1,0909	,0407
2	0,9980	,0227

3 0,9112 ,0380
 Monte Carlo PCA for Parallel Analysis ©2000 by Marley W. Watkins. All rights reserved.



Component Matrix ^a	Component
	1
Agire in modo pro ambientale è una parte importante di quello che sono	,905
Sono il tipo di persona che agisce in modo pro ambientale	,961
Mi vedo come una persona che agisce in modo pro ambientale	,956

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 1 components extracted.

13.2. ALPHA

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,934	3

Item-Total Statistics	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Agire in modo pro ambientale è una parte importante di quello che sono	7,69	4,041	,797	,957
Sono il tipo di persona che agisce in modo pro ambientale	7,78	3,921	,905	,873
Mi vedo come una persona che agisce in modo pro ambientale	7,82	3,820	,893	,881

□

Allegato 3: Lettera al cittadino

Gentile Cittadino,

il Centro di Ricerca Modelli di Mobilità (CRiMM), con il patrocinio dell'Università di Cagliari ed in partnership con l'ARST ed il CTM, l'Azienda Ospedaliera Universitaria, l'ERSU, la Provincia di Cagliari ed i Comuni di Assemmini, Dolianova, Monserrato, Quartu S. Elena, Selargius, Sestu, Settimo San Pietro e Sinnai, sta realizzando un programma sperimentale per la promozione dell'utilizzo di modalità sostenibili (Treno, autobus, Metrocagliari, *etc.*).

Per aiutarci in questa ricerca sulla mobilità sostenibile e migliorare la mobilità nella Sua città e nell'area vasta di Cagliari, invitiamo Lei e ciascun componente della Sua famiglia a compilare il questionario "Abitudini di Viaggio 2014 Assemmini" disponibile nel sito del Suo Comune di residenza (<http://www.comune.assemmini.ca.it/>) o direttamente al link:

<https://metrostyles.wufoo.eu/forms/abitudini-di-viaggio-2014-assemmini/>

Coloro i quali compileranno in modo completo il questionario parteciperanno all'estrazione di un iPad di ultima generazione (Wi-Fi + Cellulare), abbonamenti annuali e mensili al trasporto pubblico locale (CTM + Metrocagliari) offerti dal CTM, 10 buoni spesa da 100 euro cadauno, 10 ricariche per telefonia mobile (dell'operatore gradito) del valore di 50 euro ciascuna.

Per avere maggiori informazioni puoi visitare il sito www.metrostyles.it scrivere info@metrostyles.it o telefonare ai numeri 070 6756405 - 6756403.

Ringraziamo sentitamente Lei e la Sua famiglia per la collaborazione.

Cordiali Saluti e buona mobilità

Il Direttore del CRiMM



□

I dati inseriti nel questionario saranno trattati nel pieno rispetto della normativa sulla tutela dei dati personali, come sancita dalla legge 675/96 sulla privacy e successivamente dal d.l. 196 del 30/06/2003.

Allegato 4: Questionario RP "Abitudini di viaggio 2013"

PREMESSA

La ringraziamo per l'interesse verso il programma di promozione della mobilità sostenibile ed, in particolare, dell'uso della metropolitana leggera di Cagliari "Metrocagliari". Le ricordiamo che tutte le informazioni raccolte attraverso il presente questionario resteranno anonime e verranno usate esclusivamente per gli studi condotti all'interno del CRiMM.

Buona compilazione!!

1. Le capita mai di recarsi nelle vicinanze delle seguenti zone del Centro di Cagliari? Centro Commerciale Auchan di Pirri, Via Vesalio, Via Mercalli, Genneruxi, Largo Gennari/Via Pergolesi, Piazza Repubblica/Via Dante

- Mai (nel riquadro sottostante scriva 0)
- Raramente: poche volte all'anno (indichi nel riquadro sottostante il numero di volte in un anno)
- Spesso: più volte al mese (indichi nel riquadro sottostante il numero di volte in un mese)

Regola: se risponde "MAI" passa direttamente alla sezione sulle info personali

2. Le capita mai di recarsi nelle vicinanze delle seguenti zone del Centro di Cagliari (Centro Commerciale Auchan di Pirri, Via Vesalio, Via Mercalli, Genneruxi, Largo Gennari/Via Pergolesi, Piazza Repubblica/Via Dante) UTILIZZANDO IL PARK AND RIDE: cioè in auto sino al parcheggio di scambio più vicino alla sua origine e poi in Metro sino a destinazione?

