

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA

DIPARTIMENTO DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

*Dottorato di ricerca in*

TECNOLOGIE E PIANIFICAZIONE AMBIENTALE

–XX CICLO–

SETTORE SCIENTIFICO DISCIPLINARE ICAR/05

---

MODELLI AVANZATI PER LA SIMULAZIONE  
DELLE SCELTE DI VIAGGIO DEGLI UTENTI  
DEL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

Supervisore  
*Dott. ing.* Gabriella MAZZULLA

Dottorando  
*Dott. ing.* Laura EBOLI

Coordinatore  
*Prof. ing.* Sergio D'ELIA

---

ANNO ACCADEMICO 2006-2007

*A nonna Emma e a nonna Laura*

## Indice

Introduzione	1
Capitolo 1 La qualità dei servizi e la <i>customer satisfaction</i>	
1.1 Generalità	7
1.2 Le fonti normative	9
1.3 I fattori di qualità del servizio di trasporto pubblico locale	13
1.4 Le indagini di <i>customer satisfaction</i>	16
1.4.1 <i>Le fasi di una indagine</i>	16
1.4.2 <i>Gli obiettivi e i vincoli</i>	17
1.4.3 <i>L'indagine preliminare</i>	18
1.4.4 <i>Le modalità di esecuzione dell'indagine</i>	21
1.4.5 <i>La stesura del questionario</i>	27
1.4.6 <i>Le tecniche di campionamento</i>	32
1.4.7 <i>L'elaborazione e l'interpretazione dei dati</i>	36
1.4.8 <i>La presentazione e l'utilizzo dei risultati</i>	37
Capitolo 2 Le tecniche per la misura della qualità dei servizi e della <i>customer satisfaction</i>	
2.1 Generalità	39
2.2 Le tecniche specifiche di analisi di <i>customer satisfaction</i>	39
2.2.1 <i>Critical Incident Technique</i>	39
2.2.2 <i>Problem Detection System</i>	40
2.2.3 <i>Profit Impact of Market Strategy</i>	42
2.2.4 <i>Customer Satisfaction Survey</i>	43
2.2.5 <i>Customer Satisfaction Model of Kano</i>	43
2.2.6 <i>SERVQUAL e sue derivazioni</i>	47
2.2.7 <i>Il modello dei "gap"</i>	50
2.2.8 <i>Impact Score</i>	52
2.3 Le tecniche generiche di analisi statistica per la misura della <i>customer satisfaction</i>	53
2.3.1 <i>Calcolo delle medie, varianze ed intervalli di confidenza</i>	53
2.3.2 <i>Rappresentazioni grafiche</i>	54
2.3.3 <i>Quadrant analysis</i>	55

2.3.4. <i>Correlation analysis</i>	58
2.3.5. <i>Factor analysis</i>	60
2.3.6. <i>Cluster analysis</i>	64
2.3.7. <i>Conjoint analysis</i>	67
Capitolo 3 Modelli comportamentali e non comportamentali per la misura della qualità dei servizi e della <i>customer satisfaction</i>	
3.1 Generalità	71
3.2 I modelli non comportamentali	72
3.2.1 <i>I modelli di regressione lineare</i>	72
3.2.2 <i>I modelli ad equazioni strutturali</i>	78
3.3 I modelli comportamentali	82
3.3.1 <i>Generalità</i>	82
3.3.2 <i>Il modello Multinomial Logit</i>	85
3.3.3 <i>I modelli Heteroskedastic Extreme Value (HEV)</i>	90
3.3.4 <i>I modelli Generalized Extreme Value (GEV)</i>	92
3.3.5 <i>I modelli a struttura flessibile</i>	96
3.3.6 <i>I modelli Probit</i>	103
3.3.7 <i>La Willingness-To-Pay</i>	104
3.4 Alcune applicazioni di modelli per la valutazione della qualità dei servizi di trasporto collettivo	108
3.4.1 <i>I modelli non comportamentali</i>	108
3.4.2 <i>I modelli comportamentali</i>	110
Capitolo 4 Il caso di studio	
4.1 Generalità	115
4.2 L'area di studio	115
4.2.1. <i>L'area urbana Cosenza-Rende</i>	115
4.2.2. <i>L'Università della Calabria</i>	121
4.2.3. <i>La domanda di mobilità</i>	128
4.2.4. <i>I servizi di trasporto collettivo</i>	130
4.3 L'indagine sperimentale	134
4.3.1 <i>La progettazione del questionario</i>	134

4.3.2	<i>L'esperienza SP</i>	138
4.3.3	<i>La procedura di simulazione</i>	139
4.3.4	<i>La realizzazione dell'indagine</i>	146
Capitolo 5 Misure sperimentali della qualità dei servizi di TPL		
5.1	Generalità	152
5.2	L'analisi statistica dei voti di soddisfazione e importanza	152
5.2.1	<i>Le misure di posizione</i>	152
5.2.2	<i>Le misure di variabilità</i>	161
5.2.3	<i>La caratterizzazione in base agli aspetti socioeconomici</i>	163
5.3	<i>La gap analysis</i>	164
5.4	<i>La quadrant analysis</i>	166
5.5	L'analisi di correlazione	168
5.6	L'analisi fattoriale	173
5.7	L'analisi di raggruppamento	177
5.8	L'analisi congiunta	180
5.9	Il confronto fra le tecniche applicate	183
Capitolo 6 Modelli sperimentali della qualità dei servizi di TPL		
6.1	Generalità	187
6.2	I modelli non comportamentali	188
6.2.1	<i>I modelli di regressione lineare multipla</i>	188
6.2.2	<i>I modelli ad equazioni strutturali</i>	192
6.3	I modelli comportamentali	197
6.3.1	<i>I modelli di tipo Logit Multinomiale</i>	197
6.3.2	<i>I modelli Mixed Logit</i>	200
6.3.3	<i>Il calcolo dell'SQI</i>	205
6.3.4	<i>Il calcolo della WTP</i>	206
6.4	Il confronto fra i modelli proposti	208
	Considerazioni conclusive	213
	Riferimenti bibliografici	
	Ringraziamenti	

## Introduzione

Il presente lavoro di tesi si colloca all'interno della tematica di ricerca che riguarda la pianificazione dei trasporti, ed in particolare i sistemi di trasporto collettivo. Questa ricerca è indirizzata nello specifico all'analisi del comportamento degli utenti del Trasporto Pubblico Locale (TPL) e delle scelte degli utenti stessi riguardo ai servizi offerti.

Il lavoro è stato supportato da una borsa di studio erogata per il XX ciclo del corso di dottorato di ricerca in "Tecnologie e Pianificazione Ambientale" dal Consorzio Autolinee Cosenza S.r.l.

L'obiettivo principale del lavoro consiste nello studio di modelli avanzati in grado di valutare quanto i fattori di qualità dei servizi di trasporto collettivo influenzano le scelte degli utenti. In particolare, sono state sviluppate tecniche e modelli per la misura della qualità dei servizi e l'analisi dei diversi fattori di qualità, al fine di individuare quelli che incidono maggiormente sul livello complessivo del servizio. A supporto di questa ricerca è stata condotta una indagine sperimentale sulla qualità dei servizi di trasporto collettivo rivolta ad una particolare categoria di utenti, gli studenti dell'Università della Calabria che utilizzano abitualmente il servizio di trasporto collettivo che collega l'area urbana Cosenza-Rende con il campus universitario. I dati raccolti mediante l'indagine sono stati utilizzati per l'applicazione e lo sviluppo delle tecniche e dei modelli succitati.

La rilevanza del tema trattato è dovuta alla necessità di offrire servizi di trasporto collettivo caratterizzati da elevati livelli di qualità, al fine di incentivare l'utilizzo del mezzo pubblico e di renderlo competitivo rispetto all'auto privata, il cui eccessivo uso sta provocando pesanti danni all'ambiente e degrado della qualità della vita, in termini di inquinamento atmosferico ed acustico, sprechi energetici, ed elevati livelli di congestione del traffico. Il miglioramento della qualità dei servizi di trasporto collettivo è importante per garantire competitività tra le aziende esercenti i servizi, ma anche e soprattutto per offrire servizi che favoriscano la fidelizzazione degli utenti rispetto all'utilizzo dei trasporti collettivi a discapito di quello dei trasporti individuali, e per attrarre nuova utenza in modo

da equilibrare la ripartizione modale, oggi maggiormente orientata verso il trasporto individuale.

Anche a livello normativo (comunitario, nazionale e regionale), negli ultimi anni, nel settore del TPL, si sta attuando una riforma che ha come fine ultimo il miglioramento dei servizi e l'incentivazione all'uso degli stessi. Gli assetti disegnati dalla riforma del settore, definita dai decreti legislativi D.Lgs. 420/97 e D.Lgs. 400/99, hanno prodotto uno scenario caratterizzato da nuove attività e centri di responsabilità, più vicini alle esigenze dei cittadini. L'obiettivo principale del processo di trasformazione del TPL è l'incremento dell'efficienza e dell'efficacia dei servizi offerti, in modo da sviluppare un modello di mobilità sostenibile e compatibile con i sempre più serrati vincoli legati all'inquinamento ambientale.

I principali elementi di questo processo sono:

- il decentramento di tutte le competenze in materia di TPL, unificando così al livello regionale le responsabilità in termini di quantità e qualità dei servizi da offrire con le responsabilità finanziarie;
- la creazione, al livello locale, di soggetti pubblici forti nell'esercizio delle loro funzioni di programmazione, amministrazione e controllo;
- la riorganizzazione della gestione dei servizi, favorendo la nascita di un nuovo sistema di aziende efficienti, che non operano più in base ad una rendita di posizione consolidata, ma che accedono al mercato secondo i meccanismi propri della concorrenza.

L'elemento innovativo di maggior rilievo è senza dubbio l'introduzione del sistema di libero mercato in un settore da sempre incardinato sul monopolio pubblico e privato. La liberalizzazione regolata e la concorrenza nell'affidamento dei servizi, insieme all'obbligo di raggiungere un livello minimo di introiti pari al 35% del costo complessivo, sono gli strumenti introdotti dalla legge di riforma, che devono servire a rimuovere l'attuale situazione e a far sì che il TPL risponda meglio alle esigenze di mobilità dei cittadini, recuperando funzione e competitività rispetto al trasporto individuale. L'insieme delle innovazioni afferenti agli assetti societari e alle procedure ad evidenza pubblica per l'affidamento dei servizi consentiranno di attuare la distinzione tra i ruoli di programmazione e controllo,

di competenza dell'Ente pubblico, e di gestione del servizio, di competenza delle società di trasporto. L'introduzione di elementi di concorrenza stimolerà la modernizzazione e la presenza sul mercato di più operatori impegnati ad assicurarsi la gestione dei servizi ferroviari e su gomma, garantirà maggiore efficienza, minori costi e qualità superiore. Le relazioni tra i diversi soggetti saranno regolate dal "contratto di servizio", altro elemento innovativo, in coerenza con il principio di separazione dei compiti e delle responsabilità. In tutta l'articolazione del decreto è presente l'interesse per l'utente che viene collocato al centro dell'attenzione con l'obiettivo di mettere a sua disposizione un servizio che possa indirizzarlo verso il trasporto collettivo.

Questo obiettivo converge con quello di realizzare un sistema di mobilità sostenibile, con particolare riguardo alle aree urbane e metropolitane, per le quali si richiede l'attivazione di una serie di misure quali l'adeguata dotazione infrastrutturale, la valorizzazione del trasporto pubblico locale attraverso l'ammodernamento dei mezzi, la maggiore efficienza gestionale, l'integrazione tariffaria, l'utilizzo di tecnologie informatiche e applicazioni telematiche per l'ottimizzazione dei flussi, la dismissione dei veicoli inquinanti, l'attivazione di iniziative di controllo degli accessi.

Occorre, quindi, disporre di nuove e più efficaci funzioni per il monitoraggio del servizio, per la pianificazione e per il controllo della qualità del servizio erogato, nonché di servizi utili ad abbattere le barriere di accesso al TPL, fornendo all'utente una immagine dell'offerta di mobilità "su misura", progettata attorno ai suoi bisogni.

Il presente lavoro di ricerca è stato organizzato in sei capitoli. I primi tre capitoli possono definirsi teorici, in quanto contengono un inquadramento sull'argomento trattato nella ricerca e approfondimenti sulla teoria alla base di varie tecniche e modelli utili alla misura della qualità dei servizi e della *customer satisfaction*. Questi tre capitoli sono arricchiti da un'ampia bibliografia. Gli altri tre capitoli possono definirsi sperimentali, in quanto riportano la descrizione dell'indagine condotta a supporto della ricerca, e l'applicazione e proposta di diverse tecniche e modelli per la misura della qualità e della soddisfazione degli



utenti sul servizio di trasporto collettivo analizzato nell'ambito dell'indagine sperimentale.

Nel primo capitolo si fornisce un inquadramento delle tematiche relative alla qualità dei servizi e alla *customer satisfaction*. Nello specifico, si riportano alcune informazioni di carattere normativo sull'erogazione dei servizi pubblici in generale, con riferimento al ruolo del cittadino nell'usufruire di un servizio, e sulla qualità dei servizi di trasporto pubblico in particolare. Successivamente, si provvede alla individuazione dei fattori di qualità che caratterizzano i servizi di trasporto collettivo facendo particolare riferimento ai servizi di trasporto su gomma. Il corpo principale del capitolo riguarda le indagini di *customer satisfaction*, delle quali si fornisce una descrizione dettagliata delle diverse fasi che le caratterizzano.

Nel secondo capitolo si espongono le tecniche generalmente adottate per la misura della qualità dei servizi e della *customer satisfaction*. In particolare, sono dapprima descritte le tecniche specifiche di analisi di *customer satisfaction* più note in letteratura, sviluppatasi per la maggior parte nel campo del marketing. Successivamente, si descrivono a livello teorico diverse tecniche generiche di analisi statistica ampiamente utilizzate per misurare la qualità dei servizi e la *customer satisfaction*. Tutte le tecniche descritte rappresentano metodi di misurazione diretti, poiché sono applicate sulla base di dati sperimentali raccolti nelle indagini di *customer satisfaction*.

Il terzo capitolo fornisce una rassegna di modelli, comportamentali e non, per la misura della qualità dei servizi e della *customer satisfaction*. In particolare, per ciò che riguarda i modelli non comportamentali, che sono modelli descrittivi alla base dei quali non viene fatta alcuna ipotesi sul comportamento degli utenti, sono approfonditi i modelli di regressione ed i modelli ad equazioni strutturali. Per ciò che concerne i modelli comportamentali, in cui si formulano delle ipotesi sul comportamento degli utenti, si fa riferimento ai modelli appartenenti alla famiglia Logit, da quelli più tradizionali, quali il *Multinomial Logit*, a quelli più avanzati, quali il *Mixed Logit*. In questo terzo capitolo si riporta anche un approfondimento teorico sul calcolo della disponibilità a pagare degli utenti per migliorare un

determinato aspetto di un sistema di trasporto, nota in letteratura come *Willingness-To-Pay (WTP)*. Infine, si descrivono alcune applicazioni dei modelli comportamentali e non comportamentali riportate in letteratura, le quali si riferiscono al caso specifico della misura della qualità dei servizi di trasporto collettivo.

Il quarto capitolo riguarda la descrizione del caso di studio ed in particolare dell'indagine sperimentale progettata ed eseguita allo scopo di raccogliere, su un campione di utenti, informazioni relative alla qualità del servizio di trasporto collettivo analizzato, ed alle scelte che gli utenti dichiarano di essere propensi ad effettuare in situazioni ipotetiche. Dopo aver fornito una descrizione dell'area di studio, si descrivono le fasi di progettazione delle schede e di esecuzione delle indagini, e si riportano i primi risultati ottenuti. In particolare, nell'ambito dell'indagine viene proposto agli utenti un esperimento progettato utilizzando la tecnica delle preferenze dichiarate; la selezione degli scenari di scelta proposti nell'esperimento ha richiesto lo sviluppo di una procedura di simulazione che è descritta nel dettaglio nel capitolo.

Nel quinto capitolo sono presentati i risultati ottenuti dall'applicazione delle diverse tecniche di analisi statistica utilizzate per la misura della qualità del servizio di trasporto collettivo analizzato e della soddisfazione degli utenti sul servizio stesso. Le misure sperimentali proposte vanno dal semplice calcolo delle misure di posizione e di variabilità a partire dai voti di soddisfazione e di importanza espressi dagli utenti sui diversi aspetti del servizio e sul servizio globale, all'applicazione di tecniche più complesse quali ad esempio l'analisi fattoriale e l'analisi di raggruppamento. Nel capitolo sono riportati anche alcuni risultati dell'analisi congiunta applicata sulla base dei dati raccolti mediante l'esperimento basato sulla tecnica delle preferenze dichiarate. Come conclusione del capitolo, si riporta un interessante confronto fra le varie tecniche sulla base dei risultati forniti da ciascuna di queste.

Nel sesto capitolo sono presentati i diversi modelli sperimentali proposti, comportamentali e non, calibrati sulla base dei dati raccolti durante l'indagine sulla qualità del servizio di trasporto collettivo. Nello specifico, sono stati calibrati

modelli di regressione lineare multipla e modelli ad equazioni strutturali, entrambi classificabili come modelli non comportamentali. Per ciò che riguarda i modelli comportamentali sono stati, invece, calibrati modelli della famiglia Logit, in particolare modelli di tipo *Multinomial Logit* e *Mixed Logit*. Inoltre, i risultati dei modelli comportamentali sono stati utilizzati anche per calcolare un indice di qualità del servizio *SQI* (dall'inglese *Service Quality Index*) e la disponibilità a pagare degli utenti in termini monetari per migliorare i vari aspetti del servizio analizzato. Analogamente al quinto capitolo, si riporta un confronto fra i risultati ottenuti dalla calibrazione delle varie tipologie di modelli proposti.

Nella parte conclusiva della tesi, si riportano delle considerazioni in cui si tenta di effettuare un confronto fra i risultati ottenuti dall'applicazione delle tecniche statistiche e quelli ottenuti dai modelli.

# CAPITOLO 1

## La qualità dei servizi e la *customer satisfaction*

### 1.1 Generalità

Negli ultimi anni si è assistito all'avvio di un processo di riforma per le pubbliche amministrazioni, e all'attuazione di politiche di privatizzazione e liberalizzazione che hanno trasformato le imprese pubbliche in private. A seguito di ciò le imprese si sono trovate ad operare in un contesto caratterizzato da sostanziali segnali di cambiamento, legati alla pressione concorrenziale ed alla evoluzione dei mercati. Tutto questo ha spinto ad orientare sempre più le strategie di marketing verso la qualità dei servizi e/o dei prodotti offerti e a diventare sempre più *customer centered*, ovvero a considerare il cliente e la sua soddisfazione come opportunità di miglioramento per le imprese. Anche la modalità di gestione dei servizi pubblici è mutata sostanzialmente ed il rapporto tra gli esercenti i servizi pubblici e gli utenti dei servizi stessi ha assunto sempre più i caratteri del rapporto che si instaura tra il produttore ed il consumatore. L'erogatore del servizio si è man mano allineato ai bisogni dei propri fruitori per fornire loro il massimo livello di qualità. La qualità è quindi diventata un fattore fondamentale per la crescita di un'azienda, pubblica o privata.

Da un punto di vista formale, la qualità del servizio può essere definita come la globalità degli aspetti e delle caratteristiche di un servizio da cui dipendono le sue capacità di soddisfare completamente un dato bisogno (Tanese *et alii*, 2003). Esiste uno stretto legame tra qualità del servizio e soddisfazione del cliente. La soddisfazione del cliente è una misura delle *performance* dell'azienda o impresa in relazione ai bisogni dei clienti (Hill *et alii*, 2003). La misura della soddisfazione del cliente fornisce, quindi, una misura della qualità del servizio; la valutazione del cliente sui diversi aspetti del servizio e sul servizio globale permette di misurare il livello di qualità del servizio stesso. Il concetto di *customer satisfaction* non è un concetto assoluto, ma è relativo. Infatti, alla base della rilevazione della

soddisfazione del cliente ci sono due concetti fondamentali: le attese, ovvero ciò che i clienti si aspettano di ricevere, e la percezione, ovvero ciò che i clienti giudicano di ricevere. Le attese sono valutate dal cliente attraverso l'indicazione di un livello di importanza; la percezione, invece, è valutata tramite un giudizio generalmente espresso in termini di voto di soddisfazione. La soddisfazione del cliente è comunemente valutata dal confronto fra le attese e la percezione. Nel momento in cui la percezione sul servizio non riesce almeno ad eguagliare le attese, allora nel cliente si genera insoddisfazione. Maggiore è la distanza fra percezione ed attese, maggiore è il livello di insoddisfazione del cliente. Il cliente è invece soddisfatto se le attese eguagliano la percezione, ed è più che soddisfatto quando la percezione supera le attese. Quest'ultimo specifico caso si può considerare positivo se esiste una precisa volontà dell'azienda di "stupire" il cliente; in caso contrario si può assistere ad uno spreco di risorse che potrebbero invece essere spese nei settori che presentano un livello di insufficienza (Figini, 2003).

Sulla base delle definizioni di percezione ed attese, le modalità di valutazione della soddisfazione del cliente possono essere ricondotte a tre differenti metodi: un metodo di rilevazione della sola percezione, un metodo di rilevazione della percezione comparata con le attese, e un metodo di rilevazione della percezione comparata con la zona di tolleranza delle attese. Quest'ultimo metodo è quello più raffinato; il concetto di zona di tolleranza delle attese si basa sul principio che le attese si possono dividere in due livelli: il livello massimo desiderato, corrispondente a ciò che il cliente considera la sua massima aspirazione, ed il livello minimo accettabile, corrispondente a ciò che il cliente considera la soglia minima entro la quale l'azienda si deve collocare affinché il servizio non renda il cliente insoddisfatto. La rilevazione della soddisfazione del cliente è effettuata tramite le indagini di *customer satisfaction*, che forniscono uno strumento per la valutazione della qualità dei servizi partendo dai bisogni del cliente. I risultati delle indagini sono generalmente riportati nelle carte dei servizi delle aziende che esercitano i servizi pubblici, le quali sono obbligate dalle normative vigenti alla redazione di queste carte. Le carte dei servizi sono state, infatti, istituite nell'ottica

del miglioramento della qualità dei servizi offerti da un'azienda o da un ente, e rappresentano una sorta di patto con i cittadini orientato alla *customer satisfaction*. Queste carte costituiscono lo strumento mediante il quale i pubblici poteri impongono al soggetto esercente il servizio di negoziare l'adozione di una serie di vincoli inerenti alle modalità di erogazione del servizio stesso. In particolare, attraverso le carte dei servizi, sono fissati degli standard di prestazione alla cui definizione partecipano gli utenti, i quali hanno anche il diritto di controllare che gli impegni assunti dall'erogatore del servizio vengano rispettati.

Il ruolo della *customer satisfaction* assume particolare rilevanza nel settore del trasporto pubblico, interessato negli ultimi anni da un processo di profonde trasformazioni che puntano ad una riorganizzazione e all'utilizzo di nuove procedure per l'affidamento dei servizi, con il passaggio da un regime concessorio ad uno concorsuale. In questo settore, appare importante migliorare la qualità dei servizi offerti non solo per garantire un buon livello di competitività tra le aziende esercenti i servizi di trasporto collettivo, ma anche per attrarre nuova utenza, oggi maggiormente orientata verso l'utilizzo dei trasporti individuali.

In questo capitolo sarà definito un quadro di riferimento sulla normativa inerente alla qualità dei servizi e si introdurranno gli attributi di qualità che caratterizzano, in particolare, il servizio di trasporto pubblico locale. Infine, saranno descritte le varie fasi di progettazione e realizzazione di una indagine di *customer satisfaction* per la valutazione della qualità dei servizi.

## **1.2 Le fonti normative**

Il processo di trasformazione e modernizzazione delle amministrazioni pubbliche, avviato nei primi anni novanta nell'ottica del miglioramento della soddisfazione dei cittadini per i servizi offerti, ha reso necessaria l'emanazione di norme specifiche per verificare la qualità e l'efficacia dei servizi stessi.

Il decreto legislativo n. 29 del 1993 e la direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 27 gennaio 1994 "Principi sull'erogazione dei servizi pubblici" (cosiddetta direttiva Ciampi) costituiscono le prime regolamentazioni del settore. In particolare, la direttiva del 1994 dispone che i principi su cui deve essere

uniformata l'erogazione dei servizi pubblici sono individuati nell'eguaglianza dei diritti degli utenti, senza alcuna forma di discriminazione; nell'imparzialità dei soggetti erogatori; nella continuità dell'erogazione del servizio in modo da arrecare agli utenti il minor disagio possibile; nel diritto di scelta da parte dell'utente tra più soggetti erogatori; nella partecipazione degli utenti alla prestazione del servizio, anche tramite il diritto di accesso alle informazioni in possesso del soggetto erogatore; nell'efficienza e nell'efficacia del servizio.

Al fine di rendere effettivi i principi enunciati, sono predisposti degli strumenti, quali l'adozione di standard di qualità e quantità del servizio, la semplificazione delle procedure di prestazione del servizio, l'informazione agli utenti sulle modalità con le quali il servizio viene reso, le modalità di gestione del rapporto con gli utenti, la valutazione degli standard attraverso apposite verifiche sulla qualità e sull'efficacia dei servizi prestati, il diritto di rimborso dell'utente. Per garantire il rispetto dei principi e delle procedure che regolano l'erogazione dei servizi, è istituito un Comitato permanente per l'attuazione di una "Carta dei servizi pubblici".

Allo scopo di far acquisire alla direttiva quella consistenza giuridica di cui risultava priva, è stato emanato il decreto legge 12 maggio 1995, n. 163, convertito, con modificazioni, nella legge 11 luglio 1995, n. 273 "Misure urgenti per la semplificazione dei procedimenti amministrativi e per il miglioramento dell'efficienza delle Pubbliche Amministrazioni".

Tale legge ha sancito l'obbligo, per tutti i soggetti erogatori di servizi, di adottare le relative carte, redatte in conformità oltre che ai principi contenuti nella direttiva, a quelli indicati all'interno di appositi "schemi generali di riferimento", emanati con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, predisposto, d'intesa con le Amministrazioni interessate, dal Dipartimento della funzione pubblica per i settori individuati con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, ai sensi della legge 23 agosto 1988, n. 400. I settori pubblici che devono adottare gli "schemi generali di riferimento", per la predisposizione della Carta dei servizi sono i seguenti: sanità, assistenza e previdenza sociale, istruzione,

comunicazione e trasporti, energia elettrica, acqua, gas ed altri settori individuati con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, ai sensi dell'art.2.

Le ultime disposizioni normative riguardanti i settori pubblici in generale sono l'art. 11 del decreto legislativo 30 luglio 1999, n. 286 e l'art. 112 del d.lgs 18 agosto 2000, n. 267, che sancisce l'applicazione ai servizi pubblici locali delle disposizioni contenute nel citato art. 11. Quest'ultima norma, anche in ragione dell'abrogazione in essa stabilita dell'art. 2 della legge 11 luglio 1995, n. 273, rappresenta attualmente, insieme ai principi contenuti nella direttiva 27 gennaio 1994, la disciplina di riferimento in tema di carte dei servizi e ancor prima in tema di qualità dei servizi pubblici.

Altre fonti normative inerenti al tema in questione sono il Decreto del Ministero della Funzione Pubblica 31 marzo 1994 nel quale è predisposto un codice di comportamento dei dipendenti delle pubbliche amministrazioni, e la legge 30 luglio 1998 n. 281 riguardante la disciplina dei diritti dei consumatori e degli utenti dei beni o servizi. Inoltre, è stata emanata una direttiva del Ministro della Funzione Pubblica riguardante la rilevazione della qualità percepita dai cittadini (Direttiva 24 Marzo 2004) ed una relativa alla qualità dei servizi *on line* e alla misurazione della soddisfazione degli utenti (Direttiva 27 Luglio 2005).

Per ciò che riguarda il settore del trasporto pubblico è stato emanato il Decreto del Presidente del Consiglio del 30 dicembre 1998, che contiene lo schema generale di riferimento per la predisposizione della carta dei servizi pubblici del settore trasporti. Lo schema è costituito da una prima parte contenente informazioni di carattere generale, i principi sull'erogazione dei servizi validi per il settore dei trasporti ed in particolare, la definizione dei fattori di qualità del servizio. La seconda parte dello schema riporta gli indicatori suggeriti per la misurazione della qualità del servizio, sulla base dei quali i soggetti erogatori determinano gli standard da garantire agli utenti del servizio. Alcuni degli standard da garantire sono i seguenti: l'accessibilità ai servizi ed alle infrastrutture a tutti gli utenti senza distinzione di nessun genere, agli anziani, e alle persone invalide; servizi continui e regolari, servizi sostitutivi se necessari; la comunicazione esterna dei servizi minimi in caso di sciopero; la partecipazione degli utenti alle



problematiche che riguardano il servizio; un continuo miglioramento dell'efficienza e dell'efficacia; il diritto alla mobilità dei cittadini.

I fattori di qualità sono definiti come aspetti rilevanti per la percezione della qualità del servizio da parte degli utenti, mentre gli indicatori di qualità sono delle variabili quantitative o parametri che rappresentano i livelli prestazionali del servizio in corrispondenza di ciascun fattore di qualità. In corrispondenza di ciascun indicatore di qualità è fissato uno standard, o livello di servizio promesso, sulla base delle aspettative del cliente e delle possibilità dell'erogatore. Se lo standard è direttamente misurabile, ovvero corrispondente ad un indicatore quantitativo, può essere specifico o generale. Lo standard specifico è riferito ad una singola prestazione, è espresso da una soglia minima o massima e può essere verificato direttamente dall'utente. Lo standard generale è espresso da un valore medio riferito alla prestazione complessiva del corrispondente indicatore. Infine, lo standard può essere formulato in maniera qualitativa e non avere, quindi, un valore quantitativo di riferimento. Lo standard, indipendentemente dalla tipologia, rappresenta un obiettivo annuo per il soggetto erogatore e costituisce un elemento di trasparenza nei confronti dell'utente. Per far sì che gli standard costituiscano una garanzia per il miglioramento della qualità dei servizi erogati, è necessario effettuare un continuo monitoraggio degli stessi.

Il decreto in questione contiene una struttura-tipo delle carte dei servizi aziendali. Secondo questa struttura, la carta è articolata in tre sezioni: la prima sezione contiene le caratteristiche generali dell'azienda; nella seconda sono definiti gli standard e le modalità di verifica e aggiornamento; la terza contiene le procedure per eventuali reclami degli utenti e le modalità di rimborso. Il decreto fornisce anche un elenco di fattori di qualità del servizio ritenuti adeguati alla migliore rappresentazione della qualità del servizio erogato nel settore dei trasporti. Per ciascun fattore sono individuati gli indicatori di qualità e per ciascun indicatore sono definite le unità di misura appropriate e le modalità di rilevazione. Dalla seconda edizione della carta aziendale in poi, per ciascun fattore deve essere previsto un livello di percezione globale del servizio.

### 1.3 I fattori di qualità del servizio di trasporto pubblico locale

Da una consultazione della letteratura scientifica inerente al settore del trasporto collettivo, è stato possibile individuare una vasta gamma di fattori che caratterizzano la qualità del servizio. Generalmente, i fattori sono raggruppati in macrofattori; fra i macrofattori si distinguono, a titolo di esempio, la progettazione di rete (numerosità delle fermate, vicinanza della fermata alla destinazione, *etc.*), la produzione e l'affidabilità del servizio (frequenza, puntualità delle corse, *etc.*), il comfort (disponibilità di posti a sedere, grado di affollamento dei veicoli, *etc.*), il costo (struttura tariffaria, facilità di acquisto dei biglietti, *etc.*), l'informazione sui servizi, la sicurezza (nella marcia dei veicoli o da furti e molestie), l'interazione con il personale, la tutela del cliente (reclami e rimborsi), il rispetto dell'ambiente. Nell'ambito di questo lavoro sono stati individuati 57 fattori, che sono stati raggruppati in macrofattori, per come riportato nella tabella 1.1.

Nel D.P.C.M. del 1998 sono comunque definiti i fattori di qualità del servizio di trasporto pubblico e sono suggeriti gli indicatori per la misurazione della qualità sulla base dei quali i soggetti erogatori determinano gli standard. In particolare, per i servizi di autolinee urbane ed extraurbane i fattori sono riportati nella tabella 1.2. Ogni fattore di qualità è espresso tramite una serie di indicatori, valutati secondo una determinata unità di misura. Gli indicatori sono rilevati attraverso dei parametri che sono forniti direttamente dall'azienda esercente, oppure tramite i giudizi forniti dai clienti durante le indagini di *customer satisfaction*; questi ultimi sono evidenziati in tabella con un colore grigio e sono quelli che secondo la normativa incidono maggiormente sulla qualità dei servizi di trasporto collettivo su gomma.

Tabella 1.1. Individuazione e classificazione dei fattori di qualità del servizio

<i>Macrofattore</i>		<i>Fattore di qualità</i>
Progettazione di rete		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Numerosità e ubicazione delle fermate</li> <li>2. Disponibilità della stazione/fermata vicino alla destinazione</li> <li>3. Disponibilità della stazione/fermata vicino casa</li> <li>4. Numero di punti di interscambio fuori dal centro</li> <li>5. Servizi di collegamento tramite bus navetta alle stazioni/fermate principali</li> </ol>
Produzione ed affidabilità del servizio	Produzione	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Frequenza del servizio nei giorni feriali</li> <li>2. Frequenza del servizio nei giorni festivi</li> <li>3. Regolarità delle corse (cadenzamento)</li> <li>4. Fascia oraria del servizio</li> <li>5. Programmazione delle coincidenze (tempi di attesa per i trasbordi)</li> <li>6. Tempo di percorrenza</li> </ol>
	Affidabilità	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rispetto dell'orario (puntualità)</li> <li>2. Tempestività di intervento nelle emergenze</li> </ol>
Comfort alle fermate		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disponibilità di pensiline e panchine alle stazioni/fermate</li> <li>2. Pulizia delle stazioni/fermate</li> <li>3. Illuminazione alle stazioni/fermate</li> </ol>
Comfort	Comfort a bordo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disponibilità di posti a sedere sulle vetture/veicoli</li> <li>2. Comfort dei sedili sulle vetture/veicoli</li> <li>3. Pulizia degli interni, sedili, finestrini</li> <li>4. Grado di affollamento delle vetture/veicoli</li> <li>5. Disponibilità di corrimano o sbarre sulle vetture/veicoli</li> <li>6. Grado di silenziosità dei veicoli e del sistema</li> <li>7. Temperatura sulle vetture/veicoli</li> <li>8. Assenza di cattivi odori</li> <li>9. Assenza di comportamenti fastidiosi degli altri utenti</li> </ol>
	Accessibilità vetture/veicoli	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Facilità di apertura delle porte delle vetture/veicoli</li> <li>2. Accessibilità dei portatori di handicap alle vetture/veicoli</li> </ol>
Costo		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Accessibilità del costo del biglietto</li> <li>2. Disponibilità di sconti mensili</li> <li>3. Chiarezza/consistenza della struttura tariffaria</li> <li>4. Facilità di acquisto di biglietti, gettoni, carte prepagate, <i>etc.</i></li> </ol>
Informazione		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disponibilità di informazioni sugli orari tramite telefono, mail, <i>etc.</i></li> <li>2. Disponibilità di mappe/orari alle stazioni/fermate</li> <li>3. Annunci chiari e puntuali alle fermate</li> <li>4. Chiarimenti e annunci di ritardi</li> <li>5. Avvisi sul tempo previsto per il prossimo passaggio alla stazione/fermata</li> <li>6. Informazioni/segnali in differenti lingue</li> <li>7. Informazioni sulla rotta/direzione sulle vetture/veicoli</li> <li>8. Visibilità dei nomi delle stazioni/fermate dalle vetture/veicoli</li> </ol>
Sicurezza		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sicurezza del veicolo durante la marcia</li> <li>2. Affidabilità del veicolo</li> <li>3. Professionalità del personale</li> <li>4. Sicurezza da furti/molestie alle stazioni/fermate</li> <li>5. Sicurezza da furti/molestie a bordo</li> </ol>
Interazione con il personale		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacità relazionale e comportamento del personale</li> <li>2. Possibilità di effettuare reclami</li> </ol>
Tutela del cliente		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gestione dei reclami</li> <li>2. Rimborsi e gestione oggetti smarriti</li> <li>3. Risarcimento per responsabilità civile</li> </ol>
Rispetto dell'ambiente		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale</li> <li>2. Vetustà del parco veicolare</li> </ol>
Estetica		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Condizioni fisiche delle stazioni/fermate</li> <li>2. Condizioni fisiche dei veicoli e delle infrastrutture</li> <li>3. Qualità dell'arredo alle fermate</li> <li>4. Design delle vetture/veicoli</li> <li>5. Pulizia esteriore delle vetture/veicoli</li> <li>6. Assenza di graffiti</li> </ol>

Tabella 1.2. Fattori di qualità per i servizi di autolinee urbane ed extraurbane (D.P.C.M. 30 Dicembre 1998).

<i>Fattore di qualità</i>	<i>N.</i>	<i>Indicatore</i>	<i>Unità di misura</i>
Sicurezza del viaggio	1	Incidentalità mezzi trasporto	N° morti/viaggiatori km N° feriti/ viaggiatori km N° sinistri/autobus km
	2	Incidentalità passiva mezzi trasporto	N° morti/viaggiatori km N° feriti/ viaggiatori km N° sinistri/autobus km
	3	Vetustà mezzi	L. mezzi con oltre ... anni
	4	Percezione complessiva livello sicurezza viaggio	% pax soddisfatti
Sicurezza personale e patrimoniale	5	Denunce (furti, danni, molestie)	N° denunce/viaggiatori
	6	Efficacia azioni vigilanza e deterrenza	% pax soddisfatti
	7	Percezione complessiva livello di sicurezza	% pax soddisfatti
Regolarità del servizio (e puntualità dei mezzi)	8	Territorio servito	Popolazione residente/ kmq
	9	Regolarità complessiva servizio	% corse effettive/corse programmate
	10	Frequenza corse servizio urbano	min/corsa per linea-gruppi linea
	11	Frequenza o quantità corse servizio extraurbano	min/corsa per linea-gruppi linea
	12	Copertura giornaliera (servizio urbano)	N° ore servizio/giorno
	13	Distanza media fermate (servizio urbano)	metri
	14	Distanza media fermate (servizio extraurbano)	metri
	15	Velocità commerciale servizio urbano	km/h
	16	Velocità commerciale servizio extraurbano	km/h
	17	Puntualità (nelle ore di punta)	% autobus in orario (0'-5') % autobus in ritardo (5'-15') % autobus in ritardo (totale)
18	Puntualità (nelle ore rimanenti)	% autobus in orario (0'-5') % autobus in ritardo (5'-15') % autobus in ritardo (totale)	
19	Percezione complessiva regolarità servizio	% pax soddisfatti	
Pulizia e condizioni igieniche dei mezzi e delle strutture	20	Pulizia ordinaria	N° interventi giornalieri/ N° mezzi
	21	Pulizia radicale	Frequenza media in giorni
	22	Pulizia impianti di servizio pubblico	Frequenza media in giorni
	23	Percezione complessiva livello pulizia	% pax soddisfatti
Comfortevolezza del viaggio	24	Affollamento (nelle ore di punta)	Posti offerti totali/viaggiatori Posti offerti seduti/viaggiatori
	25	Affollamento (nelle ore rimanenti)	Posti offerti totali/viaggiatori Posti offerti seduti/viaggiatori
	26	Climatizzazione urbano extraurbano	% mezzi sul totale % mezzi sul totale
	27	Accessibilità facilitata (pianale ribassato) urbano extraurbano	% mezzi sul totale % mezzi sul totale
28	Percezione complessiva sul livello di comfort	% pax soddisfatti	
Servizi aggiuntivi	29	Elenco eventuali servizi aggiuntivi	% mezzi sul totale
30	Percezione complessiva qualità servizi	% pax soddisfatti	
Servizi viaggiatori con handicap	31	Elenco eventuali servizi aggiuntivi	% mezzi sul totale
	32	Percezione complessiva qualità servizi	% pax soddisfatti
Informazione alla clientela	33	Tempestività	Tempo medio (anche telefono) Tempo medio su disservizi Fascia orario operatività (anche telefono)
	34	Diffusioni	% mezzi con dispositivi acustici e/o visivi/totale
	35	Diffusione orari alle fermate	% sul totale
	36	Percezione esaustiva informazioni	% pax soddisfatti
Aspetti relazionali e comportamentali	37	Percezione complessiva livello aspetti relazionali, comportamentali (presentabilità, riconoscibilità)	% pax soddisfatti
Livello servizio sportello	38	Punti vendita territorio	Tempo nel 90% dei casi
	39	Raccolta reclami	%pax soddisfatti
	40	Riscontro proposte e reclami	Tempo nel 90% dei casi
	41	Percezione complessiva	% pax soddisfatti
Grado integrazione modale	42	Coincidenze con altre modalità	N° corse intermodali/totale corse
	43	Percezione complessiva livello integrazione modale	% pax soddisfatti
Attenzione all'ambiente	44	Carburante a basso tenore di zolfo	% dei consumi
	45	Mezzi elettrici o ibridi	Ore servizio/totale
	46	Mezzi alimentati con carburanti alternativi a basso effetto inquinante	Ore servizio/totale
	47	Mezzi con motore a scarico controllato secondo standard EURO 2	Ore servizio/totale
	48	Percezione complessiva	% pax soddisfatti

## 1.4 Le indagini di *customer satisfaction*

### 1.4.1 Le fasi di una indagine

Nella progettazione e realizzazione di un'indagine di *customer satisfaction*, è opportuno seguire alcune fasi fondamentali.

Una prima fase consiste nella preparazione della rilevazione, nella quale si definiscono gli obiettivi dell'intervento e si realizza una ricerca esplorativa preliminare. In questa fase si raccolgono dati e informazioni di partenza che permettono di definire meglio le problematiche oggetto di indagine e di costruire gli strumenti di rilevazione in modo più puntuale.

Una seconda fase costituisce la realizzazione di un'indagine preliminare che fa ricorso a strumenti di ricerca qualitativi, quali *focus group*, allo scopo di capire quali sono le dimensioni di qualità da prendere in considerazione all'interno dell'indagine di *customer satisfaction*.

La terza fase è quella di raccolta dei dati, nella quale si procede alla scelta della modalità di esecuzione dell'indagine, alla progettazione del questionario ed alla individuazione del campione da intervistare, rispettando adeguati criteri di rappresentatività statistica; successivamente si procede alla esecuzione delle interviste.

La quarta fase è quella di elaborazione dei dati ed interpretazione dei risultati. I dati raccolti per mezzo delle interviste sono elaborati tramite l'utilizzo di tecniche e modelli che forniscono una misura della qualità dei servizi e consentono l'individuazione degli aspetti del servizio che necessitano di specifici interventi. In particolare, questa ultima fase ha lo scopo di evidenziare le cause che generano soddisfazione/insoddisfazione nei clienti definendo delle strategie di mantenimento o di miglioramento del servizio.

Una quinta ed ultima fase è quella di presentazione ed utilizzo dei risultati, nella quale si avviano attività e progetti di miglioramento in funzione di una maggiore soddisfazione dei clienti. È utile tenere in considerazione la necessità di restituire gli esiti della ricerca agli attori che hanno collaborato alla realizzazione.

È molto importante il modo in cui un'indagine viene progettata e realizzata. L'accuratezza di una misura di *customer satisfaction* dipende da una condizione importante: fare le domande giuste ai clienti giusti. Una indagine mal condotta conduce a risultati poco affidabili e rischia di perdere la sua naturale funzione di supporto al miglioramento dei servizi.

#### 1.4.2 *Gli obiettivi e i vincoli*

Il valore di un'indagine di *customer satisfaction* non si individua tanto nel suo apporto conoscitivo, bensì soprattutto nella sua capacità di proporre soluzioni di miglioramento rispetto alle principali criticità rilevate, dunque di migliorare le modalità di erogazione dei servizi al fine di renderli maggiormente rispondenti ai bisogni e alle attese degli utenti. Il punto di partenza di una indagine di *customer satisfaction* riguarda, quindi, la definizione degli obiettivi.

È fondamentale individuare gli obiettivi in maniera chiara e precisa in modo da identificare i traguardi conoscitivi a cui si vuole giungere. Bisogna, innanzitutto, selezionare i servizi da analizzare ed individuare i confini dell'utenza; l'indagine può essere limitata ad un campo definito, per esempio un segmento di clientela o un solo servizio. Una decisione importante da prendere è quella relativa alle componenti di giudizio che si vogliono prendere in esame; ad esempio, si può decidere di rilevare i soli giudizi sulla soddisfazione sul servizio attuale e sui diversi aspetti del servizio, oppure chiedere anche dei giudizi in termini di aspettative.

Un'altra rilevante decisione da prendere in fase di impostazione dell'indagine riguarda la continuità o meno della stessa. In un'ottica di miglioramento continuo, la realizzazione di un'indagine di *customer satisfaction* non può costituire un evento sporadico. Il monitoraggio costante consente di capire e interpretare efficacemente l'evoluzione dei bisogni del contesto socio-economico di riferimento, dunque tenere sotto controllo nel tempo la capacità dei servizi di rispondere adeguatamente alle sollecitazioni degli utenti.

L'indagine può essere realizzata all'interno dell'amministrazione o dell'azienda che eroga il servizio oppure da organizzazioni esterne specializzate; ovviamente,

la scelta dipenderà da diversi fattori quali le risorse finanziarie disponibili, la frequenza con cui le indagini devono essere realizzate, la presenza di risorse interne con le adeguate competenze per svolgere l'indagine. Generalmente, non è conveniente commissionare le indagini ad organizzazioni esterne se si possono ottenere buoni risultati in maniera autonoma; infatti, svolgere internamente le indagini comporta vantaggi legati alla possibilità di comprimere i costi, ma soprattutto alla possibilità di arricchire l'esperienza dello staff interno. D'altro canto, esistono dei vantaggi legati al commissionamento dell'indagine all'esterno, dati dalla possibilità di raggiungere un maggiore livello di credibilità e di fornire una sorta di certificazione esterna e ufficiale ai risultati ottenuti.

### 1.4.3 *L'indagine preliminare*

L'indagine qualitativa preliminare viene rivolta ai clienti al fine di ottenere risultati più affidabili ed accurati dall'indagine vera e propria. Se si vuole ottenere una misura accurata della qualità dei servizi, tramite la misura della soddisfazione del cliente, bisogna chiedere direttamente ai clienti i loro reali bisogni. Le indagini preliminari consentono, tra le altre cose, di individuare caratteristiche e problematiche sul servizio in esame, di impostare correttamente il piano di campionamento e di favorire una stesura del questionario il più efficace possibile. Nel condurre una indagine preliminare bisogna, quindi, rivolgersi ai clienti attraverso interviste individuali, note come interviste in profondità, o tramite l'organizzazione di *focus groups*, o gruppi di discussione.

L'intervista in profondità è un'intervista individuale *face to face*. Essa consiste in un dialogo tra un cliente ed un intervistatore esperto, la cui durata può variare tra i 30 ed i 90 minuti, in funzione della sua complessità. Una questione importante riguarda la scelta del numero di interviste da realizzare; generalmente, questo numero si aggira intorno alle venti interviste. L'intervistatore deve cercare di guidare la conversazione e di incoraggiare l'intervistato a fornire il maggior numero di informazioni possibile. Lo scopo principale dell'intervista è quello di capire il cliente, chiarire gli aspetti del servizio che per lui sono più importanti e quelli che maggiormente lo rendono soddisfatto/insoddisfatto. Pertanto, non

sarebbe produttivo rivolgere all'utente domande chiuse che richiederebbero una risposta secca; è opportuno, invece, utilizzare domande a risposta aperta. Risulta utile da parte dell'intervistatore prendere nota mentre il cliente fornisce le informazioni in modo da stilare alla fine dell'intervista una lista di aspetti del servizio che risultano importanti per il cliente. Se la lista è troppo estesa, allora si deve cercare di ridurla e di individuare i fattori più importanti tra quelli elencati; un modo per fare ciò potrebbe essere quello di chiedere ai clienti di esprimere un voto di importanza sui fattori che ha nominato in precedenza in modo da effettuare un confronto tra di essi e di ottenere una misura relativa dell'importanza. Una volta completata la realizzazione delle interviste in profondità, si elaborano le informazioni raccolte al fine di ottenere dei voti medi di importanza relativi ai diversi aspetti del servizio emersi dai dialoghi con i clienti e di selezionare, quindi, i fattori di qualità del servizio da includere nel questionario relativo all'indagine principale. Un limite dell'intervista in profondità è dato dal costo richiesto sia in termini monetari che di tempo, soprattutto in fase di elaborazione ed interpretazione dei dati raccolti. Pertanto, in casi in cui bisogna intervistare campioni numerosi il suo utilizzo è improponibile.

Il *focus group* si basa sugli stessi principi dell'intervista in profondità, ad eccezione del fatto che viene condotta su un gruppo di clienti nello stesso momento anziché su un solo cliente. Generalmente un *focus group* è costituito di sei/dieci persone e la discussione ha una durata di circa 60-90 minuti. Il numero di componenti del gruppo dipende da specifiche motivazioni. Un numero troppo elevato di intervistati escluderebbe inevitabilmente qualcuno dalla discussione, mentre un numero troppo limitato renderebbe difficile e poco efficace l'interazione fra i partecipanti. Da gruppi più numerosi possono emergere opinioni più eterogenee, da quelli meno numerosi un maggior livello di approfondimento. Spesso nei manuali si legge che i partecipanti di un *focus group* non dovrebbero conoscersi tra loro, per evitare che la reciproca conoscenza freni la manifestazione spontanea di certe opinioni e la condivisione di esperienze. Inoltre, nel caso il *focus group* sia condotto con persone che lavorano nella stessa organizzazione a differenti livelli, è possibile che vi siano remore ad assumere



posizioni non conformi alla filosofia dell'azienda o dell'istituzione, o che vi sia la tendenza ad allinearsi alla posizione del superiore gerarchico.

Un'altro aspetto che caratterizza i *focus groups* riguarda il moderatore ed il suo grado di coinvolgimento nel gruppo. È auspicabile che il moderatore abbia spiccate capacità di comunicazione e di ascolto allo stesso tempo. Il moderatore può adottare un comportamento più o meno direttivo a seconda degli scopi della ricerca, degli argomenti trattati o della composizione del gruppo. Il moderatore può rimanere esterno al gruppo per osservare e prendere appunti; questo tipo di comportamento è tipico degli ambiti aziendali di selezione del personale. Per contro, il moderatore può assumere un atteggiamento direttivo rispetto alle dinamiche di gruppo e formulare domande precise. In ogni caso, a prescindere dal tipo di *focus*, il moderatore deve intervenire se il dibattito è fermo, se nessuno parla, oppure se qualcuno monopolizza la discussione impedendo agli altri di esprimersi (Corrao, 2004).

Riunire gruppi di discussione può comportare difficoltà e spreco di tempo. Generalmente i partecipanti ai gruppi vengono invitati personalmente e incoraggiati a recarsi al luogo di incontro stabilito per il *focus group* attraverso l'offerta di un incentivo monetario (Hill *et alii*, 2003).

Le informazioni che emergono dai *focus groups* possono essere analizzate in vari modi. Si possono semplicemente analizzare le note prese durante la discussione, oppure gli interi contenuti dei discorsi sulla base della loro de-registrazione. Quest'ultimo risulta il metodo più rigoroso per l'analisi delle informazioni emerse. Come per l'intervista in profondità, anche in questo caso l'obiettivo è quello di ottenere delle indicazioni sull'importanza relativa ai diversi aspetti del servizio.

Ovviamente, le due tecniche utilizzate per condurre le indagini preliminari offrono dei vantaggi e degli svantaggi l'una rispetto all'altra. Un vantaggio del gruppo, rispetto all'intervista in profondità, risiede in un risparmio sia in termini di tempo, perché si riescono ad ottenere informazioni da più persone contemporaneamente, sia in termini economici. Inoltre, l'interazione tra i diversi componenti del gruppo può facilitare il riemergere di ricordi e di esperienze dimenticate, oppure l'ammissione di determinati atteggiamenti, in quanto

condivisi con altri partecipanti. Alcuni aspetti negativi dei gruppi di discussione rispetto all'intervista in profondità riguardano, ad esempio, la presenza di più persone, che può frenare l'espressione di alcune sensazioni e opinioni personali o la possibilità di ottenere informazioni meno dettagliate e profonde.

In alcuni casi, sia quando si conduce una intervista in profondità sia quando si organizza un *focus group*, si presenta l'esigenza di identificare aspetti riguardanti i motivi di atteggiamenti e comportamenti da parte degli utenti. In questi casi si utilizza la ricerca motivazionale e si parla di tecniche indirette di tipo proiettivo, secondo le quali si stimola l'intervistato a proiettare in una situazione che apparentemente non lo coinvolge in maniera diretta alcuni aspetti della sua personalità e delle sue caratteristiche motivazionali. Utilizzando queste tecniche si riesce quasi sempre ad ottenere interessanti informazioni. Tra gli obiettivi principali di queste tecniche vi sono la riduzione del coinvolgimento personale dell'intervistato e la possibilità di ottenere risposte più sincere. Un esempio di tecnica proiettiva è quella della batteria di atteggiamenti in cui vengono presentate agli intervistati delle frasi che si riferiscono al rapporto tra utente e servizio, e gli utenti devono dire, per ogni frase, se sono d'accordo oppure no (secondo una scala attraverso cui esprimere l'intensità dell'accordo o del disaccordo), o se considerano l'affermazione vera o falsa. Un altro esempio è il test di immaginazione verbale, in cui si descrive una situazione che l'intervistato deve completare o commentare. Nel gruppo dei test di immaginazione rientra la tecnica della catastrofe in cui l'intervistatore sollecita l'immaginazione di situazioni estremizzate; i commenti e le osservazioni degli intervistati, trasformate in chiave positiva, possono costituire un interessante oggetto di lettura.

#### 1.4.4 *Le modalità di esecuzione dell'indagine*

Una fase importante per avviare la raccolta dei dati è costituita dalla scelta della modalità di esecuzione dell'indagine, ovvero del tipo di intervista da adottare. Le tipologie più frequentemente utilizzate sono:

- l'intervista personale;
- l'intervista telefonica;

- l'indagine postale;
- l'indagine elettronica.

Gli ultimi due casi sono esempi di indagini caratterizzati dall'autocompilazione da parte degli intervistati.

Nell'intervista personale intervistatore e intervistato si incontrano di persona (*face to face*); ciò può avvenire in diversi luoghi quali il domicilio dell'intervistato, la strada o altri luoghi pubblici, gli ambienti dove viene erogato il servizio, *etc.*

Questa tipologia di intervista presenta importanti vantaggi e sarebbe positivo poterla utilizzare per la maggior parte delle indagini, ma esistono delle motivazioni per cui spesso risulta impossibile ricorrervi. I principali vantaggi sono i seguenti:

- la presenza dell'intervistatore stimola la collaborazione e consente la spiegazione di eventuali incomprensioni creando così un rapporto umano tra intervistatore e intervistato;
- l'intervistatore può valutare direttamente alcuni aspetti anche legati alla personalità dell'intervistato;
- si possono proporre domande più complesse perché possono essere direttamente spiegate dall'intervistatore;
- si possono mostrare disegni o fotografie, ad esempio per mostrare una scala di valutazione;
- si possono proporre questionari di durata lunga (fino a mezz'ora), se le condizioni in cui si effettua l'intervista lo consentono, anche se oltre un certo limite l'attenzione dell'intervistato scade comunque;
- sono molto efficaci se utilizzate in ambienti caratterizzati da notevole pubblico perché se ne riescono a realizzare molte in poco tempo.

Gli svantaggi delle interviste personali riguardano principalmente i costi di esecuzione. In ogni caso, possono sintetizzarsi come nel seguito:

- la presenza dell'intervistatore può generare una influenza sul tipo di risposta, anche attraverso il look, il tono e il modo di formulare le domande;
- il costo è molto elevato se gli intervistati sono territorialmente dispersi;
- i tempi di svolgimento della ricerca sono piuttosto lunghi;

- la presenza dell'intervistatore può rendere l'intervistato meno libero nel dare determinate risposte, soprattutto se l'intervistatore è impiegato o in ogni caso coinvolto nell'azienda o organizzazione che conduce l'indagine.

L'intervista telefonica è una metodologia molto diffusa per raccogliere informazioni. Essa presenta dei vantaggi essenzialmente legati ai costi di svolgimento, che risultano abbastanza contenuti soprattutto rispetto alle interviste personali. Gli altri aspetti vantaggiosi possono riassumersi nel seguente modo:

- la velocità di esecuzione consente un'ottima tempestività dei risultati;
- l'intervistato e l'intervistatore possono dialogare e ciò consente di minimizzare il rischio di incomprensione delle domande;
- è possibile raccogliere informazioni aggiuntive sui giudizi espressi dagli intervistati;
- è possibile raggiungere campioni rappresentativi di diverse realtà poiché si riesce a superare il problema legato alle distanze geografiche.

Per contro, gli svantaggi possono essere così riepilogati:

- l'intervista deve essere breve (10-15 minuti al massimo), in quanto solitamente il tempo di disponibilità e d'attenzione dell'intervistato è minore rispetto all'intervista *face to face*;
- le domande devono essere corte e semplici evitando, quindi, lunghe serie di alternative di risposte possibili;
- si devono effettuare più tentativi per contattare gli intervistati al fine di ottenere un campione rappresentativo;
- non si è completamente sicuri dell'identità di chi risponde;
- l'intervistato può percepire la telefonata come uno scherzo;
- non è possibile mostrare materiale all'intervistato;
- risulta più difficile affrontare argomenti delicati e analizzare le questioni in profondità.

I questionari ad autocompilazione sono usualmente somministrati sotto forma di indagine postale. Un questionario ad autocompilazione viene compilato dall'intervistato senza l'aiuto dell'intervistatore. Nella classica indagine postale il questionario è generalmente accompagnato da una busta per la restituzione dello

stesso, completa dell'indirizzo dell'organizzazione e pre-affrancata. Inoltre, sul questionario o su una lettera a parte, è spiegata ai destinatari l'importanza delle loro opinioni sul servizio, con una terminologia semplice che possa essere compresa da tutti e con l'accortezza di non influenzare le risposte attraverso le informazioni date.

Come le altre tipologie di indagine anche quella postale presenta una serie di vantaggi:

- il costo è contenuto in quanto non ci sono spese relative agli intervistatori;
- l'assenza dell'intervistatore elimina il rischio di influenzare l'intervistato nel dare le risposte;
- l'intervistato può scegliere il momento più opportuno per rispondere;
- l'intervistato ha tutto il tempo che vuole e ciò consente una maggiore meditazione sulle domande.

Accanto ai vantaggi si hanno i seguenti svantaggi:

- il tasso di ritorno è spesso ridotto (mediamente è del 25%), sia dal punto di vista quantitativo sia qualitativo;
- i tempi di esecuzione sono lunghi soprattutto per i ritardi con cui i potenziali intervistati rispondono;
- i questionari devono essere brevi;
- le domande devono essere molto semplici, data l'impossibilità di spiegare incomprensioni o correggere interpretazioni errate;
- non si ha la sicurezza dell'identità di chi risponde e dell'inesistenza d'influenze da parte di altre persone presenti;
- il campione può risultare non rappresentativo poiché non si può stabilire che la percentuale di destinatari che ha risposto abbia gli stessi punti di vista della percentuale di destinatari che non ha risposto; molto spesso il questionario viene compilato dagli utenti maggiormente soddisfatti o da chi lo intende come mezzo per esprimere lamentele e reclami;

I costi postali possono essere aboliti se i questionari sono rivolti a clienti interni all'organizzazione che li propone. Nel caso in cui si dispone degli indirizzi *e-mail* sono anche aboliti i costi per la stampa e la consegna dei questionari. I costi

si riducono anche nel caso in cui i questionari sono somministrati nel momento immediatamente successivo all'esperienza del cliente, ovvero subito dopo l'acquisto di un prodotto o la fruizione di un servizio. In questi casi si deve cercare di raggiungere tutti i clienti o un campione di questi evitando la scelta volontaria di compilazione del questionario, la quale genererebbe un campione di convenienza.

Un'ultima tipologia di indagine è quella elettronica, che si è sviluppata in tempi più recenti grazie alla nascita e alla diffusione di Internet. Le indagini elettroniche possono essere condotte attraverso l'utilizzo di una *web-page* o dell'*e-mail*. L'indagine condotta con l'utilizzo dell'*e-mail* comporta la spedizione del questionario tipicamente sotto forma di documento allegato alla *e-mail*; l'utente compila il questionario quando ne ha voglia o tempo, e lo rinvia al mittente. Un questionario proposto in un'indagine *web*, invece, è compilato *on-line* entrando in uno specifico sito *web*, tramite *Internet* o *Intranet* se i destinatari sono i clienti interni o gli impiegati dell'organizzazione che propone le interviste. Generalmente, i clienti da intervistare sono avvisati tramite una *e-mail* e sollecitati più volte a rispondere al questionario, se necessario.

Questo tipo di indagine presenta una serie di vantaggi di seguito evidenziati:

- i costi sono minimi;
- i tempi di esecuzione sono veloci in quanto le *e-mail* sono inviate istantaneamente e le risposte di solito sono fornite velocemente;
- i dati raccolti possono essere facilmente esportati nei più comuni *software* utilizzati per l'analisi dei dati;
- gli intervistati possono inserire direttamente commenti.

Nonostante i notevoli vantaggi questa metodologia di indagine presenta numerosi svantaggi:

- il tasso di ritorno è ridotto come per le interviste postali;
- possono sorgere problemi tecnici nella compilazione legati alla impossibilità di leggere il file contenente il questionario o alle regole imposte da alcune organizzazioni sull'apertura di alcuni file che potrebbero contenere virus;

- spesso risulta difficile recuperare gli indirizzi *e-mail* dei destinatari;
- spesso risulta impossibile generare un campione rappresentativo perché i clienti di un determinato servizio possono essere non utilizzatori del *web*;
- molte persone sono diffidenti sulla riservatezza delle indagini elettroniche, soprattutto le persone esperte di informatica;
- i questionari devono essere brevi, generalmente composti da un massimo di dieci domande;
- molte persone sono abituate a scartare le *e-mail* non essenziali e questo fatto può comportare l'inevitabile esclusione di quelle che invitano a compilare i questionari.

Un punto importante sulla buona riuscita di una indagine ad autocompilazione riguarda la massimizzazione del tasso di risposta. Esistono diverse tecniche che hanno come obiettivo quello di aumentare il tasso di risposta. Esempi di queste sono: la disposizione di una base dati che include le informazioni e gli indirizzi corretti dei destinatari da contattare; l'utilizzo di un meccanismo semplice di risposta dell'intervistato; l'introduzione del questionario per mezzo di una lettera di invito alla compilazione; la motivazione dell'intervistato tramite una ricompensa monetaria; l'utilizzo di colori nel questionario; la garanzia di anonimato.

In particolare, l'indagine elettronica può risultare sconveniente per le indagini di *customer satisfaction* poiché queste sono spesso caratterizzate da un numero elevato di domande, in quanto si richiedono giudizi sulla soddisfazione e sull'importanza di numerosi aspetti del servizio.

Un dato comune a tutte le tecniche di intervista è rappresentato dalla costante crescita dei rifiuti da parte delle persone alle interviste stesse. Cause di questo fenomeno sono da riscontrarsi nell'eccessiva lunghezza di molti questionari o nell'associazione negativa con le vendite telefoniche o personali.

Alcune volte le metodologie di indagine vengono combinate tra loro.

#### 1.4.5 *La stesura del questionario*

Il questionario rappresenta lo strumento base per l'esecuzione delle interviste. Esso è costituito da un insieme di domande finalizzate alla raccolta delle informazioni oggetto di indagine e permette di ottenere una classificazione omogenea delle informazioni raccolte.

La stesura del questionario rappresenta una delle fasi più delicate della progettazione e realizzazione di un'indagine, essendo una potenziale fonte di buona parte degli errori che si possono commettere in una ricerca. Inoltre, una stesura poco accurata del questionario può causare problemi operativi nel corso delle interviste, nel controllo dei risultati e nell'elaborazione dei dati.

I tre aspetti chiave per la stesura del questionario riguardano le categorie di domande, il *layout* del questionario, e le scale di valutazione.

Nella scelta delle domande da porre agli intervistati ci sono alcuni aspetti fondamentali da tenere in conto. Innanzitutto, bisogna considerare se l'intervistato possiede le conoscenze per rispondere alle domande che gli si rivolgono. Inoltre, bisogna assicurarsi che l'intervistato capisca le domande e che, soprattutto, dia a ciascuna domanda lo stesso significato dell'intervistatore. Per questo motivo la scelta della terminologia da utilizzare nella formulazione delle domande è una operazione molto delicata. Le domande devono essere concise e fluide, evitando sia le parole superflue e ridondanti, sia le doppie negazioni. Le domande che esprimono un doppio concetto sono sicuramente da evitare perché sono spesso malintese e possono fornire risultati ambigui. Una questione importante riguarda la possibile presenza di distorsione nella domanda stessa, ovvero la domanda potrebbe in alcuni casi influenzare la risposta dell'intervistato. Ad esempio, se si chiede al cliente quanto lo soddisfa un determinato aspetto del servizio, in un certo modo si dà per scontato che egli è soddisfatto. Normalmente un'indagine di *customer satisfaction* tende a raccogliere risultati piuttosto ottimistici rispetto alla realtà, in quanto l'intervistato potrebbe avere la sensazione che l'intervistatore non è totalmente estraneo al servizio che deve giudicare, quindi bisogna stare molto attenti ad evitare questo tipo di *bias*. Un altro tipo di *bias* riguarda le scale di valutazione; in alcuni casi potrebbero essere utilizzate delle



scale formate da più valutazioni positive che negative, e questo potrebbe condizionare l'intervistato a dare un giudizio positivo sul servizio o su un particolare aspetto del servizio. Se nella scala sono presenti lo stesso numero di valutazioni positive e negative, oltre ad una valutazione intermedia, allora la scala risulta bilanciata.

Le domande formulate nell'ambito di un questionario possono essere classificate in diversi modi, in base alle loro caratteristiche. Innanzitutto, le domande possono essere dirette, le quali coinvolgono direttamente l'intervistato, oppure indirette, le quali raggiungono l'intervistato in modo indiretto, proponendo un interrogativo che l'intervistato stesso percepisce in termini generici. Un'altra distinzione è quella tra domande primarie e domande secondarie; l'effettuazione di queste ultime dipende dalla risposta che viene data a una domanda primaria.

Un'importante distinzione è quella tra domande aperte, le cui modalità di risposta non sono state previste a priori, e domande chiuse (o precodificate), le cui risposte vengono obbligatoriamente fatte rientrare nell'ambito delle categorie predeterminate in fase di impostazione.

Entrambe le tipologie di domande presentano alcuni difetti. In particolare, l'interpretazione della risposta ad una domanda aperta è influenzata dall'intervistatore. Inoltre, l'analisi delle domande aperte necessita di un lavoro aggiuntivo al momento dell'elaborazione, in quanto le informazioni contenute in esse sono disperse e devono essere sintetizzate e codificate prima di essere inserite su computer per l'elaborazione. Per contro, le domande chiuse presentano svantaggi legati alla difficoltà di previsione di tutte le categorie di risposta ed all'impossibilità di seguire correttamente nel tempo una domanda le cui risposte potenziali sono variabili. Inoltre, il numero e l'ordine delle modalità previste influiscono sulle frequenze ottenute: sono maggiormente ricordate le prime e, soprattutto, le ultime risposte, e molto meno quelle centrali. Per evitare questo problema, è utile mostrare all'intervistato un foglio chiamato "cartellino" o "*check list*" che racchiude tutte le possibilità di risposta mentre gli vengono lette dall'intervistatore.

Le domande chiuse possono essere a risposta singola e a risposta multipla. Si ottiene, con queste ultime, una maggiore ricchezza di spunti. Questo vantaggio è però bilanciato dalle maggiori difficoltà in termini di elaborazione e di interpretazione dei risultati.

Talvolta sono utilizzate le domande semi-chiuse che prevedono modalità di risposta pre-codificate e una modalità aperta, di libero contenuto.

Il secondo aspetto chiave per la stesura del questionario riguarda la scelta del *layout*. In questa problematica rientrano diversi aspetti, quali la lunghezza e le sezioni del questionario, le istruzioni sul questionario, la presenza di eventuali domande sulle caratteristiche socio-economiche dell'intervistato, e l'estetica del questionario.

La lunghezza massima di un questionario non dovrebbe superare le 50 domande. La durata in termini temporali, invece, dovrebbe essere contenuta in un intervallo di tempo che va dai 10 ai 50 minuti. Ovviamente, i tempi e la lunghezza dipendono molto dal tipo di intervista che si decide di utilizzare.

Una importante questione è quella relativa alla suddivisione delle domande in sezioni. In una indagine di *customer satisfaction* è buona prassi dare molto spazio alle domande relative alla valutazione dei fattori di qualità del servizio, che spesso sono giudicati sia in termini di importanza che di soddisfazione, e lasciare, quindi, poco spazio alle domande sulle caratteristiche dell'intervistato o su altri argomenti. Nel questionario potrebbe quindi essere inserita una prima sezione di introduzione, una sezione sulla rilevazione di voti di soddisfazione, una eventuale breve sezione sull'approfondimento del giudizio su fattori a cui si è assegnato un punteggio basso, una sezione sulla rilevazione dei voti di importanza, una eventuale breve sezione di domande aggiuntive per esprimere commenti sui fattori di qualità. L'ultima sezione del questionario è generalmente quella relativa alle caratteristiche socioeconomiche dell'intervistato.

Ogni questionario deve contenere una parte in cui vengono fornite all'intervistato istruzioni chiare per la compilazione. Per ciò che riguarda l'estetica del questionario, risulta proficuo, ad esempio, l'utilizzo di colori.

Il terzo e fondamentale aspetto chiave per la stesura del questionario è quello riguardante la scelta delle scale adottate per la valutazione dei fattori di qualità. La scala di valutazione è un caso particolare di domanda chiusa, con la quale si chiede all'intervistato di dare un giudizio lungo una sequenza di possibili risposte, tra loro graduate secondo un preciso criterio. La scala adottata per formulare le domande può essere di diverso tipo. Le tipologie di scala più comunemente utilizzate sono le seguenti (Hill *et alii*, 2003):

- scala di Likert;
- scala verbale;
- scala SIMALTO;
- scala numerica;
- scala non graduata.

Nella scala di Likert i punti della scala sono descritti a parole, tipicamente dal grado di accordo/disaccordo con una determinata dichiarazione (ad es. il livello più basso corrisponde a “non sono assolutamente d'accordo” e quello più alto a “sono perfettamente d'accordo”). Generalmente, l'utilizzo di scale di Likert per la valutazione della soddisfazione e dell'importanza del cliente comporta distorsioni in positivo nei risultati dell'indagine. Pertanto, questa tipologia di scala non è molto adeguata per le indagini di *customer satisfaction*.

La scala verbale è analoga alla scala di Likert in quanto i punti sono descritti a parole, ma la terminologia utilizzata è differente. Infatti, ad esempio, per la valutazione della soddisfazione i punti sono descritti da concetti semplici del tipo “per nulla soddisfatto”, “mediamente soddisfatto”, “molto soddisfatto”, e così via; questo tipo di scala presenta il vantaggio di una immediata comprensibilità da parte di qualsiasi persona intervistata e riduce il rischio di confusione nello stesso, rispetto alla scala di Likert. Le scale verbali presentano svantaggi nella fase di analisi dei dati, in quanto l'unico metodo di analisi statistica valido per analizzarli è dato dalla distribuzione di frequenza.

Le scale di SIMALTO sono caratterizzate da piene descrizioni verbali dei diversi aspetti del servizio e da confronti simultanei tra gli stessi (*trade-off*). Esse rappresentano una tipologia di scala non facile da comprendere e, pertanto, non

possono essere utilizzate nelle interviste ad autocompilazione. L'utilizzo di immagini di supporto a questo tipo di scala può favorire una più veloce comprensione dell'intervistato. Questo tipo di scala è molto utile nella valutazione dei servizi in quanto questi ultimi possono essere descritti nei loro dettagli e i diversi aspetti del servizio possono essere tra loro confrontati. Per contro, questa è una metodologia molto complessa e costosa rispetto alle altre.

La scala numerica è quella più semplice da comprendere e da essere analizzata. Nell'ambito delle sequenze numeriche, per misurare l'intensità della soddisfazione, così come dell'importanza, si possono utilizzare scale da 1 a 3, da 1 a 5, da 1 a 7, da 1 a 9, *etc.*. Un maggior dettaglio dei risultati può essere ottenuto utilizzando una scala con un elevato numero di livelli (per esempio, 11 o 13 livelli). Tuttavia, si è osservato che una scala del genere può comportare forti problemi di chiarezza e di univocità d'interpretazione da parte dell'intervistato. Una scala con una gamma molto contenuta di livelli, invece, presenta il vantaggio di chiarezza di interpretazione da parte dell'intervistato, ma non consente un sufficiente dettaglio dei risultati e una sufficiente precisione delle risposte. In molti casi, quindi, si cerca di utilizzare un numero di livelli medio. A volte, la scala impiegata presenta un numero pari di modalità, per esempio da 1 a 4. Una scala di questo tipo è caratterizzata dall'assenza di un baricentro, un punto di equilibrio centrale; generalmente, si ricorre a questo genere di scala quando si ritiene conveniente sollecitare l'intervistato a prendere una posizione precisa, che non sia una condizione di neutralità. In altri casi, si ricorre alla tradizionale scala di valutazione numerica scolastica, composta da punti che vanno da 1 a 10, che è diffusa e compresa dalla maggior parte delle persone. D'altra parte, proprio l'associazione con le valutazioni scolastiche tende a ridurre l'utilizzo di una sola parte della scala, ossia quella effettivamente utilizzata a scuola, dove un punteggio pari a 4 è già considerato come un punteggio molto negativo.

La scala non graduata consiste in un segmento in cui sono esplicitati soltanto i due punti estremi, e sul quale l'intervistato è chiamato a segnare il punto che riflette il suo grado di soddisfazione e/o di importanza per un determinato aspetto del servizio. L'analisi dei dati raccolti è effettuata mediante l'utilizzo di

uno scanner in modo da assegnare un punteggio preciso al punto segnato dall'intervistato. Questo tipo di scala è utile se si deve svolgere l'intervista in tempi particolarmente brevi, ma non è molto utilizzata per misurare la *customer satisfaction*.

Facendo un bilancio sui vari tipi di scala si può considerare la scala numerica a 10 punti come quella più adatta per le indagini di *customer satisfaction* (Hill *et alii*, 2003).

#### 1.4.6 *Le tecniche di campionamento*

Quando si progetta un'indagine bisogna decidere se indirizzarla all'intero universo in questione oppure ad una parte dell'universo, e quindi condurre un'indagine campionaria. Ovviamente, se si sceglie di rivolgere l'indagine ad un campione si deve cercare di proiettare sull'universo le informazioni che si ottengono da esso. Nel caso di indagini di *customer satisfaction*, le interviste vengono rivolte ad un campione, in quanto l'analisi di tutte le unità comporterebbe costi molto elevati e tempi troppo lunghi. La scelta dell'ampiezza del campione è una fase molto importante nella progettazione di una indagine; in questa scelta si tiene conto sia delle esigenze di precisione e di sicurezza dei risultati sia della necessità di contenere i costi e i tempi di svolgimento dell'indagine. Il campione è caratterizzato da un particolare tipo di errore chiamato errore di campionamento, che rappresenta il margine di approssimazione dovuto al fatto di considerare una parte dell'universo, anziché tutto. Nel definire la dimensione  $n$  di un campione bisogna tener conto di alcuni aspetti, quali la dimensione  $N$  dell'universo, l'errore accettato, il livello fiduciario, e il grado di eterogeneità dell'universo.

La dimensione dell'universo, quindi, è uno degli aspetti che incide sulla scelta dell'ampiezza del campione. In particolare, all'aumentare della dimensione dell'universo tende a crescere anche la dimensione del campione, e viceversa. L'aumento (o la diminuzione) del campione è però meno che proporzionale rispetto all'aumento (o alla diminuzione) dell'universo (Tanese *et alii*, 2003). Infatti, considerando un universo di dimensioni limitate, un campione altrettanto

ridotto è fortemente esposto a rischi di distorsione; in questi casi, ci si cautela da questi rischi costruendo un campione proporzionalmente più ampio.

Viceversa, al crescere della dimensione dell'universo, la numerosità del campione può aumentare in misura meno che proporzionale, in quanto si riduce il rischio che gran parte del campione sia formato da elementi non rappresentativi.

L'errore di campionamento  $e$  è un aspetto che condiziona la scelta dell'ampiezza del campione; in genere l'errore di campionamento che si è disposti ad accettare viene deciso in fase di impostazione della ricerca. All'aumentare dell'errore accettato si riduce l'ampiezza del campione e viceversa; del resto è intuitivo pensare che un campione più grande è sempre più affidabile di un campione più piccolo, qualunque sia la dimensione dell'universo. Il valore dell'universo, che vogliamo stimare perché non è noto, sarà compreso entro un certo intervallo rispetto al valore del campione. Questo intervallo è noto con il nome di intervallo di confidenza.

L'intervallo di confidenza è legato non solo alla dimensione del campione, ma anche al grado di fiducia sulla correttezza della stima (livello fiduciario), ossia al livello di sicurezza con cui si possono considerare validi i risultati della ricerca. Se si vuole ridurre l'errore, ci si deve accontentare di un più basso grado di certezza; al contrario, all'aumentare dell'errore si incrementa il grado di certezza. Mantenendo inalterato il margine di errore, il livello fiduciario si modifica al variare dell'ampiezza del campione; più grande è il campione, più alto è il grado di certezza. Nella quasi totalità delle ricerche di *customer satisfaction*, il grado di certezza accettato è pari al 95% (Tanese *et alii*, 2003). Ciò significa che la tecnica usata è in grado di fornire stime corrette 95 volte su 100.

Un altro importante aspetto che incide sull'ampiezza del campione è l'eterogeneità dell'universo. All'aumentare dell'eterogeneità aumentano le probabilità di fornire una stima distante dal corrispondente valore dell'universo; pertanto, in questi casi bisogna cautelarsi utilizzando un campione più ampio. Il problema si potrebbe affrontare stimando preliminarmente il grado di eterogeneità tramite, ad esempio, informazioni provenienti da vecchie indagini o sondaggi preparatori.

Quando si vuole stimare una media, per stabilire l'ampiezza campionaria necessaria bisogna disporre del margine di errore che si è disposti a tollerare, del livello di confidenza desiderato, e dello scarto quadratico medio che misura il grado di eterogeneità del campione. Considerando una popolazione normale con media  $\mu$  e scarto quadratico medio  $\sigma$ , la distribuzione della media campionaria  $\bar{X}$  è ancora una normale con media  $\mu_{\bar{X}} = \mu$  ed errore standard della media pari a  $\sigma_{\bar{X}}$ , e questo vale per ogni  $n$ . Nel caso di distribuzione normale la probabilità di osservare un valore inferiore a  $X$  si calcola procedendo alla standardizzazione  $Z$  della variabile, che si ottiene una volta stabilito il livello di confidenza, e cercando il valore appropriato nella tavola della distribuzione normale:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (1.1)$$

Per la distribuzione della media campionaria si ha:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_{\bar{X}}}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad (1.2)$$

Il valore di  $Z$  sarà positivo o negativo a seconda che  $\bar{X}$  sia maggiore o minore di  $\mu$ . La differenza tra la media campionaria  $\bar{X}$  e la media della popolazione  $\mu$  rappresenta l'errore di campionamento  $e$ , che si definisce nel modo seguente:

$$e = Z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1.3)$$

Risolviendo per  $n$  otteniamo l'ampiezza campionaria necessaria per determinare un intervallo di confidenza per la media con errore campionario inferiore ad  $e$ :

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{e^2} \quad (1.4)$$

Se l'obiettivo della nostra indagine non è la stima di una media, ma di una percentuale, allora nel calcolare l'ampiezza del campione si terrà conto di un fattore  $p$ , che rappresenta la vera proporzione di successi:

$$n = \frac{Z^2 p(1-p)}{e^2} \quad (1.5)$$

È importante ricordare, infine, che nella maggior parte delle indagini di *customer satisfaction* si vogliono determinare sia medie sia percentuali. Pertanto, occorre calcolare la numerosità del campione considerando ogni media e percentuale da stimare, e scegliere la numerosità del campione più elevata tra quelle calcolate (Tanese *et alii*, 2003).

La principale distinzione tra i campioni è quella che considera due categorie di campioni: probabilistici e non probabilistici.

Il campione probabilistico, noto anche come campione casuale, è un campione in cui ogni componente dell'universo ha la stessa probabilità di ricadere nel campione. Un esempio tipico di campione casuale è relativo alla lotteria, in cui sono estratte in maniera casuale delle sfere, contenenti numeri appartenenti ad un determinato intervallo, mediante un dispositivo meccanico.

Il campione probabilistico più elementare è il campione casuale semplice. Questo metodo consiste nell'estrazione casuale di un certo numero di elementi dall'elenco di tutte le unità che compongono l'universo. Spesso si verificano casi in cui ci sono difficoltà connesse al reperimento (e alla numerazione) di un'ideale lista di tutte le unità che compongono l'universo. Inoltre, il campione estratto potrebbe non riflettere con buona precisione le caratteristiche dell'universo.

Spesso viene adottato il criterio della stratificazione al fine di migliorare il grado di precisione del campione; esso è applicabile quando è possibile suddividere l'universo in categorie omogenee di unità, o strati. Gli strati vengono individuati facendo riferimento alle caratteristiche più importanti per l'indagine (ad esempio la fascia di età), in modo da ottenere una buona omogeneità all'interno del singolo strato. Da ogni strato è estratto in maniera casuale un sotto-campione; l'insieme dei sotto-campioni formerà il campione globale. In questo modo, si è certi che ogni categoria dell'universo sarà rappresentata con la giusta proporzione nel campione.

Un altro esempio di campionamento probabilistico è quello sistematico, che consiste nell'estrazione della prima unità e delle successive a partire da questa, applicando un passo fisso (per esempio, una ogni 10, una ogni 50, *etc.*). Il campione sistematico è utile nel caso in cui la lista dei componenti dell'universo



non è disponibile. Ad esempio, in un'indagine condotta all'uscita da un ufficio si può interpellare un cliente ogni  $x$  clienti.

Nei casi in cui la scelta casuale delle unità da un unico elenco è molto complessa e può comportare costi elevati, si ricorre ad un campionamento a stadi. Per esempio, per un servizio erogato a livello nazionale si può estrarre dall'universo delle province italiane un campione casuale di province; all'interno di ogni provincia prescelta, si può estrarre un campione di comuni. Nell'ambito di ogni comune, si estraggono i nuclei familiari da intervistare. Più il fenomeno che stiamo studiando si presenta diffuso in modo omogeneo, maggiori sono le garanzie che il campione a stadi rappresenti in modo soddisfacente l'universo. Al contrario, se il fenomeno presenta un forte livello di eterogeneità, il campione a stadi va utilizzato con cautela, in quanto rischia di essere poco rappresentativo dell'universo.

Per quanto riguarda il campionamento non probabilistico, uno dei metodi più utilizzati è il campionamento per quote. La scelta per quote avviene attraverso l'indicazione delle proporzioni che dovranno caratterizzare il campione (in base ad alcuni parametri, come età, sesso, classe socioeconomica, *etc.*), lasciando agli intervistatori la libertà di scegliere le persone da intervistare (purché siano rispettate le quote prestabilite). Il maggior vantaggio di questa tecnica è dato dal risparmio in termini di tempo e di costo monetario. D'altra parte, però, è facile che si ottenga un campione almeno in parte distorto, perché gli intervistatori tenderanno a scegliere le persone più facilmente raggiungibili.

Un altro esempio di campione non probabilistico è quello per scelta ragionata. Questa tecnica si applica in tutti i casi in cui si ritiene più opportuno affidarsi a un ragionamento, piuttosto che alla statistica; questo si verifica quando il campione su cui si è costretti a lavorare è molto ridotto.

#### 1.4.7 *L'elaborazione e l'interpretazione dei dati*

Dopo aver raccolto i dati si procede alla fase di elaborazione degli stessi. L'elaborazione di dati consente di quantificare gli elementi salienti della rilevazione, quali ad esempio, la distribuzione degli utenti per i diversi livelli di

soddisfazione, una classificazione dei vari aspetti del servizio in base al grado di soddisfazione e di importanza espressi dagli utenti, l'adesione alle proposte di innovazione/miglioramento del servizio, *etc.* Per elaborare i dati di *customer satisfaction* sono utilizzate svariate tecniche. Per la descrizione delle varie tecniche si rimanda al capitolo 2, in cui si descrivono tecniche specifiche sulla misura della *customer satisfaction* e tecniche statistiche generiche che possono essere adattate al caso della *customer satisfaction*. Nel capitolo 3, invece, saranno descritti modelli, comportamentali e non, che risultano utili per misurare la qualità del servizio e la *customer satisfaction*. Ogni tecnica permette poi di interpretare i dati elaborati. A seconda della tecnica utilizzata si possono dedurre le diverse interpretazioni dei risultati e valutare, quindi, il livello di qualità del servizio o dei servizi analizzati.

#### 1.4.8 *La presentazione e l'utilizzo dei risultati*

Conclusa la fase di rilevazione del grado di soddisfazione dei clienti intervistati ed elaborati i dati raccolti si apre la fase di *reporting*. Questa fase è molto importante, in quanto dà ai clienti un'immagine di serietà dell'indagine. La diffusione dei risultati dell'indagine, infatti, può avere effetti positivi, quali il rafforzamento del coinvolgimento del personale stesso e l'aumento dell'attenzione dell'azienda al miglioramento del servizio.

Il primo soggetto destinatario della ricerca di *customer satisfaction* è il committente; i risultati gli saranno da supporto per decidere se mantenere o stabilire il dialogo con i clienti, e per avviare processi di riorganizzazione. Gli altri destinatari dei risultati della ricerca sono sicuramente il personale ed i fruitori del servizio oggetto di indagine, che diventano così partecipi e conoscono il percorso di miglioramento del servizio che l'azienda intende attivare.

L'obiettivo dell'indagine di *customer satisfaction* è quello di individuare gli aspetti critici del servizio e attivare progressivi interventi di miglioramento. Uno strumento utilizzato per realizzare concretamente attività di miglioramento continuo sono i cosiddetti gruppi di miglioramento. Questi gruppi sono costituiti da un numero ristretto di persone (da 5 a 10), appartenenti a funzioni diverse, ognuna delle quali è portatrice di esperienze e competenze correlate all'obiettivo

di miglioramento del servizio. Il metodo utilizzato dai gruppi di miglioramento è il *PDCA* (*Plan, Do, Check, Action*).

L'operazione di diffusione dei risultati dell'indagine comincia all'interno della azienda che esercisce il servizio analizzato. Attraverso il supporto di *Intranet* e dell'*house organ*, il *management* potrà condividere con l'intera struttura i risultati dell'indagine che evidenziano i punti di forza e gli aspetti critici del servizio sui quali si intende avviare un'attività di miglioramento. Per ciò che riguarda la diffusione dei risultati all'esterno, l'azienda, nel comunicare gli eventuali interventi di miglioramento, dovrebbe stabilire un tempo di realizzazione degli stessi, e fissare con i clienti un nuovo appuntamento dove comunicare gli esiti di verifica delle novità e dei cambiamenti apportati. Questo presuppone un'attività di costante monitoraggio sulla qualità dei servizi sia sul fronte interno sia su quello esterno.

## CAPITOLO 2

### **Le tecniche per la misura della qualità dei servizi e della *customer satisfaction***

#### **2.1 Generalità**

Le tecniche per la misura della qualità dei servizi e della soddisfazione del cliente sono numerose. Esistono metodi di misurazione diretti o indiretti. Nel corso del capitolo si farà riferimento ai metodi di misurazione diretti, che si riferiscono a quelle tecniche basate sulla diretta partecipazione del cliente, al quale viene richiesto un giudizio sul livello di soddisfazione e sulla qualità del prodotto/servizio offertogli. Per contro, i metodi di misurazione indiretti si basano sulla rilevazione di informazioni attraverso la gestione dei reclami, la raccolta di commenti, il *reporting* delle vendite, *etc.*; il limite di questi metodi consiste nel fatto che questo tipo di informazioni sono generiche e non consentono una misura quantitativa della qualità dei servizi.

Le tecniche descritte nel seguito sono state distinte in due categorie. La prima categoria comprende quelle tecniche sviluppatesi nel campo del marketing dalla fine degli anni settanta e finalizzate alla misura della soddisfazione del cliente. La seconda categoria, invece, comprende delle tecniche generiche di analisi statistica ampiamente utilizzate per misurare la qualità dei servizi e la *customer satisfaction*. Queste tecniche sono applicate sulla base di dati rappresentanti i giudizi dei clienti sui diversi aspetti del servizio sia in termini di punteggio (voto di soddisfazione, voto di importanza) sia in termini di scelte.

#### **2.2 Le tecniche specifiche di analisi di *customer satisfaction***

##### *2.2.1 Critical Incident Technique*

La *Critical Incident Technique* è una tecnica basata sulla registrazione degli eventi e degli stati d'animo del cliente coinvolto in un episodio particolare, denominato

*critical incident*, legato alla erogazione e utilizzazione del prodotto/servizio, e che ha contribuito ad aumentare o diminuire la soddisfazione del cliente in modo significativo (Cuomo, 2000). Questa tecnica è utilizzata soprattutto nei casi in cui l'azienda non conosce nel dettaglio gli aspetti del prodotto/servizio realmente importanti per il cliente. Per poter applicare questa tecnica è necessario somministrare ai clienti un questionario composto di tre domande. Con la prima domanda si chiede al cliente di descrivere il cosiddetto *critical incident*, con la seconda si chiede il periodo in cui è avvenuto l'episodio, ed infine, con la terza, si chiedono le circostanze che hanno determinato la sua soddisfazione/insoddisfazione. Alla raccolta delle interviste segue la fase di analisi dei dati che prevede la suddivisione degli episodi in categorie secondo i motivi di soddisfazione o insoddisfazione manifestata dal cliente. L'analisi dei dati consente, quindi, di identificare l'importanza attribuita dai clienti ad ogni elemento del prodotto/servizio erogato e questo consente all'impresa di capire quali elementi del servizio devono essere migliorati.

Per una descrizione dettagliata della tecnica si veda Bitner *et alii* (1990). Nella letteratura scientifica sono molto numerose le applicazioni della *Critical Incident Technique*. Esempi sono riportati in Johnson e Harrah (2002) in cui la tecnica è applicata al campo dell'industria del gioco, in Gremler (2004) in cui si riportano i risultati di ricerche condotte nel campo del marketing, in Petrick (2006) in cui la tecnica è applicata per misurare la soddisfazione dei passeggeri delle navi da crociera, e in Radford (2006) in cui si vuole valutare un progetto scolastico.

### 2.2.2 *Problem Detection System*

Il *Problem Detection System* è una tecnica, ideata dall'*International Marketing Services Board della BDO Worldwide*, che consente di individuare i problemi incontrati dai clienti nell'uso del prodotto/servizio, di quantificare l'importanza attribuita dai clienti ai diversi problemi e di determinare in che misura la soluzione di uno specifico problema sia in grado di influenzare la soddisfazione del cliente (Cuomo, 2000). La tecnica si articola in tre fasi. Una prima fase, detta di generazione dei problemi, consiste nell'individuazione dei problemi percepiti dal

cliente e legati al servizio in sé, all'utilizzo del servizio ed allo stile di vita del cliente. Nella seconda fase, detta di costruzione della lista dei problemi, viene appunto costruita una lista dei problemi suddivisa secondo aree basiche (problemi legati al servizio in sé, al suo uso o allo stile di vita del cliente) e aree concettuali (caratteristiche intrinseche, caratteristiche del servizio, *etc.*). La terza fase, di quantificazione dei problemi, prevede la realizzazione delle interviste attraverso l'uso del questionario progettato durante la seconda fase; in particolare, si chiede al cliente la frequenza con cui si verificano i problemi, il grado di fastidio provocato da questi e il grado di soluzione percepita (ossia quanto quel problema è già stato risolto da altre aziende). Incrociando i risultati di queste tre tipologie di informazioni vengono costruite due matrici tramite le quali sono più facilmente individuabili le soluzioni ed i miglioramenti da apportare al servizio per aumentare il grado di soddisfazione di clienti.

Problemi da tenere sotto controllo	Problemi da affrontare e risolvere prioritariamente
Problemi marginali	Problemi che rischiano di far perdere il cliente

Figura 2.1. Matrice dell'importanza attribuita dal cliente ai problemi

Fonte: Quartapelle A., 1994.

La prima matrice si ottiene incrociando la frequenza di accadimento percepita e il grado di fastidio o danno percepito e fornisce l'importanza attribuita dal cliente al problema e le aree in cui l'impresa ha l'opportunità di migliorare concretamente la soddisfazione di clienti (figura 2.1).

La seconda matrice si ottiene incrociando il grado di fastidio o danno percepito e il grado di soluzione e fornisce una graduatoria dei problemi la cui risoluzione permetterebbe all'impresa di farsi preferire dai clienti e di differenziarsi rispetto alla concorrenza (figura 2.2).

Alta opportunità di differenziazione	Esistenza di barriere all'entrata
Marginali opportunità di differenziazione	Nessuna opportunità di differenziazione

Figura 2.2. Matrice delle opportunità di differenziazione

Fonte: Quartapelle A., 1994.

### 2.2.3 *Profit Impact of Market Strategy*

Il metodo *Profit Impact of Market Strategy* (*PIMS*) deriva da un programma di ricerca avviato negli Stati Uniti nel 1972 al fine di determinare come gli elementi chiave di una strategia di mercato influiscono sulla crescita di una impresa. Una delle più importanti relazioni evidenziate dal programma è quella esistente tra redditività dell'impresa e qualità dei servizi offerti (Schoeffler *et alii*, 1974; Buzzell e Gale, 1988).

Il *PIMS* è una tecnica piuttosto complessa che consiste in quattro fasi:

a) identificazione, da parte di un gruppo di dirigenti o esperti dell'azienda, degli attributi del servizio non collegati al prezzo che influiscono sulle decisioni d'acquisto del cliente;

b) assegnazione a ciascuno degli attributi individuati, da parte del team multidisciplinare, di un peso pari all'importanza relativa dell'attributo sulla decisione d'acquisto del cliente (la somma dei pesi deve risultare uguale a 100);

c) valutazione della qualità delle prestazioni per ciascuno degli attributi individuati con punteggio da 1 (valore minimo) a 10 (valore massimo);

d) calcolo del valore complessivo della qualità della prestazione percepita dai clienti tramite il prodotto tra il peso attribuito a ciascun attributo e la valutazione espressa sulla qualità del servizio dell'azienda, e la somma di tutti i valori relativi a ciascun attributo così calcolati. Il risultato esprimerà il valore complessivo della *customer satisfaction*.

Applicazioni della tecnica si trovano in Tellis e Golden (1996) e in Mintzberg *et alii* (1998).