- Mai (nel riquadro sottostante scriva 0)
- Raramente: poche volte all'anno (indichi nel riquadro sottostante il numero di volte in un anno)
- Spesso: più volte al mese (indichi nel riquadro sottostante il numero di volte in un mese)

3. Che mezzo utilizza abitualmente per raggiungere tali zone?

- Auto, come conducente
- Auto, come passeggero
- Autobus
- Metropolitana
- Auto come conducente + Metropolitana
- Autobus + Metropolitana
- Moto/ciclomotore
- Bicicletta
- Altro

Regola: se risponde "Moto/ciclomotore o Bicicletta o Altro" passa direttamente alla sezione sulle info personali

Descriva cortesemente l'ultimo spostamento che ha effettuato (col mezzo che ha dichiarato di usare abitualmente) in un giorno feriale con destinazione nelle vicinanze di una delle zone prima citate (Centro Commerciale Auchan di Pirri, Via Vesalio, Via Mercalli, Genneruxi, Largo Gennari/Via Pergolesi, Piazza Repubblica/Via Dante).

4. Quando ha fatto questo spostamento? Indichi la data
5. Chi ha preso la decisione di fare questo spostamento in auto?
 - Io
 - Io insieme alle persone che viaggiavano con me Autobus
 - Le persone che viaggiavano con me
6. Quali dei seguenti mezzi NON aveva disponibili per questo specifico spostamento?
 - Auto, come conducente
 - Auto, come passeggero
 - Autobus
 - Metropolitana
 - Auto come conducente + Metropolitana
 - Autobus + Metropolitana
 - Moto/ciclomotore
 - Bicicletta
7. Dove si trovava PRIMA di iniziare lo spostamento?
 - A casa
 - Altro luogo (indichi Comune e via)
8. Che attività stava svolgendo prima di iniziare lo spostamento?
 - Attività domestiche (riposo/relax, cure personali, cure della casa, *etc.*)
 - Lavoro
 - Studio
 - Attività sportiva
 - Spesa/commissioni
 - Shopping
9. Altro (specificare)
10. A che ora ha terminato questa attività e ha iniziato lo spostamento verso il Centro di Cagliari?
11. Qual è stata la destinazione finale del suo spostamento (indichi la via)?
12. A che ora è arrivata/o a destinazione?
13. Per quale motivo ha effettuato questo spostamento?
 - Attività domestiche (riposo/relax, cure personali, cure della casa, *etc.*)
 - Lavoro
 - Studio
 - Attività sportiva
 - Spesa/commissioni
 - Shopping
 - Altro (specificare)
14. A che ora ha lasciato il Centro di Cagliari?
15. Dove si è recata/o dopo aver lasciato il Centro di Cagliari?
 - A casa
 - Altro luogo (indichi Comune e via)

16. Che attività ha svolto (nel luogo indicato al punto 14)?
- Attività domestiche (riposo/relax, cure personali, cure della casa, *etc.*)
 - Lavoro
 - Studio
 - Attività sportiva
 - Spesa/commissioni
 - Shopping
 - Altro (specificare)