#### 2.2.4 *Customer Satisfaction Survey*

La *Customer Satisfaction Survey* è una metodologia di rilevazione completa che definisce tutte le modalità attraverso le quali è effettuata l'indagine, ovvero gli utenti da intervistare, gli strumenti da adottare, il diverso peso da dare agli *items* e gli intervalli di tempo. È una metodologia che consente di rilevare periodicamente il livello di soddisfazione dei consumatori e di elaborare indicatori numerici della qualità confrontabili nel tempo. Questa metodologia fornisce indicazioni su aspetti importanti per l'attendibilità dei risultati, quali il rapporto campione analizzato/universo dei clienti, gli aspetti di conduzione dell'indagine che possono influire sulla propensione del cliente a rispondere, la ricerca del modo per raggiungere la persona effettivamente in grado di rispondere al maggior numero di domande. L'azienda raccoglie informazioni sulla soddisfazione dei clienti tramite interviste, che potranno essere di diversa tipologia, costituiti da un certo numero di domande. Attraverso l'analisi e l'elaborazione dei dati raccolti tramite le interviste, l'azienda è in grado di costruire degli indici di soddisfazione del cliente; i più significativi sono i seguenti tre. Il primo è l'*indice di Soddisfazione* che si calcola moltiplicando i giudizi forniti dai clienti per il corrispondente indice di ponderazione, il quale indica l'importanza attribuita dal cliente ai diversi giudizi, e dividendo il risultato così ottenuto per il numero totale delle risposte. Il valore di questo indice risulta compreso tra 0 e 100, e rappresenta il livello medio di soddisfazione. Il secondo indice è l'*indice dei Non Soddisfatti* che si calcola sommando il numero di clienti non soddisfatti e di clienti indifferenti, e dividendo detta somma per il numero totale delle risposte. Il terzo indice è l'*indice di Trend* che si calcola dal prodotto tra indice di ponderazione e giudizio sulla tendenza della qualità percepita diviso per il numero totale di risposte; può assumere valori compresi tra 0 e 100 indicanti il grado di variazione della qualità percepita da tutti i clienti o da un gruppo di questi (Morana, 1996).

#### 2.2.5 *Customer Satisfaction Model of Kano*

Il modello di Kano è una tecnica di marketing e gestione della qualità introdotta dallo stesso nel 1984 (Kano *et alii*, 1984). Nel modello la misurazione della *customer*



*satisfaction* è valutata rispetto a tre requisiti chiave che i prodotti/servizi possiedono: *requisiti base (must be)* costituiti da attributi essenziali ed impliciti che rappresentano l'essenza del servizio, la cui assenza pregiudica l'esistenza stessa del servizio, mentre la presenza può generare una situazione di non soddisfazione se non sono rispettati; *requisiti prestazionali (one dimensional)* rappresentati da attributi articolati e specifici del servizio la cui presenza-assenza incide direttamente sul livello di soddisfazione/insoddisfazione del cliente; *requisiti di attrattività (attractive)* rappresentati dagli attributi del servizio la cui assenza non genera situazioni di insoddisfazione, mentre la presenza può influenzare significativamente il livello di soddisfazione (figura 2.3).

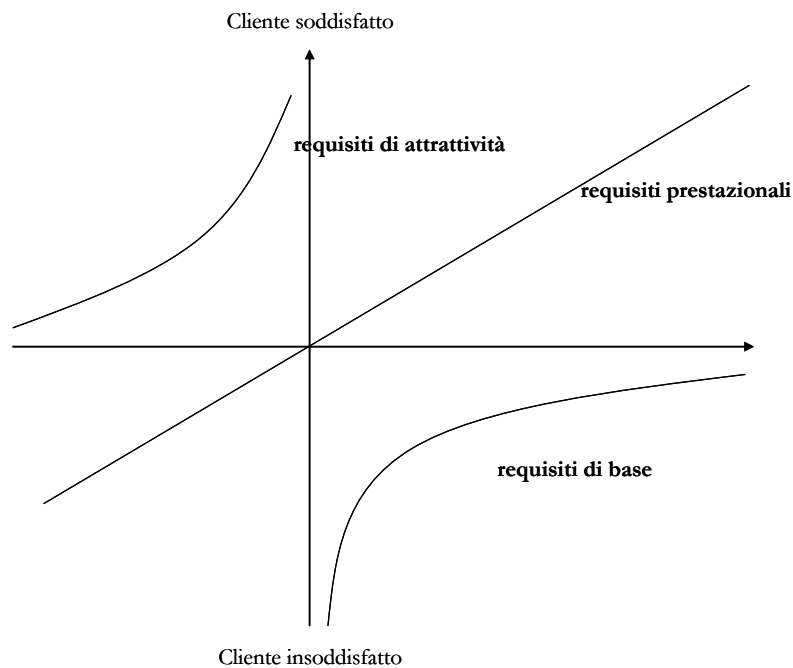


Figura 2.3. Il modello di Kano

Fonte: adattato da Kano, 1984.

Accanto a questi ci sono tre requisiti addizionali: *requisiti indifferenti (indifferent)*, di cui il cliente non si cura; *requisiti incerti (questionable)*, che presentano errori di comprensione da parte del cliente; *requisiti contrari (reverse)*, di cui il cliente si aspetta il contrario dell'attributo considerato.

Il modello di Kano si sviluppa in quattro fasi: fase di identificazione, fase di costruzione del questionario, fase di effettuazione dell'intervista, fase di valutazione e interpretazione.

La prima fase consiste nell'individuazione dei requisiti dei prodotti attraverso indagini conoscitive. La seconda fase consiste nel predisporre una scheda di rilevazione che consenta di individuare i requisiti base, prestazionali e di attrattività del prodotto/servizio e i requisiti verso i quali il cliente manifesta indifferenza. La terza fase consiste nel sottoporre i questionari ai clienti. Infine, la fase di valutazione e interpretazione consiste nel predisporre la tabella dei risultati (tabella 2.1) dalla quale si evidenzia la ripartizione dei requisiti nelle varie categorie.

Tabella 2.1. Tabella dei risultati

<i>Requisito</i>	<i>A</i>	<i>O</i>	<i>M</i>	<i>I</i>	<i>R</i>	<i>Q</i>	<i>Totale</i>	<i>Categoria</i>
Caratteristica 1								
Caratteristica 2								
.....								
Caratteristica n								

La valutazione può essere eseguita seguendo diverse metodologie:

- valutazione della frequenza;
- valutazione secondo la regola  $M > O > A > I$ ;
- calcolo del coefficiente di soddisfacimento;
- calcolo dell'indice di *Quality Improvement (QI)*.

La prima metodologia è la più semplice, ma spesso non fornisce una valutazione soddisfacente.

La seconda metodologia consiste nel verificare che i requisiti *Must-be (M)* siano maggiori di quelli *One-dimensional (O)*, che siano a loro volta maggiori di quelli *Attractive (A)*, che siano a loro volta maggiori di quelli *Indifferent (I)*. L'azienda, infatti, dovrebbe concentrare la propria attenzione soprattutto sugli attributi che determinano la percezione della qualità, ed è ovvio che le prime caratteristiche a dover essere soddisfatte sono quelle la cui assenza determina insoddisfazione nel cliente.

Per quanto riguarda la terza metodologia, è calcolato un indice, detto coefficiente di soddisfacimento, che è dato dalla seguente espressione:

$$\text{coefficiente di soddisfacimento} = (A + O) / (A + O + M + I) \quad (2.1)$$

Questo coefficiente assume un valore positivo compreso tra 0 e 1 ed è utilizzato per verificare se la presenza di un determinato requisito aumenta il grado di soddisfazione del cliente o se previene solo la sua insoddisfazione. Quanto più il valore dell'indice è prossimo ad 1, tanto più forte è la sua incidenza sul grado di soddisfazione; viceversa, quanto più il valore è vicino a 0, tanto minore è la sua incidenza sul grado di soddisfazione.

L'ultima metodologia riguarda il calcolo dell'indice di *Quality Improvement* dato dalla seguente espressione:

$$\text{coefficiente di } QI = \text{importanza relativa} \cdot (\text{valutazione proprio prodotto} - \text{valutazione prodotto della concorrenza}) \quad (2.2)$$

Il valore dell'indice fornisce una indicazione sulla competitività del prodotto in termini di qualità percepita dal cliente. Quanto più è alto il valore positivo dell'indice tanto maggiore è la competitività del prodotto, quanto più è alto il valore negativo dell'indice tanto meno competitivo risulterà il prodotto.

Il modello di Kano è stato largamente studiato ed applicato da diversi autori. A titolo di esempio si riportano qui di seguito alcuni riferimenti bibliografici. Sauerwein *et alii* (1996) introducono, partendo dal modello di Kano, una metodologia per determinare l'influenza che le componenti dei prodotti/servizi hanno sulla soddisfazione del cliente; Tan e Shen (2000), prendendo spunto dal modello di Kano, propongono una funzione di trasformazione per correggere il coefficiente di *QI* di ciascun attributo; in Martensen e Grønholdt (2001) vengono costruite delle griglie di importanza che danno indicazioni sulle percezioni del cliente sul servizio e sulle azioni da intraprendere per migliorare il servizio, tenendo conto della classificazione degli attributi proposta da Kano; Ting e Chen (2002) applicano il modello di Kano per misurare la soddisfazione dei clienti di un ipermercato, Matzler *et alii* (2004a, 2004b) per misurare la soddisfazione dei dipendenti di un'azienda, mentre Lofgren e Witell (2005)

applicano il metodo per la qualità nel settore dell'imballaggio; Kuo (2004) utilizza il modello di Kano per categorizzare le dimensioni di un servizio di *web-community* e comprendere le esigenze dei clienti; Bartikowski e Llosa (2004) applicano ed effettuano un confronto tra quattro metodi, tra cui quello di Kano, per categorizzare gli attributi di qualità del servizio.

### 2.2.6 *SERVQUAL e sue derivazioni*

Il metodo *SERVQUAL* è stato sviluppato a partire dal lavoro fondamentale di Parasuraman *et alii* (1988), successivamente revisionato dagli stessi autori (Parasuraman *et alii*, 1991). La base conoscitiva del metodo verte su uno studio multisettoriale a largo raggio che ha evidenziato i fattori che orientano e determinano nei clienti le valutazioni sulla qualità dei servizi. Il modello si basa su un concetto di qualità del servizio definita come grado di discrepanza (*gap*) tra le aspettative dei clienti e le loro percezioni sul servizio; tale *gap* misura il grado di soddisfazione del cliente sul servizio erogato dall'azienda (Parasuraman *et alii*, 1985). Il modello *SERVQUAL* è stato sviluppato attraverso diverse fasi. Inizialmente sono state identificate 10 dimensioni del servizio e generati 97 *items*, ovvero fattori di qualità del servizio, che ricadono all'interno delle 10 dimensioni; sono state raccolte le aspettative e le percezioni sui 97 *items*, su un campione di 200 utenti di cinque differenti servizi (40 utenti per ogni servizio). I dati raccolti sono stati corretti tramite il calcolo del coefficiente  $\alpha$ , detto coefficiente di Cronbach, e delle correlazioni degli *items* con la soddisfazione globale per ciascuna dimensione, al fine di eliminare gli *items* che avevano una bassa correlazione e che se eliminati rendevano più alto il coefficiente di Cronbach; è stata, quindi, effettuata una analisi fattoriale e ristrutturare le dimensioni. Questo lavoro ha condotto all'identificazione di 34 *items* e 7 dimensioni. Attraverso l'analisi di dati raccolti tramite ulteriori 200 interviste sono stati identificati 22 *items* e 5 dimensioni. In definitiva, il questionario che viene utilizzato per applicare il metodo *SERVQUAL* è composto da due serie di 22 domande precodificate in cui si chiedono agli utenti intervistati le aspettative e le percezioni su 22 *items* che rappresentano gli aspetti del servizio. Le risposte sono raccolte su una scala di

Likert a 7 punti avente come estremi “assolutamente d’accordo” (7) e “assolutamente in disaccordo” (1). Le 5 dimensioni fondamentali del servizio in cui ricadono i 22 *items* sono le seguenti:

- aspetti tangibili, ovvero l’aspetto delle strutture fisiche, delle attrezzature, del personale, *etc.*;
- affidabilità, ovvero la capacità di erogazione del servizio in modo affidabile e preciso;
- capacità di risposta, ovvero la volontà di aiutare i clienti e di offrire prontamente il servizio;
- capacità di rassicurazione, ovvero la competenza, cortesia e affidabilità del personale;
- empatia, ovvero l’assistenza premurosa ed individualizzata dell’azienda verso il cliente.

Il questionario presenta una sezione atta a verificare il giudizio dei clienti sull’importanza relativa delle 5 dimensioni della qualità del servizio erogato appena descritte.

Indicando con  $x_{jib}$  il punteggio espresso per l’indicatore  $i$ -esimo della dimensione  $j$ -esima dall’ $b$ -esimo individuo intervistato, ed in particolare con  $a_{jib}$  le aspettative e con  $p_{jib}$  le percezioni, indicando con  $w_{jb}$  il peso assegnato dall’individuo  $b$ -esimo alla dimensione  $j$ -esima, e facendo riferimento ad un modello a 5 dimensioni, ognuna con  $q_j$  indicatori,  $j=1, 2, \dots, 5$ , e ad un collettivo di  $N$  individui, il punteggio *SERVQUAL* è dato da:

$$SERVQUAL = \frac{1}{N} \sum_{b=1}^N \left[ \sum_{j=1}^5 w_{jb} \left( \sum_{i=1}^{q_j} \frac{p_{jib} - a_{jib}}{q_j} \right) \right] \quad (2.3)$$

dove  $\sum_{j=1}^5 w_{jb} = 1$

Naturalmente è possibile considerare indicatori di soddisfacimento complessivi anche rispetto alle singole dimensioni o ai singoli indicatori.

L’applicazione del metodo per l’analisi di dati relativi a diversi periodi dell’anno è utile per valutare come si evolve nel tempo l’entità della distanza tra aspettative e percezioni.

Questo modello è stato studiato e discusso da diversi autori. Il primo fra questi è Carman (1990), il quale nel suo lavoro ha evidenziato che le 5 dimensioni del servizio non sono sempre generiche e che possono, invece, dipendere dal contesto analizzato. Successivamente, Teas (1993) ha mostrato che l'indicatore ricavato dalla differenza tra aspettative e percezioni può essere fuorviante, data la possibile cattiva interpretazione da parte degli utenti della variabile relativa alle aspettative dei clienti; pertanto, al fine di precisare meglio il significato della componente delle aspettative, mise a punto un modello denominato *Normed Quality (NQ)* in cui le aspettative vengono distinte in attese ideali ed attese realizzabili. Indicando con  $A_i$  l'attesa ideale ed  $A_e$  l'attesa realizzabile, e facendo sempre riferimento ad un modello a 5 dimensioni, per il calcolo di questo indicatore si può utilizzare la seguente formula:

$$Normed\ Quality = \frac{1}{N} \sum_{b=1}^N \left[ \sum_{j=1}^5 w_{jb} \left( \sum_{i=1}^{q_j} \frac{(p_{jib} - Ae_{jib}) - (Ae_{jib} - Ai_{jib})}{q_j} \right) \right] \quad (2.4)$$

Inoltre, partendo dal modello *SERVQUAL*, Cronin e Taylor (1992, 1994) hanno sviluppato un metodo denominato *SERVPERF*, nell'intento di superare alcune delle difficoltà riscontrate nell'utilizzo del *SERVQUAL*. La principale novità di *SERVPERF* consiste nel richiedere all'intervistato soltanto valutazioni riguardanti le percezioni; secondo gli autori, questa procedura consente di ottenere migliori risultati, oltre a ridurre sensibilmente il numero delle domande poste. La seguente formula permette di applicare questo metodo, sempre facendo riferimento ad un modello a 5 dimensioni:

$$SERVPERF = \frac{1}{N} \sum_{b=1}^N \left[ \sum_{j=1}^5 w_{jb} \left( \sum_{i=1}^{q_j} \frac{p_{jib}}{q_j} \right) \right] \quad (2.5)$$

Altre due derivazioni del modello *SERVQUAL* sono il *Two-Way model*, proposto da Schvaneveldt *et alii* (1991) ed il *QUALITOMETRO*, proposto da Franceschini e Rossetto (Franceschini e Rossetto, 1996; Franceschini *et alii*, 1998). Il primo è un modello che valuta la qualità del servizio da due prospettive diverse; la prima è quella oggettiva che richiede la presenza o assenza di una certa dimensione di qualità, mentre la seconda, quella soggettiva, richiede il senso di

soddisfazione/insoddisfazione dell'utente. Nel secondo modello sono valutate le aspettative e le percezioni dei clienti sul servizio in periodi differenti; ciò consente un monitoraggio della qualità nel tempo.

Il modello *SERVQUAL* è stato ampiamente applicato per valutare la soddisfazione di clienti sulla qualità di differenti servizi. Per esempio, Akan (1995) ha applicato il metodo per misurare la qualità del servizio per i clienti di alcuni hotel nella città di Istanbul, mentre Brysland e Curry (2001) lo hanno applicato ad un servizio di *catering* e di manutenzione di strade; Jen e Hu (2003) hanno preso spunto dal modello per identificare i fattori che influenzano le intenzioni di riutilizzare l'autobus da parte dei passeggeri nell'area metropolitana di Taipei; Hartikainen *et alii* (2004) hanno applicato il modello alla valutazione del sistema di dialogo.

#### 2.2.7 Il modello dei "gap"

Il modello dei *gap* è stato sviluppato sulla base del presupposto che la qualità del servizio, così come percepita dai clienti, può essere definita come il grado di discrepanza (*gap*) tra le aspettative dei clienti e le loro percezioni (Zeithaml *et alii*, 1991). Tale divario o *gap* esterno tra qualità attesa e percepita, indicato come *gap 5*, misura il grado di soddisfazione del cliente nei confronti del servizio erogato dall'azienda e rappresenta quindi una misura più sofisticata della qualità rispetto a quella fornita dall'analisi dei soli voti di soddisfazione o dei soli voti di importanza. Nel modello sono considerati altri quattro tipi di *gap*. Il *gap 1* rappresenta la differenza tra le aspettative dei clienti e le percezioni del management su tali aspettative. Esso è attribuibile soprattutto alla carenza ed alla inesattezza delle informazioni esterne (ricerche di mercato), e delle informazioni interne (comunicazioni tra *front line* e management). Il *gap 2* rappresenta la differenza tra le percezioni che i dirigenti hanno delle aspettative del consumatore e le specifiche di qualità del servizio. Tale scostamento può essere legato ad una grande varietà di fattori quali: la scarsa specializzazione del personale, le fluttuazioni della domanda, un impegno inadeguato da parte del management per la qualità, *etc.* Il *gap 3* indica la differenza tra il servizio effettivamente erogato e le

specifiche di qualità prefissate. Infine, il *gap 4* indica la differenza tra il servizio promesso, definito attraverso le comunicazioni esterne ai clienti, e quello effettivamente erogato.

Questi 4 *gap* producono lo scostamento più importante, che è quello tra la percezione del servizio ricevuto e le attese iniziali del cliente (*gap 5*).

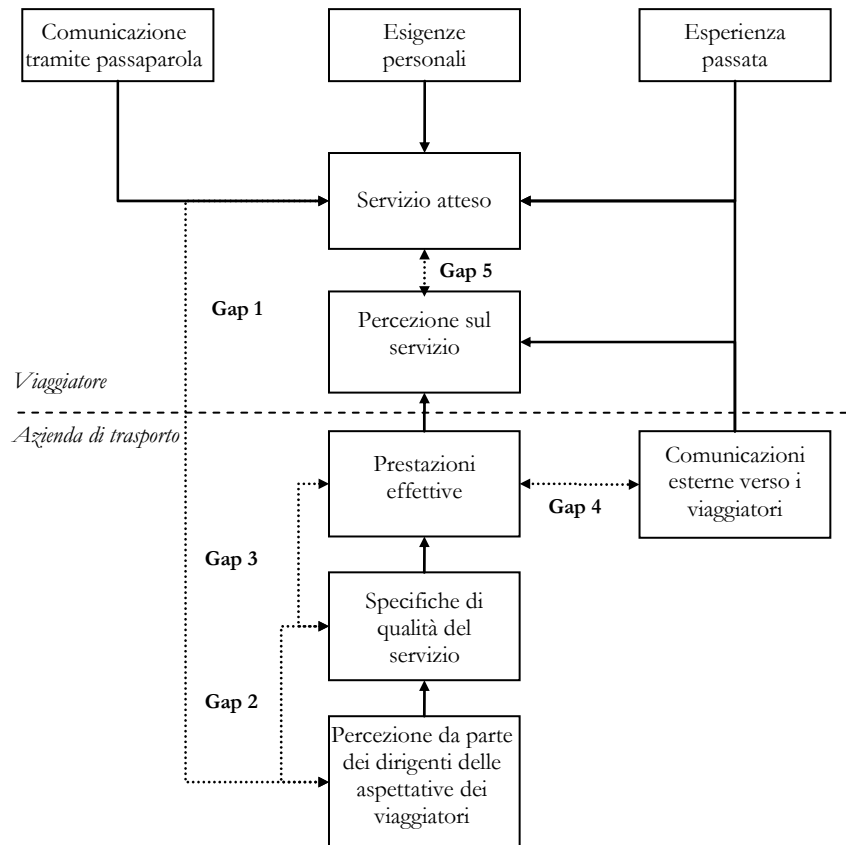


Figura 2.4. Il modello dei 5 *gap*

Fonte: adattato da Parasuraman *et alii*, 1985.

Dallo schema riportato in figura 2.4 si evince che le attese del cliente sono determinate essenzialmente da fattori esogeni, cioè non controllabili dall'azienda (esigenze personali, passaparola, esperienze pregresse). L'unica arma in mano all'azienda per influenzare l'idea di servizio atteso è data dalle comunicazioni aziendali. Dal lato dell'azienda, il *gap 1* si determina per un'errata conoscenza del cliente da parte del management. Il *gap 2* si può invece verificare nella fase successiva dell'attività di pianificazione del servizio, quando le percezioni della



dirigenza sono tradotte in specifiche progettuali, ed è possibile che si verifichino difficoltà interpretative ed esecutive che portano ad un risultato dalle caratteristiche differenti da quelle desiderate. Una volta formalizzate le specifiche di qualità del servizio, l'erogazione effettiva può presentare carenze o inefficienze che rendono il servizio offerto ben diverso da quello progettato. Il *gap 3* identifica proprio queste inefficienze e può essere provocato ad esempio da fattori esterni, incapacità del personale di front-line, comportamenti imprevisti del cliente, mancanza di motivazione, *etc.* Infine, il *gap 4* si può presentare quando le percezioni dell'utenza si discostano dall'immagine del servizio che le viene proposta. È molto importante che l'azienda sia capace di comunicare all'esterno le reali caratteristiche del servizio erogato, magari informando il cliente degli sforzi necessari ad assicurare certe prestazioni. Tale compito è determinante nella costruzione di aspettative non distorte, che possano ulteriormente allargare l'ultimo divario, il *gap 5*, espressione diretta dell'insoddisfazione del cliente.

### 2.2.8 *Impact Score*

La tecnica dell'*Impact Score* è stata ideata nell'ambito di un progetto del *Transit Cooperative Research Program* condotto dal *Transportation Research Board* di Washington (TRB, 1999). Questa tecnica è stata sviluppata utilizzando dati sulla *customer satisfaction* per tre servizi di trasporto collettivo offerti da aziende americane. La finalità della tecnica è quella di calcolare l'impatto dei fattori di qualità sulla soddisfazione globale. L'impatto di ciascun fattore è calcolato considerando i voti di soddisfazione espressi dai clienti che non hanno avuto problemi recenti relativi a quel determinato fattore, i voti di soddisfazione espressi dai clienti che hanno avuto recenti problemi, e la percentuale di clienti che ha avuto recenti problemi.

La tecnica può essere riassunta in tre fasi. In una prima fase si determinano gli attributi che hanno il maggiore impatto sulla soddisfazione globale. Per ciascun attributo del servizio analizzato il campione degli utenti è suddiviso in due categorie: la prima categoria comprende quegli utenti che hanno avuto recentemente (ossia negli ultimi 30 giorni) problemi relativi all'attributo

considerato; la seconda comprende gli utenti che non hanno avuto problemi con l'attributo. Di conseguenza, per ciascun attributo sono confrontati i valori medi della soddisfazione relativi ai due gruppi. La differenza tra i due valori prende il nome di *gap score* e gli attributi sono ordinati secondo i relativi *gap score*.

La seconda fase consiste nel calcolare per ciascun attributo la percentuale di utenti che ha riscontrato recentemente problemi con esso. Può verificarsi che un attributo sia caratterizzato da un grosso *gap score*, ma che la percentuale di utenti che ha avuto problemi con esso sia bassa, o viceversa.

Infine, nella terza fase le percentuali calcolate vengono moltiplicate per i corrispondenti *gap score*. Tale prodotto è denominato *Impact Score*. A questo punto, gli attributi sono elencati in ordine decrescente secondo il proprio *Impact Score*. Gli attributi nelle posizioni più elevate sono quelli che maggiormente determinano la soddisfazione globale.

### **2.3 Le tecniche generiche di analisi statistica per la misura della *customer satisfaction***

#### *2.3.1. Calcolo delle medie, varianze ed intervalli di confidenza*

Una prima misura della qualità dei servizi si ottiene dalla media aritmetica dei voti di importanza e di soddisfazione espressi dal campione intervistato sui diversi aspetti del servizio. Il calcolo dei valori medi dei voti di soddisfazione rappresenta una tecnica di valutazione della qualità e consente di classificare i fattori che rappresentano i diversi aspetti del servizio, dal più critico (voto medio di soddisfazione più basso) al meno critico (voto medio di soddisfazione più alto).

Il calcolo dei valori medi dei voti di importanza consente, invece, di classificare i fattori di qualità, da quello ritenuto maggiormente importante e da cui l'utente si aspetta un livello di qualità maggiore (voto di importanza più alto) a quello che l'utente non considera particolarmente (voto di importanza più basso).

Generalmente, la soddisfazione è misurata dal confronto tra i voti di soddisfazione ed i voti di importanza mediante il calcolo della distanza tra questi, ovvero la distanza tra attese e percezioni. La differenza tra qualità attesa e

percepita può essere rappresentata graficamente. Nel caso in cui esiste un *gap* tra qualità attesa e qualità percepita significa che c'è insoddisfazione nel cliente. Maggiore è il *gap*, maggiore è il livello di insoddisfazione.

Si è già specificato che in taluni casi si determina una zona di tolleranza delle attese, definita da un livello massimo desiderato delle attese ed un livello minimo accettabile. In questi casi si determina sia il *gap* tra la percezione e le attese massime sia tra la percezione e le attese minime.

Dai voti medi di soddisfazione calcolati per i fattori di qualità si può ricavare un giudizio sul servizio globale dato dalla media dei suddetti voti. Nel caso in cui sono richiesti agli utenti sia i voti di soddisfazione sia i voti di importanza, è conveniente calcolare il giudizio sul servizio globale tramite una media ponderata dei voti medi di soddisfazione sui voti medi di importanza, per tener conto dei fattori a cui i clienti danno maggiore peso. Da questo calcolo si ricava un indicatore della qualità globale spesso indicato in letteratura come *Customer Satisfaction Index (CSI)*; un'applicazione si ritrova in Bhave (2002).

Con il calcolo delle medie si sintetizza una molteplicità di dati in un unico valore. Questa operazione di sintesi fornisce un'informazione interessante, ma non sufficiente, sulla soddisfazione del cliente. Pertanto, è necessario considerare qualche indicatore di variabilità, al fine di individuare il livello di dispersione dei dati intorno alla media e di identificare quindi situazioni di eterogeneità o di omogeneità dei dati rilevati. Calcolando, ad esempio, la varianza o la deviazione standard dei voti espressi dai clienti per ciascun attributo si ottiene una misura di quanto siano omogenei o meno i giudizi degli utenti su ciascun attributo di qualità del servizio, sia in termini di soddisfazione che di importanza.

Infine, sulla base delle varianze campionarie può essere calcolato l'intervallo di confidenza che rappresenta l'intervallo che, con una certa probabilità, comprende i valori che i voti medi di soddisfazione e di importanza assumono nell'universo.

### 2.3.2. Rappresentazioni grafiche

Un semplice metodo per analizzare la *customer satisfaction* e valutare, quindi, il livello di qualità dei servizi è quello di rappresentare graficamente i dati raccolti

durante le indagini campionarie. Le tipologie di grafico utilizzate sono svariate. Si possono utilizzare diagrammi a barre o istogrammi per rappresentare i voti medi di soddisfazione e di importanza espressi dagli intervistati.

Un altro esempio di grafico è lo *scattergram*, un diagramma a dispersione che enfatizza le relazioni tra due variabili. I valori delle variabili sono rappresentati su un diagramma che ha per asse delle ascisse e per asse delle ordinate le due variabili considerate. L'asse delle ascisse dovrebbe rappresentare la variabile indipendente, l'asse delle ordinate quella dipendente. Lo *scattergram* consente anche di verificare visivamente se ci sono degli *outliers* nei dati analizzati.

Nel caso in cui il diagramma riporti sugli assi le variabili relative alla soddisfazione ed all'importanza degli attributi di qualità del servizio si rimanda al paragrafo 2.3.3. in cui viene descritta la tecnica della *quadrant analysis* che si basa, appunto, su un digramma a dispersione.

Un particolare diagramma a dispersione è quello in cui sull'asse delle ascisse è rappresentata la variabile relativa alla soddisfazione media di ciascun attributo e sull'asse delle ordinate una variabile che fornisce una misura della omogeneità delle risposte sulla soddisfazione di ciascun attributo, ad esempio la varianza campionaria dei voti di soddisfazione. In questo modo si può osservare come sono stati valutati gli attributi in termini di soddisfazione e come questa valutazione sia omogenea fra gli utenti.

### 2.3.3. *Quadrant analysis*

Considerando le due dimensioni secondo cui possono essere valutati i fattori di qualità del servizio, ovvero importanza e soddisfazione, e combinandole su un grafico otteniamo una mappa su cui è possibile fare una serie di riflessioni e, in particolare, identificare quali sono i fattori chiave su cui bisogna puntare per migliorare un servizio. Si tratta di una tecnica, spesso denominata *quadrant analysis* (analisi dei quadranti), la quale rappresenta un utile strumento per determinare quali aree del servizio necessitano di miglioramenti in modo da aumentare la soddisfazione globale degli utenti e quindi la qualità del servizio. Per applicare la tecnica bisogna determinare i livelli di importanza e di soddisfazione attribuiti

dagli utenti ai vari aspetti del servizio ed al servizio globale. La tecnica consente di valutare il livello di qualità dei singoli fattori attraverso un grafico a dispersione ottenuto ponendo sugli assi grandezze riguardanti l'importanza (qualità attesa) e la soddisfazione (qualità percepita). Questa tecnica è stata molto utilizzata per analizzare la qualità dei servizi e la *customer satisfaction*, ed è stata denominata in diversi modi, come ad esempio mappa delle opportunità, mappa di posizionamento, *Importance-Performance Analysis (IPA)* (Martilla e James, 1977), approccio delle matrici, mappa del gradimento, grafico delle decisioni.

Tipicamente i dati raccolti sulla soddisfazione e sull'importanza sono rappresentati su di un grafico in cui sull'asse delle ascisse è riportata la variabile relativa all'importanza e sull'asse delle ordinate quella relativa alla soddisfazione. Si può utilizzare l'importanza dichiarata dagli intervistati in termini di voto (valore medio), oppure l'importanza calcolata tramite tecniche di analisi multivariata come, ad esempio, la regressione o l'analisi di correlazione.

Infatti, chiedere un voto di importanza direttamente all'utente potrebbe determinare delle distorsioni durante l'analisi dei dati, dovute al fatto che nell'indicare un voto di importanza sul singolo fattore l'utente non tiene conto delle interrelazioni esistenti tra i diversi fattori e tende ad enfatizzare ciò che vorrebbe veder migliorato indipendentemente dal livello d'importanza attribuita ai vari fattori. Inoltre, chiedere allo stesso tempo un voto di importanza ed uno di soddisfazione può comportare una distorsione dovuta al fatto che il livello di soddisfazione è già un subconscio, o conscio, confronto tra un livello di soddisfazione e un livello di aspettativa e dichiarare il livello d'importanza induce a rispondere sulla soddisfazione razionalmente per cercare di essere coerenti con l'importanza asserita. Per queste ragioni calcolare l'impatto relativo dei fattori mediante tecniche di analisi multivariata, riduce la distorsione poiché al cliente viene chiesto soltanto di dichiarare la propria soddisfazione.

Generalmente i valori medi relativi all'importanza ed alla soddisfazione identificano l'incrocio tra l'asse delle ascisse e delle ordinate, e di conseguenza i quattro quadranti, in ognuno dei quali si collocano i vari fattori in relazione ai loro voti medi. I fattori di qualità ricadenti nel I quadrante (quadrante superiore

destro), spesso denominato come quadrante delle “energie”, presentano valori medi di importanza e di soddisfazione alti e rappresentano le opportunità di aumentare o mantenere il vantaggio competitivo. Il II quadrante (quadrante inferiore destro), spesso denominato come quadrante delle “debolezze”, contiene i fattori che hanno valore medio di importanza alto ed un valore medio di soddisfazione basso e necessitano di immediata attenzione. Nel III quadrante (quadrante inferiore sinistro), spesso denominato come quadrante delle “debolezze irrilevanti”, ricadono quei fattori caratterizzati da entrambi i valori medi di importanza e di soddisfazione bassi, che rappresentano quei fattori di bassa priorità sui quali non è conveniente concentrare particolare attenzione. Infine, il IV quadrante (quadrante superiore sinistro) spesso denominato come quadrante degli “eccessi”, contiene quei fattori con valore medio di importanza basso e valore medio di soddisfazione alto; le risorse spese su questi fattori dovrebbero essere destinate altrove poiché per questi risulterebbero eccessive.

La tecnica dell’analisi dei quadranti si presenta in diverse forme che variano tra loro in base alle grandezze utilizzate (importanza dichiarata o calcolata, valori medi delle grandezze adottate, percentuali degli intervistati che danno un determinato giudizio, *etc.*), al criterio adottato per definire l’incrocio degli assi (valore medio, altro valore definito dall’analista), alla denominazione dei quadranti.

Una variante della tecnica descritta consiste nello scambiare semplicemente le variabili di importanza e soddisfazione sugli assi.

Altre tipologie di *quadrant analysis* sono quelle in cui le variabili sono rappresentate dalla soddisfazione misurata in termini di voti espressi dagli intervistati e dall’importanza calcolata come correlazione tra i voti di soddisfazione di ciascun attributo e il voto di soddisfazione globale, oppure come coefficiente di un modello di regressione in cui le variabili indipendenti sono i fattori di qualità e la variabile dipendente il servizio globale, oppure come coefficienti ricavati da un’analisi fattoriale. In Matzler *et alii* (2004a) l’importanza di ciascun fattore di qualità è rappresentata dal coefficiente calcolato tramite regressione lineare, mentre in Deng (2007) è utilizzata l’importanza derivata

implicitamente, calcolata tramite una regressione con variabili logaritmiche naturali.

Un altro esempio di analisi dei quadranti riporta sull'asse delle ascisse la percentuale di clienti soddisfatti sui diversi fattori che si analizzano e sull'asse delle ordinate l'importanza calcolata come correlazione dei singoli fattori con la soddisfazione globale (Ronda Britt, 2004).

Un'altra variazione dell'analisi dei quadranti consiste nel porre sulle ascisse l'importanza calcolata tramite la correlazione tra i fattori e la soddisfazione globale e sulle ordinate i voti di importanza dichiarati direttamente dagli utenti. In questo modo i quattro quadranti assumono i seguenti significati: il I quadrante (quadrante superiore destro) è quello della "fedeltà", il quale contiene quei fattori che influiscono direttamente sulla motivazione del cliente; il II quadrante (quadrante superiore sinistro) è quello delle "opportunità", il quale contiene fattori che possono dare un valore aggiunto al servizio; il III quadrante (quadrante inferiore sinistro) è indicato come quadrante della "bassa priorità" e contiene quei fattori che richiedono una bassa manutenzione; infine, il IV quadrante (quadrante inferiore destro) è il quadrante dell'"igiene" e contiene quei fattori che non devono andare necessariamente oltre gli standard accettabili (MORI, 2002).

Per ciò che riguarda il criterio adottato per definire l'incrocio degli assi possono esserci casi in cui l'incrocio non è dato dai valori medi della soddisfazione e dell'importanza, ma da valori definiti dall'analista. Ad esempio, nell'ipotesi in cui i voti siano espressi su una scala da 1 a 10, l'incrocio tra i due assi può coincidere con il punto in cui la soddisfazione e l'importanza assumono un valore pari a 6.

#### 2.3.4. *Correlation analysis*

L'analisi di correlazione (in inglese *correlation analysis*) misura il grado di correlazione tra due variabili. La correlazione indica il grado di variabilità di una variabile al variare di un'altra, ovvero la forza della relazione tra due variabili. Per sapere, quindi, se esiste un legame tra due variabili, ovvero se una variabile esercita una certa influenza sull'altra, si calcola un coefficiente di correlazione.

Quando la dipendenza tra due variabili è lineare si parla di correlazione lineare e si utilizza un coefficiente di correlazione  $\rho_{ij}$ , detto di Bravais-Pearson, che misura la forza della relazione lineare tra le due variabili. Considerando una matrice di dati in cui  $x_{hi}$  è il generico elemento, il coefficiente di correlazione tra le due variabili,  $X_i$  ed  $X_j$ , si calcola con la formula seguente dove  $r_{ij}$  è lo stimatore di  $\rho_{ij}$ :

$$r_{ij} = \frac{\sum_h^n (x_{hi} - \bar{x}_i)(x_{hj} - \bar{x}_j)}{\left[ \sum_h^n (x_{hi} - \bar{x}_i)^2 \sum_h^n (x_{hj} - \bar{x}_j)^2 \right]^{1/2}} \quad (i, j = 1, \dots, p) \quad (2.6)$$

in cui  $\bar{x}_i$  e  $\bar{x}_j$  sono gli stimatori della media delle variabili, il numeratore rappresenta la covarianza tra le variabili, e il denominatore è il prodotto tra le deviazioni standard delle due variabili (Fabbris, 1997). Il coefficiente di correlazione può assumere valori tra +1 e -1. Il segno del coefficiente definisce la direzione della relazione tra due variabili; se il coefficiente di correlazione è positivo significa che al crescere del valore di una variabile cresce anche il valore dell'altra, mentre un coefficiente di correlazione negativo indica che al crescere del valore di una variabile il valore dell'altra decresce, e viceversa. Il valore assoluto del coefficiente di correlazione misura la forza della relazione. Quando il coefficiente di correlazione assume il valore esatto di +1 o -1, allora si parla di correlazione perfetta e ciò significa che, rappresentando su uno *scattergram* i valori assunti dalle due variabili, i punti si allineano perfettamente su una retta. Al contrario, un coefficiente di correlazione pari a 0 indica che non esiste nessuna relazione tra le due variabili considerate, e su uno *scattergram* si avrebbero dei punti disposti in maniera casuale che non hanno una direzione distinguibile.

Nella misura della *customer satisfaction* l'analisi di correlazione permette di misurare il legame esistente tra gli attributi di qualità del servizio, o tra gli attributi di qualità e la soddisfazione sul servizio globale. Applicazioni della tecnica per la misura della *customer satisfaction* si trovano, ad esempio, in Lau e Huang (1999) in cui la correlazione è effettuata per capire quali fattori influenzano l'orientamento dei clienti dei rappresentanti al dettaglio, ed in Deng (2007) in cui la tecnica è applicata al caso del turismo primaverile in Taiwan.



### 2.3.5. Factor analysis

L'analisi fattoriale (in inglese *factor analysis*) è un metodo statistico utilizzato per ridurre un sistema complesso di correlazioni in uno di minori dimensioni. Questa tecnica consente, quindi, di ridurre il numero di fattori iniziali ottenendo una struttura di dati semplice ed informativa quanto quella di partenza. La tecnica è stata sviluppata originariamente nel campo della psicologia, ed in particolare nell'ambito di studi su test mentali e attitudinali (Spearman, 1904; Thurstone, 1931, 1935, 1947). Negli anni si è verificato un calo di interesse per l'analisi fattoriale, dovuto forse all'indeterminatezza e non unicità della soluzione fattoriale (Fabbris, 1997). Una parziale rassegna di applicazioni in settori di studio diversi da quello psicologico si trova in Harman (1976); alcuni contributi italiani si trovano invece in Chiandotto e Rizzi (1980).

La tecnica della *factor analysis* è utilizzata per spiegare i rapporti di correlazione tra i diversi fattori in funzione di un numero ridotto di "fattori non osservabili", definiti come "dimensioni" o variabili latenti.

Nel seguito viene brevemente descritto il modello di analisi fattoriale (Fabbris, 1997). Si supponga di aver osservato un insieme di  $p$  variabili quantitative o dicotomiche presso  $n$  unità statistiche ( $n$  abbastanza grande in rapporto a  $p$ ), di aver ordinato le osservazioni nella matrice  $X$  il cui elemento generico  $x_{bj}$  denota il valore della variabile  $x_j$  osservato presso l'unità  $b$ , e di aver successivamente standardizzato i dati in senso statistico, per cui le variabili hanno media 0 e varianza 1; si supponga, inoltre, che tra le variabili osservate le relazioni siano simmetriche e lineari.

Il modello di analisi fattoriale si esprime tramite la seguente equazione:

$$\begin{aligned} x_j &= a_{j1}f_1 + a_{j2}f_2 + \dots + a_{jq}f_q + u_jc_j \\ &= \sum_i^q a_{ji}f_i + u_jc_j \quad (j=1, \dots, p) \end{aligned} \quad (2.7)$$

nella quale  $f_i$  ( $i=1, \dots, q$ ) rappresenta il fattore comune  $i$ -esimo;  $a_{ij}$  è il coefficiente che lega il fattore  $f_i$  alla variabile  $x_j$  ed è noto come peso fattoriale (*factor loading*);  $c_j$  è il fattore specifico di  $x_j$  e  $u_j$  è il suo coefficiente. L'equazione può scriversi in forma matriciale nel seguente modo:

$$X = FA' + E \quad (2.8)$$

dove  $F$  è la matrice ( $n \times q$ ) di fattori,  $A'_q$  è una matrice di pesi fattoriali di ordine ( $p \times q$ ),  $E = CU$  è una matrice ( $n \times p$ ) di fattori specifici e  $U$  è la matrice diagonale di coefficienti dei fattori specifici  $c_1, c_2, \dots, c_p$ . Il fattore  $f_i$  si dice “comune” perché presente in tutte le  $p$  possibili equazioni; se ha coefficienti non nulli con tutte le variabili si dice “generale”. Il fattore  $c_j$  si dice “specifico” perché appartiene solo alla variabile  $x_j$ . Ogni fattore comune è una combinazione lineare di tutte le variabili osservate:

$$f_i = \sum_j^p w_{ji} x_j \quad (i = 1, \dots, q) \quad (2.9)$$

dove  $w_{ji}$  è il coefficiente fattoriale (*factor score coefficient*) della variabile  $x_j$  nella combinazione  $f_i$ .

Normalmente l'analisi fattoriale è eseguita sulla matrice di correlazione ed il numero massimo di fattori da estrarre è pari proprio al rango della matrice di correlazione, anche se il numero di fattori che sono analizzati è generalmente inferiore. La procedura più comune di estrazione dei fattori consiste nell'estrarre le componenti principali e nel trasformare la matrice di correlazione in funzione di queste. Per un approfondimento sulla procedura di calcolo delle componenti principali si veda Fabbris (1997).

I fattori possono essere ortogonali, ossia non correlati, oppure obliqui, ossia correlati. Essendo la variabile  $x_j$  esprimibile in funzione di fattori comuni e di un fattore specifico, anche la sua varianza è scomponibile in due parti: la varianza comune, o comunanza, e la varianza unica, o unicità. La comunanza, quindi, è la frazione di varianza spiegata dall'insieme dei fattori comuni e cresce all'aumentare del numero dei fattori. Un problema che si presenta nell'analisi fattoriale è la determinazione del numero dei fattori. Spesso questo problema è risolto tramite la regola di considerare solo gli autovalori maggiori o uguali ad 1 (Guttman, 1954; Kaiser, 1960). Per semplificare la struttura dei fattori si esegue una rotazione degli stessi, ovvero un cambiamento di posizione delle dimensioni estratte nella prima fase dell'analisi, mantenendo fissa l'origine. La soluzione ideale è quella in cui tutti

i pesi fattoriali sono prossimi a 0 oppure ad 1. Le soluzioni più utilizzate rispettano l'ortogonalità dei fattori. Fra le rotazioni ortogonali le più comunemente utilizzate sono la rotazione *Varimax* (Kaiser, 1958), *Quartimax* (Carroll, 1953) ed *Equamax*.

La rotazione *Varimax* agisce sui pesi dei fattori facendo convergere proporzionalmente verso 0 quelli più bassi e proporzionalmente verso 1 quelli più alti. Con questo criterio di rotazione, le modifiche avvengono sulle colonne della matrice di pesi fattoriali. Idealmente, è come se la rotazione fosse eseguita colonna per colonna della matrice dei pesi fattoriali, mantenendo fissa la varianza del quadrato dei pesi fattoriali per colonna. E' una trasformazione utile soprattutto in presenza di più fattori. Inoltre, è raccomandabile se si vuole ottenere una separazione netta tra i fattori e se la rotazione è effettuata alla cieca, senza precisi criteri di riferimento. Questo tipo di rotazione non dà, invece, buoni risultati se è estratto un solo fattore generale sul quale la maggior parte delle variabili ha pesi rilevanti.

Nel caso della rotazione *Quartimax* è come se la rotazione fosse eseguita riga per riga sulla matrice dei pesi fattoriali. L'applicazione di questo criterio rende facile l'attribuzione dei fattori comuni alla singola variabile. Questa tipologia di rotazione è adatta per identificare i fattori che governano la variabilità dei caratteri osservati.

La rotazione *Equamax* è una soluzione di compromesso tra i due criteri appena descritti: invece di concentrarsi sulla semplificazione dei pesi sulle righe o di quelli sulle colonne, tenta di realizzare una semplificazione simultanea, mantenendo costante la varianza complessivamente spiegata dalla soluzione fattoriale. Il criterio *Equamax* non è in genere efficace nella ricerca di strutture semplici.

Le rotazioni non ortogonali sono procedimenti iterativi di variazione dell'angolo tra coppie di assi dopo una rotazione ortogonale. Il metodo *Promax* parte con una rotazione ortogonale *Varimax* dei pesi originari. Poi si cerca una trasformazione dei pesi ruotati che incrementi i pesi già grandi in assoluto e riduca quelli più piccoli, con un procedimento iterativo di aggiustamento. L'angolo tra gli assi varia secondo passi predeterminati fino a trovare la soluzione "ottima". Alla

fine del processo gli assi possono essere molto avvicinati, e, di conseguenza, la correlazione tra i fattori può risultare molto elevata.

Dopo aver eseguito l'analisi fattoriale, i risultati devono essere interpretati. Ci sono alcune condizioni che devono essere verificate affinché si possa dire che l'analisi ha avuto successo. Se il grafico degli autovalori mostra una forma a gomito, l'ipotesi dell'esistenza di fattori è plausibile. Inoltre, se le correlazioni parziali nette sono elevate in rapporto alle correlazioni iniziali, significa che i fattori specifici dominano su quelli comuni, e, quindi, che l'analisi non ha avuto successo. Il rapporto fra fattori comuni e fattori specifici si può esprimere come la media delle comunanze delle  $p$  variabili, oppure con la misura di "Kaiser-Meyer-Olkin":

$$KMO = \frac{\sum_i^p \sum_{j \neq i}^p r_{ij}^2}{\sum_i^p \sum_{j \neq i}^p r_{ij}^2 + \sum_i^p \sum_{j \neq i}^p r_{ij \cdot 1, 2, \dots, q}^2} \quad (2.10)$$

dove si denota con  $r_{ij \cdot 1, 2, \dots, q}$  il coefficiente di correlazione tra  $x_i$  e  $x_j$  al netto dei fattori estratti e con  $r_{ij}$  il coefficiente di correlazione semplice tra le stesse variabili. Kaiser (1974) suggerisce di valutare "meraviglioso" l'indice che assume un valore almeno pari a 0,9, "meritorio" quello tra 0,8 e 0,9, "medio" tra 0,7 e 0,8, "mediocre" tra 0,6 e 0,7, "scarso" tra 0,5 e 0,6, "inaccettabile" quello inferiore a 0,5.

Esistono due tipologie di analisi fattoriale: esplorativa e confermativa. La prima è quella tipica nella ricerca sociale. Essa non procede da assunti predefiniti, ovvero il ricercatore non ha ipotesi da valutare circa il legame tra le variabili ed i fattori vengono determinati dai dati. L'analisi fattoriale confermativa, invece, verifica e conferma le ipotesi fatte dal ricercatore ed utilizzate nei modelli ad equazioni strutturali (cfr. par. 3.2.2).