Descriva il tragitto in auto effettuato per recarsi verso il Centro di Cagliari

17. Indichi in MINUTI il tempo di camminata dall'origine dello spostamento fino al momento in cui è salito in auto
18. Indichi in MINUTI la durata del viaggio a bordo dell'auto
19. Indichi le principali strade percorse in auto
20. Indichi in MINUTI la durata della ricerca del parcheggio
21. Dove è stata parcheggiata l'auto?
- Parcheggio gratuito
 - Parcheggio a pagamento
22. Quanto è costato il parcheggio?
- Non so
 - Indichi l'importo in euro
23. Indichi la via nella quale è stata parcheggiata l'auto
24. Indichi in MINUTI il tempo di camminata dal momento in cui è scesa/o dall'auto fino alla destinazione finale del suo spostamento
25. Durante il tragitto in auto sono state effettuate soste intermedie?
- Sì, una sosta
 - Sì, due soste
 - Sì, più di due soste
 - No, non ho effettuato alcuna sosta
- Regola: solo per chi ha risposto diversamente da "No, non ho effettuato alcuna sosta" alla 24
26. Indichi il motivo della sosta
27. Indichi il luogo (Comune e via) dove è avvenuta la sosta, o i luoghi in caso di più soste
28. Indichi in MINUTI la durata della sosta
29. Si tratta di sosta/e abituale/i nel tragitto per recarsi al Centro di Cagliari?
- Sì
 - No
30. Si tratta di sosta/e obbligatoria/e da fare esattamente durante il tragitto verso il Centro di Cagliari o avrebbe potuto anche non farla/e?
- Sì, è/sono obbligatoria/e
 - No, avrei potuto anche non farla/e
31. Si tratta di sosta/e che avrebbe potuto effettuare anche se avesse scelto un mezzo di trasporto diverso dall'auto per lo spostamento (per esempio Metro, bus, *etc.*)?
- Sì, la/e avrei potuta/e effettuare in ogni caso
 - No, la/e posso effettuare solo se utilizzo l'auto

Descrizione dell'autovettura utilizzata

32. Indichi marca e modello dell'auto

33. Indichi il tipo di alimentazione dell'auto

- Benzina
- Diesel
- Gpl
- Ibrida
- Elettrica

34. Indichi l'anno di produzione dell'auto

35. Indichi a quanto ammonta il premio assicurativo dell'auto all'anno (€)

36. Indichi quanti km percorre all'anno in auto

INFO PERSONALI

Le informazioni personali richieste servono esclusivamente ai fini della ricerca e verranno trattate in maniera assolutamente anonima e riservata

37. Indichi il Comune della sua abitazione

38. Indichi la via e il n. civico della sua abitazione

39. Indichi la sua età

40. Sesso

- Maschio
- Femmina

41. Qual è la sua occupazione attuale?

- Studente
- Lavoratore dipendente
- Lavoratore autonomo
- Casalinga
- Pensionato
- Disoccupato
- Altro

Regola: solo per chi ha risposto "Lavoratore dipendente" o "Lavoratore autonomo" o "Altro" alla 40

42. Specifichi la sua professione

43. Qual è il suo titolo di studio?

44. Ha figli?

- Sì
- No

45. Da quante persone è composto il suo nucleo familiare, incluso lei?

46. Indichi il numero di componenti del suo nucleo familiare di età inferiore ai 10 anni

47. In totale, di quante auto disponete in famiglia?

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5 o più

48. Potrebbe indicare in quale fascia di reddito mensile netto INDIVIDUALE si riconosce?

Regola: solo per chi ha risposto "Non percepisco reddito" alla 47

49. Pur non ricevendo un reddito, indichi qual è il budget mensile (€) di cui dispone per sè:

50. Possiede uno smartphone (ad es. Iphone, Samsung Galaxy, Htc, *etc.*)?

No

Sì (specifichi il modello, ad es. Iphone 5, o Galaxy S3, *etc.*)

51. Inserisca ora il suo indirizzo e-mail

Vogliamo informare tutti gli utenti che nella presente indagine hanno dichiarato di recarsi al Centro di Cagliari in "auto come conducente" o in "auto come passeggero", che vi sarà una seconda fase dell'indagine nella quale vi verrà chiesto solamente di esprimere il proprio giudizio su alcune alternative di trasporto per il Centro di Cagliari.

Sulla base delle caratteristiche del viaggio che avete appena descritto, vi presenteremo soluzioni di trasporto alternative che potreste utilizzare per recarvi al Centro di Cagliari.

Tra le diverse alternative che vi presenteremo dovrete semplicemente indicare quale preferite e se le utilizzereste per effettuare il vostro viaggio.

Questa indagine sarà realizzata nei prossimi mesi. Il modulo vi sarà inviato all'indirizzo email che avete fornito e sarete invitati a compilarlo.

Esprima il consenso al trattamento dei suoi dati personali al fine di consentire lo svolgimento dello studio

Accetto Non accetto

Allegato 5: Lettera introduttiva SP

Gentile utente,

qualche tempo fa ha compilato un questionario online ideato dal Centro Ricerche Modelli e Mobilità (CRIMM) dell'Università di Cagliari.

Le ricordiamo che si tratta di un programma che utilizza l'informazione, la comunicazione, la sensibilizzazione, per far conoscere la linea di metropolitana leggera di Cagliari denominata "Metrocagliari".

Lei aveva dichiarato di recarsi con una certa frequenza nelle zone del Centro di Cagliari in prossimità delle quali si trovano le fermate della Metro (Centro Commerciale Auchan di Pirri, via Vesalio, via Mercalli, Genneruxi, Largo Gennari, Piazza Repubblica) per uno o più scopi, ma aveva anche dichiarato di effettuare tale spostamento utilizzando mezzi differenti dalla metropolitana.

Noti che:

- lo spostamento verso le suddette zone del Centro di Cagliari, può essere realizzato utilizzando la modalità Park and Ride (P&R): cioè usando l'auto sino alla fermata più vicina di Metrocagliari per poi raggiungere la destinazione finale con la metropolitana;
- l'utilizzo della modalità P&R prevede un tempo di camminata medio di 3 minuti dal punto nel quale si parcheggia l'auto sino alla fermata della Metrocagliari;
- l'orario di esercizio della Metrocagliari sarà esteso e sarà quindi disponibile in qualsiasi ora della giornata;
- nei prossimi mesi in tutte le zone del Centro di Cagliari in prossimità delle quali si trovano le fermate della Metro e nelle aree adiacenti ad esse tutti i parcheggi saranno a pagamento ed i prezzi saranno aumentati rispetto a quelli attuali.

Immagini quindi di dover effettuare lo stesso spostamento che ha descritto nell'indagine verso una delle suddette zone del Centro di Cagliari, tenendo conto delle considerazioni fatte.

Nel seguito Le saranno proposti 9 casi che descrivono diverse condizioni di viaggio che potrebbe sperimentare nello spostamento verso il Centro di Cagliari.

Legga attentamente un caso alla volta, secondo l'ordine presentato.

Per ogni caso, singolarmente, indichi quale dei due mezzi illustrati sceglierebbe per effettuare il viaggio, oppure se, alle condizioni illustrate per i due mezzi, non sceglierebbe nessuno dei due.

NON esiste una scelta giusta o sbagliata, ognuno deve sentirsi libero di scegliere ciò che farebbe realmente trovandosi nelle condizioni mostrate in ciascun caso.

Allegato 6: Test variabili di informazione

CASO 1

	AUTO	P&R
Costo del parcheggio per l'intera durata della sosta	5 €	4 € (con il biglietto del parcheggio può salire gratis sulla metro)
Tempo di viaggio	15 minuti (tempo in auto dall'origine alla destinazione finale)	20 minuti (tempo in auto sino alla fermata della metro + tempo in metro)
Tempo per trovare un parcheggio	10 minuti	2 minuti
Frequenza della metro	-	10 minuti
Se usi il P&R:	-	riduci le emissioni di CO ₂ del 40%
		riduci del 30% lo stress da traffico





CASO 2

	AUTO	P&R
Costo del parcheggio per l'intera durata della sosta	5 €	4 € (con il biglietto del parcheggio può salire gratis sulla metro)
Tempo di viaggio	15 minuti (tempo in auto dall'origine alla destinazione finale)	20 minuti (tempo in auto sino alla fermata della metro + tempo in metro)
Tempo per trovare un parcheggio	10 minuti	2 minuti
Frequenza della metro	-	10 minuti
Se usi il P&R:	-	 riduci le emissioni di CO ₂ del 40%
		riduci lo stress da traffico

CASO 3

	AUTO	P&R
Costo del parcheggio per l'intera durata della sosta	5 €	4 € (con il biglietto del parcheggio può salire gratis sulla metro)
Tempo di viaggio	15 minuti (tempo in auto dall'origine alla destinazione finale)	20 minuti (tempo in auto sino alla fermata della metro + tempo in metro)
Tempo per trovare un parcheggio	10 minuti	2 minuti
Frequenza della metro	-	10 minuti
Informazioni:	incrementi le emissioni di CO ₂ del 40%	riduci le emissioni di CO ₂ del 40%
	aumenti lo stress da traffico	riduci lo stress da traffico