L'analisi fattoriale è molto utilizzata negli studi sulla *customer satisfaction* per identificare le dimensioni del servizio in cui ricadono i vari fattori di qualità e può essere utilizzata sia per fini esplorativi in modo da indicare eventuali fattori da omettere nella raccolta delle informazioni sulla qualità del servizio fornite dagli

utenti dello stesso durante le interviste, sia per confermare le ipotesi effettuate nei modelli ad equazioni strutturali.

In letteratura esistono diverse applicazioni dell'analisi fattoriale al caso della *customer satisfaction*. Lam e Zhang (1999) applicano l'analisi fattoriale per valutare la soddisfazione dei clienti sui servizi offerti da agenti di viaggio e capire, quindi, quali attributi del servizio sono maggiormente correlati alla soddisfazione globale. Choi e Chu (2001) utilizzano l'analisi fattoriale per determinare i fattori che influenzano la soddisfazione dei clienti degli hotel. Molte applicazioni sono contenute in articoli in cui sono sviluppati dei modelli ad equazioni strutturali. A titolo di esempio, in Mai e Ness (2006) viene proposto un modello ad equazioni strutturali per misurare la soddisfazione del cliente che ordina specialità culinarie tramite posta e viene effettuata un'analisi fattoriale esplorativa e una confermativa. In Manning *et alii* (2005) è effettuata un'analisi fattoriale confermativa per verificare un modello di misurazione della soddisfazione dei clienti nel campo del turismo ed in Chiou (2004) per la soddisfazione degli utenti di servizi Internet.

### 2.3.6. *Cluster analysis*

L'analisi di raggruppamento, o *cluster analysis*, è una tecnica statistica che ha lo scopo di raggruppare in sotto-insiemi o classi elementi o variabili appartenenti ad un insieme più ampio, in modo tale che gli elementi appartenenti ad ogni gruppo siano il più possibile omogenei tra loro e che i diversi gruppi siano invece il più possibile eterogenei.

La *cluster analysis* è stata definita negli anni con termini diversi, a seconda dei campi in cui è stata applicata: tassonomia numerica (Sneath e Sokal, 1973) o matematica (Jardine e Sibson, 1971), analisi di classificazione non forzata (Bellacicco, 1976), botriologia (Good, 1977).

Gli ambiti di applicazione della tecnica sono numerosi. Innanzitutto, la tecnica risulta utile per ridurre i dati in forma grafica semplice e parsimoniosa, ovvero su poche dimensioni. In secondo luogo, effettuare una *cluster analysis* è conveniente prima di provare un qualsiasi modello di analisi sui dati rilevati per intuire i *patterns*

presenti nei dati. Un ulteriore importante scopo dell'analisi di raggruppamento è quello di identificare dei tipi, ovvero individuare gruppi di unità con caratteristiche distintive. Sono numerosi gli studi e le applicazioni sull'impiego dell'analisi di raggruppamento per stratificare unità statistiche (Golden e Yeomans, 1973; Morrison, 1967; Green *et alii*, 1967; Biggeri, 1977).

Gli algoritmi utilizzati per effettuare l'analisi di raggruppamento sono moltissimi. I motivi principali di tanto interesse per questo tipo di algoritmi sono legati al fatto che le tecniche di analisi di raggruppamento sono largamente usate nei più svariati campi di ricerca (fisica, scienze sociali, economia, medicina, *etc.*), in cui la classificazione dei dati disponibili è un momento essenziale nella ricerca di modelli interpretativi della realtà; inoltre, l'evoluzione degli strumenti di calcolo automatico ha consentito di affrontare senza difficoltà la complessità computazionale che è insita in molti dei metodi di classificazione e che in precedenza aveva spinto i ricercatori ad orientarsi verso quelle tecniche di analisi dei gruppi che erano più facilmente applicabili. Si è resa così possibile la produzione di diversi algoritmi di classificazione, sempre più complessi dal punto di vista computazionale, ma anche sempre più efficienti nel trarre informazioni dai dati attraverso una loro opportuna classificazione.

Gli algoritmi possono essere di tipo gerarchico o non gerarchico. In un'analisi gerarchica dei gruppi ogni classe fa parte di una classe più ampia, la quale è contenuta a sua volta in una classe di ampiezza superiore, e così in progressione fino alla classe che contiene l'intero insieme di entità analizzate (Costantinescu, 1966; Hartigan, 1967; Johnson, 1967).

Le tecniche di analisi gerarchica si possono ulteriormente distinguere in tecniche agglomerative e tecniche divisive o scissorie. Sono agglomerative quelle tecniche che, partendo da  $n$  elementi distinti, producono di volta in volta un numero decrescente di *clusters* di ampiezza crescente, fino ad associare in un unico gruppo tutte le  $n$  unità di partenza. Viceversa, le tecniche scissorie ripartiscono gli stessi  $n$  elementi, inizialmente compresi in un unico insieme, in gruppi sempre più piccoli e numerosi, finché il numero di *clusters* viene a coincidere con il numero delle unità.

In particolare, nell'analisi agglomerativa, date una matrice simmetrica di prossimità tra  $n$  entità, si trova la coppia di entità più prossime e con queste si forma un gruppo. Tra le entità che fanno parte del gruppo si assume distanza nulla, e la distanza tra questo nuovo gruppo e le rimanenti entità è unica. A questo punto si individua nella matrice di prossimità, che ora è di ordine  $n-1$ , l'entità più prossima, si forma un altro gruppo e si calcolano nuovamente le distanze tra il gruppo formato e le rimanenti entità. Il procedimento si ripete fino a quando tutte le unità fanno parte di un unico gruppo. Il modo in cui si calcola la distanza tra il gruppo formato e le rimanenti entità dipende dalla strategia di aggregazione scelta. Esistono diversi metodi, fra cui il metodo della media di gruppo che definisce la distanza fra i *clusters* come la distanza media fra tutte le coppie di punti dei quali uno appartiene ad un *cluster* e l'altro appartiene all'altro *cluster*, il metodo del centroide che calcola la distanza fra due *clusters* come la distanza fra le medie per tutte le variabili (Sokal e Michener, 1958), il metodo della mediana che assegna uguali "pesi" ai due *clusters* nel calcolo del centroide (Gower, 1966), il metodo del legame singolo (Johnson, 1967) con il quale la distanza fra i *clusters* è calcolata come la distanza fra i due punti più vicini, il metodo del legame completo con il quale la distanza fra i *clusters* è calcolata come la distanza fra i due punti più lontani (Mac-Naughton-Smith, 1964; Johnson, 1967), il metodo della media ponderata (Mc Quitty, 1966), il metodo di Ward che combina i *clusters* in modo tale che ad ogni passaggio agglomerativo i due *clusters* che si fondono sono quelli con il più piccolo incremento nella somma totale del quadrato delle distanze all'interno del *cluster* (Ward, 1963) e il metodo flessibile di Lance e Williams (Lance e Williams, 1967).

Le procedure divisive, o scissorie, si basano sulla suddivisione dell'insieme di entità sulla base di un attributo dicotomico alla volta, o di tutti gli attributi ad un tempo. Il procedimento è concettualmente opposto a quello dell'aggregazione progressiva delle unità, poiché le  $n$  unità fanno parte di un unico gruppo ed in  $n-1$  passi si arriva alla formazione di  $n$  gruppi ognuno composto da una sola unità. Un esempio di metodo ricadente in questa categoria è quello delle *k-means* (MacQueen, 1967), che è un metodo basato sulla distanza tra centroidi.

Quando l'algoritmo produce un'unica suddivisione dell'insieme di partenza, considerata ottimale rispetto al criterio adottato, la classificazione risultante è non gerarchica. Appartengono a questa categoria tutte le classificazioni prodotte da un metodo di programmazione matematica o quelle che, tentando di migliorare una suddivisione provvisoria delle unità, effettuano una serie di riallocazioni finché non risulta soddisfatto un dato criterio di ottimalità. I metodi non gerarchici dipendono in generale dalla presenza o assenza di centri, e dall'esistenza o meno di una funzione obiettivo. Queste suddivisioni in realtà non comprendono tutti i vari tipi di metodi, ma riescono comunque a classificare quelli più usati.

La *cluster analysis* è ampiamente utilizzata nel campo del marketing per descrivere e quantificare i segmenti dei clienti ed è quindi una delle tecniche applicate per l'analisi di dati rilevati da indagini di *customer satisfaction*. Diverse sono le applicazioni presenti nella letteratura scientifica. Un esempio di applicazione si può trovare in Chandra e Menezes (2001) in cui si applicano tecniche di analisi multivariata, tra le quali la *cluster analysis*, al settore del turismo internazionale; in Mihelis *et alii* (2001) la tecnica è utilizzata per analizzare la *customer satisfaction* nel settore bancario; in Agus (2004) ed in Agus *et alii* (2007) si analizza la *customer satisfaction* per un settore di servizi pubblici in Malesia; altre applicazioni relative al marketing si trovano in Yasin *et alii* (2004) ed in Xia *et alii* (2007).

### 2.3.7. *Conjoint analysis*

L'analisi congiunta (in inglese *conjoint analysis*) è una tecnica di analisi statistica multivariata che è stata molto utilizzata negli ultimi anni nelle ricerche di marketing. La tecnica è finalizzata allo studio dei modelli di scelta dei consumatori, a partire dai giudizi di preferenza espressi da questi ultimi rispetto a diversi profili dei prodotti/servizi (Gustafsson *et alii*, 2001). La tecnica consiste nel sottoporre ad un campione di utenti un questionario contenente una serie di schede, ciascuna relativa ad una descrizione o rappresentazione di alcune profili del prodotto/servizio in esame, che possono anche non essere necessariamente esistenti. Ogni profilo è basato sulle combinazioni di alcune caratteristiche del prodotto/servizio stesso (attributi o fattori). Al campione di utenti viene chiesto



di esprimere un giudizio di valutazione globale sui vari profili presentati ed elaborando opportunamente questi giudizi si può giungere a stimare l'importanza delle singole caratteristiche del prodotto/servizio esaminato ed a valutare inoltre quali siano le migliori alternative (o livelli) per ognuna delle caratteristiche menzionate. Le modalità di utilizzo dell'analisi congiunta sono discusse in Green e Rao (1971), Green e Wind (1975), Green e Srinivasan (1978).

In letteratura diversi autori indicano la tecnica di analisi congiunta come tecnica delle Preferenze Dichiarate (*SP*, dall'inglese *Stated Preference*) e non di *conjoint analysis*, anche se si riferiscono alla stessa tecnica di scomposizione dell'utilità in utilità parziali. Abituamente, la dicitura *Stated Preference* è utilizzata dagli economisti, mentre la dicitura *conjoint analysis* dai ricercatori di marketing.

La tecnica di analisi congiunta comporta diverse fasi e per ciascuna fase esistono metodi alternativi di implementazione. Dalla combinazione dei metodi secondo cui sono sviluppate le diverse fasi si delineano diverse tipologie di analisi congiunta (Green e Srinivasan, 1978).

Una prima fase consiste nella selezione di un modello di preferenza (*vector model, ideal-point model, part-worth function model, mixed model*). I modelli di preferenza dell'utilità sono delle formulazioni matematiche che definiscono i livelli di utilità per ciascun attributo considerato nel profilo del prodotto/servizio. Utilità più alte sono assegnate ai livelli degli attributi maggiormente preferiti, e viceversa.

Una seconda fase riguarda il metodo di raccolta dei dati, che può essere del tipo *two-factor-at-a-time*, noto anche come analisi *trade-off*, oppure del tipo *full-profile*. L'analisi *trade-off* consiste nel presentare ai rispondenti una matrice formata dalle combinazioni dei livelli di due attributi, i quali devono ordinare le loro preferenze considerando tutte le celle della matrice. Nel metodo *full-profile*, che consiste nel presentare al rispondente dei cartellini che descrivono l'intero profilo, si può utilizzare il piano fattoriale fratto o quello completo.

Il piano fattoriale completo include tutte le combinazioni dei livelli degli attributi considerati. Il piano fattoriale fratto, invece, non comprende tutte le possibili combinazioni e consente, pertanto, di alleggerire il compito richiesto agli intervistati. Infatti, al crescere dei livelli dei fattori e del numero dei fattori,

crescerebbe anche il numero di possibili combinazioni, e quindi nel caso di un piano fattoriale completo sarebbe impensabile chiedere ad un individuo un giudizio su tutte le combinazioni, quando il numero di profili va oltre la soglia dei 15-20; questo richiederebbe troppo tempo e disponibilità al rispondente per completare l'intervista. Inoltre, sorgono problemi sull'attendibilità delle risposte, ad esempio per il calo dell'attenzione del rispondente o per l'incapacità di gestire tutte le informazioni sui vari profili.

Esistono differenti procedure di parzializzazione del piano fattoriale completo. Queste procedure sono utilizzate generalmente per selezionare trattamenti che garantiscono l'ortogonalità, ossia l'indipendenza fra le combinazioni di attributi. Tuttavia, in questi casi, si perde la possibilità di stimare alcuni effetti di interazione tra i fattori. Le procedure usualmente adottate sono: la "scomposizione a blocchi" e il "piano fattoriale fratto". La prima consiste nella suddivisione dei trattamenti alternativi in blocchi da sottoporre a gruppi di decisori diversi. La seconda procedura consiste nell'eliminare alcuni trattamenti che consentono di stimare le interazioni di ordine elevato tra gli attributi. La procedura si basa su una "relazione definente" che descrive come ottenere i livelli di alcuni attributi a partire da quelli di altri. Quando necessario, le due procedure di parzializzazione possono essere utilizzate in maniera congiunta.

Un'altra fase riguarda la presentazione delle schede agli utenti intervistati, che può essere fatta tramite una descrizione verbale o tramite rappresentazioni grafiche.

Una ulteriore fase riguarda la scala di misurazione scelta per la variabile dipendente; le prime scale adottate, a metà degli anni '60, sono quelle basate sul semplice ordinamento di preferenza dei profili (cosiddetta *conjoint analysis* non metrica); le scale di tipo intervallo o rapporto portano invece alla *conjoint analysis* metrica. Per ciò che riguarda la scala metrica bisogna osservare che l'impiego di un metro di valutazione basato su una scala ad intervallo, ad esempio un punteggio 1-10, si fonda sull'idea che, una volta formulato un processo mentale di "quantificazione", la preferenza dell'utente può opportunamente essere rappresentata da una misura che è ragionevolmente approssimabile ad una

variabile continua. Si noti che questa modalità di giudizio da una parte è considerata preferibile se comparata alla scala di semplice ordinamento, in quanto esprime l'intensità della preferenza (Gustafsson *et alii*, 2001); d'altra parte alcuni studi hanno dimostrato che usando le due diverse scale, quella a punteggio e quella ad ordinamento, i risultati che si ottengono non differiscono significativamente tra loro (Huber *et alii*, 2001). Infine, l'analisi congiunta può essere basata sulla scelta del servizio preferito, tra un certo sottoinsieme di profili; questo approccio si rifà ai modelli di scelta discreta (McFadden, 1986).

L'ultima fase da considerare riguarda il metodo di stima da utilizzare per calcolare l'importanza dei vari attributi. Si possono adottare diversi tipi di stima, tra cui l'analisi della varianza (*ANOVA*), la regressione multipla, e i modelli di scelta discreta quali Logit e Probit. Ovviamente, la scelta di utilizzo del metodo di stima dipende dal metodo di raccolta dei dati e dalla scala di misurazione scelti.

Uno dei principali vantaggi della *conjoint analysis* consiste nel fatto che l'intervistato valuta il prodotto/servizio nella sua globalità, senza esplicitare le proprie preferenze su una caratteristica specifica dello stesso.

Inoltre, la tecnica è molto utile in fase di simulazione delle possibili variazioni della domanda al variare delle caratteristiche del prodotto/servizio. Infatti, conoscendo l'importanza assegnata dagli intervistati agli attributi del prodotto/servizio, si possono prevedere le conseguenze che comporterà una variazione di ciascun attributo in termini di soddisfazione del cliente, e di conseguenza di quote di mercato.

In letteratura sono presenti diverse applicazioni della *conjoint analysis* per la misurazione della *customer satisfaction*. In Danaher (1997) la tecnica è applicata per determinare l'importanza dei fattori di qualità per gli utenti di servizi offerti da compagnie aeree ed hotel, ed è confrontata con i metodi della *gap analysis* e della regressione lineare; in Gates *et alii* (2000) l'analisi congiunta è applicata per creare piani sanitari che ottimizzino il valore per il cliente; in Kuttainen *et alii* (2005) la tecnica è applicata per determinare la soddisfazione del cliente per i siti web sul turismo; in Shaupp e Bélanger (2005) viene applicata al caso dello *shopping online* e in Kotri (2006) per verificare l'offerta delle compagnie di imballaggio.

## CAPITOLO 3

### Modelli comportamentali e non comportamentali per la misura della qualità dei servizi e della *customer satisfaction*

#### 3.1 Generalità

La qualità dei servizi può essere valutata utilizzando sia modelli non comportamentali sia modelli comportamentali. Mentre i primi sono modelli descrittivi per i quali non è formulata nessuna ipotesi specifica sul comportamento degli utenti, i secondi tentano di riprodurre, in qualche modo, il comportamento degli stessi.

La differenziazione tra queste due tipologie di modelli per la misura della qualità dei servizi scaturisce anche dalle diverse tipologie di dati che si possono utilizzare per la stima dei parametri dei modelli. Nel primo caso i modelli sono calibrati utilizzando le valutazioni degli utenti sulla qualità fatte in base alla soddisfazione espressa attraverso scale di punteggio; nel secondo caso, invece, sono utilizzate direttamente le scelte degli utenti sui servizi o sui prodotti offerti.

Per ciò che riguarda i modelli non comportamentali, nell'ambito di questa ricerca saranno approfonditi i modelli di regressione ed i modelli ad equazioni strutturali, mentre fra i modelli comportamentali saranno approfonditi i modelli di scelta discreta più noti nella letteratura scientifica. In particolare, si discuterà in maniera più puntuale dei modelli appartenenti alla famiglia Logit. Si farà particolare riferimento, inoltre, all'utilizzo dei risultati dei modelli Logit per il calcolo della disponibilità a pagare degli utenti, nota in letteratura come *Willingness-To-Pay* (*WTP*), per migliorare un determinato aspetto di un sistema di trasporto.

Infine, saranno descritte alcune applicazioni riportate in letteratura dei modelli comportamentali e non comportamentali per la valutazione della qualità dei servizi di trasporto collettivo.

## 3.2 I modelli non comportamentali

### 3.2.1 I modelli di regressione lineare

La prima, e ancora popolare, forma di regressione lineare è quella basata sul metodo dei minimi quadrati. La prima pubblicazione nota contenente un'applicazione del metodo è datata 1805, a nome di Adrien-Marie Legendre. Negli stessi anni, Carl Friedrich Gauss elabora indipendentemente lo stesso metodo, pubblicando le sue ricerche nel 1809. Sebbene Gauss sostenesse di avere sviluppato il metodo sin dal 1795, la paternità delle sue applicazioni in campo statistico è normalmente attribuita a Legendre; lo stesso termine minimi quadrati deriva dall'espressione francese, utilizzata da Legendre, *moindres carrés*. Sia Gauss sia Legendre applicano il metodo per determinare, sulla base di osservazioni astronomiche, le orbite di corpi celesti intorno al sole. Nel 1821 Gauss pubblica un ulteriore sviluppo del metodo dei minimi quadrati, proponendo una prima versione di quello che è oggi noto come teorema di Gauss-Markov.

L'origine del termine “regressione” è storicamente documentata. L'espressione “reversione” era usata nel XIX secolo per descrivere un fenomeno biologico, in base al quale la progenie di individui eccezionali tende in media a presentare caratteristiche meno notevoli di quelle dei genitori, e più simili a quelle degli antenati più remoti. Francis Galton studiò tale fenomeno, applicandovi il termine, forse improprio, di regressione verso la media (o la mediocrità). Per Galton l'espressione regressione ha solo tale significato, confinato all'ambito biologico. Il suo lavoro (Galton, 1877, 1886) fu in seguito esteso da Karl Pearson e George Udny Yule (Yule, 1897; Pearson *et alii*, 1903) a un contesto statistico più generale, e da Fisher (1922). Il termine di regressione ha poi perso in statistica il significato attribuitogli da Galton, che utilizzava il termine come sinonimo di correlazione; oggi, infatti, l'analisi della regressione è associata alla risoluzione del modello lineare.

La regressione ha come scopo principale la previsione, ovvero la costruzione di un modello attraverso cui prevedere i valori di una variabile dipendente, o risposta, a partire dai valori di almeno una variabile indipendente, o esplicativa.

Nella regressione lineare semplice si ha una sola variabile quantitativa indipendente  $X$  per prevedere una variabile quantitativa dipendente  $Y$ ; nella regressione lineare multipla si hanno, invece, più variabili esplicative ( $X_1, X_2, \dots, X_k$ ) per la previsione di una variabile dipendente  $Y$ .

La regressione lineare multipla è un caso particolare della teoria della regressione multipla.

In generale, si definisce ipersuperficie di regressione, una relazione del tipo:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k; B_0, B_1, \dots, B_k) \quad (3.1)$$

Si definisce equazione di regressione lineare multipla la particolare ipersuperficie di regressione nota come iperpiano di regressione:

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + \dots + B_k X_k \quad (3.2)$$

dove  $Y$  è la variabile dipendente,  $X_1, X_2, \dots, X_k$  sono le  $k$  variabili esplicative e con  $B_0, B_1, \dots, B_k$  i coefficienti di regressione incogniti da stimare sulla base delle informazioni contenute in  $n$  osservazioni relative alla variabile dipendente ed a ciascuna delle  $k$  variabili esplicative  $X_i$ .

Per meglio caratterizzare le stime dei coefficienti  $B_i$ , si considera ad ogni osservazione campionaria ( $j = 1, \dots, n$ ) il relativo errore  $\varepsilon_j$ , e la suddetta relazione lineare diventa:

$$y_j = B_0 + B_1 X_{1j} + \dots + B_k X_{kj} + \varepsilon_j \quad (3.3)$$

Secondo il teorema di Gauss-Markov considerando il modello lineare  $Y = BX + \varepsilon$ , dove  $\varepsilon$  è un vettore causale, si verificano le due ipotesi:

$$E(\varepsilon) = 0; \quad Var(\varepsilon) = \sigma^2 I \quad (3.4)$$

Nella prima ipotesi  $\varepsilon_j$  è una particolare determinazione di una variabile aleatoria di media zero. In altri termini, una volta individuata la retta di regressione per ogni distribuzione parziale la media degli scostamenti tra distribuzione campionaria e modello è nulla. La seconda ipotesi riguarda le relazioni intercorrenti fra le diverse osservazioni di una stessa variabile. Essa implica l'uguaglianza delle varianze di tutte le  $n$  variabili aleatorie da cui si suppongono estratte le  $n$  determinazioni del campione a disposizione.

Per stimare i coefficienti con il metodo dei minimi quadrati si minimizza l'espressione seguente:

$$\Phi(, \dots, ) = \sum [y_j - ( + X_{1j} + X_{2j} + \dots + X_{kj})]^2 = \sum \varepsilon_j^2 \quad (3.5)$$

Il metodo dei minimi quadrati si basa sulla riproduzione di una retta che interpola una dispersione di punti e sulla minimizzazione della somma dei quadrati delle distanze  $\varepsilon_j$  dei punti stessi dalla retta.

Uguagliando a zero le derivate parziali di  $\Phi$  rispetto ai parametri incogniti si ottiene un sistema dal quale si ricavano i coefficienti del modello  $B_0, B_1, \dots, B_k$ .

Oltre al metodo dei minimi quadrati, che è quello più utilizzato per la stima dei modelli di regressione, viene usato anche il metodo di “Massima Verosimiglianza” (o *ML* dall'inglese *Maximum Likelihood*) (Rizzi, 1992).

Il metodo di massima verosimiglianza ha un utilizzo più limitato rispetto al metodo dei minimi quadrati, in quanto occorre la conoscenza della funzione di densità della distribuzione della popolazione da cui è estratto il campione. Le stime di massima verosimiglianza dei parametri del modello, nel caso in cui si ammette che gli errori si distribuiscono normalmente e che valgono le ipotesi del teorema di Gauss-Markov, coincidono con le stime dei minimi quadrati.

Una volta effettuata la stima dei coefficienti del modello si procede alla verifica della bontà del modello tramite l'utilizzo di test statistici.

Esistono delle misure di variabilità, note con il termine di devianze, che consentono di valutare le capacità predittive del modello. Nel caso di regressione lineare semplice, con equazione:

$$Y = B_0 + B_1X_1 \quad (3.6)$$

è valida la seguente formula di scomposizione della devianza:

$$DevT = DevR + DevE \quad (3.7)$$

dove

$$DevT = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (3.8)$$

è la devianza totale;

$$DevR = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \quad (3.9)$$

è la devianza di regressione;

$$DevE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3.10)$$

è la devianza dell'errore.

La devianza totale è esattamente uguale alla devianza di regressione solo se non ci sono errori, nel senso che tutte le  $y_i$  giacciono sulla retta di regressione, mentre è nulla nell'ipotesi che i punti  $y_i$  giacciono sulla retta  $y = \bar{y}$ . Ma questi due casi si verificano raramente in pratica.

Le devianze forniscono, se considerate da sole, informazioni limitate sulla bontà del modello statistico proposto. Il coefficiente  $R^2$ , detto coefficiente di determinazione, si configura come una misura utile per valutare il modello di regressione.

Il coefficiente  $R^2$  è definito come:

$$R^2 = \frac{DevR}{DevT} = 1 - \frac{DevE}{DevT} \quad (3.11)$$

Il valore che può assumere il coefficiente  $R^2$  sarà un numero compreso tra 0 e 1; più si avvicina ad 1 più il modello è in grado di riprodurre i dati reali. Quando  $R^2$  è uguale ad 1 tutte le  $y_i$  giacciono sulla retta di regressione; quando  $R^2$  è uguale a 0 non c'è relazione tra  $X$  e  $Y$ .

Molto spesso, nelle applicazioni, si preferisce misurare l'andamento dell'iperpiano di regressione tramite il cosiddetto coefficiente di determinazione multipla corretto. Tale coefficiente, indicato con  $\bar{R}^2$ , è così definito:

$$\bar{R}^2 = R^2 - \frac{k}{n - K - 1} (1 - R^2) \quad (3.12)$$

Tale coefficiente corretto tiene conto del numero delle  $K$  variabili esplicative in relazione al numero delle osservazioni campionarie  $n$ .

Le devianze introdotte hanno un corrispondente numero di gradi di libertà. Per gradi di libertà (gdl) si intende il numero delle osservazioni meno il numero



delle quantità matematicamente linearmente indipendenti (vincoli), calcolate a partire dai dati osservati ed utilizzate nel computo della particolare somma di quadrati. In questo modo la *Dev E* ha  $n-2$  gradi di libertà, la *Dev T* ne ha  $n-1$  mentre la *Dev R* ne avrà uno solo.

Note le devianze e i rispettivi gradi di libertà si possono calcolare le seguenti varianze:

$$\begin{aligned} VarT &= \frac{DevT}{n-1}; \\ VarR &= \frac{DevR}{1}; \\ VarE &= \frac{DevE}{n-2} \end{aligned} \tag{3.13}$$

Effettuando il rapporto tra la *VarR* e la *VarE* si ottiene il test F di Fisher-Snedecor:

$$F = \frac{VarR}{VarE} \tag{3.14}$$

Questo test viene utilizzato per verificare che il coefficiente angolare  $B_1$  della retta di regressione non sia zero, poiché in tal caso non esisterebbe la relazione lineare tra le coppie di valori osservati  $(x_i, y_i)$ . Le varianze *R*, *E* si possono considerare come delle stime della varianza di una variabile aleatoria da cui sono stati estratti due campioni indipendenti, qualora gli errori provengono da distribuzioni normali.

Il calcolo dei test di verifica dei modelli diventa più laborioso nel caso di regressione lineare multipla a causa della difficoltà di risoluzione numerica. In particolare, il coefficiente di determinazione in questo caso si calcola con la seguente formula:

$$R^2 = \frac{\sum_i (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum_i (Y_i - \bar{Y})^2} \tag{3.15}$$

dove il numeratore rappresenta la somma dei quadrati della regressione, ed il denominatore è la somma totale dei quadrati.

Il coefficiente  $\bar{R}^2$  corretto, si calcola nel seguente modo:

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{N-1}{N-k}(1-R^2) \quad (3.16)$$

Oltre ai test di bontà sono applicati anche dei test di ipotesi concernenti i parametri di un modello. Condurre un test statistico non può portare ad accettare un'ipotesi nulla, ma al più a non rifiutarla.

Un primo ordine di test concerne i singoli coefficienti del modello; volere stabilire se la *j-esima* variabile delle  $X$  abbia o meno potere esplicativo nei confronti della  $Y$  equivale a sottoporre a verifica l'ipotesi nulla che il corrispondente coefficiente  $\hat{B}_j$  sia nullo. A tal fine si ricorre al calcolo della seguente statistica:

$$\hat{t}^2 = \frac{\hat{\beta}_j}{\sqrt{\sum_{ij}}} \quad (3.17)$$

dove  $\sum \sigma^2(X'X)^{-1}$  che sotto l'ipotesi nulla  $H_0 : \hat{\beta}_j = 0$  ha distribuzione  $t$  di Student.

La  $F$  di Fisher, in questo caso, ha la seguente formula:

$$\hat{F} = \frac{(R\hat{\beta} - r)' [R(X'X)^{-1}]^{-1} (R\hat{\beta} - r)}{\hat{\varepsilon}'\hat{\varepsilon}} \frac{N-k}{\rho} \approx F(\rho, N-k) \quad (3.18)$$

dove  $\rho$  e  $N-k$  sono i gradi di libertà.

I metodi sopra esposti costituiscono il nucleo del modello classico di regressione lineare; nonostante siano validi strumenti di analisi per un ampio spettro di discipline e casi di studio, essi prestano il fianco a una serie di critiche, incentrate sulla semplicità delle ipotesi alla base del modello.

Tali critiche hanno portato alla formulazione di modelli più generali, caratterizzati da ipotesi meno restrittive rispetto a quelle poste sopra, e in particolare, rimozione delle ipotesi di assenza di correlazione e omoschedasticità; ipotesi alternative circa la distribuzione di probabilità dei disturbi; analisi delle proprietà asintotiche del modello classico di regressione lineare.

Ciò ha consentito lo sviluppo di modelli alternativi, o quantomeno complementari, al modello classico; tra i più noti, il metodo dei minimi quadrati

generalizzati, metodi di stima tramite variabili strumentali, i vari modelli di regressione robusta, nonché numerosi modelli sviluppati nell'ambito dell'analisi delle serie storiche e dei dati panel.

Per la loro versatilità, le tecniche della regressione lineare trovano impiego nel campo delle scienze applicate: chimica, biologia, fisica, ingegneria, medicina, nonché nelle scienze sociali: economia, psicologia, sociologia.

### 3.2.2 *I modelli ad equazioni strutturali*

I modelli ad equazioni strutturali sono stati sviluppati in diversi campi di ricerca e sono stati generalizzati da Joreskog (1973) e da Wiley (1973). Lo sviluppo del software LISREL (Joreskog e Sorbom, 1988, 1989, 1995) e successivamente del software AMOS (Arbuckle e Wothke, 1995) hanno consentito una rapida diffusione di questo approccio e la applicazione a numerosi casi di studio.

Questo approccio consente di modellizzare un fenomeno tenendo conto sia dei concetti “latenti”, non direttamente osservabili, sia degli indicatori effettivamente misurabili e descrittivi del fenomeno analizzato.

I modelli ad equazioni strutturali sono costituiti da due componenti: la prima descrive le relazioni tra le variabili latenti endogene e quelle esogene e consente di valutare direzione e intensità degli effetti causali tra queste variabili (modello strutturale); la seconda specifica come le variabili latenti possono essere misurate tramite quelle osservate (modello di misurazione).

L'equazione base del modello strutturale è (Bollen, 1989):

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta \quad (3.19)$$

in cui  $\eta$  è un vettore colonna di  $m$  variabili endogene latenti,  $\xi$  è un vettore colonna di  $n$  variabili esogene latenti, e  $\zeta$  è un vettore colonna di  $m$  termini erratici. Gli elementi delle matrici  $B$  e  $\Gamma$  sono i coefficienti strutturali del modello; la prima matrice, di dimensioni  $(m \times m)$ , contiene i legami tra coppie di variabili endogene; la seconda matrice, di dimensioni  $(m \times n)$ , contiene i legami tra le variabili endogene e le variabili esogene.

Per la completa definizione del modello devono essere, inoltre, definite la matrice  $\Phi = E(\xi\xi')$  delle varianze e covarianze tra le variabili esogene e la matrice  $\Psi = E(\zeta\zeta')$  delle varianze e covarianze tra i termini erratici. Le due matrici  $\Phi$  e  $\Psi$  sono sempre quadrate e simmetriche.

La specificazione del modello richiede che siano assunte le seguenti ipotesi:

$$E(\eta) = E(\xi) = E(\zeta) = 0 \quad (3.20)$$

cioè le variabili sono misurate in termini di scarti dalle loro medie;

$$E(\zeta\xi') = E(\xi\zeta') = 0 \quad (3.21)$$

cioè le variabili esogene e gli errori non sono fra loro correlati.

Condizione necessaria per l'identificazione del modello (3.19) è che la matrice  $(I-B)$  sia non-singolare, in cui  $I$  denota la matrice di identità di rango  $m$ .

Le equazioni base dei modelli di misurazione, riferite rispettivamente alle variabili esogene ed alle variabili endogene, sono:

$$x = \Lambda_x \xi + \delta \quad (3.22)$$

$$y = \Lambda_y \eta + \varepsilon \quad (3.23)$$

in cui  $x$  e  $\delta$  sono i vettori di  $q$  elementi riferiti, rispettivamente, alle variabili esogene osservate e agli errori,  $\Lambda_x$  è la matrice dei coefficienti strutturali, di dimensioni  $(q \times n)$ , tra le variabili osservate e le variabili latenti;  $y$  e  $\varepsilon$  sono i vettori di  $p$  elementi delle variabili endogene osservate e degli errori,  $\Lambda_y$  è la matrice dei coefficienti strutturali, di dimensioni  $(p \times m)$ , tra le variabili osservate e le variabili latenti.

Anche in questo caso, la specificazione del modello richiede che siano assunte le seguenti ipotesi:

$$E(x) = E(\xi) = E(\delta) = 0 \quad (3.24)$$

$$E(y) = E(\eta) = E(\varepsilon) = 0$$

cioè le variabili sono misurate in termini di scarti dalle loro medie;

$$E(\xi\delta') = E(\delta\xi') = 0 \quad (3.25)$$

$$E(\eta\varepsilon') = E(\varepsilon\eta') = 0$$

cioè le variabili esogene e gli errori non sono fra loro correlati;

$$\begin{aligned}
 E(\zeta \varepsilon') &= 0 \\
 E(\zeta \delta') &= 0 \\
 E(\varepsilon \delta') &= 0
 \end{aligned}
 \tag{3.26}$$

cioè i termini erratici delle diverse equazioni non sono fra loro correlati.

I parametri di un modello ad equazioni strutturali sono stimati usando il metodo dell'analisi della varianza (noto anche come metodo dei momenti), che utilizza una matrice di varianza-covarianza campionaria così definita:

$$S = \begin{bmatrix} S_{yy} & S_{yx} \\ S'_{yx} & S_{xx} \end{bmatrix}
 \tag{3.27}$$

in cui:  $S_{yy}$  denota la matrice di varianza-covarianza delle variabili endogene,  $S_{yx}$  denota la matrice di covarianza tra le variabili endogene e le variabili esogene, e  $S_{xx}$  denota la matrice di varianza-covarianza delle variabili esogene.

La corrispondente matrice di varianza-covarianza replicata dal sistema di modelli (3.19) è definita come:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \Sigma_{yy} & \Sigma_{yx} \\ \Sigma'_{yx} & \Sigma_{xx} \end{bmatrix}
 \tag{3.28}$$

i cui elementi sono stimati in funzione delle matrici  $B$ ,  $\Gamma$ ,  $\Psi$ , ed  $S$ .

Il sistema ad equazioni strutturali è stimato in genere utilizzando il metodo della massima verosimiglianza tramite la funzione:

$$F_{ML} = \log |\Sigma(\theta)| + tr[S\Sigma(\theta)] - \log |S| - (p+q)
 \tag{3.29}$$

in cui  $\Sigma(\theta)$  rappresenta la matrice  $\Sigma$  (3.28) espressa in funzione del vettore dei parametri del modello  $\theta$ .

In altri casi i parametri di un modello ad equazioni strutturali sono stimati utilizzando altri metodi di stima, quali il metodo dei minimi quadrati (*ULS*, dall'inglese *Unweighted Least Squares*) e il metodo dei minimi quadrati generalizzati (*GLS*, dall'inglese *Generalized Least Squares*).

Una volta stimati i parametri, per verificare la bontà del modello vengono applicati dei test di verifica. Oltre a verificare il segno e la significatività dei parametri (test *t-student*), si calcolano alcuni indici di bontà dell'adattamento del modello, quali il *GFI* (dall'inglese *Goodness of Fit Index*), l'*AGFI* (dall'inglese

*Adjusted Goodness of Fit Index*), il *CFI* (dall'inglese *Comparative Fit Index*), l'indice *RMR* (dall'inglese *Root Mean Square Residual*), e l'indice *RMSEA* (dall'inglese *Root Mean Square Error of Approximation*).

Il *GFI* è l'equivalente del test  $R^2$  utilizzato per i modelli di regressione e può avere anch'esso un valore compreso tra 0 ed 1, dove il valore 1 sta ad indicare l'adattamento perfetto del modello ai dati reali. Analogamente, il test *AGFI* è l'equivalente del test  $R^2$  corretto per i modelli di regressione. In particolare, nel caso in cui il sistema ad equazioni strutturali è stimato utilizzando il metodo della massima verosimiglianza i test sono calcolati con la formule seguenti:

$$GFI_{ML} = 1 - \frac{tr[(\sum^{-1} S - I)^2]}{tr[(\sum^{-1} S^2]} \quad (3.30)$$

$$AGFI_{ML} = 1 - \left[ \frac{q(q+1)}{2df} \right] [1 - GFI_{ML}] \quad (3.31)$$

Il secondo test tiene, quindi, conto del numero di variabili esogene osservate e del numero di gradi di libertà.

L'indice *RMR* si calcola nel seguente modo:

$$RMR = \left[ 2 \sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^i \frac{(s_{ij} - \hat{\sigma}_{ij})^2}{q(q+1)} \right]^{1/2} \quad (3.32)$$

dove i simboli  $s$  e  $\hat{s}$  indicano gli elementi delle matrici di varianze-covarianze rispettivamente campionarie e stimate dal modello. Questa misura ha limite inferiore pari a 0, valore che sta ad indicare un perfetto adattamento del modello ai dati reali, ma non ha limite superiore.

Per un approfondimento teorico sui modelli ad equazioni strutturali si possono consultare i testi di Joreskog (1973), Bollen (1989) e Bagozzi (1994).

I modelli ad equazioni strutturali sono stati applicati in diversi campi di ricerca. Molte applicazioni sono state proposte, ad esempio, nel campo della psicologia e delle scienze sociali, come in MacCallum e Austin (2000), Muthén *et alii* (2006), nel campo delle scienze naturali, come in Mitchell (1992), Grace e Pugesek (1997), e soprattutto nel campo dell'economia e delle scienze statistiche, come in MacLean e Gray (1998), Eskildsen e Dahlggaard (2000), Boari (2000), Manaresi *et*

*alii* (2000). In particolare, per la misura della soddisfazione del cliente, a partire dalla fine degli anni '80, sono stati sviluppati diversi modelli nazionali. I modelli più noti sono i seguenti: il modello *SCSB* (*Swedish Customer Satisfaction Barometer*), sviluppato in Svezia nel 1989, che è stato il primo modello a rilevare a livello nazionale la qualità dei beni e servizi (Fornell, 1992); il modello *ACSI* (*American Customer Satisfaction Index*), sviluppato negli Stati Uniti, che costituisce il più ampio modello integrato per l'analisi della *customer satisfaction* relativa al settore pubblico e privato (Fornell *et alii*, 1996); il modello europeo *ECSI* (*European Customer Satisfaction Index*), che ha introdotto una metodologia di valutazione delle performance comune a tutti i Paesi della Comunità Europea (Sofres, 1996); il modello *NCSB* (*Norwegian Customer Satisfaction Barometer*), sviluppato in Norvegia, che costituisce il modello più evoluto per la misurazione della soddisfazione del cliente. Questi modelli si differenziano tra loro per la complessità della struttura e per le variabili considerate.

Nel campo della pianificazione dei sistemi di trasporto i modelli ad equazioni strutturali sono stati applicati soprattutto per la simulazione della partecipazione alle attività e dei comportamenti di viaggio, come in Lu e Pas (1999), Golob (2000), e Kuppam e Pendyala (2001). Per ciò che riguarda il trasporto pubblico si possono trovare delle applicazioni in Bamberg e Schmidt (1998), Fillone *et alii* (2005), Tam *et alii* (2005). Nel caso specifico della *customer satisfaction* per i servizi di trasporto pubblico si trovano applicazioni in Andreassen (1995), Stuart *et alii* (2000), e Karlaftis *et alii* (2001).

### **3.3 I modelli comportamentali**

#### *3.3.1 Generalità*

Il fondamento teorico su cui si poggia l'analisi delle preferenze individuali è dato dal paradigma di Lancaster (1966) e dalla teoria dell'utilità casuale *RUT* (dall'inglese *Random Utility Theory*), originariamente proposta da Thurnstone (1927). I modelli della famiglia Logit si basano sulla *RUT*, secondo la quale ogni utente è un decisore razionale ovvero un massimizzatore dell'utilità associata alle

proprie scelte; inoltre, si considera che l'utente conosce l'insieme delle sue possibili alternative di scelta e le distingue perfettamente.

Più in dettaglio, le ipotesi alla base dei modelli di utilità casuale sono le seguenti:

- l'utente  $q$  conosce l'insieme delle alternative  $C_q$  a sua disposizione e sceglie tra queste;
- l'utente  $q$  associa ad ogni alternativa  $i$  del suo insieme di scelta  $C_q$  una utilità o attrattività percepita  $U_{qi}$ , la quale dipende da una serie di caratteristiche o attributi propri di ciascuna alternativa  $i$ ;
- l'utilità  $U_{qi}$  associata dall'utente  $q$  alla alternativa  $i$  non è nota a priori, e viene quindi rappresentata tramite una variabile aleatoria.

L'aleatorietà dell'utilità  $U_{qi}$  associata dall'utente  $q$  alla alternativa  $i$  è dovuta al fatto che l'analista dispone di informazioni incomplete e può commettere degli errori nel "misurare" (o rilevare) gli attributi considerati nella funzione di utilità  $U_{qi}$ , ovvero possono esistere degli attributi non direttamente misurabili, quali il comfort, o attributi legati alla *privacy*, *etc.*; inoltre, il decisore potrebbe non avere una conoscenza dettagliata del suo insieme di scelta.

L'utilità percepita  $U_{qi}$  dall'utente può, quindi, essere espressa come somma di due aliquote, una costituita da una quantità calcolabile a priori, che viene definita utilità sistematica  $V_{qi}$ , ed una che, per i motivi sopra citati, non è calcolabile direttamente e che viene definita residuo aleatorio  $\varepsilon_{qi}$  (in inglese *unobserved error/effect*).

L'espressione, in termini analitici, dell'utilità  $U_{qi}$  che l'utente  $q$  associa all'alternativa  $i$  è la seguente:

$$U_{qi} = V_{qi} + \varepsilon_{qi} \quad \forall i \in C_q \quad (3.33)$$

La componente sistematica viene espressa come funzione lineare nei parametri di  $k$  variabili esplicative:

$$V_{qi} = \beta \cdot X_{qi} \quad (3.34)$$

dove  $\beta$  è il vettore  $k$ -dimensionale dei coefficienti associati al vettore degli attributi  $X_{qi}$ .



In particolare, l'utilità sistematica  $V_{qi}$  rappresenta la media, o il valore atteso, dell'utilità percepita da tutti gli utenti che hanno lo stesso contesto di scelta del decisore  $q$ , in termini di alternative e attributi; mentre, il residuo aleatorio rappresenta lo scostamento dell'utilità percepita dall'utente  $q$  da tale valore. In definitiva, si ha:

$$V_{qi} = E[U_{qi}] \quad \sigma_{q,i}^2 = Var[U_{qi}] \quad (3.35)$$

da cui deriva che le due aliquote che compongono l'utilità percepita hanno medie e varianze per come riportato di seguito:

$$\begin{aligned} E[V_{qi}] &= V_{qi} & Var[V_{qi}] &= 0 \\ E[\varepsilon_{qi}] &= 0 & Var[\varepsilon_{qi}] &= \sigma_{qi}^2 \end{aligned} \quad (3.36)$$

Sulla base delle ipotesi formulate, i modelli di utilità casuale non forniscono in maniera "certa" l'alternativa  $i$  scelta dall'utente  $q$ , ma ne calcolano una probabilità di scelta, espressa in termini formali nel seguente modo:

$$P_q(i/C_q) = \Pr[U_{qi} > U_{qj}] = \Pr[V_{qi} - V_{qj} > \varepsilon_{qj} - \varepsilon_{qi}] \quad \forall j \neq i, j \in C_q \quad (3.37)$$

in cui:

$P_q$  rappresenta il vettore delle probabilità di scelta, di dimensione  $(m_q \times 1)$ , con elementi  $P_{qi}$ ;

$U_q$  rappresenta il vettore delle utilità percepite di dimensione  $(m_q \times 1)$ , con elementi  $U_{qi}$ ;

$V_i$  rappresenta il vettore delle utilità sistematiche di dimensione  $(m_q \times 1)$ , con elementi  $V_{qi}$ ;

$\varepsilon_q$  rappresenta il vettore dei residui aleatori, di dimensione  $(m_q \times 1)$ , con elementi  $\varepsilon_{qi}$ .

È possibile ottenere diverse forme funzionali dei modelli basati sulla RUT in base alle diverse funzioni di distribuzione di probabilità congiunte  $F(\varepsilon)$  per i residui aleatori  $\varepsilon_{qi}$ . In particolare, si distinguono i modelli Logit, i cui residui aleatori sono distribuiti secondo una distribuzione *type I extreme-value (EV1)* (o di *Gumbel*), ed i modelli Probit basati sull'ipotesi che i residui  $\varepsilon_{qi}$  siano distribuiti secondo una

variabile aleatoria Normale Multivariata. Il modello *Multinomial Logit* (*MNL*) rappresenta la forma funzionale più semplice all'interno della famiglia di modelli Logit; rilassando le ipotesi su cui si basa il modello *MNL* si sono derivate negli anni delle formulazioni più complesse come i modelli eteroschedastici, i modelli di valore estremo generalizzato, ed i modelli a struttura flessibile. Nei paragrafi successivi saranno brevemente descritti i modelli che si basano sulla *RUT*. Per un ulteriore approfondimento teorico si possono consultare i testi di Domencich e McFadden (1975), Ben-Akiva e Lerman (1985), Cascetta (1998, 2001, 2006).

### 3.3.2 Il modello *Multinomial Logit*

Il modello *MNL* è il più diffuso all'interno della famiglia dei modelli a scelta discreta. Alla base della formulazione di questo modello ci sono tre ipotesi fondamentali.

La prima ipotesi consiste nel considerare i residui aleatori  $\varepsilon_i$  indipendenti ed identicamente distribuiti (*IID*), rispetto alle alternative di scelta, con una distribuzione *EVI* di parametri  $\eta$  e  $\theta$ , la cui funzione di densità di probabilità  $f(\varepsilon)$  è data dalla seguente formula:

$$f(\varepsilon) = \theta \exp[-\theta(\varepsilon - \eta)] \exp[-\exp[-\theta(\varepsilon - \eta)]] \quad (3.38)$$

dove  $\eta$  è il parametro di localizzazione e  $\theta$  è il parametro di scala.

Dalle ipotesi di base della *RUT*, la media dei residui aleatori  $\varepsilon_i$  è nulla; in particolare, si ha:

$$E(\varepsilon_i) = 0 \quad \forall i \in C \quad (3.39)$$

L'ipotesi per cui i residui aleatori sono identicamente distribuiti implica che i fattori non osservati che incidono sull'utilità presentano una stessa variazione tra le alternative. Questa ipotesi è espressa in termini analitici dalla relazione seguente:

$$Var(\varepsilon_i) = \sigma_\varepsilon^2 = \frac{\pi^2}{6} \theta^2 \quad \forall i \in C \quad (3.40)$$

L'assunzione è violata se una variabile (ad es. il comfort) rappresenta un fattore non osservato il cui valore varia in maniera rilevante per una certa alternativa di

scelta (ad es. il treno) ma poco per un'altra (ad es. l'autovettura), e quindi i residui aleatori delle due alternative di scelta hanno varianze sostanzialmente differenti (Bhat, 2003).

L'ipotesi di indipendenza tra i residui aleatori garantisce che la covarianza fra una qualunque coppia di residui sia nulla, ossia:

$$Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0 \quad \forall i, j \in C \quad (3.41)$$

Questa ipotesi implica che i fattori non osservati che incidono nell'utilità delle differenti alternative di scelta non possono essere fattori comuni a più alternative. L'assunzione è violata, ad esempio, se un decisore assegna una utilità più alta a tutti i modi di trasporto collettivo (treno, bus, *etc.*) perché considera fra gli attributi l'opportunità di socializzare a bordo del mezzo, o una utilità più bassa perché considera come attributo la mancanza di *privacy* (Bhat, 2003).

La seconda ipotesi alla base del modello *MNL* consiste nel considerare omogeneità tra gli individui nella ricettività verso gli attributi delle alternative, e quindi una omogeneità nelle risposte. Nello specifico, il modello *MNL* non prevede sensibili variazioni per un attributo dovute a caratteristiche individuali non osservate. In ogni caso, queste ultime possono incidere e generalmente incidono sulle risposte. Ad esempio, alcuni individui sono di natura più attenti verso alcuni attributi caratterizzanti le alternative (ad es. il tempo di viaggio), mentre altri individui lo sono meno.

Non considerare l'effetto degli attributi individuali non osservati può condurre alla stima di parametri e di probabilità di scelta inconsistenti e affetti da errore (Chamberlain, 1980).

Un modo per tener conto, in qualche maniera, dell'eterogeneità tra gli utenti è l'introduzione nelle funzioni di utilità di alcune caratteristiche socioeconomiche, quali sesso, età, reddito, che li differenziano.

La terza ipotesi del modello consiste nel considerare la struttura della matrice di varianza-covarianza degli errori delle alternative identica tra tutti gli individui. Tale assunzione può essere violata se un sistema di trasporto offre differenti livelli di una variabile non osservata (ad es. il comfort) per differenti percorsi (ad es. alcuni percorsi possono essere serviti da veicoli più confortevoli e controllo della

temperatura rispetto ad altri). In questo caso la varianza degli errori tra gli individui rispetto ai suddetti percorsi potrebbe differire (Bhat, 2003).

In definitiva, sotto le ipotesi espresse, la probabilità che l'utente  $q$  scelga l'alternativa  $i$  appartenente al suo insieme di scelta  $C_q$  si può esprimere in forma chiusa come:

$$P_i = \frac{\exp(V_i / \theta)}{\sum_{j=1}^m \exp(V_j / \theta)} \quad (3.42)$$

Le tre ipotesi descritte sono molto restrittive e non permettono, in molti casi, l'utilizzo del modello *MNL*. Inoltre, da queste ipotesi scaturisce la proprietà di indipendenza delle alternative irrilevanti (*IIA*) secondo la quale il rapporto delle probabilità di scelta di due alternative è costante ed indipendente dalla numerosità e dalla utilità sistematica delle altre alternative di scelta. Questa proprietà può spesso condurre a risultati irrealistici. Ad esempio, si supponga la scelta tra due alternative (automobile e bus rosso) di uguale utilità sistematica. In questo caso, la probabilità di scelta di entrambe le alternative è pari a 0,50. Si supponga di aggiungere all'insieme di scelta una terza alternativa (bus blu) di uguale utilità sistematica rispetto alle precedenti e che differisce dalla seconda alternativa soltanto per il colore. Così facendo, ciascuna alternativa avrà una probabilità di scelta pari a 0,33 e la probabilità di scegliere l'auto passerebbe da 0,50 a 0,33 per un aumento fittizio delle alternative di scelta. Si può constatare che questo risultato è chiaramente irrealistico e che sarebbe stato utile introdurre una covarianza fra i residui aleatori delle alternative simili.

Il metodo di stima dei parametri maggiormente utilizzato per i modelli Logit è quello della "Massima Verosimiglianza" (*ML*) che fornisce i valori dei parametri incogniti che massimizzano la probabilità di osservare le scelte effettuate dagli utenti. La probabilità  $L$  di osservare l'intero campione risulta funzione dei parametri incogniti:

$$L(\beta, \theta) = \prod_{q=1 \dots n_p(i)} P_q [i(q)](X_q, \beta, \theta) \quad (3.43)$$

La stima di massima verosimiglianza è ottenuta massimizzando la funzione (3.43) o, più convenientemente, il suo logaritmo naturale (funzione di *log-Likelihood*)

$$\mathcal{L} = \ln L(\beta, \theta) \quad (3.44)$$

Nel caso in cui le probabilità siano ottenute con un modello *MNL* la funzione  $\mathcal{L}$  diviene, in forma vettoriale:

$$\mathcal{L} = \sum_{q=1 \dots n} \left[ \beta^T X_{qi(q)} / \theta - \ln \sum_{i \in C_q} \exp(\beta^T X_{qi} / \theta) \right] \quad (3.45)$$

La fase di calibrazione è seguita da quella di validazione, che consiste nel testare la bontà del modello stimato, sia attraverso test informali e formali sui singoli coefficienti, che attraverso test statistici in grado di fornire una misura complessiva della capacità predittiva del modello.

I test informali sui parametri consentono di verificare che i segni da essi assunti siano coerenti con l'eventuale incremento o decremento di utilità apportato dalla relativa variabile.

I test formali sui parametri sono, invece, necessari per verificare la significatività statistica del singolo parametro secondo determinate ipotesi. In particolare, il test *t-Student* verifica l'ipotesi nulla ( $H_0$ ) che un coefficiente  $\beta_k$  sia pari a zero ( $H_0: \beta_k=0$ ) tramite la statistica:

$$t = \frac{\beta_k^{ML}}{\text{Var}[\beta_k^{ML}]^{1/2}} \quad (3.46)$$

Il test del Rapporto di verosimiglianza (*Likelihood Ratio*), invece, verifica l'ipotesi nulla ( $H_0$ ) che il vettore dei coefficienti  $\beta$  sia pari ad un vettore  $\beta^*$  ( $H_0: \beta=\beta^*$ ), attraverso la statistica *LR*:

$$LR(\beta^*) = -2[\ln L(\beta^*) - \ln L(\beta^{ML})] \quad (3.47)$$

che, nell'ipotesi nulla, si distribuisce secondo una variabile  $\chi^2$  con un numero  $n$  di gradi di libertà pari al numero dei parametri stimati. La verifica è prevalentemente effettuata ponendo  $\beta^*=0$ , che corrisponde ad assumere un modello vero a coefficienti tutti nulli e quindi con alternative equiprobabili.

Fissato il livello di significatività, tale ipotesi viene rifiutata se il valore assunto da  $LR(0)$  risulta maggiore del valore assunto dalla variabile  $\chi^2$  con  $n$  gradi di libertà.

Fra i test statistici mirati a verificare la capacità del modello di replicare il fenomeno reale, il più diffuso è il test  $\rho^2$ , il cui valore, compreso fra zero e uno, è tanto più basso quanto peggiore è la capacità del modello di riprodurre le scelte effettuate dal campione, e viceversa.

$$\rho^2 = 1 - \frac{\ln L(\beta^{ML})}{\ln L(0)} \quad (3.48)$$

Una misura più appropriata della bontà del modello è rappresentata dalla statistica corretta  $\bar{\rho}^2$ , che tiene conto del numero di parametri stimati nel modello  $N_\beta$ , ottenuta come:

$$\bar{\rho}^2 = 1 - \frac{\ln L(\beta^{ML}) - N_\beta}{\ln L(0)} \quad (3.49)$$

La statistica del  $\%RIGHT$ , invece, restituisce la percentuale di utenti del campione che sceglie l'alternativa che, da modello, risulta essere quella a cui è associata la massima utilità.

Nella letteratura sono riportate numerose applicazioni del modello *MNL*.

I primi esempi, riferiti alla simulazione della domanda di mobilità espressa in termini di singoli spostamenti, sono contenuti in Domencich e McFadden (1975), e in Richards e Ben-Akiva (1975); il primo esempio di un sistema di modelli integrati fu sviluppato a San Francisco durante la metà degli anni '70 per la Metropolitan Transportation Commission (Ruiter e Ben-Akiva, 1978; Ben-Akiva e Lerman, 1985). Modelli *MNL* sono stati applicati frequentemente anche per la simulazione delle catene di spostamenti; le prime applicazioni risalgono agli anni '80 (Adler e Ben-Akiva, 1979; Cascetta e Nuzzolo, 1988). Per la simulazione della partecipazione alle attività, le prime applicazioni sono riportate in Van der Hoorn (1979) ed in Recker *et alii* (1986).

Nello specifico, per ciò che riguarda la qualità dei servizi soltanto in uno studio proposto da Hensher è stato applicato un modello *MNL* per valutare l'importanza di ciascun attributo sulla qualità complessiva e per calcolare un

indice *SQI*, dall'inglese *Service Quality Index* (Prioni e Hensher, 2000; Hensher e Prioni, 2002). Il modello è stato applicato utilizzando dei dati raccolti in una indagine rivolta ai passeggeri di un servizio di trasporto collettivo urbano operante nel New South Wales, in Australia. Nel paragrafo 3.4.2 si riporta una descrizione più dettagliata del lavoro di Hensher.

Rilassando le ipotesi del modello *MNL* si ottengono modelli di scelta discreta più avanzati. Secondo quanto riportato in Bhat (2003) rilassando l'ipotesi che i residui aleatori siano identicamente distribuiti, si rientra nella classe di modelli chiamata "*Heteroskedastic Extreme Value*" (*HEV*). Rilassando l'ipotesi di indipendenza dei residui aleatori si ha la classe dei modelli "*Generalized Extreme Value*" (*GEV*). La terza classe, modelli a struttura flessibile, è più generale. Nello specifico, si possono avere modelli in cui si rilassa l'ipotesi *IID* dei residui aleatori e modelli in cui si rilassa l'ipotesi di omogeneità tra gli utenti. Per ciò che riguarda l'ipotesi di identità della matrice di varianza-covarianza degli errori si può dire che questa può essere considerata per qualunque modello di scelta discreta parametrizzando la struttura della matrice come funzione degli attributi individuali. Per una dettagliata descrizione di questa procedura si può consultare Bhat (1997).

### 3.3.3 I modelli *Heteroskedastic Extreme Value* (*HEV*)

Il modello *HEV* è stato formulato da Bhat (1995); tale modello assume che i residui aleatori tra le alternative sono distribuiti secondo una distribuzione *EV1*. La varianza dei residui aleatori è considerata, però, differente tra le alternative, con la normalizzazione che il residuo aleatorio di una delle alternative ha un parametro di scala pari ad 1 per l'identificazione del modello. Il modello *HEV* non ha una soluzione in forma chiusa per il calcolo delle probabilità di scelta, ma richiede il calcolo di un integrale uni-dimensionale indipendentemente dal numero di alternative dell'insieme di scelta. Le funzioni di densità di probabilità e di distribuzione cumulata dei residui aleatori per l'alternativa *i*-esima sono le seguenti:

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{\theta_i} \exp\left(-\frac{\varepsilon_i}{\theta_i}\right) \exp\left(-\exp\left(-\frac{\varepsilon_i}{\theta_i}\right)\right) \quad (3.50)$$

$$F_i(\xi) = \int_{\varepsilon_i = -\infty}^{\varepsilon_i = \xi} f(\varepsilon_i) d\varepsilon_i = \exp(-\exp(-\frac{\xi}{\theta_i})) \quad (3.51)$$

Le ipotesi formulate sul modello e le espressioni delle funzioni appena descritte permettono di sviluppare l'espressione della probabilità che avrà ciascun individuo nello scegliere l'alternativa  $i$  ( $P_i$ ) dall'insieme di alternative disponibili  $C$ :

$$\begin{aligned} P_i &= \text{Prob}(U_i > U_j), \quad j \neq i, j \in C \\ &= \text{Prob}(\varepsilon_j \leq V_i - V_j + \varepsilon_i), \quad j \neq i, j \in C \\ &= \int_{\varepsilon_i = -\infty}^{\varepsilon_i = +\infty} \prod_{j \in C, j \neq i} F\left[\frac{V_i - V_j + \varepsilon_i}{\theta_j}\right] \frac{1}{\theta_i} f\left(\frac{\varepsilon_i}{\theta_i}\right) d\varepsilon_i \end{aligned} \quad (3.52)$$

dove  $f(\cdot)$  e  $F(\cdot)$  rappresentano, rispettivamente, la funzione di densità di probabilità e la funzione di distribuzione cumulata della distribuzione standard  $EV1$  e sono date dalle seguenti espressioni (Johnson e Kotz, 1970):

$$\begin{aligned} f(t) &= \exp(-t) \exp(-\exp(-t)) \\ F(t) &= \exp(-t) \exp(-\exp(-t)) \end{aligned} \quad (3.53)$$

Il modello  $HEV$  supera i limiti derivanti dalla proprietà  $IIA$  del modello  $MNL$ , permettendo l'introduzione di differenti parametri di scala tra le alternative. A livello intuitivo, ciò si può spiegare considerando che il residuo aleatorio rappresenta le caratteristiche non osservate di una alternativa ovvero l'incertezza associata all'utilità attesa (parte sistematica dell'utilità) di una alternativa. Pertanto, il parametro di scala del residuo aleatorio rappresenta il livello di incertezza; esso fissa i pesi relativi della componente sistematica e di quella aleatoria dell'utilità nella stima della probabilità di scelta.

Anche i modelli  $HEV$  sono generalmente stimati tramite il metodo  $ML$ . Nello specifico, la funzione di *log-likelihood* da massimizzare può essere scritta come segue:

$$\mathcal{L} = \sum_{q=1}^{q=Q} \sum_{i \in C_q} y_{qi} \log \left\{ \int_{w=-\infty}^{w=+\infty} \prod_{j \in C_q, j \neq i} \Lambda \left[ \frac{V_{qi} - V_{qj} + \theta_i w}{\theta_j} \right] f(w) dw \right\} \quad (3.54)$$

dove  $C_q$  rappresenta l'insieme di scelta delle alternative disponibili per l'individuo  $q$ -esimo ed  $y_{qi}$  è pari ad 1 se l'individuo  $q$ -esimo sceglie l'alternativa  $i$ , 0 altrimenti. La funzione  $\mathcal{L}$  non ha, in questo caso, un'espressione in forma chiusa,



ma può essere stimata utilizzando semplicemente il metodo della quadratura di Gauss, in cui l'integrale viene sostituito da una sommatoria.

Sebbene la formulazione di questi modelli sia recente, esistono diverse applicazioni in letteratura. Un esempio di un modello *HEV* si può trovare in Bhat (1995) che lo ha applicato, insieme ad un modello *MNL* e ad un modello *NL*, per valutare l'impatto di un servizio ferroviario migliorato per la tratta Toronto-Montreal sulla base di dati *RP*. Dal confronto fra i tre modelli si è riscontrato che il modello *HEV* ha dato i risultati migliori. Una successiva applicazione degli *HEV* è stata fatta da Hensher (1997) che ha proposto un modello *HEV* utilizzando dati *SP* per valutare la scelta del tipo di tariffa per viaggi *intercity* sulla tratta Sydney-Canberra. In Hensher (1998) è stato applicato un modello *HEV* per la valutazione del valore del tempo *VOT* (dall'inglese *Value Of Time*). In Hensher (1999) vengono discusso su come i modelli *HEV* possono essere utilizzati come strumento per identificare strutture ad albero appropriate nei modelli di scelta gerarchica. Lo stesso autore (Hensher, 2001a) ha utilizzato il modello *HEV* per stimare un modello di scelta modale per i viaggi *intercity* utilizzando dati congiunti *RP-SP*. Il modello comprende quattro alternative di tipo *RP* (aereo, auto, bus, treno) e una alternativa *SP* (proposta di un servizio di treno ad alta velocità). Più recentemente Hensher (Caussade *et alii*, 2005) ha applicato un modello *HEV* per studiare la complessità di un *experimental design* con dati *SP* data da un elevato numero di alternative disponibili, di attributi, e di livelli di variazione degli attributi. Munizaga *et alii* (2000) hanno applicato varie strutture di modelli *HEV* per replicare i rapporti di eteroschedasticità tra le alternative.

Per ciò che riguarda la qualità dei servizi non sono presenti in letteratura applicazioni specifiche.

#### 3.3.4 I modelli *Generalized Extreme Value (GEV)*

La classe dei modelli *GEV* si basa sul rilassamento di una parte dell'ipotesi *IID* del modello *MNL* in quanto considera una correlazione tra i residui aleatori delle alternative di scelta, e mantiene invece l'ipotesi che questi siano identicamente distribuiti. Per tutti i modelli appartenenti a questa classe si assume una

distribuzione dei residui aleatori di tipo *EVI*; pertanto, il calcolo delle probabilità di scelta avviene attraverso l'utilizzo di espressioni in forma chiusa. La struttura dei modelli *GEV* fu formulata da McFadden (1978), facendo riferimento alle ipotesi alla base della teoria dell'utilità aleatoria, e generalizzata da Ben-Akiva e Francois (1983).

La probabilità di scegliere l'alternativa  $i$  è pari a:

$$P_i = \text{Prob}(\varepsilon_j \leq V_i - V_j + \varepsilon_j), \quad j \neq i, j \in C \quad (3.55)$$

Introducendo la funzione di densità congiunta dei residui aleatori  $\varepsilon_i, f(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_m)$ , tale probabilità può essere espressa come:

$$P_i = \int_{\varepsilon_1=-\infty}^{V_i-V_1+\varepsilon_i} \int_{\varepsilon_2=-\infty}^{V_i-V_2+\varepsilon_i} \dots \int_{\varepsilon_i=-\infty}^{+\infty} \dots \int_{\varepsilon_m=-\infty}^{V_i-V_m+\varepsilon_i} f(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_m) d\varepsilon_1 \dots d\varepsilon_m \quad (3.56)$$

Se la funzione di distribuzione congiunta  $F(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_m)$  assume la seguente forma:

$$F(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_i, \dots, \varepsilon_m) = \exp\{-G[\exp(\varepsilon_1), \dots, \exp(\varepsilon_i), \dots, \exp(\varepsilon_m)]\} \quad (3.57)$$

allora, la probabilità di scelta della generica alternativa  $P_i$  può essere espressa come:

$$P_i = \frac{\exp(V_i)}{\theta} \frac{G_i[\exp(V_1), \exp(V_2), \dots, \exp(V_m)]}{G[\exp(V_1), \exp(V_2), \dots, \exp(V_m)]} \quad (3.58)$$

in cui  $G$  è una funzione che soddisfa le seguenti proprietà :

- $G$  è una funzione non negativa,  $G \geq 0$ ;
- $G$  è una funzione omogenea di grado  $\mu > 0$ , cioè

$$G(\alpha y_1, \alpha y_2, \dots, \alpha y_{j_m}) = \alpha^\mu G(y_1, y_2, \dots, y_{j_m});$$

- $G$  tende asintoticamente ad infinito per ogni  $y_j$  che tenda ad infinito
- la  $k$ -esima derivata parziale di  $G$  rispetto ad una generica combinazione di  $k$  variabili  $y_j$  è non negativa se  $k$  è dispari ed è non positiva se  $k$  è pari.

Da questa formulazione generale derivano le formulazioni dei vari modelli *GEV* al variare delle ipotesi di base. Anche il modello *MNL* è incluso nella classe di modelli *GEV*. Le altre strutture di modelli formulate negli anni sono: il modello *Nested Logit (NL)* (Williams, 1977; McFadden, 1978; Daly e Zachary,

1978); il modello *Paired Combinatory Logit (PCL)* (Chu, 1989; Koppelman e Wen, 2000); il modello *Cross-Nested Logit (CNL)* (Vovsha, 1997); il modello *Ordered GEV (OGEV)* (Small, 1987); il modello *Multinomial Logit-Ordered GEV (MNL-OGEV)* (Bhat, 1998c); il modello *Product Differentiation Logit (PDL)* (Bresnahan *et alii*, 1997); il modello *Generalized Nested Logit (GNL)* (Wen e Koppelman, 2001).

Nel modello *NL* si introduce una covarianza dei residui aleatori fra gruppi (o nidi, dall'inglese *nests*) di alternative, con la restrizione che ciascuna alternativa può appartenere ad un solo gruppo. Le alternative di uno stesso gruppo mostrano un identico grado di sensibilità rispetto alle alternative che non appartengono a quello stesso gruppo. Ciascun gruppo è caratterizzato da un parametro di dissimilarità (*log-sum*) che determina una correlazione delle componenti non osservate fra le alternative dello stesso gruppo (Daganzo e Kusnic, 1993). La struttura nidificata del modello *NL* ha due particolari svantaggi. In primo luogo, è difficile trovare la migliore struttura da utilizzare all'aumentare del numero di alternative di scelta. Inoltre, potrebbe essere restrittiva, in molti casi, l'appartenenza di ciascuna alternativa ad un solo gruppo.

Esistono in letteratura numerose applicazioni del modello *NL* che propongono soprattutto modelli di scelta modale. Per ciò che riguarda applicazioni al caso specifico della qualità dei servizi, lo stesso Hensher (Hensher *et alii*, 2003) ha proposto un modello sulla base degli stessi dati utilizzati nei precedenti lavori, in cui ciascun gruppo è rappresentato da un segmento di domanda ovvero da una categoria di passeggeri che utilizza una determinata linea di bus urbano.

Il modello *PCL* è una generalizzazione del modello *NL* in cui sono consentite correlazioni diverse per ogni coppia di alternative. Un'applicazione del modello *PCL* è riportata in Koppelman e Wen (2000), in cui viene anche effettuato un confronto tra i modelli *PCL*, *NL* e *MNL*. In particolare i modelli sono stati applicati per valutare una scelta modale *intercity* sulla tratta Toronto-Montreal considerando un insieme di scelta composto dai modi aereo, treno, bus e auto.

Anche il modello *CNL* è una generalizzazione del modello *NL* in cui, però, una generica alternativa non deve necessariamente appartenere ad un solo

gruppo, ma può appartenere a più gruppi di alternative. A differenza del modello *PCL*, i gruppi sono definiti dall'utente e le alternative possono far parte dei vari gruppi con differenti gradi di appartenenza. Una formulazione analitica del modello è stata proposta da Papola (Papola, 2004). Cascetta e Papola (2003) hanno proposto diverse strutture di modelli *NL* e *CNL* di scelta modale tra trasporto pubblico e privato in cui tra le variabili relative al modo di trasporto collettivo è inclusa la differenza tra l'orario desiderato di arrivo dell'utente e l'orario di arrivo del mezzo. In Bierlaire (2006) è discussa una analisi teorica del modello *CNL* come membro della famiglia dei modelli *GEV*.

Il modello *OGEV* ipotizza l'esistenza di correlazione tra coppie di alternative che presentano una certa similitudine rispetto ad attributi definiti dall'analista. Il modello prevede la definizione di un attributo particolarmente rilevante nel processo decisionale dell'utente e il susseguente ordinamento delle alternative in base ai valori assunti dal suddetto attributo. La versione più semplice del modello *OGEV* ipotizza una correlazione tra ciascuna coppia di alternative adiacenti nell'ordine naturale.

Il modello *MNL-OGEV* prende spunto dalla classica struttura del modello *NL* ed è caratterizzato dall'introduzione di una ulteriore correlazione tra alternative adiacenti ed appartenenti ad uno stesso gruppo. Un'applicazione del modello è riportata in Bhat (1998c) per la scelta del modo di viaggio e del tempo di partenza, e si arriva a constatare che dal modello si ottengono risultati migliori di quelli ottenuti applicando modelli *MNL* ed *NL*.

Il modello *GNL* ha una struttura molto generale ed è molto flessibile. Tuttavia, la flessibilità di tale modello può essere considerata solo se si ha la capacità e la volontà di stimare un numero considerevole di parametri di dissimilarità. Applicazioni di questo tipo di modello sono state recentemente proposte da Wen e Koppelman (2001) per valutare una scelta modale *intercity* sulla tratta Toronto-Montreal considerando un insieme di scelta composto dai modi aereo, treno, bus e auto.

In definitiva, il vantaggio dei modelli *GEV* sta nel rilassamento delle ipotesi di indipendenza dei residui aleatori fra le alternative pur mantenendo espressioni in

forma chiusa per il calcolo delle probabilità di scelta. Tuttavia, la consistenza di questi modelli è vincolata a forti restrizioni sui parametri di dissimilarità.

### 3.3.5 I modelli a struttura flessibile

Le classi di modelli *HEV* e *GEV* offrono il vantaggio della semplicità di stima dei parametri, dal momento che la funzione di *log-Likelihood* dei modelli *HEV* include un integrale mono-dimensionale, e quella dei modelli *GEV* ha una forma chiusa. Tuttavia, essi sono restrittivi poiché rilassano solo in parte l'ipotesi *IID* sui residui aleatori. In questo paragrafo saranno discussi modelli a struttura flessibile in cui si rilassano completamente le ipotesi *IID* sui residui aleatori (tra le alternative) e di omogeneità tra gli utenti.

All'interno di questa classe di modelli esistono, infatti, due tipologie di formulazione in base al tipo di ipotesi che viene rilassata: il modello *Mixed Multinomial Logit (MMNL)* ed il modello *Mixed GEV (MGEV)*. Il primo è una generalizzazione del ben noto *MNL* e può essere formulato secondo due differenti approcci: l'approccio *error components structure* per il quale vengono fatte diverse ipotesi di correlazione tra le alternative, e l'approccio *random coefficients structure* (indicato in letteratura anche come *Random Parameter Logit, RPL*) secondo il quale vengono fatte ipotesi di eterogeneità non osservata tra gli individui rispetto a variabili esogene osservate. Ovviamente, un modello *MMNL* può essere formulato considerando contemporaneamente entrambe le tipologie di ipotesi.

La classe di modelli *MGEV* utilizza come base i modelli *GEV*, e considera l'eterogeneità tra gli individui o un'addizionale eteroschedasticità o correlazione tra le alternative. Ci sono dei casi in cui, nonostante la flessibilità del modello *MMNL*, può essere più utile un modello *MGEV*. Ad esempio, nel caso di un modello di scelta del luogo di residenza, le utilità delle unità spaziali racchiuse in altre unità saranno correlate, avendo elementi spaziali comuni non osservati. Solitamente, per considerare questo tipo di correlazione si considerano correlate le alternative adiacenti. Nei modelli *MMNL*, una tale correlazione richiederà la specificazione di un numero di componenti di errore pari alle coppie di alternative

adiacenti, e questo numero di errori solitamente è molto alto per un modello di scelta della residenza. Proprio in questi casi è più conveniente un modello *MGEV* anziché un modello *MMNL*. Nel seguito si parlerà di modelli *MMNL*; ovviamente, tutti i concetti e le tecniche valide per il modello *MMNL* sono trasferibili al caso dei modelli *MGEV*.

Nell'approccio *error components structure* la componente *random* associata all'utilità di ciascuna alternativa può essere suddivisa in due parti: una componente che permette di avere residui aleatori non osservati non indipendenti e non identicamente distribuiti, ed una componente di residui aleatori indipendenti ed identicamente distribuiti tra le alternative. Nello specifico, l'utilità associata all'individuo  $q$  e all'alternativa  $i$  è la seguente:

$$\begin{aligned} U_{qi} &= \gamma Y_{qi} + \zeta_{qi} \\ &= \gamma Y_{qi} + \mu Z_{qi} + \varepsilon_{qi} \end{aligned} \quad (3.59)$$

dove  $\gamma Y_{qi}$  e  $\zeta_{qi}$  rappresentano le componenti sistematica e *random* dell'utilità complessiva; in particolare,  $\zeta_{qi}$  è suddivisa in due componenti. La componente  $\mu Z_{qi}$  induce eteroschedasticità e correlazione tra le componenti dell'utilità non osservate delle alternative; il vettore  $Z_{qi}$  è un vettore di dati osservati associati all'alternativa  $i$ , ed alcuni degli elementi potrebbero apparire nel vettore  $Y_{qi}$ ;  $\mu$  è un vettore *random* di media zero;  $\varepsilon_{qi}$  sono i residui aleatori indipendentemente ed identicamente distribuiti secondo una distribuzione di Gumbel. Definendo  $\beta = f(\gamma, \mu)$  e  $X_{qi} = (Y_{qi}, Z_{qi})$ , otteniamo la struttura del modello *MMNL* per il calcolo della probabilità di scelta dell'alternativa  $i$  per l'individuo  $q$ .

Utilizzando l'approccio *random coefficient structure* si può considerare, invece, l'eterogeneità tra gli individui rispetto alle variabili esogene. Nello specifico, l'utilità associata all'individuo  $q$  e all'alternativa  $i$  è la seguente:

$$U_{qi} = \beta_q X_{qi} + \varepsilon_{qi} \quad (3.60)$$

dove  $X_{qi}$  è il vettore degli attributi esogeni,  $\beta_q$  è il vettore di coefficienti che varia tra gli individui con densità  $f(\beta)$ , e  $\varepsilon_{qi}$  sono i residui aleatori

indipendentemente ed identicamente distribuiti secondo una distribuzione di Gumbel. Generalmente per la funzione di densità  $f(\beta)$  viene utilizzata una distribuzione normale.

Le specificazioni dell'utilità per i due approcci descritti sono equivalenti in termini formali se si considerano i coefficienti  $\beta$  distribuiti con media  $\gamma$  e deviazione  $\mu$ .

Il modello *MMNL* può essere inteso come una generalizzazione del modello *MNL* nel senso che la probabilità  $P_{qi}$  di scelta dell'alternativa  $i$  da parte dell'individuo  $q$  è data dall'integrale della formula del *MNL* sulla funzione di densità di probabilità dei parametri  $\beta$  del modello:

$$P_{qi}(\theta) = \int_{-\infty}^{+\infty} L_{qi}(\beta) f(\beta | \theta) d(\beta) \quad (3.61)$$

con:

$$L_{qi}(\beta) = \frac{\exp(\beta X_{qi})}{\sum_j \exp(\beta X_{qj})} \quad (3.62)$$

dove  $P_{qi}$  rappresenta la probabilità di scelta dell'alternativa  $i$  da parte dell'individuo  $q$ ;  $X_{qi}$  è il vettore delle variabili osservate specifiche per l'individuo  $q$  e per l'alternativa  $i$ ; i  $\beta$  rappresentano i coefficienti che variano tra gli individui secondo una distribuzione di densità  $f(\beta)$ ;  $\theta$  è un vettore di parametri dei momenti che caratterizzano la funzione  $f(\beta)$ .

Separando l'effetto delle variabili con coefficienti fissi dall'effetto delle variabili con coefficienti *random*, la funzione di utilità associata all'alternativa  $i$  da parte dell'individuo  $q$  si può scrivere nel seguente modo:

$$U_{qi} = \alpha_{qi} + \sum_{k=1}^K \beta_{qk} X_{qik} + \varepsilon_{qi} \quad (3.63)$$

dove  $\alpha_{qi}$  rappresenta l'effetto delle variabili con coefficienti fissi; i coefficienti *random* sono distribuiti secondo una distribuzione normale ( $\beta_{qk} \square N(\mu_k, \sigma_k)$ ), ovvero  $\beta_{qk} = \mu_k + \sigma_k s_{qk}$  ( $q=1, 2, \dots, Q$ ;  $k=1, 2, \dots, K$ ), e si assume che i valori dei

coefficienti sono indipendenti l'uno dall'altro;  $s_{qk}$  ( $q=1, 2, \dots, Q$ ;  $k=1, 2, \dots, K$ ) è una variabile normale standard. Considerando che l'utilità sistematica assume la seguente forma:

$$V_{qi} = \alpha_{qi} + \sum_{k=1}^K \mu_{qk} X_{qik} \quad (3.64)$$

la funzione *log-Likelihood* per la stima del modello contenente parametri *random* può essere scritta nel seguente modo:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} &= \sum_q \sum_i Y_{qi} \log P_{qi} = \\ &= \sum_q \sum_i Y_{qi} \log \left\{ \int_{s_{q1}=-\infty}^{s_{q1}=\infty} \int_{s_{q2}=-\infty}^{s_{q2}=\infty} \dots \int_{s_{qK}=-\infty}^{s_{qK}=\infty} \frac{\exp(V_{qi} + \sum_k \sigma_k s_{qk} X_{qik})}{\sum_j \exp(V_{qj} + \sum_k \sigma_k s_{qk} X_{qjk})} d\Phi(s_{q1}) d\Phi(s_{q2}) \dots d\Phi(s_{qK}) \right\} \end{aligned} \quad (3.65)$$

dove  $\Phi(s)$  rappresenta la funzione di distribuzione cumulata normale standard;  $Y_{qi}$  è pari ad 1 se l'individuo  $q$  sceglie l'alternativa  $i$ , 0 altrimenti.

La formulazione matematica non chiusa del modello *MMNL* impone, per il calcolo delle probabilità di scelta, la risoluzione dell'integrale multidimensionale in termini numerici tramite simulazione. I metodi inizialmente adottati, basati sulla tecnica di campionamento *Monte Carlo* richiedevano notevoli tempi di risoluzione che di fatto hanno ritardato l'applicabilità di questi modelli a casi reali di studio fino a metà degli anni '90 (Hensher e Greene, 2003). Lo sviluppo di metodi di risoluzione molto più efficienti ha in seguito consentito una rapida diffusione delle applicazioni di questi modelli. Questi metodi non utilizzano sequenze realmente *random* ma sequenze deterministiche *pseudo random*. Il metodo *pseudo-Monte Carlo* (Niederreiter, 1995), ad esempio, approssima le probabilità di scelta calcolando l'integrale, incluso nella formula (3.65), in corrispondenza di valori estratti per ogni  $s_{qk}$ . Poiché i termini  $s_{qk}$  sono indipendenti tra gli individui e tra le variabili, e sono distribuiti secondo una distribuzione normale standard, viene generata una matrice  $s$  di numeri *random* distribuiti secondo una variabile normale standard di  $Q \cdot K$  elementi (un elemento per ogni combinazione di variabili e



individui) e vengono calcolate le corrispondenti probabilità di scelta individuali per un dato valore del vettore dei parametri da stimare. Questo processo è ripetuto  $R$  volte e l'integrale è approssimato dalla media delle probabilità di scelta calcolate ad ogni estrazione. Il vettore dei parametri è stimato come vettore che massimizza la funzione *log-Likelihood* simulata (Bhat, 2003).

Approcci *quasi-Monte Carlo*, basati su sequenze di bassa discrepanza, hanno mostrato di poter produrre approssimazioni dell'integrale più accurate di quelle ottenibili tramite il metodo classico *Monte Carlo* e *pseudo-Monte Carlo*. Bhat (2001) e Train (1999) hanno proposto l'uso delle sequenze di Halton (Halton, 1960) ed hanno riscontrato che danno risultati migliori di quelli che si ottengono utilizzando estrazioni *random* pure. Garrido (2003) ha esplorato, invece, l'uso delle sequenze di Sobol, mentre Sándor e Train (2004) hanno confrontato le estrazioni di Halton con reti  $(t,m,s)$ . Di recente Hess *et alii* (2006) hanno proposto l'uso del metodo *Latin hypercube* modificato, e Bastin *et alii* (2006) hanno sviluppato il metodo *adaptive-Monte Carlo* che, durante il calcolo della *log-Likelihood* simulata, adatta il numero di estrazioni al caso specifico sulla base di stimatori dell'errore e della distorsione della simulazione.

I coefficienti del modello che sono considerati *random* possono essere distribuiti anche secondo una distribuzione log-normale, uniforme o triangolare. La distribuzione log-normale ( $\beta_{qk} \approx \pm \exp(\mu_k, \sigma_k)$ ) è usata quando il parametro da stimare necessita di un segno specifico. La distribuzione uniforme (0,1) è sensibile quando si hanno variabili *dummy*. La distribuzione triangolare ha una funzione di densità caratterizzata da una forma a tenda, che ha un picco al centro e cade linearmente sui due lati.

E' importante ricordare che i modelli *Mixed* catturano soltanto le variazioni e le correlazioni nei fattori non osservabili degli attributi misurabili delle alternative; cioè, è possibile introdurre correlazioni tra alternative e varianze diverse per ogni alternativa dovute soltanto alla diversa percezione che gli utenti hanno degli attributi misurabili. Tutto ciò che non può essere spiegato tramite questi attributi viene considerato nel residuo aleatorio che resta distribuito indipendentemente ed identicamente come una variabile di Gumbel di media nulla e parametro  $\theta$ .

Per questi modelli si calcolano gli stessi test di verifica utilizzati per i modelli *MNL*. In aggiunta, la significatività del parametro tramite la statistica *t-Student* viene ovviamente calcolata sia per il valore medio dei coefficienti del modello sia per l'errore standard.

Il modello *MMNL* fu introdotto da Boyd e Mellman (1980) e Cardell e Dunbar (1980), sebbene in letteratura erano stati ancor prima formulati modelli matematicamente simili, come riportato in Talvitie (1974), Westin (1974), McFadden e Reid (1975), e Westin e Gillen (1978). Esiste una vasta letteratura che ha investigato sui diversi aspetti dei modelli *MMNL*. Chesher e Santos (1995) e McFadden e Train (1997) hanno proposto test di specificazione per i modelli *MMNL*.

Diverse applicazioni dei modelli sono state proposte diverse applicazioni sia per ciò che riguarda l'approccio *error components* sia per ciò che riguarda l'approccio *random parameters*. Un'applicazione di tipo *error components* è stata proposta da Bhat (1998a) è stato applicato un modello per un'analisi di scelta modale e di scelta di orario di partenza per spostamenti da casa per motivi sociali-ricreativi utilizzando dati raccolti in una indagine condotta a San Francisco nel 1990. In Brownstone e Train (1999) è proposto un modello di scelta delle famiglie fra veicoli a gas, a metanolo, a gas compresso naturale, e veicoli elettrici, utilizzando dati *SP* raccolti tramite un indagine svolta nel 1993 in California. Brownstone *et alii* (2000) hanno esteso l'analisi precedentemente descritta per la stima di un modello di scelta fra veicoli che utilizzano carburanti alternativi utilizzando dati congiunti *RP-SP*.

Esistono numerose applicazioni dei modelli *MMNL* che utilizzano l'approccio *random parameters*. In Mehndiratta (1997) è stata proposta e formulata una teoria per tener conto delle variazioni del *VOT* nella scelta del momento della giornata per effettuare viaggi *intercity*. Sono stati utilizzati dei coefficienti *random* per il valore di disturbo del tempo libero e del sonno. In Train (1998) è proposta una specificazione di *MMNL* per valutare i fattori che influenzano le scelte dei luoghi di pesca da parte dei pescatori. I risultati del modello indicano che esiste una significativa variabilità tra i pescatori nella sensibilità verso i vari fattori considerati nella specificazione del modello. In Bhat (1998b) è proposto un modello di scelta

modale per viaggi *intercity* che tiene conto delle variazioni nella ricettività degli utenti sui livelli di servizio dovute a caratteristiche individuali osservate e non osservate. In particolare, il modello è stato applicato per esaminare l'impatto di un servizio di treno migliorato nella tratta Toronto-Montreal per i viaggi di lavoro nei giorni feriali. In Bhat (2000) è stato formulato un modello *MMNL* di scelta modale per i viaggi urbani *multiday* che tiene conto della variabilità delle preferenze per i diversi modi di trasporto e della ricettività verso i livelli di servizio. Il modello è stato applicato per esaminare le scelte di viaggio dei lavoratori della baia di San Francisco. Comparando il modello ottenuto mantenendo tutti i coefficienti fissi con quello in cui sono presenti coefficienti *random* si è riscontrato che in questo ultimo caso si ottiene un *VOT* più alto. Hensher (2001b) ha proposto un modello sulla base di dati *SP* per valutare il valore del tempo per gli utenti che effettuano spostamenti a lunga distanza con la propria auto per motivi non legati al lavoro. In particolare, il tempo totale di viaggio è stato disaggregato in più componenti, fra cui il tempo di viaggio a flusso libero, il tempo in fase di rallentamento, e il tempo in cui si sta fermi. I coefficienti di questi modelli sono stati considerati variabili in maniera *random* tra gli individui. Dallo studio si è riscontrata una significativa eterogeneità degli individui rispetto alle diverse componenti del tempo di viaggio. In Jones e Hensher (2004) è stato applicato un modello per un contesto specifico, ovvero per la previsione in campo finanziario. Recentemente, in Hess e Polak (2005) il modello è stato applicato per simulare le scelte degli utenti del trasporto aereo, mentre in Hess *et alii* (2005) è stato applicato per valutare il *VOT*. Galilea e Ortúzar (2005) hanno calibrato alcuni modelli *mixed* sulla base di dati *SP* per stimare la disponibilità a pagare degli abitanti di una determinata zona residenziale per ridurre il livello di rumore. Cirillo e Axhausen (2006) hanno presentato una serie di modelli focalizzati sulla stima dei valori del *VOT*.

In aggiunta alle applicazioni descritte in questo paragrafo esistono in letteratura recenti applicazioni in cui si sono introdotte sia correlazioni degli errori tra le alternative (secondo l'approccio *error components*) sia l'eterogeneità non osservata tra chi effettua le scelte (secondo l'approccio *random parameters*). Esempi di questa

tipologia di applicazioni sono riportate in Hensher e Greene (2000), Bhat e Castelar (2002), e Han e Algiers (2001).

Hensher ha proposto un modello *RPL* applicato per valutare la qualità dei servizi di trasporto collettivo, sulla base dei dati utilizzati per la calibrazione dei modelli *MNL* ed *NL*, su citati.

Altre applicazioni sono riportate in Beggs (1988), Dubin e Zeng (1991), Enberg *et alii* (1990), Formann (1992), Gonul e Srinivasan (1993), Jain *et alii* (1994), Montgomery *et alii* (1986), Revelt e Train (1998), Steckel e Vanhonacker (1988), Train *et alii* (1987), e Train (1998, 1999).

L'ampia diffusione di applicazioni del modello *MMNL* a casi reali di studio è stata possibile grazie allo sviluppo di metodi di stima più efficienti e all'introduzione degli stessi in programmi di calcolo ad uso commerciale. I pacchetti maggiormente utilizzati per la calibrazione di modelli *Mixed* sono *NLOGIT* (Econometric Software) e *ALogit* (Hague Consulting Group), usualmente adoperati anche per i modelli tradizionali della famiglia Logit, oppure applicativi sviluppati nello specifico per la calibrazione dei modelli *Mixed*, come *AMLET* (Bastin *et alii* 2006), sviluppato da Bastin dell'Università di Namur, Belgio, e un applicativo sviluppato da Train che si adatta a *GAUSS* (Revelt e Train, 1998).

### 3.3.6 I modelli Probit

Il modello Probit supera completamente gli svantaggi legati all'uso del modello Logit e delle sue generalizzazioni, ma presenta una minore trattabilità analitica. Esso si basa sull'ipotesi che i residui aleatori  $\varepsilon_{qi}$  siano distribuiti secondo una variabile aleatoria Normale Multivariata (*MVN*) con medie, varianze e covarianze qualsiasi:

$$\begin{aligned}
 E(\varepsilon_i) &= 0 & \forall i \in I \\
 Var(\varepsilon_i) &= \sigma_\varepsilon^2 & \forall i \in I \\
 Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) &= \sigma_\varepsilon^2 & \forall i, j \in I
 \end{aligned}
 \tag{3.66}$$

La funzione di densità di probabilità Normale Multivariata del vettore  $\varepsilon$  è fornita da:

$$f(\varepsilon) = \left[ (2\pi)^m \det(\Sigma) \right]^{-1/2} \exp \left[ -1/2 \varepsilon^T \Sigma^{-1} \varepsilon \right] \quad (3.67)$$

dove  $\Sigma$  è la matrice varianza-covarianza del vettore aleatorio di dimensione pari al numero delle alternative.

Il vettore  $U$  composto dalle utilità di tutte le alternative è distribuito secondo una Normale Multivariata con un vettore di valori medi  $V$  (vettore composto dalle utilità sistematiche) e una matrice di dispersione (matrice varianza-covarianza)  $\Sigma$ . La probabilità di scelta della alternativa  $i$  per il decisore  $q$  può essere espressa come la probabilità congiunta che l'utilità  $U_{qi}$  assuma il valore compreso in un intervallo infinitesimo e che le utilità delle altre alternative abbiano un valore minore. Tale probabilità deve essere integrata per tutti i valori che  $U_i$  può assumere. Per il calcolo delle probabilità di scelta Probit bisogna quindi ricorrere a metodi approssimati. Generalmente vengono utilizzati il metodo Monte-Carlo ed il metodo di Clark.

### 3.3.7 La Willingness-To-Pay

Dalla calibrazione dei modelli Logit si può ricavare il valore del tempo percepito dagli utenti come rapporto tra il coefficiente del parametro legato al tempo e quello del parametro legato al costo; questo valore rappresenta la disponibilità dell'utente a pagare in termini monetari per risparmiare del tempo. Il concetto di valore del tempo è stato negli anni esteso ad un più ampio concetto di disponibilità a pagare, spesso denominata in letteratura come *Willingness-To-Pay* (*WTP*), al fine di valutare in termini monetari i diversi aspetti legati ai sistemi di trasporto.

In letteratura sono presenti diversi metodi per la valutazione della *WTP*. I metodi più largamente utilizzati sono l'*HPM* (*Hedonic Pricing Method*) e il *CV* (*Contingent Valuation*). L'*HPM* si riferisce al comportamento reale osservato nel mercato immobiliare, mentre il *CV* (noto nel marketing come *Conjoint Analysis*, *CA*) si riferisce alle dichiarazioni degli utenti intervistati sulla disponibilità a

pagare per un miglioramento ipotetico di un sistema di trasporto. L'*HPM* è stato utilizzato per la stima delle esternalità ambientali, quali l'inquinamento, lo sviluppo urbano, la sicurezza, il rumore da traffico, *etc.* (Garrod e Willis, 1999; Freeman, 2003; Jim e Chen, 2007). La determinazione della *WTP* per mezzo dei dati SP è stata tradizionalmente associata all'applicazione del metodo *CV*. Questo metodo consiste nel chiedere agli utenti del trasporto quanto sarebbero disposti a pagare per un certo beneficio; in maniera analoga può essere valutata la disponibilità ad accettare (*Willingness-To-Accept, WTA*) per un peggioramento. Diversi studi sono stati proposti per valutare la *WTP* per ridurre l'inquinamento da traffico acustico ed atmosferico (Feitelson *et alii*, 1996; Saelensminde, 1999; Ortúzar e Rodríguez, 2002; Bjorner, 2004; Fosgerau e Bjorner, 2006), per ridurre il numero di incidenti stradali (Rizzi e Ortúzar, 2003; Iraguen e Ortúzar, 2004), per risparmiare il tempo (Brownstone *et alii*, 2003; Hensher e Goodwin, 2004; Hensher, 2006a; Hensher, 2006b), per migliorare i servizi di informazione sui trasporti (Mehndiratta *et alii*, 2000; Denant-Boèmont e Petiot, 2003; Khattak *et alii*, 2003; Molin e Timmermanns, 2006), per migliorare la pavimentazione stradale (Walton *et alii*, 2004), per non perdere la patente di guida (Jorgensen e Wentzel-Larsen, 2002; Jorgensen e Dargay, 2007). Nel campo della qualità dei servizi di trasporto collettivo, Ramanayya *et alii* (2007) hanno misurato la *WTP* chiedendo direttamente agli utenti quanto sarebbero disposti a pagare per migliorare alcuni aspetti del servizio. Espino *et alii* (2006a) hanno, invece, proposto un modello di scelta discreta tra modo di trasporto collettivo ed individuale, al fine di valutare la *WTP* per migliorare i servizi di bus in termini di incremento della frequenza del servizio, riduzione dei tempi per raggiungere le fermate, e di miglioramento dei livelli di comfort.

Tradizionalmente, la *WTP* per il risparmio del tempo è stata calcolata tramite la calibrazione di modelli di utilità aleatoria, considerando nella funzione di utilità il tempo ed il costo del viaggio; il tempo può essere considerato come tempo totale oppure essere scomposto in diverse frazioni, quali il tempo a bordo, il tempo di attesa, i tempi di accesso/egresso, *etc.* Secondo questo approccio la *WTP* è calcolata come rapporto di sostituzione (*trade-off*) tra il tempo ed il costo del

viaggio ad utilità costante. Per i modelli lineari nei parametri il valore corrisponde al rapporto tra i coefficienti del tempo e del costo.

Come ben noto, il metodo di stima della massima verosimiglianza, utilizzato per calibrare i modelli Logit, fornisce parametri asintoticamente distribuiti secondo una normale multivariata (Ben-Akiva e Lerman, 1985). La distribuzione di probabilità per il rapporto tra due coefficienti normalmente distribuiti non è nota a priori, e pertanto il valore del tempo è una variabile *random* caratterizzata da una distribuzione di probabilità sconosciuta. Per queste ragioni, negli ultimi anni sono stati condotti diversi studi sulla determinazione degli intervalli di confidenza per la stima del valore del tempo. Ettema *et alii* (1997) hanno discusso un metodo generale basato su una simulazione della normale multivariata, mentre Yadlin, come riportato in Armstrong *et alii* (2001), ha costruito gli intervalli di confidenza assumendo che una funzione continua di variabili normali segue una distribuzione di probabilità normale. Sono stati adottati anche metodi di ricampionamento; in questi casi numerosi sottocampioni sono generati da un campione originario o creato artificialmente, e per ogni sottocampione sono stimati dei modelli caratterizzati dalla stessa specificazione. In questo modo è generato un notevole numero di valori medi che seguono una approssimazione della distribuzione di probabilità; i limiti dell'intervallo di confidenza sono calcolati dalla determinazione dei valori cui corrispondono specificati percentili (Armstrong *et alii*, 2001). Le tecniche Jackknife e Bootstrap (Shao e Tu, 1995) sono largamente usate nella pratica. Più recentemente Ortùzar ha introdotto altri due metodi (Armstrong *et alii*, 2001). Il primo metodo, basato sul test *Likelihood Ratio*, consiste nell'imporre una restrizione lineare al processo di stima della massima verosimiglianza e a confrontare l'efficienza statistica della stima rispetto al caso non ristretto. La procedura consiste nella ricerca di valori del tempo per i quali è valida la restrizione lineare, dato un certo livello di significatività. Il secondo metodo, basato sul t-test asintotico, è generalmente utilizzato quando un parametro distribuito normalmente è significativamente diverso da zero. Ben-Akiva e Lerman (1985) hanno proposto una estensione di questo test per una

combinazione lineare dei parametri. Essendo  $\beta_t$  e  $\beta_c$  distribuiti asintoticamente secondo una normale, può essere formulata la seguente ipotesi nulla:

$$H_0 : \beta_t - VT \cdot \beta_c = 0 \quad (3.68)$$

dove  $VT$  rappresenta il valore del tempo. L'intervallo di confidenza è dato dall'insieme di valori di  $VT$  per i quali non è possibile rigettare l'ipotesi nulla ad un determinato livello di significatività. Il corrispondente test statistico è il seguente (Garrido e Ortúzar, 1993):

$$t = \frac{\beta_t - VT \cdot \beta_c}{\sqrt{\text{var}(\beta_t - VT \cdot \beta_c)}} \quad (3.69)$$

Questa espressione si distribuisce secondo una normale per i modelli lineari e secondo una normale asintotica per quelli non lineari, quali i modelli Logit. Sulla base di queste assunzioni, Garrido e Ortúzar (1993) hanno derivato gli estremi dell'intervallo di confidenza nel seguente modo:

$$V_{L,U} = \left( \frac{\beta_t}{\beta_c} \frac{t_c}{t_t} \right) \cdot \frac{(t_t t_c - \rho \cdot t_{cr}^2)}{(t_c^2 - t_t^2)} \pm \left( \frac{\beta_t}{\beta_c} \frac{t_c}{t_t} \right) \cdot \frac{\sqrt{(\rho \cdot t_{cr}^2 - t_t t_c)^2 - (t_t^2 - t_{cr}^2) \cdot (t_c^2 - t_{cr}^2)}}{(t_c^2 - t_t^2)} \quad (3.70)$$

dove  $t_t$  e  $t_c$  rappresentano i t-test per i coefficienti  $\beta_t$  e  $\beta_c$ , rispettivamente;  $t_{cr}$  rappresenta il valore critico del test dato il livello di confidenza richiesto e la dimensione del campione;  $\rho$  è il coefficiente di correlazione tra i parametri stimati.

Questo approccio è stato esteso alla costruzione degli intervalli di confidenza per il concetto più ampio di  $WTP$ . Diversi autori hanno recentemente proposto misure di  $WTP$  derivate dai modelli di scelta discreta e hanno calcolato gli intervalli di confidenza per i valori di  $WTP$  stimati (Greene *et alii*, 2006; Espino *et alii*, 2006b). La costruzione degli intervalli di confidenza permette di calcolare il *range* dei possibili benefici derivati da un certo progetto (Espino *et alii*, 2006b). Nello specifico, gli intervalli di confidenza della  $WTP$  consentono ai pianificatori di considerare i limiti dei benefici ottenuti, per esempio, dal risparmio di tempo o dai miglioramenti della qualità del servizio in termini di frequenza, puntualità, comfort, *etc.*



### **3.4      Applicazioni di modelli per la valutazione della qualità dei servizi di trasporto collettivo**

#### *3.4.1    I modelli non comportamentali*

Un esempio di applicazione dei modelli ad equazioni strutturali per la misura della *customer satisfaction* relativamente ai servizi di trasporto collettivo si può trovare in Stuart *et alii* (2000). In questo lavoro è stato analizzato un servizio di trasporto metropolitano operante nella città di New York ed è stata verificata l'influenza di 10 fattori di qualità, che rappresentano 10 aspetti del servizio, sulla soddisfazione globale degli utenti del servizio stesso. Dai risultati dei modelli proposti è emerso che ci sono alcuni fattori che hanno una diretta influenza sulla soddisfazione globale; altri fattori influenzano invece la soddisfazione globale attraverso variabili intermedie, che rappresentano le variabili latenti dei modelli ad equazioni strutturali. I dati utilizzati per calibrare i modelli sono stati raccolti attraverso una indagine condotta presso 1.500 individui residenti nella città di New York che utilizzano il servizio di trasporto metropolitano analizzato. Sono state realizzate interviste telefoniche, e ad ogni utente sono state richieste informazioni riguardanti le proprie abitudini di viaggio generali ed alcune informazioni più dettagliate riferite agli ultimi 2 giorni precedenti all'intervista; informazioni sulle abitudini riguardo a differenti modi di trasporto, quali metropolitana, bus, taxi, e autovettura; informazioni riguardanti il servizio offerto dalla metropolitana sulla soddisfazione globale e su quella riferita a particolari aspetti del servizio. Per la calibrazione del modello sono state utilizzate le interviste contenenti tutte le informazioni richieste, per un totale di 1.075 interviste. È stato chiesto un giudizio in termini di voto da 0 (voto peggiore) a 10 (voto migliore) su 10 aspetti del servizio e sul servizio globale. Gli aspetti del servizio analizzati sono i seguenti: costo di una corsa; velocità di una corsa, considerando sia il tempo di viaggio sia il tempo di attesa; sicurezza personale; sicurezza del viaggio; cortesia del personale; pulizia dei mezzi e delle stazioni; presenza di mendicanti; frequenza del servizio; puntualità; affollamento alle stazioni e sui mezzi. Sono state

ipotizzate delle relazioni tra le variabili nel modello. In tabella sono riportate le relazioni e i valori dei coefficienti ottenuti dalla calibrazione.

Tabella 3.1. Risultati del modello di base

	<i>Variabili</i>		<i>Path Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>Critical Ratio</i>
Frequenza	←	Velocità	0,27	0,04	7,55
Puntualità	←	Velocità	0,32	0,03	9,42
Presenza di mendicanti	←	Sicurezza personale	0,12	0,03	4,05
Frequenza	←	Sicurezza personale	0,21	0,03	6,50
Pulizia	←	Sicurezza personale	0,40	0,04	11,18
Velocità	←	Costo	0,32	0,03	10,29
Sicurezza del viaggio	←	Costo	0,22	0,03	6,62
Sicurezza personale	←	Costo	0,11	0,03	3,93
Cortesia del personale	←	Costo	0,07	0,03	2,60
Pulizia	←	Costo	0,12	0,03	3,56
Costo	←	Soddisfazione globale	0,19	0,03	8,36
Velocità	←	Soddisfazione globale	0,33	0,02	12,69
Sicurezza personale	←	Soddisfazione globale	0,18	0,02	8,50
Affollamento	←	Soddisfazione globale	0,13	0,02	7,46

La tabella 3.1. mostra i coefficienti del modello standardizzati, l'errore standard ed il valore della statistica *t-Student* per la verifica della significatività dei parametri. Tutti i parametri risultano significativi con un livello di confidenza del 95%. L'impatto della puntualità sulla velocità della corsa è paragonabile all'impatto che ha su questo stesso fattore anche la frequenza del servizio.

Tabella 3.2. Risultati del modello finale

	<i>Variabili</i>		<i>Path Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>Critical Ratio</i>
Frequenza	←	Velocità	0,23	0,03	6,64
Puntualità	←	Velocità	0,25	0,03	7,43
Sicurezza del viaggio	←	Velocità	0,28	0,03	10,95
Presenza di mendicanti	←	Sicurezza personale	0,12	0,03	4,05
Frequenza	←	Sicurezza personale	0,21	0,03	6,50
Pulizia	←	Sicurezza personale	0,40	0,04	11,18
Velocità	←	Costo	0,32	0,04	9,37
Sicurezza del viaggio	←	Costo	0,22	0,04	6,14
Sicurezza personale	←	Costo	0,11	0,03	3,94
Cortesia del personale	←	Costo	0,07	0,03	2,60
Pulizia	←	Costo	0,12	0,03	3,57
Costo	←	Soddisfazione globale	0,14	0,02	6,41
Velocità	←	Soddisfazione globale	0,18	0,03	6,32
Sicurezza personale	←	Soddisfazione globale	0,15	0,02	7,56
Affollamento	←	Soddisfazione globale	0,06	0,02	3,40
Puntualità	←	Soddisfazione globale	0,34	0,03	13,26

Nel modello finale (tabella 3.2.) sono state incluse altre due relazioni, ovvero la relazione tra la puntualità e la soddisfazione globale e la relazione tra la sicurezza del viaggio e la velocità della corsa. L'introduzione di queste due relazioni ha migliorato i risultati del modello. In particolare, l'introduzione del legame tra la

puntualità e la soddisfazione globale ha causato la riduzione della forza del legame tra questa ultima e la velocità; questo risultato è comprensibile poiché nel modello finale la puntualità esercita un effetto diretto soddisfazione globale e non indiretto come nel modello precedente. Anche l'impatto dell'affollamento sulla soddisfazione globale risulta ridotto ma resta comunque significativo.

In definitiva, i coefficienti dei modelli calibrati forniscono una indicazione sull'entità degli impatti degli aspetti del servizio considerati sulla soddisfazione globale; questo può essere di aiuto per i pianificatori nel determinare le iniziative da intraprendere al fine di ottenere un miglioramento della soddisfazione degli utenti.

#### 3.4.2 I modelli comportamentali

Hensher ha utilizzato i modelli di scelta discreta, appartenenti alla famiglia Logit, per misurare la qualità dei servizi di trasporto collettivo (Prioni e Hensher, 2000; Hensher, 2001c; Hensher e Prioni, 2002; Hensher *et alii*, 2003). In particolare, è stata valutata l'importanza di alcuni fattori di qualità sulla qualità globale attraverso la stima dei coefficienti di modelli di scelta discreta di tipo Logit, quali *MNL*, *NL* e *MMNL*. Le alternative di scelta dei modelli rappresentano pacchetti di servizi di bus, che si differenziano tra loro in base ai livelli degli attributi di qualità che li caratterizzano. La funzione di utilità associata alle alternative di scelta del modello, funzione lineare dei coefficienti stimati dal modello, rappresenta un indicatore di qualità del servizio *SQI* (*Service Quality Index*). Per la calibrazione dei modelli sono stati utilizzati dati raccolti tramite un esperimento *SP* (*Stated Preference*); in questo modo è stato possibile tenere conto anche di alcuni livelli di attributo non disponibili agli utenti dei servizi di trasporto collettivo nel momento dell'intervista e per i quali non sarebbe stato possibile determinarne l'influenza sulla soddisfazione globale.

L'analisi è stata ristretta solo agli utenti del trasporto collettivo, ma si riconosce che anche i non utenti potrebbero fornire informazioni utili sui livelli di servizio offerto. A ciascun utente è stato proposto un esperimento di scelta in cui l'utente descrive l'alternativa di scelta che rappresenta il suo pacchetto di servizi attuale, la

confronta con due alternative *SP* che rappresentano pacchetti di servizi ipotetici, e infine sceglie l'alternativa migliore.

Per costruire il piano sperimentale sono stati selezionati 13 attributi di qualità sulla base di una ricerca nella letteratura scientifica, su indagini pilota e su interviste rivolte a specialisti del settore. Ciascun attributo varia su tre livelli. Il set finale di attributi è riportato nella tabella 3.3.

Tabella 3.3. Attributi selezionati e livelli di variazione

<i>Attributo</i>	<i>Livelli</i>	<i>Interpretazione dei livelli</i>
Affidabilità del servizio	3	in orario (2) 5 min di ritardo (1) 10 min di ritardo (0)
Tariffa	3	25% in più del prezzo attuale (2) prezzo attuale (1) 25% in meno del prezzo attuale (0)
Distanza da casa alla fermata a piedi	3	attuale (0) 5 min in più (1) 10 min in più (2)
Sicurezza nell'attesa	3	molto sicuro (2) abbastanza sicuro (1) non abbastanza sicuro (0)
Tempo di viaggio	3	25% in meno del tempo attuale (0) attuale (1) 25% in più del tempo attuale (2)
Arredo alla fermata	3	pensiline e panchine (2) solo panchine (1) né panchine né pensiline (0)
Aria condizionata	3	disponibile senza supplemento (2) disponibile con il 20% di supplemento sul biglietto (1) non disponibile (0)
Informazione alla fermata	3	orari e mappe (2) orari senza mappe (1) nessuna informazione (0)
Frequenza	3	ogni 15 minuti (2) ogni 30 minuti (1) ogni 60 minuti (0)
Sicurezza a bordo	3	corsa sempre regolare senza improvvise frenate (2) corsa spesso regolare con rare improvvise frenate (1) corsa irregolare con frequenti improvvise frenate (0)
Pulizia dei sedili	3	molto puliti (2) abbastanza puliti (1) non abbastanza puliti (0)
Accesso al bus	3	entrata ampia senza gradini (2) entrata ampia con due gradini (1) entrata stretta con 4 gradini (0)
Attitudine del conducente	3	molto amichevole (2) abbastanza amichevole (1) per niente amichevole (0)

Attraverso un piano statistico, i livelli degli attributi sono stati combinati in modo da ottenere differenti alternative *SP* che rappresentano differenti pacchetti di servizi. Il piano fattoriale completo, che contiene tutti i possibili pacchetti di

servizi, comprende 1.594.323 ( $3^{13}$ ) combinazioni, essendo 13 gli attributi e 3 i livelli di variazione. Il numero di combinazioni è stato ridotto ad un numero pari a 81 per mezzo di un piano fattoriale fratto. Un pre-test aveva mostrato che gli intervistati sono capaci di valutare contemporaneamente soltanto 3 alternative di scelta. Il numero di tipologie di interviste proposte è pari a 27.

Sulla base dei dati raccolti tramite gli esperimenti *RP-SP* è stato utilizzato un modello *MNL* (Prioni e Hensher, 2000; Hensher e Prioni, 2002). Per la calibrazione del modello sono stati utilizzati i dati relativi a 3.849 osservazioni su 4.334 interviste realizzate. L'indagine è stata condotta tramite una semplice intervista cartacea. Nella prima parte dell'intervista erano richiesti anche i dettagli sul viaggio corrente e alcune caratteristiche socioeconomiche dell'intervistato. Le interviste sono state realizzate e raccolte tra l'Aprile ed il Maggio 1999.

I 13 attributi sono stati specificati come variabili continue su scala o come variabili *dummy*. In particolare, l'affidabilità, la tariffa, il tempo di accesso ed il tempo di viaggio sono state valutate come variabili continue. Gli altri nove attributi, ciascuno su tre livelli, sono rappresentati da 18 variabili dicotomiche. Sebbene la frequenza sia una variabile continua viene specificata attraverso due variabili *dummy*. Le variabili continue sono risultate tutte molto significative e, come atteso, hanno presentato segno negativo. Il valore monetario del tempo, *VOT*, relativo al tempo di viaggio è di \$4.01, mentre quello relativo al tempo di attesa è di \$5.39. Le variabili relative all'arredo alle fermate non sono risultate molto influenti sulla qualità del servizio.

Riguardo all'attributo "Arredo alla fermata" le variabili "solo panchine" e "pensiline e panchine" non sono risultate statisticamente significative rispetto a "né pensiline e né panchine". Riguardo all'attributo "Aria condizionata" è risultato che la variabile "aria condizionata senza supplemento" non è statisticamente significativa rispetto alla variabile "aria condizionata non disponibile". La sicurezza in termini di regolarità della corsa risulta fortemente significativa. Per ciò che riguarda l'attributo relativo alla pulizia dei veicoli la variabile "abbastanza pulito" non è statisticamente significativa, per cui la pulizia può essere descritta con una variabile dicotomica. Le variabili legate all'accesso al

bus non sono risultate importanti per la qualità del servizio, presumibilmente perché la maggior parte degli utenti non presenta handicap. Al contrario l'attitudine del conducente ha forte influenza. Infine, la variabile "orari e mappe" è statisticamente significativa rispetto alla variabile "nessuna informazione". La variabile relativa alla frequenza è risultata significativa quando viene trattata come variabile *dummy* distinguendo i 60 minuti dai 30 e 15 minuti. Riguardo alle caratteristiche socioeconomiche è risultato che gli intervistati che possiedono un reddito alto preferiscono il livello di servizio offerto dal sistema esistente. Gli intervistati giovani e aventi reddito inferiore vorrebbero un aumento della qualità del servizio. La variabile relativa alla disponibilità dell'auto è risultata non significativa.

In un lavoro successivo (Hensher, 2001c) lo stesso autore propone un modello *MMNL* partendo dal modello *MNL* precedente, con l'obiettivo di indagare sulla eterogeneità fra gli utenti in termini di differenze di *SQI* dovute ai diversi "gusti" degli utenti e alle diverse caratteristiche socioeconomiche. Hensher utilizza un modello *RPL* in cui considera quattro parametri *random*, ovvero i parametri legati alla puntualità, al tempo di accesso alla fermata, al tempo di viaggio, e alla sicurezza. Sono stati calibrati tre tipi di modelli *MMNL*, oltre al modello *MNL*, in base alla distribuzione ipotizzata per i parametri (normale, uniforme, e triangolare). Inoltre, è stata esplorata la possibilità che l'eterogeneità non osservata possa essere convertita in eterogeneità osservata attorno alle stime medie considerando la distribuzione come funzione delle caratteristiche dei passeggeri. E' stato osservato che l'età, il reddito personale ed il sesso riescono a spiegare, a diversi gradi, la distribuzione dell'eterogeneità non osservata per un sottoinsieme di parametri *random*. Ad esempio, la disutilità marginale del tempo di accesso alla fermata del bus aumenta all'aumentare dell'età dell'individuo, mentre la disutilità marginale del fattore legato alla puntualità aumenta con l'aumentare del reddito sia per gli uomini che per le donne.

In un lavoro più recente (Hensher *et alii*, 2003), che prende spunto da quelli precedenti, è stato calibrato un modello *NL*. E' stata utilizzata tale formulazione poiché sono stati analizzati diversi segmenti di domanda ciascuno dei quali

rappresenta una categoria di passeggeri che utilizzano un particolare tipo di servizio. Nel modello ciascun gruppo è rappresentato da un segmento. In particolare, sono state effettuate circa 500 interviste per ciascuno dei tre segmenti di domanda considerati; di queste 500, 300 sono state realizzate sulle corse nelle ore di punta e 200 nelle ore di morbida.

L'esperimento *SP* è quello utilizzato per il caso del modello *MNL*. Gli attributi considerati sono 13 e variano tutti su tre livelli, come nel caso precedente, anche se alcuni di essi sono stati sostituiti. Alcuni attributi non sono risultati significativi per tutti i segmenti, perciò il loro contributo all'indice *SQI* è trascurabile. Sei variabili sono risultate significative per tutti i segmenti: "tariffa per una corsa", "seduti per l'intero viaggio", "in piedi per una parte del viaggio", "entrata ampia con due gradini", "solo panchine alla fermata", "panchine e pensiline". Il valore del *VOT* varia tra \$2 e \$4.72. Solitamente, per gli utenti del bus si ottengono valori di *VOT* più bassi rispetto agli utenti del mezzo privato o del treno. Come atteso, il tempo di viaggio e la tariffa sono gli attributi che rendono l'utente maggiormente insoddisfatto. Al contrario, la frequenza e la disponibilità di posto a sedere per tutto il viaggio sono quelli che lo rendono maggiormente soddisfatto.

A differenza dei modelli ad equazioni strutturali che forniscono soltanto dei coefficienti i cui valori rappresentano la forza dei legami tra le diverse variabili e/o con la soddisfazione globale, i modelli appena analizzati forniscono dei veri e propri pesi relativi ai diversi aspetti del servizio analizzati che possono essere utilizzati per scopi predittivi, ovvero per quantificare i possibili livelli di qualità del servizio al variare del valore associato a ciascun fattore rappresentante un determinato aspetto del servizio. In questo caso dai pesi stimati può essere ricavata una graduatoria dei fattori di qualità dalla quale si può capire quali sono i fattori più importanti per gli utenti, mentre nel caso dei modelli ad equazioni strutturali si può soltanto evidenziare quali sono i fattori più legati alla soddisfazione globale, essendo calibrati considerando i voti di soddisfazione.

## CAPITOLO 4

### Il caso di studio

#### 4.1 Generalità

Per applicare le tecniche e calibrare i modelli sperimentali proposti in questo lavoro di ricerca sono stati utilizzati dati reali, raccolti per mezzo di una indagine campionaria rivolta ad una particolare categoria di utenti fruitori di un servizio di trasporto collettivo urbano su gomma. Nello specifico, il servizio analizzato è quello che collega l'area urbana Cosenza-Rende con l'Università della Calabria. La categoria di utenti intervistati è rappresentata dagli studenti dell'Università della Calabria che utilizzano abitualmente il suddetto servizio.

L'indagine sperimentale ha permesso di raccogliere sul campione di studenti informazioni relative alla qualità del servizio, in termini di percezioni e di attese, ed alle scelte dichiarate dagli utenti su diversi pacchetti di servizi di bus, in determinate situazioni ipotetiche.

Di seguito si riporta una descrizione dell'area di studio, costituita dall'area urbana Cosenza-Rende e dall'Università della Calabria. In particolare, si descrivono in generale l'area urbana e l'ateneo, le infrastrutture viarie principali dell'area di studio, quelle di accesso al campus, ed interne al campus. Si riporta poi una descrizione dei servizi di trasporto collettivo su gomma di collegamento con l'Università della Calabria, facendo particolare riferimento al servizio che collega l'area urbana Cosenza-Rende con il campus universitario. Infine, si descrive l'indagine sperimentale nelle sue diverse fasi, e si riporta un'analisi statistico-descrittiva del campione intervistato.

#### 4.2 L'area di studio

##### 4.2.1. *L'area urbana Cosenza-Rende*

Le città di Cosenza e Rende si presentano oggi come un unico aggregato urbano, benché variamente differenziato al suo interno per tipologie edilizie e funzionalità



socioeconomiche, perché nel corso degli ultimi anni si sono avvicinate, infittite, ed integrate fra loro. L'urbanizzazione nella valle del fiume Crati, a Cosenza con più intensità a partire dagli anni '90, a Rende da almeno un trentennio, è avvenuta in conformità a moderni strumenti urbanistici generali, attuati attraverso numerosi piani esecutivi e di dettaglio, di iniziativa pubblica e privata. Il tessuto urbano è cresciuto, dotato di servizi e di svariati presidi sociali, culturali e di aggregazione, con una buona dotazione di verde e con una robusta organizzazione commerciale e produttiva, rapportata al contesto calabrese.

La conurbazione Cosenza-Rende si estende su una superficie di 92,03 kmq, di cui 54,79 kmq appartengono al comune di Rende, e sui restanti 37,24 kmq si insedia la città di Cosenza.

L'area Cosenza-Rende rappresenta, per ciò che riguarda la mobilità e i trasporti, uno dei principali nodi del sistema calabrese. Nell'area, infatti, convergono l'Autostrada A3 Salerno-Reggio Calabria, le statali 19 e 19 bis, la statale 107 e le linee ferroviarie Sibari-Cosenza e Paola-Cosenza. Tali infrastrutture determinano un consistente traffico di attraversamento, principalmente sulla direttrice Tirreno-Ionio. La statale 107 SGC (Strada di Grande Comunicazione) assicura il collegamento tra le due coste calabresi, tirrenica e ionica, attraversando i territori comunali di Rende e Cosenza e l'altopiano della Sila. Si connette alla viabilità urbana attraverso due svincoli: il primo, in località Surdo, a servizio della zona sud di Roges, il secondo, all'altezza dello svincolo autostradale di Cosenza Nord. Essendo utilizzata non solo per l'accesso all'autostrada ma anche all'Università, la S.S.107 è sede di un elevato flusso veicolare. Il sistema ferroviario dell'area urbana è articolato intorno alle linee Sibari-Cosenza e Paola-Cosenza, a semplice binario, che si congiungono alla stazione di Castiglione Cosentino (nel comune di Rende, nel quartiere Quattromiglia), per convergere a doppio binario verso la stazione di Vaglio Lise. In figura 4.1 si riporta un inquadramento dell'area di studio a livello provinciale.

La città di Cosenza si sviluppa prevalentemente lungo un asse Nord-Sud su suolo pianeggiante. I fiumi Crati e Busento definiscono il confine tra la città vecchia e la città nuova. Il centro storico di Cosenza appare oggi sostanzialmente

conservato nelle sue strutture principali ed è di particolare interesse storico ed ambientale non solo per l'estensione, di circa 53 ettari, ma soprattutto per i valori che presenta.

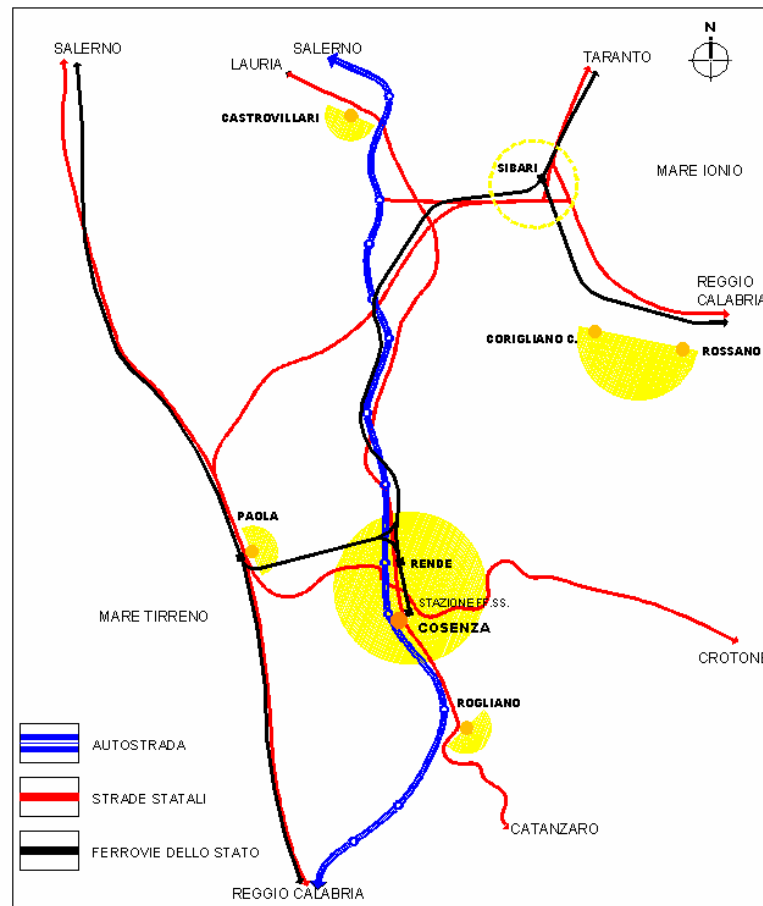


Figura 4.1. Inquadramento dell'area di studio

Come conseguenza dell'espansione a Nord di Cosenza, è sorta la parte nuova di Rende, che risulta completamente staccata dal suo centro storico, situato all'estremità Nord-Ovest del territorio comunale. La parte centrale della espansione urbana nasce contemporaneamente in diversi punti del territorio intorno ad alcuni poli di riferimento. Il quartiere di Roges nasce come continuazione dell'espansione di Cosenza verso Nord fino al torrente Campagnano (che segna, appunto, il limite amministrativo tra i due comuni). L'aggregato urbano di Quattromiglia si sviluppa tra lo svincolo dell'autostrada A3 Salerno-Reggio Calabria, la stazione ferroviaria di Castiglione Cosentino, dove si

connettono le linee da Cosenza per Paola e Sibari, e la zona industriale di contrada Lecco, adiacente alla stazione. Infine, il quartiere di Commenda si è sviluppato come unione fra questi due poli, lungo la direttrice principale d'espansione Sud-Nord rappresentata dalla S.S.19, poi raddoppiata in due sedi diverse a distanza di un isolato l'una dall'altra per esigenze di adeguamento della viabilità ai flussi di traffico divenuti sempre più consistenti con l'espansione della città e la nascita della conurbazione. A ridosso di questi poli si consolidano, dalla parte occidentale, gli insediamenti di Saporito e Surdo, collegati ai quartieri Roges e Commenda mediante la viabilità che porta al centro storico di Rende. Da Quattromiglia le diramazioni seguono la direttrice principale delle strade statali, sulle quali si addensa la città più recente, con il completamento delle zone edificabili verso il quartiere di Commenda, che integra lo spazio urbano attraverso un'espansione bidirezionale. Sempre da Quattromiglia un'ulteriore espansione porta la copertura urbana a tendere verso ovest lungo il riferimento dello svincolo autostradale e della S.S.107 ed anche verso la vicina area d'insediamento dell'Università della Calabria, alla quale converge pure l'espansione del nucleo di Arcavacata, diventato ora quartiere residenziale abitato prevalentemente da studenti e lavoratori dell'Università. Il fulcro delle attività commerciali è rappresentato, a Roges, da un centro commerciale, la cui ubicazione e tipologia (a "galleria urbana") favoriscono l'affluenza di migliaia di visitatori e consumatori giornalieri, con qualche problema di carico eccessivo di traffico veicolare sulle principali direttrici di mobilità. In figura 4.2 si riporta una schematizzazione delle infrastrutture dell'area urbana.

I comuni di Cosenza e Rende si differenziano notevolmente tra loro per le diverse dinamiche insediative e demografiche di cui sono stati protagonisti negli ultimi 50 anni. La popolazione residente a Cosenza cresce in maniera piuttosto costante dal '51 al '71, mentre negli stessi anni Rende presenta valori pressoché stabili. Nel decennio successivo è la popolazione del capoluogo a restare quasi invariata, al contrario di Rende che presenta nel '71 una popolazione di 13.157 residenti e nell'81 di 25.281, con una percentuale di crescita pari al 92,15%.

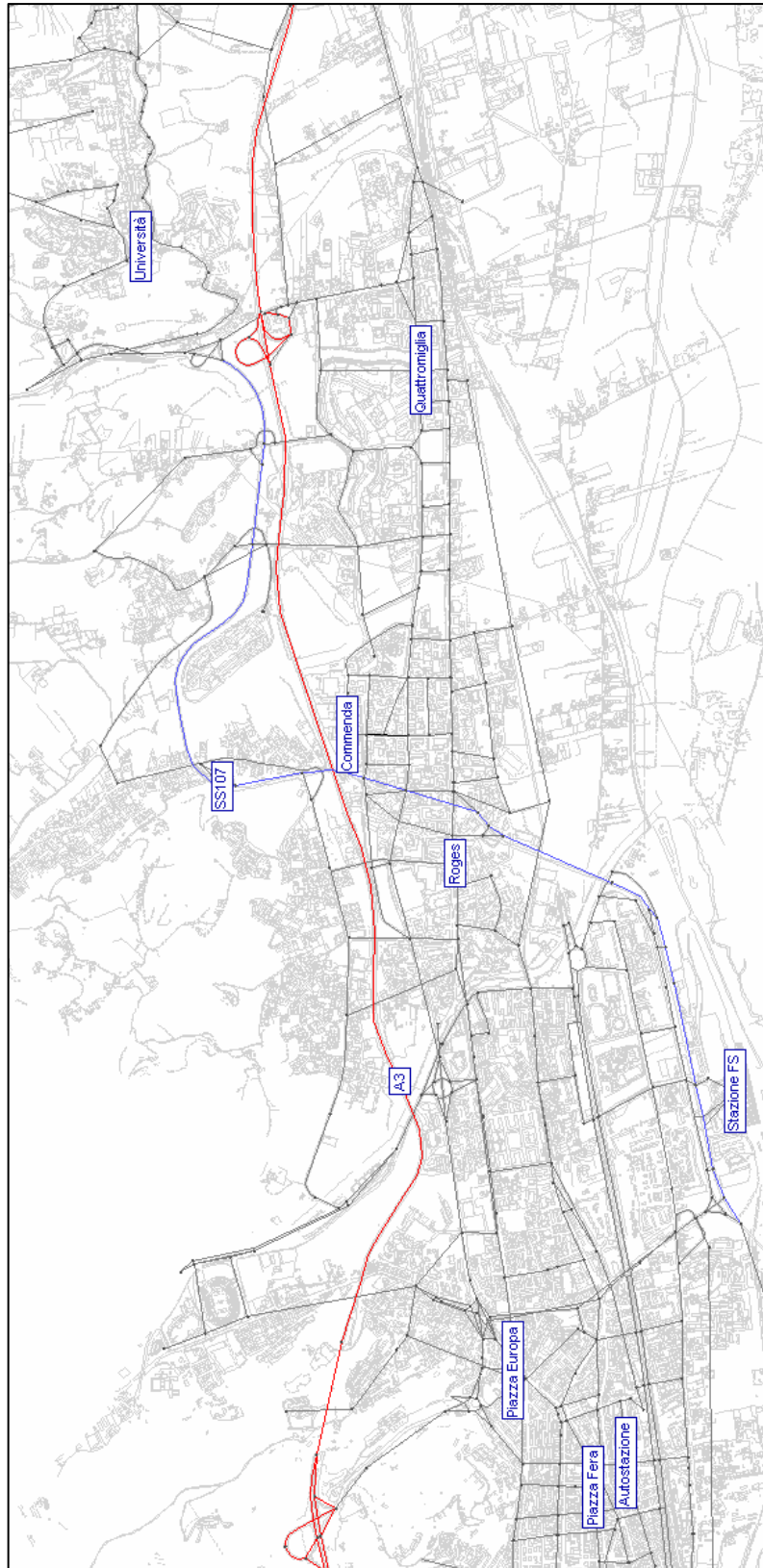


Figura 4.2. Schematizzazione delle infrastrutture dell'area di studio

Dal 1981 al 1991, Cosenza subisce un calo demografico del 18,85% (da 106.801 a 86.664 residenti), mentre Rende ha una crescita del 41,62% (da 25.281 a 30.946), risultando, nel decennio di riferimento, il comune che presenta il più forte incremento demografico di tutta la Provincia. Infine, dal 1991 al 2001, Cosenza subisce un ulteriore calo demografico del 16,76%, in quanto la popolazione passa da 86.664 a 72.176 residenti, e Rende continua a crescere da 30.946 a 34.351 residenti, con una percentuale di crescita dell'11%. Al 2001 la popolazione di Cosenza è costituita da 72.176 residenti e quella di Rende da 34.351. La presenza dell'Università della Calabria nell'area urbana determina una popolazione notevolmente superiore a quella rilevata dall'Istat (oltre 120.000 abitanti).

Il sistema delle attività caratterizzanti l'area urbana comprende principalmente servizi; meno consistenti sono le attività relative ai settori dell'industria e dell'agricoltura.

In particolare, nei Comuni di Cosenza e Rende operano 1.887 aziende agricole (di cui oltre i due terzi nel Comune di Cosenza) che occupano 1.940 ettari di SAU (Superficie Agricola Utilizzata) e 2.946 ettari di superficie totale. L'insieme delle aziende agricole presenti nell'area comprendente Cosenza e Rende costituiscono il 2,7% del totale delle aziende relative a tutta la provincia di Cosenza, e l'1% di quelle relative all'intera Calabria. La superficie totale è pari allo 0,8% di quella provinciale e allo 0,3% di quella regionale, mentre quella agricola utilizzata è pari allo 0,9% di quella provinciale e allo 0,4% di quella regionale.

Dai risultati dell'ultimo censimento di industria e servizi dell'Istat, risulta che alla fine del 2001 nell'area urbana operano 9.789 unità locali. In particolare si hanno 8.900 unità locali (con 28.229 addetti) che afferiscono alle imprese vere e proprie, mentre le restanti 889 unità locali (con 17.584 addetti) appartengono alle istituzioni. Le unità locali dell'area comprendente Cosenza e Rende rappresentano il 24,3% del totale delle imprese relative alla provincia di Cosenza e il 9,0% di quelle relative all'intera Calabria, mentre gli addetti locali coprono rispettivamente il 29,2 e il 10,8% delle analoghe grandezze provinciali e regionali. Nell'area di Cosenza e Rende vi è una considerevole presenza di unità locali delle istituzioni

pubbliche, cioè unità giuridico-economiche la cui funzione principale è quella di produrre beni e servizi non destinabili alla vendita, imprese e istituzioni non profit e amministrazioni pubbliche. Le unità locali delle istituzioni pubbliche rappresentano nel complesso il 28,4% delle istituzioni provinciali e il 7,9% di quelle regionali.

Il sistema imprenditoriale extragricolo dell'area in questione mette in evidenza la schiacciante prevalenza di strutture produttive operative nel terziario. Le attività commerciali, in particolare, assorbono ben 3.097 unità locali delle 8.900 unità locali complessive, corrispondente ad una percentuale del 35,1%. Le attività denominate come "altri servizi" assorbono il 48,2% delle unità locali dell'area, mentre a livello provinciale e regionale l'analogo indicatore si attesta rispettivamente sul 39,5% e sul 39,0%. Il settore terziario locale è caratterizzato soprattutto dalla presenza di iniziative imprenditoriali dedite ad attività di servizi alle imprese (attività professionali, di informazioni, di ricerca, *etc.*), alberghiere e della ristorazione, di intermediazione finanziaria. Infine, l'area presenta, rispetto ai contesti territoriali di comparazione, una più bassa specializzazione nelle attività industriali. Queste ultime, infatti, coprono in media il 16,7% delle imprese locali, a fronte del 22,6% nella Provincia e il 21,9% nella Regione. Non molto difforme si presenta la composizione settoriale in riferimento agli addetti. Tuttavia, sotto questo profilo si può notare una minore focalizzazione settoriale nelle attività commerciali, che assorbono meno di un terzo degli occupati complessivi. Gli "altri servizi" mostrano l'incidenza occupazionale più elevata: gli addetti a tale settore sono, infatti, il 53,9% di quelli totali. Rispetto alla ripartizione per settori delle unità locali, cresce il contributo relativo dell'industria, che occupa il 21,0% degli addetti, a fronte del 33,1% della Provincia e del 31,4% della Calabria.

#### 4.2.2. *L'Università della Calabria*

L'area urbana ha ricevuto una forte spinta di crescita qualitativa e quantitativa dall'Università della Calabria, insediatasi nei primi anni '70 a nord del territorio di Rende. L'Università ha concorso a modificare le geometrie della mobilità locale ed ha stimolato nuovi mercati e domande.

L'Università della Calabria è stata istituita con la legge n. 442 del 12/3/1968, ed ha iniziato le sue attività didattiche e scientifiche nell'Anno Accademico 1972-73; fin dalla sua costituzione ha avuto carattere residenziale. L'intero insediamento universitario è stato collocato in un'ampia area collinare estesa circa 250 ettari. Il primo nucleo dell'Università della Calabria era costituito da un complesso polifunzionale, su progetto dell'arch. Massimo Pica Ciamarra, con un discreto numero di aule, di studi per i docenti, di uffici e laboratori, un centro di calcolo, un laboratorio linguistico e una biblioteca. A seguito di un concorso internazionale, vinto dall'arch. Vittorio Gregotti, si è proceduto alla costruzione dei nuovi edifici per la ricerca e la didattica.

Allo stato attuale, le strutture universitarie sono collocate lungo un "ponte" o asse attrezzato, di lunghezza pari a circa 1,5 Km, che corre in direzione Sud-Nord, poco distante dalle strutture del polifunzionale (figura 4.3).



Figura 4.3. Rappresentazione del campus universitario

Il ponte presenta due livelli: uno inferiore, utilizzato esclusivamente come percorso pedonale, ed uno superiore, utilizzato sia come percorso pedonale sia da vetture di servizio (vigilanza, mezzi di soccorso, veicoli merci, *etc.*), ma anche da un servizio di bus a navetta, esercito con veicoli elettrici. Tra i due livelli del ponte

è ubicato un condotto di sezione triangolare utilizzato per la distribuzione dei fluidi degli impianti tecnologici. Lungo l'asse ponte sono allineati gli edifici universitari, i cosiddetti "cubi", in cui sono ospitati i dipartimenti, gli uffici amministrativi, le aule, i laboratori. L'altezza dei cubi è variabile dai due ai sette piani, in quanto il piano superiore mantiene una quota costante, mentre quello inferiore è conformato all'andamento del terreno.

L'ateneo dispone di un Centro Residenziale che offre un servizio di ristorazione (900.000 pasti somministrati ogni anno), residenze per studenti (2.800 posti letto) e residenze per ospiti (quasi 200 posti letto), e diverse attività socio-culturali.

Parte dei posti letto è dislocata all'interno del Campus universitario e parte all'esterno, nel territorio del comune di Rende, ad una distanza massima di 4 Km circa dall'Ateneo. Nell'area universitaria sono ubicate le Maisonnettes (628 posti letto); le residenze Martensson (94 appartamenti con 642 posti letto); il quartiere Molicelle (47 appartamenti con 188 posti letto); le residenze San Gennaro (40 appartamenti e 140 posti letto); all'esterno sono ubicate più residenze, in parte di proprietà dell'Università, in parte in affitto, per un totale di 1.316 posti letto. Gli studenti alloggiati presso le residenze esterne all'area universitaria hanno diritto al rimborso del cinquanta per cento delle spese di trasporto sostenute per l'acquisto degli abbonamenti mensili nominativi.

Si è già avviata la realizzazione del progetto di sviluppo verso Nord dell'asse ponte, con la disposizione di oltre 1.200 nuove residenze per gli studenti ed il personale dell'Università, di impianti sportivi e ricreativi, e del Parco scientifico e tecnologico.

L'ateneo dispone di diversi servizi di ausilio alla didattica e centri di svago, tra cui un Centro Arti Musica e Spettacolo; un Centro Radiotelevisivo ed Informatico; un Centro Editoriale e Librario; il Museo di Storia Naturale della Calabria; un Centro di Calcolo; un Centro Interdipartimentale di Scienze Storiche Religiose; un Centro Interdipartimentale di Documentazione Demo-Antropologica; un Centro Interdipartimentale della Comunicazione; un Centro Servizi Didattici Informatici Multimediali; un Centro Sanitario; un Centro



Sportivo CUS dotato di diversi impianti sportivi. Di grande prestigio è il sistema bibliotecario di ateneo, composto da tre biblioteche di area (area Tecnico-Scientifica, area Umanistica “F.E. Fagiani”, area Economica “E. Tarantelli”), collocate in un’unica area situata lungo il ponte. In seno alla struttura universitaria è, inoltre, presente un Centro Linguistico d’Ateneo dotato di cinque laboratori audio-attivo comparativi, due laboratori multimediali, tre aule attrezzate, delle sale computer e una sala convegni. All’interno del campus universitario esiste anche un Orto Botanico, in seno al quale è sviluppata attività didattica e di ricerca.

Per ciò che riguarda l’offerta didattica l’Università della Calabria comprende 6 facoltà, articolate in 24 dipartimenti e con numerosi centri di ricerca e di servizio, con 42 corsi di laurea di primo livello e 36 corsi di laurea specialistica. Le facoltà presenti nell’Università della Calabria sono: Economia, Farmacia, Ingegneria, Lettere e Filosofia, Scienze Matematiche Fisiche e Naturali, e Scienze Politiche. In particolare, per l’anno accademico 2005/2006 sono stati attivati 80 corsi di laurea, di cui si riporta un elenco, distinti per facoltà, nella tabella 4.1.

Al momento delle indagini<sup>1</sup> l’ateneo era frequentato da una popolazione di circa 32.000 studenti e 2.000 dipendenti. L’area economica (a cui appartengono le facoltà di Economia e Scienze Politiche) attraeva circa 10.400 studenti, l’area tecnico-scientifica attraeva circa 10.600 studenti (di cui 7.700 afferivano alla facoltà di Ingegneria e 2.900 afferivano alla facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali), l’area filosofico-letteraria attraeva circa 7.200 studenti; la facoltà di Farmacia ne attraeva 2.800. In aggiunta, circa 200 studenti erano iscritti a corsi di Laurea Interfacoltà e circa 1.500 a corsi di specializzazione post-laurea (SSIS, Master, *etc.*).

L’area universitaria è adiacente ad un importante nodo del sistema dei trasporti, nel quale convergono infrastrutture stradali e ferroviarie. L’area sorge a Nord dello svincolo dell’A3 di Rende, a circa km di distanza; a Sud l’area confina con la S.S.107. L’area universitaria è situata a circa un chilometro della stazione ferroviaria di Castiglione Cosentino, che costituirà un nodo di scambio sempre più importante; in corrispondenza di questa stazione è infatti prevista, dagli

---

<sup>1</sup> Marzo 2006

strumenti urbanistici vigenti, la realizzazione di un terminal bus e di un parcheggio di scambio.

Tabella 4.1. Corsi di laurea attivi per l'anno accademico 2005/06

<i>Facoltà</i>		<i>Corsi di laurea</i>
Economia	1° Livello	Diritto e Economia Discipline Economiche e Sociali Economia Economia Aziendale Metodi Quantitativi per l'Economia e la Gestione delle Aziende
	Specialistica	Discipline Economiche e Sociali per lo Sviluppo e la Cooperazione Economia Aziendale Economia Applicata Giurisprudenza per l'Economia e l'Impresa Statistica e Informatica per l'Economia e la Finanza Valorizzazione dei Sistemi Turistico-Culturali
Farmacia	1° Livello	Informazione Scientifica sul farmaco Scienza della Nutrizione Tecnologie dei prodotti Cosmetici Tossicologia dell'Ambiente
	a ciclo unico	Chimica e Tecnologia Farmaceutiche Farmacia
Ingegneria	1° Livello	Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio Ingegneria Chimica Ingegneria Civile Ingegneria Elettronica Ingegneria Gestionale Ingegneria Informatica Ingegneria Meccanica Ingegneria Gestionale (Crotone)
	Specialistica	Ingegneria Ambiente Ingegneria dell'Automazione Ingegneria Chimica Ingegneria Civile Ingegneria Edile Ingegneria Elettronica Ingegneria Energetica Ingegneria Gestionale Ingegneria Informatica Ingegneria Meccanica Ingegneria delle Telecomunicazioni
	a ciclo unico	Edile-Architettura
Lettere e Filosofia	1° Livello	Discipline delle Arti, della Musica e dello Spettacolo Filosofia e Scienze della Comunicazione e della Conoscenza Filosofia e Scienze Umane Lettere Lingue e Culture Moderne Mediazione Linguistica Scienze dell'Educazione Storia Storia e Conservazione del Patrimonio Artistico, Archeologico e Musicale
	Specialistica	Educazione ai Media (Media education) Filosofia e storia delle idee Informatica per le Discipline Umanistiche Lingue e Letterature Moderne, Filologia, Linguistica, Traduzione Storia e Conservazione dei Beni Artistici e Archeologici Teoria della Prassi Comunicativa e Cognitiva

Tabella 4.1. Corsi di laurea attivi per l'anno accademico 2005/06 (continua)

<i>Facoltà</i>		<i>Corsi di laurea</i>
Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali	1° Livello	Chimica
		Fisica
		Gestione dei Rischi Naturali (Vibo Valentia)
		Informatica
		Matematica
		Scienze Biologiche
		Scienze Geologiche
	Specialistica	Scienza dei Materiali
		Scienze Naturali
		Scienze e Tecniche per il Restauro e la Conservazione dei Beni Culturali
		Chimica
		Diagnostica, Conservazione e Restauro dei Beni Culturali
		Fisica
		Informatica
Scienze politiche	1° Livello	Matematica
		Scienze Biologiche
		Scienze Geologiche
		Scienze dei Materiali
	Specialistica	Scienze Naturali
		Scienze Politiche
		Scienze dell'Amministrazione
Scienze politiche	1° Livello	Scienze del Servizio Sociale
		Scienze del Servizio Sociale (Crotone)
		Scienze Politiche
Interfacoltà	Specialistica	Scienze delle Politiche e dei Servizi Sociali
		Scienze della Formazione Primaria
		Scienze Geo-Topo-Cartografiche, Estimative, Territoriali ed Edilizie
		Scienze Turistiche

Ad est dell'area universitaria è infine ubicata la SS.19, che convoglia il traffico locale sulla direttrice Nord-Sud Montalto-Cosenza. Le varie zone interne all'area universitaria sono collegate tra di loro e con la rete viaria esterna tramite una viabilità cosiddetta principale, di cui fanno parte via Pietro Bucci, via Savinio, una strada privata aperta al pubblico, detta "serpentone", e via Salerno (figura 4.4). Via Pietro Bucci, intitolata al primo rettore dell'ateneo (1972), collega l'estremità Sud dell'asse ponte alla S.S.107, mediante un incrocio sfalsato, inaugurato nel luglio 2003, a sostituzione del precedente incrocio a raso semaforizzato. La realizzazione di tale incrocio sfalsato ha permesso l'eliminazione dei punti di conflitto tra le diverse correnti veicolari, con conseguenti miglioramenti per la circolazione. Via Savinio assicura lo stesso collegamento tra l'estremità Sud dell'asse ponte e la S.S.107, innestandosi però alla Strada di Grande Comunicazione in posizione leggermente più ad Est rispetto all'incrocio sfalsato. L'innesto tra le due viabilità avviene attraverso un incrocio a raso che, per motivi

di sicurezza, permette solo l'ingresso all'Università per gli utenti provenienti dalla S.S.107 direzione Crotone e l'uscita dall'università per gli utenti diretti sulla S.S.107 direzione Paola.

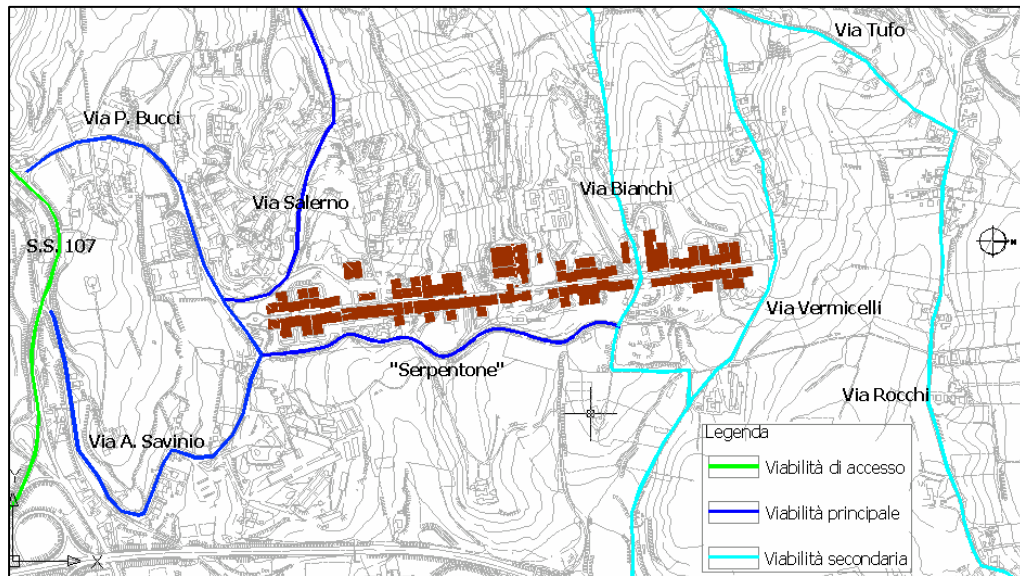


Figura 4.4. Viabilità principale e secondaria nell'area universitaria

La viabilità lungo il ponte è detta “Serpentone” a causa del suo andamento sinusoidale imposto dalla conformazione del terreno, e costeggia l'asse ponte sul lato Est, ad una distanza variabile tra i 50 ed i 150 metri, collegandone le due estremità, quella Sud con quella Nord. Oltre alla sede stradale a due corsie, è attrezzata da un marciapiede ed una pista ciclabile, posti su i due lati opposti della carreggiata. Via Salerno collega Via P. Bucci e l'estremità Sud dell'asse ponte con il vicino agglomerato urbano di Arcavacata di Rende. Si può, inoltre, definire nell'area universitaria una viabilità secondaria, costituita da strade comunali e caratterizzata da sezioni molto esigue, elevata tortuosità e, spesso, incompletezza strutturale, che rendono poco agevole la marcia dei veicoli. In prossimità dell'estremità Nord dell'asse ponte si collocano due strade comunali, via Bianchi e via Vermicelli, che si sviluppano in direzione ortogonale allo stesso. Tali strade si connettono ad Ovest dell'asse ponte a via Tufo, mentre ad Est con la S.S. 19, in prossimità della località Quattromiglia di Rende. Via Tufo si collega a Sud con la località Arcavacata di Rende e a Nord si innesta con la strada comunale via

Rocchi. Tale strada, facente anch'essa parte della viabilità secondaria dell'Università, che per un lungo tratto si affianca a via Vermicelli, si collega a ovest con via Tufo e ad Est si innesta nel territorio di Settimo di Montalto Uffugo alla S.S. 19. Oltre a tale viabilità, ne è presente una di accesso e di servizio alle varie zone dell'area universitaria, quali dipartimenti, aule, ufficio amministrativi, strutture residenziali, parcheggi pubblici.

L'area universitaria costituisce pertanto un sistema estremamente complesso sotto il profilo urbanistico e dei trasporti; non mancano criticità e problemi (squilibri urbanistici, congestione veicolare), in parte interni, in parte nelle aree finitime, alla cui soluzione sono impegnati l'Ateneo ed il Comune di Rende.

#### *4.2.3. La domanda di mobilità*

Per comprendere la distribuzione degli spostamenti nell'area di studio bisogna partire da un'analisi della domanda di mobilità dell'intera provincia di Cosenza, che risulta suddivisa in 4 bacini di traffico (Cosenza, Paola, Castrovillari e Corigliano-Rossano) definiti dal Piano Regionale dei Trasporti della regione Calabria (1997). L'analisi della domanda di mobilità nella provincia di Cosenza è effettuata sulla base del 14° Censimento Generale della Popolazione del 2001. L'analisi è limitata ai soli spostamenti sistematici effettuati per raggiungere il luogo abituale di lavoro o di studio; pertanto, non sono rilevati gli spostamenti compiuti per altri motivi. Nella provincia di Cosenza, sono stati censiti 206.456 occupati, che hanno dichiarato di effettuare 149.064 spostamenti, con una media, denominata indice di emissione, di 0,722 spostamenti/occupato al giorno; tale indice si avvicina al valore medio nazionale, pari a 0,775. La quasi totalità degli spostamenti compiuti per il motivo lavoro nella provincia di Cosenza si esaurisce nell'ambito della provincia di origine (il 98% del totale degli spostamenti). I principali poli di emissione della provincia, sono il capoluogo (15.864 spostamenti giornalieri emessi), Rende (8.981 spostamenti giornalieri emessi), seguiti da Castrovillari, Corigliano e Rossano. Esiste una forte polarizzazione della mobilità su un ridotto numero di comuni (Cosenza, Rende, Castrolibero e Montalto,

Castrovillari, Acri, San Giovanni in Fiore, Trebisacce, Cassano, Corigliano, Rossano, Scalea, Diamante, Paola ed Amantea).

Nella provincia di Cosenza sono presenti 138.355 studenti, che hanno dichiarato di effettuare 129.065 spostamenti, con una media, denominata ancora indice di emissione, di 0,933 spostamenti/studente al giorno, superiore al coefficiente di emissione degli spostamenti casa-lavoro; il valore dell'indice per gli spostamenti casa-scuola è inferiore al valore medio nazionale, pari a 1,090. Anche questi spostamenti si svolgono per il 99% circa all'interno dei confini provinciali; le interazioni con le altre province e con le altre regioni rimangono, invece, irrilevanti. I poli di emissione più importanti coincidono con Cosenza (12.324 spostamenti giornalieri emessi), Rende (7.775 spostamenti giornalieri emessi), a cui si aggiungono i comuni di Acri, Amantea, Cassano allo Ionio, Castrovillari, Montalto Uffugo, Paola, San Giovanni in Fiore. La distribuzione risulta maggiormente polarizzata della distribuzione degli spostamenti casa-lavoro.

Per quanto riguarda la scelta modale, la maggiore incidenza sul sistema dei trasporti è data, per entrambi i tipi di spostamento, dal modo individuale (in particolare auto privata come conducente) che registra, per gli spostamenti casa-lavoro, un indice pari a 68,24% e, per gli spostamenti casa-scuola, un indice pari a 27,87%. Questo dipende anche dal basso livello di comfort e di efficienza che caratterizza i trasporti collettivi, forniti per lo più su gomma.

L'Università della Calabria costituisce, nell'ambito del territorio provinciale, il polo attrattore di ingenti flussi di mobilità. Per poter conoscere le caratteristiche della domanda attuale, e stimare la domanda, sono state effettuate diverse indagini nell'ambito di un progetto PRIN (Progetto di Rilevante Interesse Nazionale) condotto nel biennio 2002-2004. Le indagini condotte riguardano i conteggi dei flussi veicolari e pedonali, i conteggi dei passeggeri a bordo degli autobus, ed i rilievi della sosta. In aggiunta, sono state eseguite indagini tramite interviste motivazionali su un campione di studenti. Per ciò che riguarda il rilievo dei flussi veicolari, sono stati rilevati 18.286 veicoli in ingresso e 17.911 veicoli in uscita al giorno dall'area universitaria. Il rilievo è stato effettuato dalle ore 7.00 alle ore 20.00 in giorni feriali. Il rilievo dei passeggeri che accedono all'area universitaria

mediante gli autobus è stato effettuato separatamente per le autolinee urbane e per quelle extraurbane. In particolare, per le autolinee urbane è stato stimato che nel giorno medio, con tutti i corsi attivi, gli autobus urbani trasportino circa 8.800 pass/giorno, con un grado di affollamento effettivo di 50 passeggeri/bus; per le autolinee extraurbane sono stati stimati circa 1.200 pass/giorno. Per maggiori dettagli su questi rilievi si rimanda al rapporto finale del progetto PRIN (2006).

#### *4.2.4. I servizi di trasporto collettivo*

L'offerta di trasporto pubblico locale nella regione Calabria è in lenta, ma continua crescita; la provincia di Cosenza, che è la più estesa delle cinque province della regione, detiene la maggiore offerta di servizi di TPL in termini di veicoli×km. Negli anni passati essa era caratterizzata anche dal maggior numero di aziende concessionarie, e da un elevato numero di aziende con una modesta percorrenza chilometrica; la molteplicità di aziende operanti si sono raggruppate in 5 Associazioni Temporanee di Impresa (ATI) al fine di rientrare nei parametri minimi istituiti dalla legge regionale n.18/2006.

In particolare, i servizi extraurbani riportati nei documenti di concessione hanno una estensione complessiva di 23.955.595,3 veicoli×km. La suddivisione per bacini di traffico è la seguente: per il bacino di Castrovillari si hanno 5.605.289,80 veicoli×km, per il bacino di Paola 3.841.652,24, per quello di Corigliano-Rossano 4.878.834,20, e per quello di Cosenza 9.629.819,10.

Questa dotazione è comprensiva delle linee afferenti alla ex gestione commissariale governativa delle Ferrovie della Calabria ed ammonta a 4.531.847,2 veicoli×km. Inoltre ci sono i servizi urbani, gestiti dall'A.M.A.C.O. (azienda municipale della città di Cosenza), che hanno un'estensione di 2.186.000 veicoli×km; essi si sviluppano nell'area urbana Cosenza-Castrolibero. Pertanto, l'offerta complessiva di servizi urbani ed extraurbani, nella intera provincia, ammonta a 26.141.595,34 veicoli×km (23.955.595,3 extraurbani e 2.186.000 urbani).

Il sistema di offerta dei servizi di trasporto collettivo è caratterizzato da un livello di estrema frammentazione. Le aziende esercenti i servizi di trasporto

collettivo presentano, nella maggior parte dei casi, costi di gestione superiori a quelli ammissibili e ricavi inferiori alle percentuali minime fissate in ambito ministeriale (soglia minima del rapporto tra ricavi e costi pari al 35%). Il sistema delle autolinee, per quanto esteso sulla quasi totalità del territorio, non presenta le peculiarità di un sistema a rete, ma è organizzato nella logica della separazione per linea. I percorsi delle linee di trasporto collettivo che collegano differenti centri abitati, presentano spesso tratte comuni; questo comporta un utilizzo eccessivo del sistema delle infrastrutture viarie, con conseguenze sui livelli di congestione della rete. Non esiste, inoltre, un sistema tariffario ed una organizzazione dei servizi tale da consentire un utilizzo integrato dei servizi di trasporto collettivo su gomma e su ferro. L'integrazione tariffaria e vettoriale tra diverse aziende è stata avviata solo in parte in corrispondenza dell'area urbana di Cosenza, tramite l'accordo BINBUS, sottoscritto da cinque aziende di trasporto collettivo su ferro e su gomma, quali Ferrovie della Calabria, Amaco, Consorzio Autolinee, Trenitalia e Costabile Bus. Questo sistema tariffario permette al viaggiatore di acquistare un solo biglietto che dal luogo di partenza gli consente di raggiungere Cosenza e, una volta in città, di poter usare liberamente tutti i mezzi delle cinque Aziende contrassegnati BINBUS in servizio nell'area urbana.

La situazione appena descritta, come precedente detto, ha subito una evoluzione a seguito dell'adeguamento normativo e dell'attività di razionalizzazione messa in atto dalla regione Calabria. Questo ha ridotto notevolmente il numero di aziende presenti; contestualmente è aumentato il numero di chilometri esercito da ciascuna di esse.

L'Università è servita attualmente solo da linee di trasporto collettivo su gomma. Le linee si attestano ad un terminal realizzato in prossimità della testata Sud dell'asse ponte; alcune corse si spingono fino alla testata Nord, dove è stato realizzato un secondo terminal, effettuando alcune fermate intermedie. Le linee possono essere distinte in urbane ed extraurbane.

In origine, le linee extraurbane facevano capo esclusivamente alle Ferrovie della Calabria, e ponevano in collegamento l'Università con alcuni centri della Regione, storicamente serviti da questa azienda: San Giovanni in Fiore,



Catanzaro-Soverato, Vibo Valentia. Le Ferrovie della Calabria gestivano anche un servizio di collegamento diretto, via SS 107, con la propria stazione ferroviaria di Vaglio Lise. In seguito, i servizi extraurbani attestati all'Università sono stati incrementati; è stato autorizzato l'accesso all'Università delle linee dirette verso il litorale tirrenico e sono state istituite corse dirette verso più comuni della regione, per consentire agli studenti di raggiungere giornalmente l'Università dalle proprie residenze familiari. I servizi sono particolarmente rafforzati nei giorni di lunedì e venerdì, per consentire l'accesso ed il rientro settimanale nei paesi di origine agli studenti fuori sede, domiciliati nell'area urbana Cosenza-Rende.

Le linee urbane, invece, fanno capo ad un unico gestore, il Consorzio Autolinee, che opera su concessione della Regione. Queste linee, sebbene costituiscano un normale servizio pubblico, sono percepite come servizi riservati alla utenza studentesca, e non disimpegnano, in genere, traffico di viaggiatori ordinari. Il servizio è offerto per quasi tutta la giornata: la prima corsa parte alla 7.30 dall'Autostazione e l'ultima termina alle 0.30 in Piazza Matteotti. Ciascuna linea ha un intertempo di 60 minuti per quasi tutta la giornata, ad esclusione delle fasce orarie dalle 11.00 alle 14.00 e dalle 18.00 alle 21.00, in cui l'intertempo si riduce a 30 minuti. Negli orari di punta le corse sono effettuate con più autobus, necessari per far fronte agli elevati livelli di domanda. I titoli di viaggio fruibili sono disponibili in diverse soluzioni: il biglietto della durata di 1h, ad un costo di 0,77 €, il biglietto di durata pari a 3h, ad un costo di 1,03 €, il biglietto giornaliero, ad un costo di 1,55 €, l'abbonamento settimanale, ad un costo di 7,23 €, e l'abbonamento mensile, ad un costo di 24,79 €. In particolare, per gli studenti universitari l'abbonamento mensile assume un costo ridotto di 18,08 €. L'azienda che offre il servizio in esame fa parte delle cinque aziende dell'accordo BINBUS; pertanto, gli studenti possono usufruire delle agevolazioni del sistema tariffario. Il Consorzio Autolinee esercisce in tutto 10 linee di collegamento tra l'area urbana e l'Università, caratterizzate da una forte sovrapposizione sia degli orari che dei percorsi, in particolare sulle strade SS.19 e SS.19 bis. Nella tabella 4.2 si riportano, in dettaglio, i percorsi di tutte le linee.

All'interno dell'area universitaria è svolto un servizio costituito da due navette che garantiscono il collegamento tra le varie strutture del campus. In particolare, una navetta circola sul ponte superiore, carrabile, e consente il collegamento tra le due testate del ponte, Nord e Sud; l'altra navetta circola prevalentemente sul "serpentone" e collega diverse strutture fra cui il Polifunzionale, le residenze presenti nell'area universitaria, il Centro Residenziale.

Tabella 4.2. Percorsi delle linee urbane di collegamento con l'Università

<i>Linea</i>	<i>Percorso</i>	<i>Lunghezza (km)</i>
Cosenza (Autostazione)-Università-Cosenza (Autostazione)	Cosenza (Autostazione), Via Falcone, Viale Cosmai, Via Valle del Neto, Via Kennedy, Viale della Resistenza, Via Verdi, Via Volta, Via Marconi, SS. 107, Università, SS. 107, Via Marconi, Via L. da Vinci, Via Rossini, Via F.lli Bandiera, Metropolis, Via Genova, Via Busento, Viale Cosmai, Via Falcone, Cosenza (Autostazione)	22,7
Piazza Matteotti-Università- Piazza Matteotti (via SS.107)	Piazza Matteotti, Piazza Autolinee, Corso Italia, Via Gramsci, Via Caloprese, Piazza Europa, Via Panebianco, SS. 107, Università, SS. 107, Via Panebianco, Piazza Europa, Via Caloprese, Piazza Fera, Via Montesanto, Piazza Vittoria, Piazza Matteotti.	21,5
Piazza Matteotti-Viale Mancini-Università Viale Mancini- Piazza Matteotti	Piazza Matteotti, Viale G. Mancini, Via Falcone, Via Borsellino, Viale Cosmai, Via Valle del Neto, Via Kennedy, Università, Svincolo Failla, Contrada S.Agostino, Via Genova, Via Busento, Viale Cosmai, Via Borsellino, Via Falcone, Viale G. Mancini, Piazza Matteotti.	22,2
Città 2000-Università-Città 2000	Città 2000, Villini, Via Genova, Via Kennedy, Viale della Resistenza, Via Verdi, Via Volta, Via Marconi, SS. 107, Università, SS. 107, Via Marconi, Via L. da Vinci, Via Rossini, Via Don Minzoni, Città 2000.	23,5
Roges-Università-Roges	Via Valle del Neto (Roges), Via Kennedy, Viale della Resistenza, Via Verdi, Via Volta, Via Marconi, SS. 107, Università, SS. 107, Via Marconi, Via L. da Vinci, Via Rossini, Via Don Minzoni, Via Genova, Via Busento, Via Valle del Neto (Roges).	14,8
Commenda-Università-Commenda	Commenda, Via Gramsci, Via Verdi, Via Volta, Via Marconi, SS. 107, Università, SS. 107, Via Marconi, Via L. da Vinci, Via Rossini, Via Don Minzoni, Commenda.	14,3
Villini-Università-Villini	Villini, Via Genova, Via Kennedy, Viale della Resistenza, Via Verdi, Via Volta, Via Marconi, SS.107, Università, SS.107, Via Marconi, Via L. da Vinci, Via Rossini, Via Don Minzoni, Metropolis, Villini.	19,4
Canaletta-Università-Canaletta	Canaletta, Querce, Surdo, Ortomatera, Saporito (Bar Italia), Saporito (Centro sociale), Università, Saporito (Centro sociale), Saporito (Bar Italia), Ortomatera, Surdo, Querce, Canaletta.	20,3
Arcavacata-Cosenza-Arcavacata	Cosenza (Autostazione), Via Falcone, Via Borsellino, Viale Cosmai, Via Valle del Neto, Via Kennedy, Viale della Resistenza, Via Verdi, Via Volta, Via Marconi, Università, Piazza Cuticchia, Arcavacata, Macchialonga, Santo Stefano, Arcavacata, Piazza Cuticchia, Università, Via Marconi, Via Rossini, Via don Minzioni, Metropolis, Via Genova, Via Busento, Viale Cosmai, Via Borsellino, Via Falcone, Cosenza (Autostazione).	23,0
Marano Marchesato-Rende-Università-Marano Marchesato	Marano Marchesato, Rende, Arcavacata, Università, Via Marconi, Via L. da Vinci, Via Rossini, Via F.lli Bandiera, Metropolis, Via Genova, Campagnano, Saporito, Surdo, Canaletta, Marano Marchesato.	29,6

### 4.3 L'indagine sperimentale

#### 4.3.1 La progettazione del questionario

L'indagine sperimentale è stata rivolta ad un campione di studenti dell'Università della Calabria che utilizza abitualmente il servizio di trasporto collettivo urbano di collegamento tra l'area urbana di Cosenza-Rende e il campus universitario. L'obiettivo dell'indagine era quello di rilevare dei dati di *customer satisfaction* riferiti al servizio di trasporto analizzato, al fine di applicare e proporre delle tecniche e dei modelli per la misura della qualità dei servizi.

La tipologia di intervista adottata è quella personale *face-to-face*, che insieme a quella telefonica, è molto indicata per le indagini di *customer satisfaction*. Inoltre, in questo caso risultava molto semplice contattare direttamente gli utenti da intervistare perché raggiungibili nell'area universitaria. Le interviste sono state effettuate nei pressi del terminal bus situato a Sud del ponte. La fase di rilevazione dei dati ha investito un periodo di tempo di due mesi (Febbraio e Marzo 2006). Il tempo medio di intervista si aggirava tra i 10 ed i 15 minuti.

Per la stesura del questionario si sono utilizzate delle informazioni provenienti da indagini precedenti condotte presso gli studenti universitari nel dicembre 2004. Durante queste indagini gli studenti avevano fornito informazioni riguardanti soprattutto le loro scelte di mobilità per accedere al campus, e qualche informazione sulla qualità del servizio di trasporto collettivo.

Il questionario progettato ha permesso di raccogliere dati sia di tipo *RP* sia di tipo *SP*. Le informazioni di tipo *RP* hanno permesso di analizzare la qualità del servizio allo stato attuale, quelle di tipo *SP* hanno permesso di simulare le scelte di viaggio che gli utenti effettuerebbero in contesti ipotetici. In particolare, tali contesti rappresentano diversi pacchetti di servizi di bus, che variano tra loro in funzione del livello degli attributi di qualità del servizio.

Il questionario è composto da quattro sezioni. La prima sezione contiene domande che riguardano le caratteristiche socioeconomiche dell'intervistato. Nella seconda sezione sono richieste all'utente informazioni relative a determinati fattori di qualità del servizio tramite domande chiuse in cui si richiedono le

percezioni e le attese degli utenti su una serie di aspetti del servizio. La terza sezione contiene domande sulle abitudini di viaggio dell'intervistato. Infine, la quarta sezione è costituita da un esperimento *SP* nel quale l'utente descrive il suo contesto reale e lo mette a confronto con alcuni contesti ipotetici *SP*, operando una scelta. In questo modo è stato possibile tener conto anche di alcuni contesti di scelta non disponibili all'utente al momento dell'intervista.

Le informazioni sulle caratteristiche socioeconomiche richieste all'intervistato comprendono la sua qualifica (studente o specializzando post-laurea), l'età, il sesso, notizie sul contesto familiare, quali il numero di componenti del nucleo familiare, la classe di reddito, il numero di auto possedute, il numero di patentati. Nello specifico, la domanda sulla classe di reddito contiene 5 risposte alternative (bassa, medio-bassa, media, medio-alta, alta) (figura 4.5).

Nella seconda sezione della scheda all'utente è richiesta una valutazione su 16 fattori di qualità del servizio. In particolare, di ciascun fattore, è richiesto un voto di importanza, che misura la qualità attesa dall'utente, ed un voto di soddisfazione, che misura la qualità percepita dall'utente. Inoltre, è stato chiesto anche un voto di soddisfazione sul servizio globale. La scala di valutazione scelta è quella numerica scolastica, composta da punti che vanno da 1 a 10. Si ricorda che questo tipo di scala risulta il più adatto per le indagini di *customer satisfaction* (cfr. par. 1.2.5), ed ancor di più in questo caso in cui gli utenti intervistati sono studenti (figura 4.5).

I fattori di qualità sui quali si è deciso di indagare sono: disponibilità della fermata vicino casa; itinerario, numerosità e distanza tra le fermate (in relazione al tempo di percorrenza); frequenza del servizio; rispetto dell'orario (in termini di puntualità); disponibilità di panchine, pensiline, illuminazione alle fermate; grado di affollamento dei veicoli; pulizia di interni, sedili, finestrini; accessibilità del costo del biglietto; informazioni su orari, percorsi, annunci alla fermata; pubblicizzazione dei servizi (internet, stampa, telefono, tv, *etc.*); sicurezza del veicolo durante la marcia; sicurezza da furti e molestie a bordo; capacità relazionale e comportamento del personale; gestione dei reclami; utilizzo di

veicoli a basso impatto ambientale; stato di manutenzione di veicoli, panchine, pensiline, illuminazione.

**INDAGINE RP/SP SULLA QUALITA' DEI SERVIZI DI TRASPORTO PUBBLICO URBANO NELL'AREA UNIVERSITARIA**

Tipologia Scheda  Cod. intervistato  Data dell'intervista: \_\_\_\_\_

**UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA**  
Dipartimento di PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

**A. CARATTERISTICHE SOCIO-ECONOMICHE DELL'INTERVISTATO**

Qualifica:  Studente  Specializzando Post-Laurea Et :  Sesso:  M  F

Se Studente:  
 In Corso  In Sede  Fuori Corso  Fuori Sede Facolt : \_\_\_\_\_ cod. \_\_\_\_\_  
 Corso di Laurea/Diploma: \_\_\_\_\_ cod. \_\_\_\_\_

Se Specializzando:  
 Tipo di specializzazione: \_\_\_\_\_ cod. \_\_\_\_\_  
 \* Codice predefinito come da elenco allegato

Comune di Residenza: \_\_\_\_\_ cod. \_\_\_\_\_  
(specificare via/piazza/luogo se il comune in cui si   residenti   COSENZA o RENDE)  
 Domicilio (se diverso dal luogo di residenza): \_\_\_\_\_ cod. \_\_\_\_\_  
(specificare via/piazza/luogo se il comune in cui si   domiciliati   COSENZA o RENDE)

Possesso di patente:  S   No

N. di componenti del nucleo familiare di appartenenza:

Classe di Reddito del nucleo familiare di appartenenza:  bassa  medio-bassa  media  medio-alta  alta

N. di autovetture possedute dal nucleo familiare:

N. di componenti patentati:

Disponibilit  auto nel domicilio:  S   No

**B. INDAGINE SULLA QUALITA' DEL SERVIZIO DI TRASPORTO PUBBLICO**

Fattore di qualit� del servizio	Voto di importanza (da 1 a 10)	Voto di soddisfazione (da 1 a 10)
1. Disponibilit� della fermata vicino casa		
2. Itinerario, numerosit� e distanza tra le fermate (tempo di percorrenza)		
3. Frequenza del servizio		
4. Rispetto dell'orario (puntualit�)		
5. Disponibilit� di panchine, pensiline, illuminazione alle fermate		
6. Grado di affollamento dei veicoli		
7. Pulizia di interni, sedili, finestrini		
8. Accessibilit� del costo del biglietto		
9. Informazioni su orari, percorsi, annunci alla fermata		
10. Pubblicizzazione dei servizi (internet, stampa, telefono, tv, etc.)		
11. Sicurezza del veicolo durante la marcia		
12. Sicurezza da furti e molestie a bordo		
13. Capacit� relazionale e comportamento del personale		
14. Gestione dei reclami		
15. Utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale		
16. Stato di manutenzione di panchine, pensiline, illuminazione		
<b>Qualit� del servizio globale</b>		

Figura 4.5. Sezione della scheda utilizzata per rilevare le caratteristiche socioeconomiche degli utenti e le valutazioni sui fattori di qualit  del servizio

La terza sezione contiene domande relative alle caratteristiche peculiari del percorso casa–UniCal effettuato dall’utente in bus (figura 4.6).

**C. CARATTERISTICHE DEL VIAGGIO**

Luogo in cui è situata la Fermata di Salita BUS: \_\_\_\_\_  cod.

Modalità di trasporto utilizzata nel tratto CASA-Fermata di Salita BUS:

Piedi	Moto	Auto cond	Auto pax	Bus	Altro
1	2	3	4	5	7

Luogo in cui è situata la Fermata di Discesa BUS: \_\_\_\_\_  cod.

Modalità di trasporto utilizzata nel tratto Fermata di Discesa BUS-Destinazione UniCal:

Piedi	Moto	Auto cond	Auto pax	Bus	Navetta	Altro
1	2	3	4	5	6	7

Tempo complessivo impiegato per compiere il percorso CASA-UniCal:  min

Tempo impiegato da CASA alla Fermata di Salita BUS:  min

Tempo di attesa alla Fermata di Salita BUS:  min

Tempo a bordo del BUS impiegato per compiere il percorso CASA-UniCal:  min

Tempo (eventuale) di attesa alla Fermata di Discesa BUS prima del transbordo su altri mezzi:  min

Tempo di spostamento dalla Fermata di Discesa BUS al luogo di destinazione (in UniCal):  min

Tipo del Titolo di Viaggio:

1	biglietto a tempo 1h
2	biglietto a tempo 3h
3	biglietto giornaliero
4	abb. Settimanale
5	abb. Mensile

Costo biglietto:

Costo abbonamento:

**D. ESPERIMENTO SP**

*Caratteristiche del servizio*

Distanza da casa alla fermata	attuale		10 min in più	attuale
Frequenza	attuale		attuale	ogni 15 min
Puntualità	1 <input type="checkbox"/> non puntuale	2 <input type="checkbox"/> puntuale	non puntuale	non puntuale
Arredo fermate	1 <input type="checkbox"/> né panchine né pensiline né illuminazione	2 <input type="checkbox"/> panchine pensiline illuminazione	panchine, pensiline ed illuminazione	né panchine né pensiline né illuminazione
Affollamento	1 <input type="checkbox"/> molto affollato	2 <input type="checkbox"/> poco affollato	molto affollato	poco affollato
Pulizia	1 <input type="checkbox"/> non sufficient. pulito	2 <input type="checkbox"/> sufficient. pulito	sufficientemente pulito	non sufficientemente pulito
Costo del biglietto	attuale		attuale	25% in più
Informazione	1 <input type="checkbox"/> né orari né percorsi né annunci r.	2 <input type="checkbox"/> orari percorsi annunci ritardi	orari, percorsi, ritardi	né orari né percorsi né ritardi
Personale	1 <input type="checkbox"/> poco disponibile	2 <input type="checkbox"/> molto disponibile	molto disponibile	poco disponibile

Scelta: **Servizio attuale**  **Servizio A**  **Servizio B**

Figura 4.6. Sezione della scheda utilizzata per rilevare le caratteristiche del viaggio e le scelte dichiarate dagli utenti

Nello specifico le domande riguardano: il luogo in cui è collocata la fermata di salita del bus e quella di discesa, la quale è situata in una particolare zona dell'area universitaria; la modalità di trasporto utilizzata per recarsi da casa alla fermata di salita sul bus, e quella utilizzata per recarsi dalla fermata di discesa dal bus ed il luogo di destinazione nell'area universitaria; il tempo complessivamente impiegato per compiere il percorso casa-UniCal, ed i tempi in cui questo è decomposto, ovvero tempo impiegato da casa alla fermata di salita, tempo di attesa alla fermata, tempo a bordo del mezzo, tempo per effettuare l'eventuale trasbordo e tempo dalla fermata di discesa al luogo di destinazione; il tipo di titolo di viaggio utilizzato (biglietto della durata di 1h, biglietto della durata di 3h, biglietto giornaliero, abbonamento settimanale, abbonamento mensile); il costo del titolo o dei titoli di viaggio utilizzati (costo del biglietto o dell'abbonamento).

#### 4.3.2 *L'esperimento SP*

Nella quarta ed ultima sezione del questionario è proposto a ciascun utente un esperimento di tipo *SP*, in cui egli effettua una scelta tra il servizio abitualmente utilizzato e due pacchetti di servizi ipotetici (figura 4.6). Queste alternative di scelta sono definite sulla base di 9 dei 16 fattori valutati dagli utenti nella seconda sezione del questionario. Si specifica che gli attributi "Distanza da casa alla fermata" e "Costo del biglietto" sono legati ai fattori di qualità "Disponibilità della fermata vicino casa" e "Accessibilità del costo del biglietto". I 9 attributi di qualità utilizzati variano su due livelli. I pacchetti di servizi di bus ipotetici scaturiscono dalla combinazione dei due livelli di variazione di ciascun attributo di qualità del servizio. Alcuni livelli di variazione risultavano ipotetici per gli utenti al momento dell'intervista. Nella tabella 4.3 sono definiti i livelli di variazione di ciascun attributo. Il servizio abituale dell'utente è, invece, definito al momento dell'intervista. L'utente assegna un valore a ciascun attributo secondo una scala di valutazione che varia sugli stessi livelli descritti nella tabella 4.3. Nello specifico, l'attributo legato alla frequenza del servizio ha un valore prefissato per tutti gli utenti in quanto coincide con quella attuale; il valore degli attributi legati alla distanza da casa alla fermata di salita sul bus e al costo del biglietto è definito

dall'utente in termini di tempo speso (espresso in minuti) e di costo monetario (espresso in Euro).

Tabella 4.3. Attributi selezionati e livelli di variazione

<i>Attributo</i>	<i>Acronimo</i>	<i>Livelli</i>	<i>Interpretazione dei livelli</i>
Distanza da casa alla fermata	<i>DIST</i>	2	attuale (1) 10 min in più per raggiungere la fermata (0)
Frequenza del servizio	<i>FRE</i>	2	ogni 15 minuti (1) attuale (0)
Rispetto dell'orario (puntualità)	<i>PUN</i>	2	puntuale (1) non puntuale (0)
Disponibilità di panchine, pensiline, illuminazione alle fermate	<i>FER</i>	2	panchine, pensiline e illuminazione (1) né panchine, né pensiline, né illuminazione (0)
Grado di affollamento dei veicoli	<i>AFF</i>	2	poco affollato (1) molto affollato (0)
Pulizia di interni, sedili, finestrini	<i>PUL</i>	2	sufficientemente pulito (1) non sufficientemente pulito (0)
Costo del biglietto	<i>COST</i>	2	25% più del prezzo corrente (1) prezzo corrente (0)
Informazioni su orari, percorsi, annunci alla fermata	<i>INF</i>	2	orari, percorsi, annunci ritardi (1) né orari, né percorsi, né annunci ritardi(0)
Capacità relazionale e comportamento del personale	<i>PER</i>	2	molto disponibile (1) poco disponibile (0)

Come detto, i 9 attributi di qualità utilizzati nell'esperimento *SP* in realtà erano già valutati dagli utenti in termini di voti di soddisfazione e di importanza anche nella seconda sezione del questionario. Pertanto, durante le interviste, si è cercato di verificare se l'intervistato forniva valutazioni sugli attributi contrastanti tra le due sezioni del questionario; nei casi in cui si rilevavano contraddizioni l'utente era invitato a riflettere meglio sulle risposte date.

La scelta del numero di alternative da proporre all'utente è scaturita dall'osservazione che per esperimenti in cui le alternative sono definite da molti attributi, gli utenti non sono in grado di mettere a confronto simultaneamente più di tre alternative e di operare quindi una scelta (Prioni e Hensher, 2000; Hensher e Prioni, 2002). Le alternative *SP* sono state accoppiate tra loro e abbinata all'alternativa che rappresenta il servizio di bus abituale, generando così diverse tipologie di esperimenti. Ciascuna tipologia è stata sottoposta ad un gruppo di utenti.

#### 4.3.3 La procedura di simulazione

La procedura proposta consente di simulare le scelte effettuate da un campione di utenti sulla base delle quali è possibile calibrare un modello e, tramite la verifica



della validità statistica dei risultati ottenuti, definire gli scenari di scelta più opportuni da sottoporre agli intervistati nella fase di indagine.

La simulazione delle scelte è effettuata tramite un modello specificato in funzione di attributi di qualità definiti preliminarmente attraverso l'utilizzo di un campione di utenti intervistato in una indagine preparatoria.

Questo campione di utenti deve possedere caratteristiche socioeconomiche simili a quelle degli utenti intervistati nell'indagine successiva. Ciascun utente campionato definisce uno scenario relativo al servizio di bus attuale, sulla base degli attributi considerati e dei livelli di variazione possibili al momento dell'indagine. Nel caso specifico, sono stati utilizzati i dati relativi ad un campione di 513 utenti intervistati nella precedente indagine, realizzata nel dicembre 2004. Le informazioni richieste hanno consentito di ricostruire lo scenario attuale di ciascun utente.

Per la definizione delle alternative *SP* sono stati selezionati dal piano fattoriale completo alcuni trattamenti. Il piano fattoriale completo comprende tutte le possibili combinazioni tra i livelli degli attributi; in questo caso, essendo 9 gli attributi e 2 i livelli di variazione, il piano completo è composto da  $2^9$ , ovvero 512 combinazioni. Usualmente la selezione dei trattamenti può essere effettuata tramite differenti procedure di parzializzazione del piano fattoriale completo (cfr. par. 2.3.7). Nel caso specifico, sono stati selezionati trattamenti che considerano solo alcuni effetti principali degli attributi e alcuni effetti di interazione di livello più basso. A tale scopo gli attributi di qualità sono stati distinti in “attributi di base” ed “attributi aggiuntivi”. Gli attributi di base esprimono i requisiti prestazionali del servizio che possono pregiudicare la qualità del servizio stesso. Gli attributi aggiuntivi sono rappresentati da quelle caratteristiche secondarie che incidono sulla qualità del servizio, quando presenti, ma non pregiudicano la stessa se assenti. Nel caso specifico sono stati considerati come attributi di base il grado di affollamento dei veicoli, la frequenza dei servizi, la puntualità delle corse, la tariffa e l'ubicazione delle fermate; gli attributi aggiuntivi sono la qualità di arredo alle fermate, il grado di informazione all'utente, il comportamento del personale, la pulizia dei veicoli. La distinzione tra le due categorie di attributi è stata

effettuata sulla base delle valutazioni espresse dagli utenti intervistati nell'indagine preparatoria.

La selezione dei trattamenti *SP* è stata effettuata tenendo conto delle relazioni tra attributi appartenenti alla stessa categoria e tra attributi di diversa categoria. Ad esempio, sono stati selezionati alcuni trattamenti in cui uno solo degli attributi di base assumeva il livello di variazione più alto oppure un attributo di base abbinato ad uno aggiuntivo.

In genere negli esperimenti di tipo *SP* i trattamenti selezionati sono sottoposti alla valutazione dell'intervistato simultaneamente; tuttavia, in questo caso l'eccessivo numero di trattamenti di base e di attributi che caratterizzano ogni trattamento ha reso necessaria la selezione di coppie di trattamenti da abbinare all'alternativa che rappresenta il servizio di bus attuale. In aggiunta, la estrema variabilità delle caratteristiche dell'alternativa rappresentante il servizio di bus abitualmente utilizzato dall'utente, la quale è descritta direttamente dallo stesso, rispetto alle caratteristiche delle alternative *SP*, che sono invece specificate nella fase di progettazione dell'indagine, non consentiva una preventiva definizione degli effetti che si vogliono stimare dal confronto tra le sole alternative *SP*. Ciò rende necessaria la procedura di simulazione proposta.

È stato adottato un modello Logit Multinomiale, appartenete alla famiglia dei modelli di utilità casuale (Ben-Akiva e Lerman, 1985; Cascetta, 1990).

Le funzioni di utilità sistematica associate alle alternative di scelta sono le seguenti:

$$\begin{aligned}
 V_j = & \beta_{DIST} DIST_j + \beta_{FRE} FRE_j + \beta_{PUN} PUN_j + \beta_{FER} FER_j + \beta_{AFF} AFF_j + \\
 & + \beta_{PUL} PUL_j + \beta_{COST} COST_j + \beta_{INF} INF_j + \beta_{PER} PER_j
 \end{aligned}
 \tag{4.1}$$

con  $j$  che varia da 1 a  $n$ , dove  $n$  è il numero delle alternative selezionate.

I valori iniziali dei parametri associati a ciascun attributo sono stati fissati in base alle informazioni reperite dall'indagine preparatoria ed ai valori dei parametri di modelli di analoga struttura riportati in letteratura (Prioni e Hensher, 2000; Hensher e Prioni, 2002). Generalmente i valori iniziali dei parametri derivano da un modello calibrato su dati di tipo *RP*. Questo è possibile solo quando nel

contesto  $RP$  sono disponibili più alternative di scelta, ad esempio più modi di trasporto. Nel caso specifico, nel contesto  $RP$  è disponibile una sola alternativa di scelta costituita dal servizio di trasporto collettivo attuale.

Le funzioni di utilità  $U$  associate alle alternative di scelta sono le seguenti:

$$U_j^{SP} = V_j^{SP} + \varepsilon_j \quad (4.2)$$

A ciascun utente è assegnato un errore casuale, distribuito secondo una funzione normale di media zero e varianza pari a 0,5 (valore scelto empiricamente), il cui valore corrisponde a probabilità di scelta generate come numeri casuali compresi tra 0 e 1.

Ad ogni iterazione della simulazione sono calcolate le utilità associate a ciascuna alternativa ed è simulata la scelta di ogni utente; sulla base di tali scelte è calibrato il modello Logit specificato. Effettuando la verifica della validità statistica del modello ed il confronto con i risultati ottenuti ad una iterazione precedente, è possibile selezionare gli accoppiamenti più opportuni fra i trattamenti  $SP$  e definire, quindi, gli esperimenti  $SP$  da sottoporre agli utenti nell'indagine. Selezionati i trattamenti  $SP$  di base, sono testati in un ciclo di simulazioni i possibili accoppiamenti fra questi fino ad ottenere il modello statisticamente migliore. Ulteriori cicli di simulazione sono effettuati selezionando altri trattamenti di base. In figura 4.7 è riportato uno schema che descrive sinteticamente la procedura di simulazione.

Nel caso specifico, alla fine della procedura il numero di trattamenti selezionati dal piano fattoriale completo è pari a 50 e gli accoppiamenti sono pari a 32. Questo risultato è stato raggiunto dopo avere effettuato diverse simulazioni. Nella tabella 4.4 si riporta la descrizione dei trattamenti selezionati, identificati con il numero progressivo da 1 a 512. Nella tabella 4.5 si riporta, invece, la descrizione degli accoppiamenti, da 1 a 32.

Alcune simulazioni hanno fornito risultati incongruenti dovuti ad esempio alla presenza di parametri di segno non corretto e statisticamente non significativi, o di valori delle statistiche di *goodness-of-fit* non soddisfacenti. Tra i modelli statisticamente significativi sono stati poi selezionati quelli con i valori più alti di verosimiglianza (valori di *Log-Likelihood*).

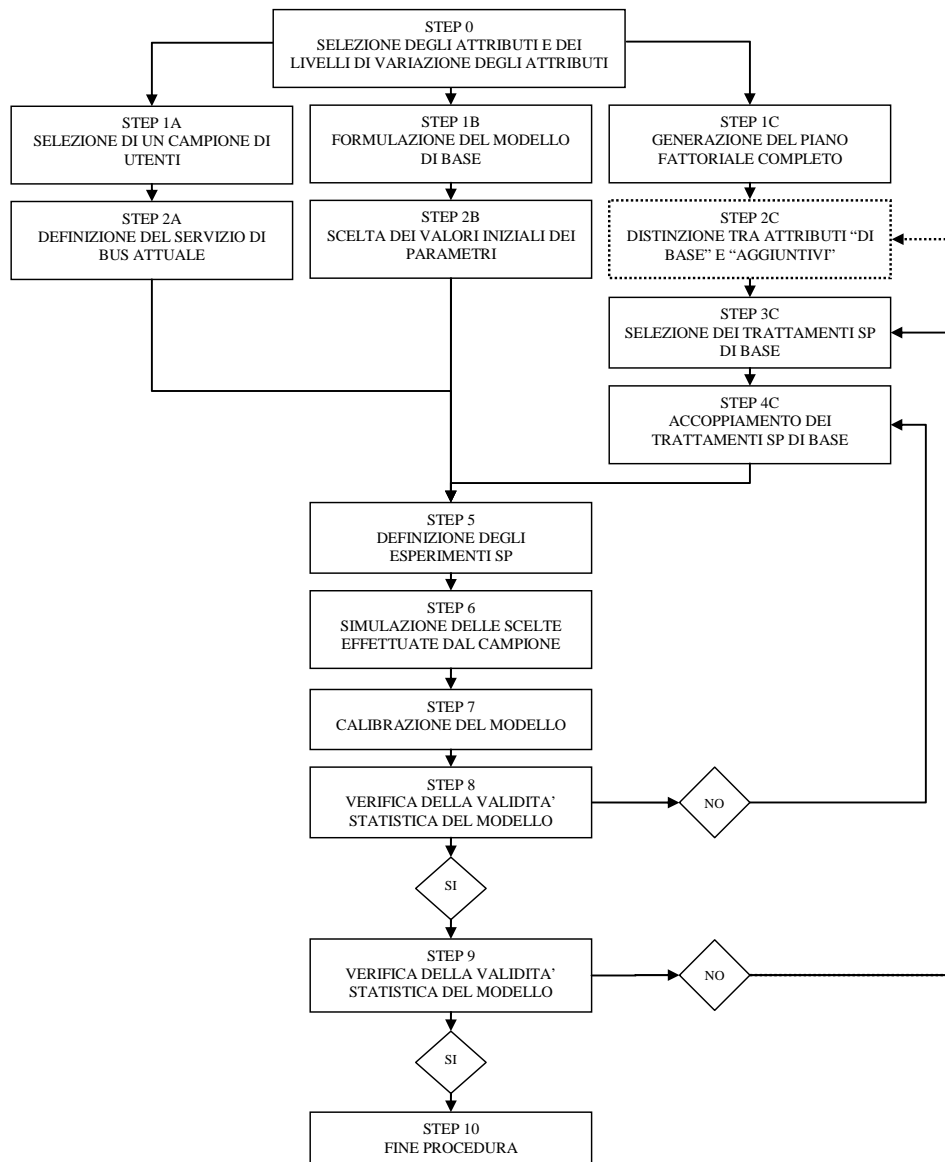


Figura 4.7. Procedura di simulazione

Tabella 4.4. Descrizione dei trattamenti SP

<i>nr.</i>	<i>Distanza da casa alla fermata</i>	<i>Frequenza</i>	<i>Puntualità</i>	<i>Arredo fermate</i>	<i>Affollamento</i>	<i>Pulizia</i>	<i>Costo del biglietto</i>	<i>Informazione</i>	<i>Personale</i>
16	10 min in più	attuale	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	suff. pulito	attuale	orari, percorsi, ritardi	molto disponibile
22	10 min in più	attuale	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	poco affollato	non suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	molto disponibile
23	10 min in più	attuale	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	poco affollato	non suff. pulito	attuale	orari, percorsi, ritardi	poco disponibile
24	10 min in più	attuale	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	poco affollato	non suff. pulito	attuale	orari, percorsi, ritardi	molto disponibile
29	10 min in più	attuale	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	poco affollato	suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
40	10 min in più	attuale	non puntuale	panch., pens. ed ill.	molto affollato	non suff. pulito	attuale	orari, percorsi, ritardi	molto disponibile
46	10 min in più	attuale	non puntuale	panch., pens. ed ill.	molto affollato	suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	molto disponibile
47	10 min in più	attuale	non puntuale	panch., pens. ed ill.	molto affollato	suff. pulito	attuale	orari, percorsi, ritardi	poco disponibile
48	10 min in più	attuale	non puntuale	panch., pens. ed ill.	molto affollato	suff. pulito	attuale	orari, percorsi, ritardi	molto disponibile
53	10 min in più	attuale	non puntuale	panch., pens. ed ill.e	poco affollato	non suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
70	10 min in più	attuale	puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	molto disponibile
71	10 min in più	attuale	puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	attuale	orari, percorsi, ritardi	poco disponibile
72	10 min in più	attuale	puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	attuale	orari, percorsi, ritardi	molto disponibile
77	10 min in più	attuale	puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
85	10 min in più	attuale	puntuale	né panch., né pens., né ill.	poco affollato	non suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
101	10 min in più	attuale	puntuale	panch., pens. ed ill.	molto affollato	non suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
134	10 min in più	ogni 15 min	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	molto disponibile
135	10 min in più	ogni 15 min	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	attuale	orari, percorsi, ritardi	poco disponibile
141	10 min in più	ogni 15 min	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
149	10 min in più	ogni 15 min	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	poco affollato	non suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
165	10 min in più	ogni 15 min	non puntuale	panch., pens. ed ill.	molto affollato	non suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
197	10 min in più	ogni 15 min	puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
262	attuale	attuale	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	molto disponibile
263	attuale	attuale	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	attuale	orari, percorsi, ritardi	poco disponibile
268	attuale	attuale	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	suff. pulito	25% in più	orari, percorsi, ritardi	molto disponibile
269	attuale	attuale	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
274	attuale	attuale	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	poco affollato	non suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	molto disponibile
275	attuale	attuale	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	poco affollato	non suff. pulito	25% in più	orari, percorsi, ritardi	poco disponibile
277	attuale	attuale	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	poco affollato	non suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
281	attuale	attuale	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	poco affollato	suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
292	attuale	attuale	non puntuale	panch., pens. ed ill.	molto affollato	non suff. pulito	25% in più	orari, percorsi, ritardi	molto disponibile
293	attuale	attuale	non puntuale	panch., pens. ed ill.	molto affollato	non suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
298	attuale	attuale	non puntuale	panch., pens. ed ill.	molto affollato	suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	molto disponibile
299	attuale	attuale	non puntuale	panch., pens. ed ill.	molto affollato	suff. pulito	25% in più	orari, percorsi, ritardi	poco disponibile
305	attuale	attuale	non puntuale	panch., pens. ed ill.	poco affollato	non suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
322	attuale	attuale	puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	molto disponibile
323	attuale	attuale	puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	25% in più	orari, percorsi, ritardi	poco disponibile
325	attuale	attuale	puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile

Tabella 4.4. Descrizione dei trattamenti *SP* (continua)

<i>nr.</i>	<i>Distanza da casa alla fermata</i>	<i>Frequenza</i>	<i>Puntualità</i>	<i>Arredo fermate</i>	<i>Affollamento</i>	<i>Pulizia</i>	<i>Costo del biglietto</i>	<i>Informazione</i>	<i>Personale</i>
329	attuale	attuale	puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
337	attuale	attuale	puntuale	né panch., né pens., né ill.	poco affollato	non suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
353	attuale	attuale	puntuale	panch., pens. ed ill.	molto affollato	non suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
361	attuale	attuale	puntuale	panch., pens. ed ill.	molto affollato	suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
386	attuale	ogni 15 min	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	molto disponibile
387	attuale	ogni 15 min	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	25% in più	orari, percorsi, ritardi	poco disponibile
389	attuale	ogni 15 min	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	attuale	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
393	attuale	ogni 15 min	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
401	attuale	ogni 15 min	non puntuale	né panch., né pens., né ill.	poco affollato	non suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
417	attuale	ogni 15 min	non puntuale	panch., pens. ed ill.	molto affollato	non suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
425	attuale	ogni 15 min	non puntuale	panch., pens. ed ill.	molto affollato	suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile
449	attuale	ogni 15 min	puntuale	né panch., né pens., né ill.	molto affollato	non suff. pulito	25% in più	né orari, né perc., né rit.	poco disponibile

In tabella 4.6 si riportano i parametri ed i test statistici di questi modelli finali. Considerando il valore della statistica del rapporto di verosimiglianza (*Likelihood Ratio*) si può verificare che la differenza tra questi modelli non è significativa. Infatti, il valore *LR* tra il primo e il secondo modello è pari a 6,77, quello tra il primo e il terzo modello è pari a 1,32, e quello tra il primo e il terzo modello è pari a 5,46, contro il valore critico che risulta pari 16,92, essendo 9 i gradi di libertà ed il livello di significatività fissato al 95%.

Tabella 4.5. Accoppiamenti dei trattamenti *SP*

<i>Accoppiamento</i>	<i>SP1</i>	<i>SP2</i>	<i>Accoppiamento</i>	<i>SP1</i>	<i>SP2</i>
1	389	325	17	101	353
2	389	277	18	77	329
3	325	277	19	71	323
4	293	269	20	70	322
5	293	263	21	53	305
6	293	262	22	29	281
7	269	263	23	23	275
8	269	262	24	22	274
9	263	262	25	47	299
10	197	449	26	46	298
11	149	401	27	16	268
12	85	337	28	40	292
13	165	417	29	425	72
14	141	393	30	425	24
15	135	387	31	361	24
16	134	386	32	48	401

Anche le altre statistiche hanno valori molto confrontabili. Pertanto, per la selezione dei trattamenti e l'accoppiamento degli stessi è stato considerato il

modello relativo alla terza simulazione, considerando il valore della statistica *t-student* calcolata per ciascun parametro.

Tabella 4.6. Risultati delle simulazioni

acronimo	parametro	1 <sup>a</sup> simulazione		2 <sup>a</sup> simulazione		3 <sup>a</sup> simulazione	
		stima	t-student	stima	t-student	stima	t-student
DIST	$\beta_{DIST}$	-0,326	-7,6	-0,335	-8,3	-0,324	-8,0
FRE	$\beta_{FRE}$	1,924	8,3	2,234	9,3	2,169	9,4
PUN	$\beta_{PUN}$	0,771	5,1	0,691	4,6	0,729	4,8
FER	$\beta_{FER}$	0,210	1,3	0,243	1,6	0,214	1,4
AFF	$\beta_{AFF}$	1,006	6,7	0,961	6,0	0,987	6,0
PUL	$\beta_{PUL}$	0,321	2,0	0,369	2,4	0,301	2,0
COST	$\beta_{COST}$	-1,703	-1,7	-1,102	-1,1	-1,390	-1,4
INF	$\beta_{INF}$	0,575	3,8	0,628	4,2	0,574	3,9
PER	$\beta_{PER}$	0,182	1,2	0,233	1,6	0,242	1,6
Valore finale della Log-Likelihood			-360,556		-357,168		-359,900
Log-Likelihood con coefficienti zero			-563,588		-563,588		-563,588
Rbo quadro			0,360		0,366		0,361
Rbo quadro corretto			0,344		0,350		0,345
Likelihood Ratio		406,064	( $\chi^2=16,919$ )	412,840	( $\chi^2=16,919$ )	407,376	( $\chi^2=16,919$ )
% right		81,60%	(419/513)	83,04%	(426/513)	82,26%	(422/513)

#### 4.3.4 La realizzazione dell'indagine

L'indagine, come già specificato, è stata condotta nei mesi di febbraio e marzo 2006 ed è stata rivolta agli studenti che utilizzano i servizi di trasporto collettivo urbano. E' stato intervistato un campione di 510 studenti; pertanto, il tasso di campionamento è pari a circa il 5,8%, essendo 8.800 il numero medio di passeggeri che utilizzano giornalmente il servizio di trasporto in esame. Il campione di utenti intervistati è un campione di tipo probabilistico; in particolare, la tecnica di campionamento utilizzata è quella di campionamento casuale semplice. Si è comunque cercato di contattare studenti appartenenti a tutte le facoltà presenti nell'Università.

I dati raccolti tramite le interviste cartacee sono stati memorizzati su supporto magnetico, costruendo un *database* relazionale in formato *MS Access*. L'utilizzo di un *database* di questo tipo, permette un maggior controllo durante la fase di caricamento dei dati e una maggiore leggibilità delle informazioni riportate; inoltre, esso consente di rispettare una certa gerarchia nelle informazioni, conferendo a queste versatilità e fruibilità da parte di tutti i *software* che possono essere utilizzati nella successiva fase di elaborazione; permette, infine, la possibilità di utilizzare la base-dati sia in maniera integrale sia in maniera parziale.

Il *database* costruito presenta 4 tabelle, relazionate fra loro, come si può osservare dalla figura 4.8, ed inoltre una serie di maschere e sottomaschere (figura 4.9), che consentono il caricamento dei dati ed il loro controllo.

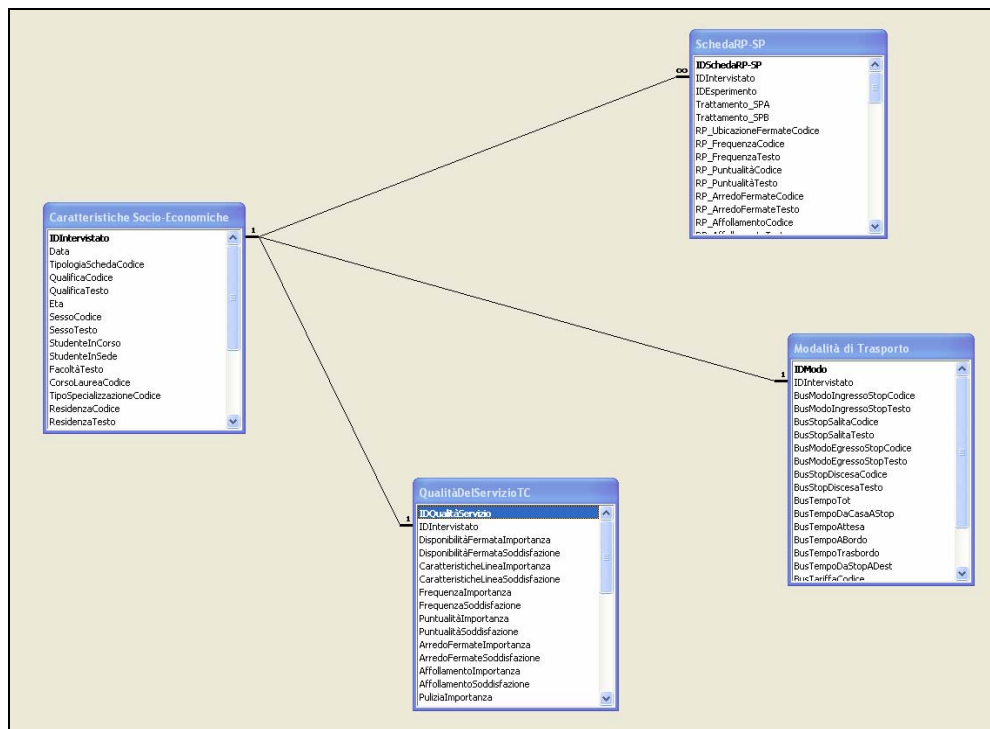


Figura 4.8. Relazioni tra le tabelle del *database*

Le tabelle relazionate presenti nel *database* sono:

- Caratteristiche Socio-Economiche, una tabella che raccoglie, in un totale di 23 campi, le informazioni sulle caratteristiche socioeconomiche dell'intervistato;
- Qualità del Servizio di TC, una tabella che raccoglie, in 33 campi, i voti di soddisfazione e di importanza per i 16 fattori di qualità ed il voto di soddisfazione sul servizio globale;
- Modalità di Trasporto, una tabella che raccoglie, in 18 campi, le informazioni relative allo spostamento effettuato per accedere al campus;
- Scheda *SP*, in cui sono raccolte le informazioni relative all'esperimento *SP*.

La tabella Caratteristiche Socio-Economiche è relazionata con le altre tre tabelle attraverso il campo IDIntervistato (chiave primaria), secondo un legame



Uno-a-Molti con la tabella Scheda *SP*, cioè ad ogni record della prima tabella ne possono corrispondere uno o più della seconda, ed Uno-a-Uno con le altre tabelle, cioè ad ogni record della prima tabella ne corrisponde uno delle altre. In ognuna delle quattro tabelle del *database* sono stati previsti dei campi numerici, in cui sono state codificate le informazioni qualitative riportate sulle schede cartacee e, accanto ad essi, dei campi contenenti una stringa di commento relativa al codice inserito. Per i campi contenenti i codici numerici, inoltre, è stato imposto un controllo sui valori inseriti, in modo che essi ricadessero nell'intervallo di esistenza definito per la relativa variabile.

	Voto di importanza	Voto di soddisfazione
1. Disponibilità della fermata vicino casa	7	8
2. Itinerario, numerosità e distanza tra le fermate	6	6
3. Frequenza del servizio	9	4
4. Rispetto dell'orario (puntualità)	7	5
5. Disponibilità di panchine, pensiline, illuminazione alle fermate	8	1
6. Grado di affollamento dei veicoli	7	1
7. Pulizia di interni, sedili, finestrini	7	1
8. Accessibilità del costo del biglietto	6	6
9. Informazioni su orari, percorsi, annunci alla fermata	7	1
10. Pubblicizzazione dei servizi (internet, stampa, telefono, TV, etc.)	7	1
11. Sicurezza del veicolo durante la marcia	8	6
12. Sicurezza da furti e molestie a bordo	10	8
13. Capacità relazionale e comportamento del personale	6	6
14. Gestione dei reclami	5	5
15. Utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale	8	6
16. Stato di manutenzione di veicoli, panchine, pensiline, illuminazione	6	6
<b>Soddisfazione globale del cliente</b>		7

Figura 4.9. Esempio di maschera per il caricamento dei dati

Prima di elaborare i dati relativi alla qualità del servizio, è stata effettuata una analisi statistico-descrittiva del campione di utenti intervistati, utilizzando le informazioni sulle caratteristiche socioeconomiche raccolte nella prima sezione del questionario. La maggior parte degli utenti intervistati è rappresentata da “studenti in corso” (80% del totale), la rimanente percentuale è rappresentata da “studenti fuori corso” (20%) e da “specializzandi” (2%) (figura 4.10a). Il

campione è rappresentato per il 53% da femmine e per il 47% da maschi. Il 49% degli utenti intervistati rientra nella fascia compresa tra i 21 ed i 24 anni di età, il 41% nella fascia tra i 18 ed i 20 anni ed il rimanente 10% nella fascia al di sopra dei 24 anni (figura 4.10b).

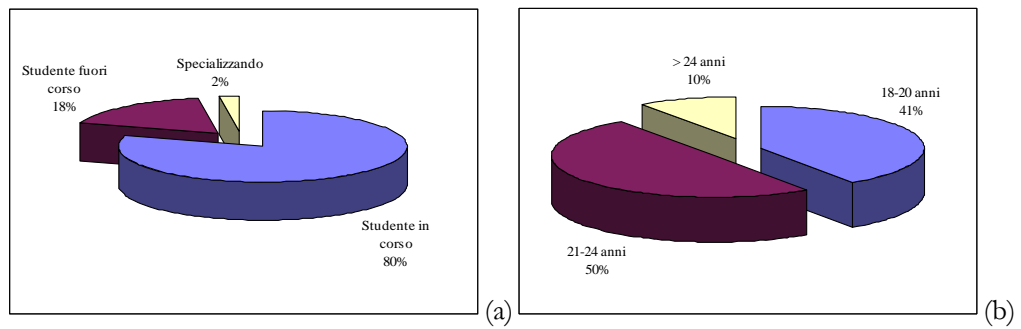


Figura 4.10. Ripartizione del campione per condizione dello studente (a) e fascia di età (b)

Gli studenti sono suddivisi in “studenti fuori sede” e “studenti in sede”. Nel caso specifico, gli studenti fuori sede intervistati sono tutti domiciliati nell’area urbana e rappresentano l’80% del totale; il 20% è rappresentato da studenti in sede. Il campione è stato anche caratterizzato in base alla facoltà di appartenenza dello studente (figura 4.11).

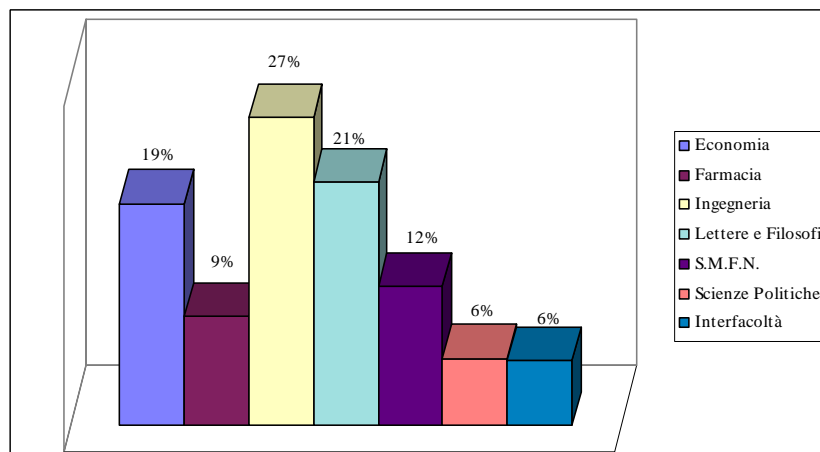


Figura 4.11. Ripartizione del campione per facoltà di appartenenza

Il 27% degli studenti intervistati è iscritto alla facoltà di Ingegneria, il 21% alla facoltà di Lettere e Filosofia, il 19% alla facoltà di Economia, il 27% è ripartito tra

le facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali, Farmacia e Scienze Politiche. Il rimanente 6% è iscritto a corsi di laurea Interfacoltà.

L'85% del campione possiede la patente, ma il 90% non ha la disponibilità dell'auto nel domicilio. Infatti, il rapporto tra il numero medio di componenti del nucleo familiare (4,39) ed il numero medio di componenti patentati (3,28) è pari a 1,34.

Il campione è stato inoltre caratterizzato in base alla classe di reddito del proprio nucleo familiare. La maggior parte degli studenti campionati rientra in una classe di reddito "media" (49%) o "medio-bassa" (19%). Solo il 15% rientra in una classe di reddito "alta" o "medio-alta" (figura 4.12a).

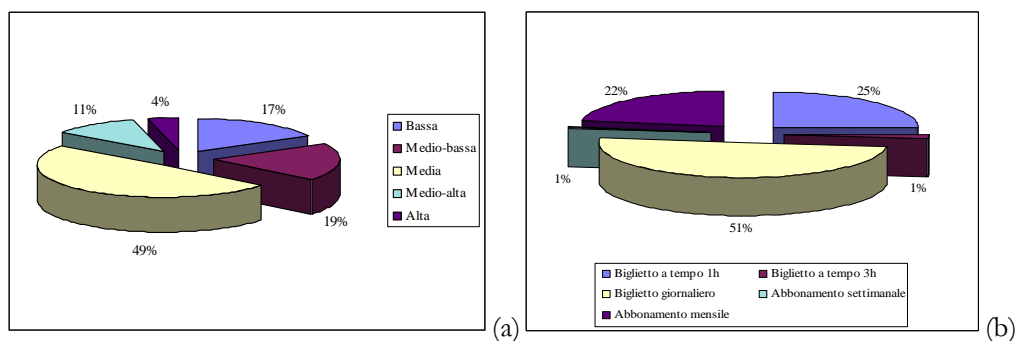


Figura 4.12. Ripartizione del campione per classe di reddito (a) e per titolo di viaggio (b)

Questo dato è confermato dal fatto che il 39% degli studenti intervistati appartiene ad un nucleo familiare composto da più di 4 persone, il 49% ad un nucleo di 4 persone, e solo il 12% ad un nucleo composto da 3 o 2 persone.

Il titolo di viaggio più utilizzato è il "biglietto giornaliero", che ha un costo di 1,55 € ed è richiesto dal 51% degli studenti intervistati; per i servizi urbani sono disponibili anche biglietti a tempo della durata di una o tre ore, e abbonamenti settimanali e mensili. La ripartizione del campione per titolo di viaggio utilizzato è riportata nella figura 4.12b.

Il campione è stato, infine, ripartito secondo la fermata di salita sul bus, che nella maggior parte dei casi è quella più vicina al domicilio degli intervistati. In figura 4.13 si riporta uno schema in cui è possibile osservare la suddetta ripartizione del campione.



Figura 4.13. Ripartizione del campione per fermata di salita sull'autobus

La successione delle fermate è stata indicata partendo dalle fermate ubicate a Cosenza e quindi più distanti dall'Università, fino alle fermate più prossime al campus, ricadenti nel comune di Rende. Come si può osservare, la maggior parte degli utenti intervistati è domiciliata nel comune di Rende ed, in particolare, nelle zone di Commenda e Quattromiglia (rispettivamente il 22% e il 20%). Questo risultato può essere interpretato considerando che la maggior parte degli studenti intervistati sono quelli domiciliati nell'area urbana ma residenti in altri comuni della provincia e della regione, che non hanno la disponibilità dell'auto nel domicilio. Questi studenti preferiscono alloggiare nelle zone più vicine al campus e caratterizzate da una forte presenza di servizi. In queste zone sono inoltre presenti più fermate per prendere gli autobus. Agli utenti sono state chieste ulteriori informazioni riguardanti i tempi ed i modi utilizzati per raggiungere la destinazione universitaria. In particolare, la quasi totalità degli utenti intervistati (99%) si reca a piedi alla fermata di salita del bus, e raggiunge la destinazione ultima a piedi dalla fermata di discesa del bus. Il tempo medio di accesso alla fermata di salita è pari a 3,59 minuti, mentre quello di egresso dalla fermata di discesa è pari a 5,97 minuti. Il tempo medio di attesa alla fermata di salita risulta pari a 7,76 minuti, mentre quello medio a bordo è di 19,96 minuti.

## CAPITOLO 5

### Misure sperimentali della qualità dei servizi di TPL

#### 5.1 Generalità

Nel presente capitolo sono riportate le applicazioni sperimentali di alcune tecniche per la misura della qualità dei servizi, descritte a livello teorico nel capitolo 2. In particolare, le tecniche utilizzate sono tecniche generiche di analisi statistica che, applicate all'analisi dei dati di *customer satisfaction*, riescono a fornire interessanti risultati sulla misura del livello di qualità dei servizi. Tutte le tecniche sono state applicate utilizzando le informazioni raccolte nella seconda sezione del questionario dell'indagine sperimentale descritta al capitolo 4, ovvero i giudizi sui diversi fattori di qualità del servizio in termini di voti di importanza e soddisfazione. L'unica tecnica per cui non si sono utilizzati questi dati è l'analisi congiunta, per la quale sono state utilizzate le informazioni raccolte tramite l'esperimento *SP*. Dall'analisi dei risultati emersi dall'applicazione delle varie tecniche si possono individuare soluzioni per il miglioramento della qualità dei servizi, utili per l'azienda di trasporto collettivo presa in esame.

#### 5.2 L'analisi statistica dei voti di soddisfazione e importanza

##### 5.2.1 Le misure di posizione

Una prima misura di qualità del servizio si è ottenuta calcolando le medie aritmetiche dei voti di soddisfazione e di importanza espressi dagli intervistati su ciascun fattore di qualità del servizio. Il voto di soddisfazione corrisponde alla qualità percepita dall'utente ed il voto di importanza alla qualità attesa.

Il calcolo dei valori medi dei voti di soddisfazione fornisce una valutazione della qualità delle prestazioni del servizio analizzato e consente di individuare i fattori critici, ovvero quelli per i quali la media dei giudizi espressi dagli utenti è inferiore alla sufficienza; inoltre, questi voti medi consentono di classificare i fattori di qualità, dal più critico a quello per cui gli utenti sono maggiormente

soddisfatti. In questo caso si osserva che solo un fattore ha ottenuto un voto medio di soddisfazione superiore ad 8 e soltanto un fattore un voto compreso fra 7 e 8; gli altri fattori hanno voti medi di soddisfazione più bassi, di cui ben 8 inferiori alla sufficienza. Questi ultimi possono essere considerati i fattori critici, che necessitano di maggiori interventi per il miglioramento del servizio. In figura 5.1 sono rappresentati graficamente i voti medi su un diagramma a barre.

In particolare, il fattore con il più alto valore medio della qualità percepita è la “disponibilità della fermata vicino casa” (8,33). Un valore medio superiore a 7 è stato riscontrato per il fattore legato alla sicurezza da furti e molestie a bordo dei veicoli (7,71).

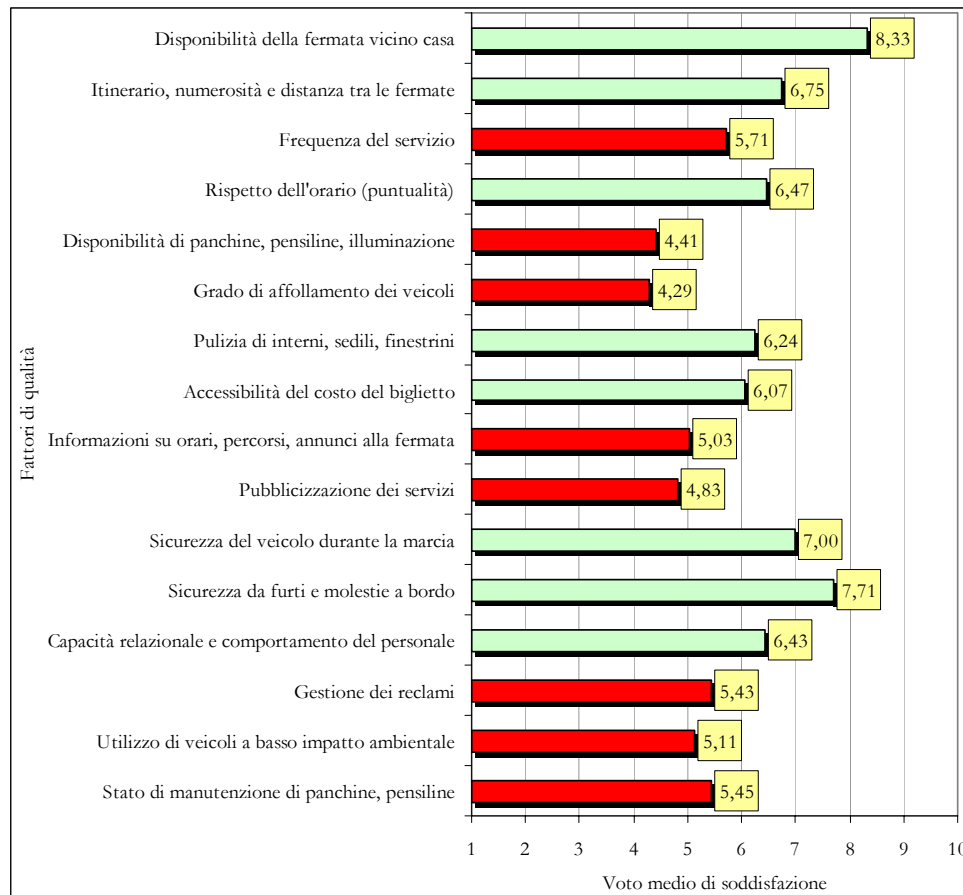


Figura 5.1. Valori medi dei voti di soddisfazione espressi dal campione di utenti

I fattori maggiormente critici sono quelli relativi al grado di affollamento dei veicoli (4,29), alla disponibilità di panchine, pensiline, illuminazione alle fermate

(4,41) ed alla pubblicizzazione dei servizi (internet, stampa, telefono, TV, *etc.*) (4,83).

I valori medi dei voti relativi alla qualità attesa consentono, invece, di individuare i fattori da cui gli utenti si aspettano le migliori prestazioni e ai quali, pertanto, danno maggiore importanza. In prima analisi, potrebbero essere considerati importanti i fattori con voto medio da 6 a 10, e meno importanti quelli con voto inferiore a 6. Dal calcolo del voto medio di importanza per ciascuno dei 16 fattori di qualità analizzati si rileva che a tutti i fattori è stato attribuito un livello di importanza superiore a 7; questo risultato è in linea con i risultati generalmente ottenuti dalle indagini di *customer satisfaction*, dai quali emerge che difficilmente si riscontrano valori medi più bassi sulla qualità attesa (Hill *et alii*, 2003). Proprio per questo motivo si ricorre all'adozione di altre tecniche per misurare l'importanza dei vari fattori. Analizzando questi risultati si può dire, comunque, che i fattori ritenuti più importanti sono la "sicurezza da furti e molestie a bordo" (9,44), la "sicurezza del veicolo durante la marcia" (9,32) e il "rispetto dell'orario (puntualità)" (9,14), per i quali si è ottenuto un voto medio superiore a 9. Gli altri fattori presentano voti medi superiori ad 8, eccetto il fattore "pubblicizzazione dei servizi" per il quale si è ottenuto un voto medio di importanza pari a 7,31; nonostante questo non sia un voto basso si può, comunque, dire che questo fattore è ritenuto meno importante degli altri. Analogamente al caso dei voti di soddisfazione, in figura 5.2 sono rappresentati su un diagramma a barre i voti medi di importanza.

Il calcolo della media aritmetica è stato anche eseguito per i voti di soddisfazione dichiarati dagli utenti sul servizio globale; si è ottenuto un voto medio pari a 6,41. Calcolando, invece, la media delle medie, ovvero un voto medio sul servizio globale dato dalla media dei voti medi di soddisfazione ottenuti per ciascun fattore di qualità, si ha un valore pari a 5,95. Pertanto, chiedendo direttamente all'utente un voto sul servizio globale si ottiene un giudizio più positivo rispetto a quello ottenuto calcolando la media su tutti i fattori del servizio.

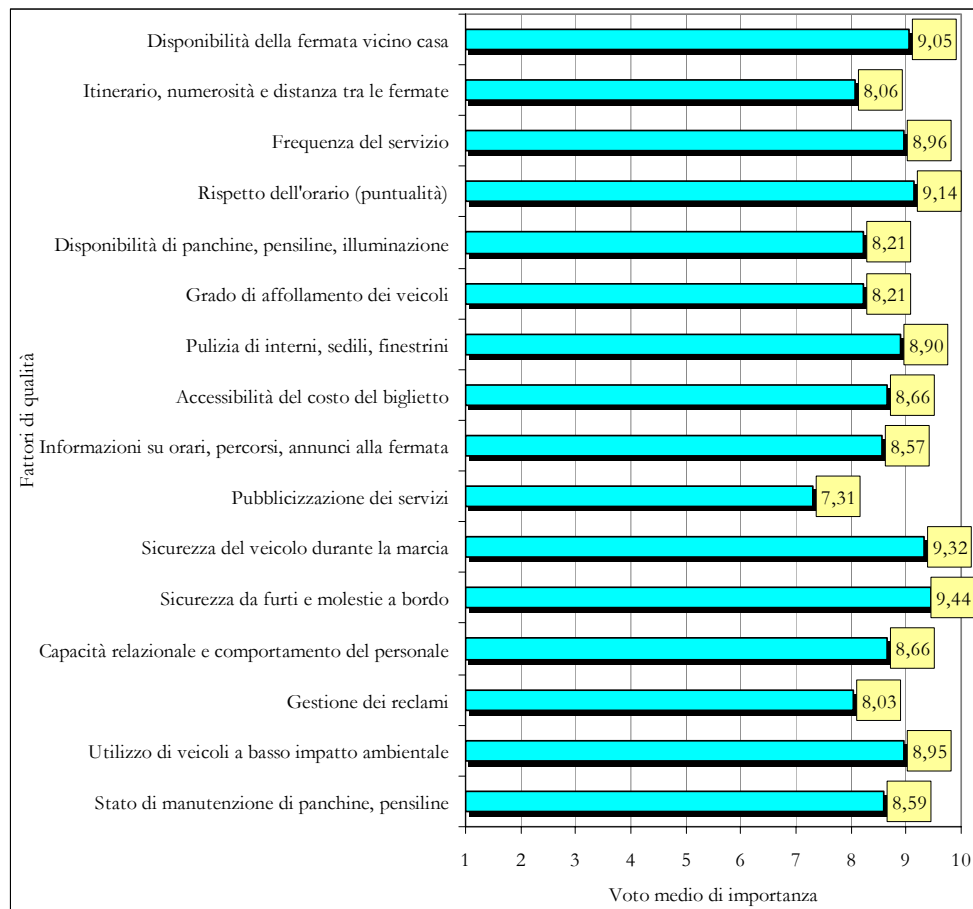


Figura 5.2. Valori medi dei voti di importanza espressi dal campione di utenti

Questo risultato potrebbe suggerire che nel fornire un giudizio sul servizio globale gli utenti non fanno una media dei giudizi forniti su tutti i fattori di qualità, ma tengono maggiormente conto di alcuni fattori, che probabilmente ritengono più importanti. Proprio per queste ragioni, spesso si calcola la soddisfazione dei clienti tenendo conto contemporaneamente dei voti di importanza e dei voti di soddisfazione. Si può procedere al calcolo della media ponderata che consente di pesare la soddisfazione espressa rispetto all'importanza attribuita ad ogni fattore; in questo modo, nel calcolo della soddisfazione si attribuisce un peso maggiore ai fattori ritenuti più importanti. Sulla base dei voti medi rilevati dal campione di utenti, è stato calcolato il *CSI* (*Customer Satisfaction Index*), descritto a livello teorico al par. 2.3.1, il quale rappresenta un indice ponderato di soddisfazione. Il calcolo di questo indice è riportato nella tabella 5.1.



Tabella 5.1. Il calcolo del *Customer Satisfaction Index (CSI)*

<i>Fattore</i>	<i>Sod</i>	<i>Imp</i>	<i>Imp (media di 1)</i>	<i>Sod pesata</i>
1.Disponibilità della fermata vicino casa	8,33	9,05	1,05	8,73
2.Itinerario, numerosità e distanza tra le fermate	6,75	8,06	0,93	6,31
3.Frequenza del servizio	5,71	8,96	1,04	5,92
4.Rispetto dell'orario (puntualità)	6,47	9,14	1,06	6,85
5.Disponibilità di panchine, pensiline, illuminazione alle fermate	4,41	8,21	0,95	4,20
6.Grado di affollamento dei veicoli	4,29	8,21	0,95	4,08
7.Pulizia di interni, sedili, finestrini	6,24	8,90	1,03	6,44
8.Accessibilità del costo del biglietto	6,07	8,66	1,00	6,10
9.Informazioni su orari, percorsi, annunci alla fermata	5,03	8,57	0,99	4,99
10.Pubblicizzazione dei servizi (internet, stampa, telefono, TV, etc.)	4,83	7,31	0,85	4,09
11.Sicurezza del veicolo durante la marcia	7,00	9,32	1,08	7,56
12.Sicurezza da furti e molestie a bordo	7,71	9,44	1,09	8,43
13.Capacità relazionale e comportamento del personale	6,43	8,66	1,00	6,45
14.Gestione dei reclami	5,43	8,03	0,93	5,06
15.Utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale	5,11	8,95	1,04	5,31
16.Stato di manutenzione di panchine, pensiline, illuminazione	5,45	8,59	1,00	5,42
<i>Media Risultati</i>	<i>5,95</i>	<i>8,63</i>	<i>CSI</i>	<i>6,00</i>

In particolare, dopo aver calcolato la media dei voti medi di importanza di ciascun fattore, si calcola per ciascun fattore un peso indicato in tabella come *Imp (media di 1)*, ovvero un voto di importanza normalizzato ad 1, che moltiplicato per il rispettivo voto di soddisfazione medio fornisce la soddisfazione pesata. Pertanto, per ciascun fattore è possibile ottenere una misura della soddisfazione pesata sull'importanza, ed inoltre un voto medio sul servizio globale (dato dalla media delle medie della soddisfazione pesata) che rappresenta, appunto, il *CSI*. La soddisfazione pesata rappresenta il punteggio *SERVPERF*, che è dato, appunto, dal prodotto tra la soddisfazione media e l'importanza (media di 1). In figura 5.3. sono rappresentati graficamente i punteggi *SERVPERF*, ovvero i valori della soddisfazione pesata relativi ai 16 fattori di qualità analizzati.

Il livello di soddisfazione dei clienti così calcolato si attesta sul valore di 6,00. questo valore risulta maggiore rispetto al giudizio sul servizio globale calcolato sui soli voti di soddisfazione (pari a 5,95); si può dire, quindi, che il giudizio sul servizio globale calcolato come *CSI* si avvicina maggiormente al giudizio direttamente fornito dagli intervistati (pari a 6,41). Effettuando un confronto tra i voti medi di soddisfazione ed i voti di soddisfazione pesati sull'importanza si riscontrano delle differenze nella classificazione dei fattori da quello più soddisfacente a quello meno soddisfacente. Ad esempio, il fattore "itinerario, numerosità e distanza tra le fermate", se si considera la soddisfazione pesata, si

colloca al settimo posto, in una classifica che va dal più soddisfacente al meno soddisfacente, ed al quarto posto se si considera il solo voto di soddisfazione.

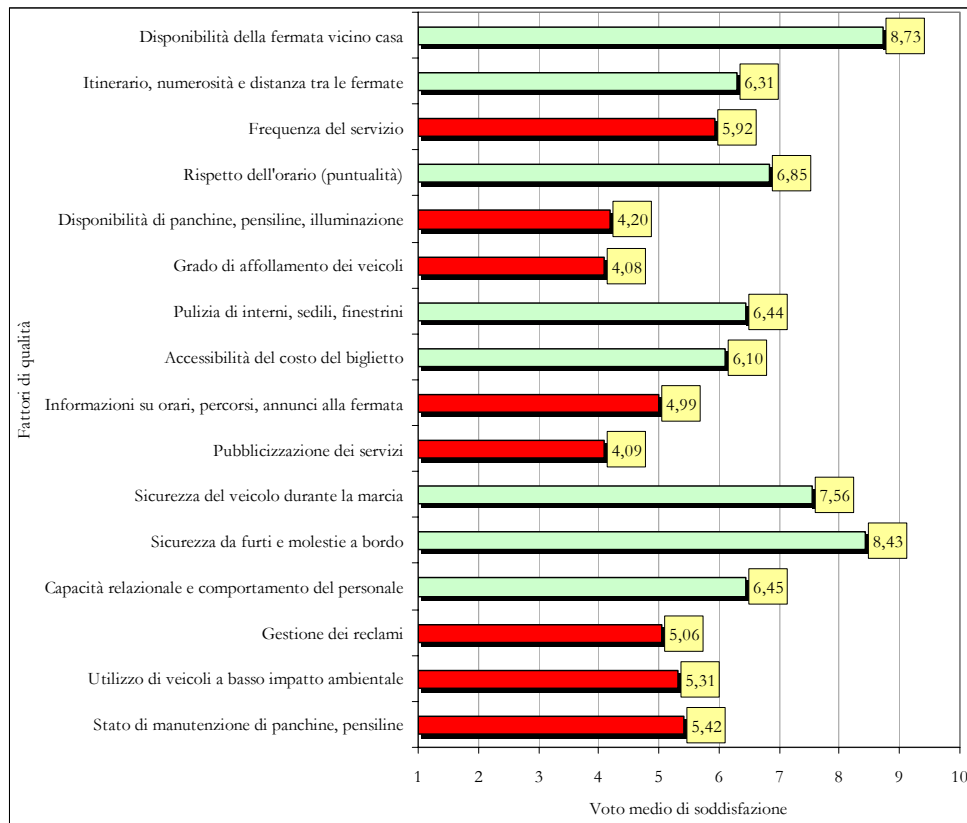


Figura 5.3. Valori medi della soddisfazione pesata

Un altro modo per dare una indicazione sulla soddisfazione degli utenti sul servizio analizzato è quello di calcolare la percentuale degli utenti soddisfatti, e quindi, dei non soddisfatti. In questo contesto il calcolo dell'indice dei non soddisfatti è pari al 22,4%, che rappresenta la percentuale di utenti non soddisfatti, ovvero che hanno fornito un voto inferiore a 6 sul servizio globale (figura 5.4). Allo stesso modo, questa percentuale può essere calcolata per tutti i fattori di qualità valutati dagli utenti (figura 5.5). Il fattore che presenta la più alta percentuale di soddisfatti è quello relativo alla disponibilità della fermata vicino casa, cui seguono i due fattori legati alla sicurezza. Il fattore con la più bassa percentuale di soddisfatti è quello relativo al grado di affollamento sul bus, cui segue quello relativo all'arredo alle fermate.

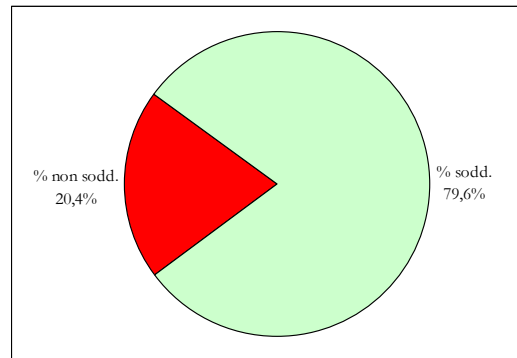


Figura 5.4. Percentuale di soddisfatti e non soddisfatti sul servizio globale

Nel complesso, i fattori con una percentuale di insoddisfatti maggiore del 50 % sono solo 5. Stilando una classifica dei fattori dal migliore al peggiore si osservano delle piccole differenze rispetto all'analisi dei voti medi di soddisfazione; in ogni caso i fattori migliori e peggiori sono gli stessi per entrambe le tipologie di analisi.

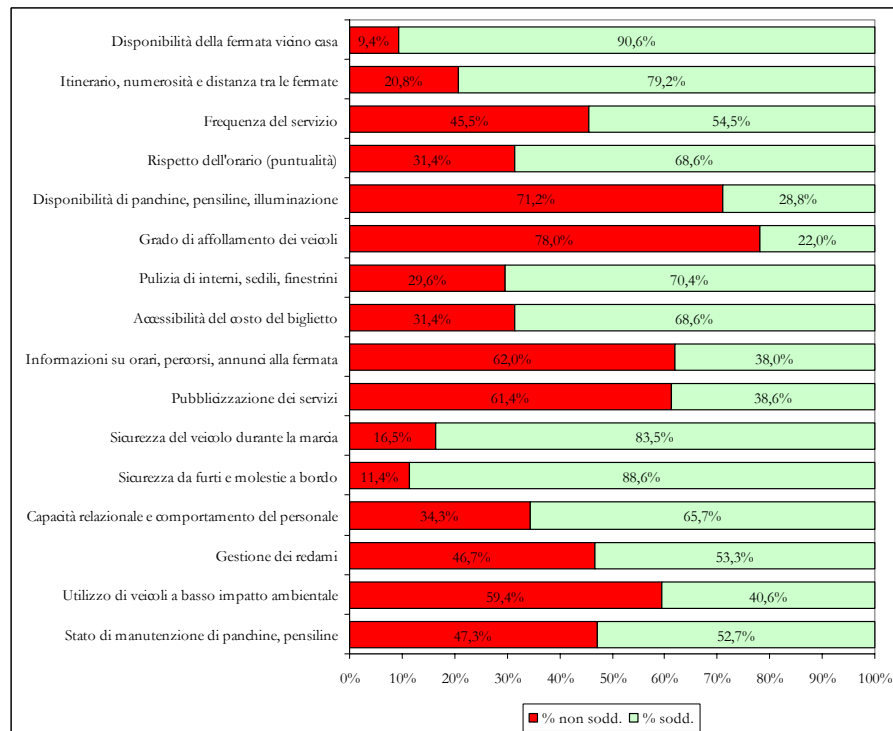


Figura 5.5. Percentuale di soddisfatti e non soddisfatti sui fattori di qualità del servizio

I 16 fattori analizzati sono stati raggruppati in macrofattori secondo la classificazione proposta nell'ambito di questo lavoro di tesi, e riportata nel capitolo 1. Per ciascun macrofattore è stato calcolato un voto medio di

soddisfazione (tabella 5.2). Il macrofattore per cui gli utenti del servizio risultano maggiormente soddisfatti è quello relativo alla progettazione della rete dei servizi, seguito dal macrofattore relativo alla sicurezza; i macrofattori che hanno invece ottenuto i voti medi di soddisfazione più bassi sono quello relativo al comfort e quello riguardante l'informazione.

Tabella 5.2. Valori medi dei voti di soddisfazione e di importanza relativi ai macrofattori

<i>Macrofattore</i>	<i>Fattore</i>	<i>Soddisfazione</i>		<i>Importanza</i>	
Progettazione di rete	Disponibilità della fermata vicino casa	8,33	7,54	9,05	8,55
	Itinerario, numerosità e distanza tra le fermate	6,75		8,06	
Produzione ed affidabilità del servizio	Frequenza del servizio	5,71	6,09	8,96	9,05
	Rispetto dell'orario (puntualità)	6,47		9,14	
Comfort	Disponibilità di panchine, pensiline, illuminazione alle fermate	4,41	4,98	8,21	8,44
	Grado di affollamento dei veicoli	4,29		8,21	
	Pulizia di interni, sedili, finestrini	6,24		8,90	
Costo	Accessibilità del costo del biglietto	6,07	6,07	8,66	8,66
Informazione	Informazioni su orari, percorsi, annunci alla fermata	5,03	4,93	8,57	7,94
	Pubblicizzazione dei servizi (internet, stampa, TV, etc.)	4,83		7,31	
Sicurezza	Sicurezza del veicolo durante la marcia	7,00	7,35	9,32	9,38
	Sicurezza da furti e molestie a bordo	7,71		9,44	
Interazione con il personale	Capacità relazionale e comportamento del personale	6,43	5,93	8,66	8,34
	Gestione dei reclami	5,43		8,03	
Rispetto dell'ambiente	Utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale	5,11	5,11	8,95	8,95
Estetica	Stato di manutenzione di panchine, pensiline, illuminazione	5,45	5,45	8,59	8,59

Allo stesso modo sono stati determinati i macrofattori ritenuti maggiormente importanti. Nelle figure 5.6 e 5.7 sono rappresentati i voti di soddisfazione e di importanza dei singoli fattori raggruppati per macrofattore. Nella figura 5.8 sono invece rappresentati i voti di soddisfazione e di importanza dei macrofattori.

Il macrofattore relativo alla sicurezza è quello più importante per gli utenti, seguito dal macrofattore relativo alla produzione ed affidabilità del servizio.

Il fattore ritenuto meno importante è quello riguardante l'informazione che ha ottenuto comunque un voto medio di importanza pari a 7,94; si ricorda, a proposito, che tutti i fattori hanno ottenuto valori abbastanza alti dei voti di importanza, mai inferiori all'8, ad eccezione del fattore relativo alla pubblicizzazione dei servizi (voto medio pari a 7,31).