CASO 4

	AUTO	P&R
Costo del parcheggio per l'intera durata della sosta	5 €	4 € (con il biglietto del parcheggio può salire gratis sulla metro)
Tempo di viaggio	15 minuti (tempo in auto dall'origine alla destinazione finale)	20 minuti (tempo in auto sino alla fermata della metro + tempo in metro)
Tempo per trovare un parcheggio	10 minuti	2 minuti
Frequenza della metro	-	10 minuti
Informazioni:		
		





CASO 5

	AUTO	P&R
Costo del parcheggio per l'intera durata della sosta	5 €	4 € (con il biglietto del parcheggio può salire gratis sulla metro)
Tempo di viaggio	15 minuti (tempo in auto dall'origine alla destinazione finale)	20 minuti (tempo in auto sino alla fermata della metro + tempo in metro)
Tempo per trovare un parcheggio	10 minuti	2 minuti
Frequenza della metro	-	10 minuti
Informazioni:	 incrementi le emissioni di CO ₂ del 40%	 riduci le emissioni di CO ₂ del 40%
	 aumenti lo stress da traffico	 riduci lo stress da traffico





CASO 6

	AUTO	P&R
Costo del parcheggio per l'intera durata della sosta	5 €	4 € (con il biglietto del parcheggio può salire gratis sulla metro)
Tempo di viaggio	15 minuti (tempo in auto dall'origine alla destinazione finale)	20 minuti (tempo in auto sino alla fermata della metro + tempo in metro)
Tempo per trovare un parcheggio	10 minuti	2 minuti
Frequenza della metro	-	10 minuti
Informazioni:	 incrementi le emissioni di CO ₂ del 40%	 riduci le emissioni di CO ₂ del 40%
	 aumenti lo stress da traffico	 riduci lo stress da traffico

CASO 7

	AUTO	P&R
Costo del parcheggio per l'intera durata della sosta	5 €	4 € (con il biglietto del parcheggio può salire gratis sulla metro)
Tempo di viaggio	15 minuti (tempo in auto dall'origine alla destinazione finale)	20 minuti (tempo in auto sino alla fermata della metro + tempo in metro)
Tempo per trovare un parcheggio	10 minuti	2 minuti
Frequenza della metro	-	10 minuti
Informazioni:	 incrementi le emissioni di CO ₂ del 40%  aumenti lo stress da traffico	 riduci le emissioni di CO ₂ del 40%  riduci lo stress da traffico

CASO 8

	AUTO	P&R
Costo del parcheggio per l'intera durata della sosta	5 €	4 € (con il biglietto del parcheggio può salire gratis sulla metro)
Tempo di viaggio	15 minuti (tempo in auto dall'origine alla destinazione finale)	20 minuti (tempo in auto sino alla fermata della metro + tempo in metro)
Tempo per trovare un parcheggio	10 minuti	2 minuti
Frequenza della metro	-	10 minuti
Informazioni:	 incrementi le emissioni di CO ₂ del 40%  aumenti lo stress da traffico	 riduci le emissioni di CO ₂ del 40%  riduci lo stress da traffico

Questionario

Valutando in particolare le ultime due variabili di informazione presentate in ciascun caso, esprima un giudizio da 1 (poco) a 5 (molto), per ciascuno degli 8 casi presentati, in merito a:

1. Chiarezza dell'informazione

Caso 1 ____; Caso 2 ____; Caso 3 ____; Caso 4 ____; Caso 5 ____; Caso 6 ____;
Caso 7 ____; Caso 8 ____;

2. Utilità dell'informazione ai fini della scelta del modo:

Caso 1 ____; Caso 2 ____; Caso 3 ____; Caso 4 ____; Caso 5 ____; Caso 6 ____;
Caso 7 ____; Caso 8 ____;

3. Efficacia della tipologia di informazione fornita nella scelta del modo:

Caso 1 ____; Caso 2 ____; Caso 3 ____; Caso 4 ____; Caso 5 ____; Caso 6 ____;
Caso 7 ____; Caso 8 ____;

4. Quanto pensa sia innovativa la modalità di somministrazione delle informazioni?

Caso 1 ____; Caso 2 ____; Caso 3 ____; Caso 4 ____; Caso 5 ____; Caso 6 ____;
Caso 7 ____; Caso 8 ____;

5. Quale caso pensa sia il migliore, considerando tutti gli aspetti suddetti?

Caso numero _____

Suggerimenti e/o consigli:

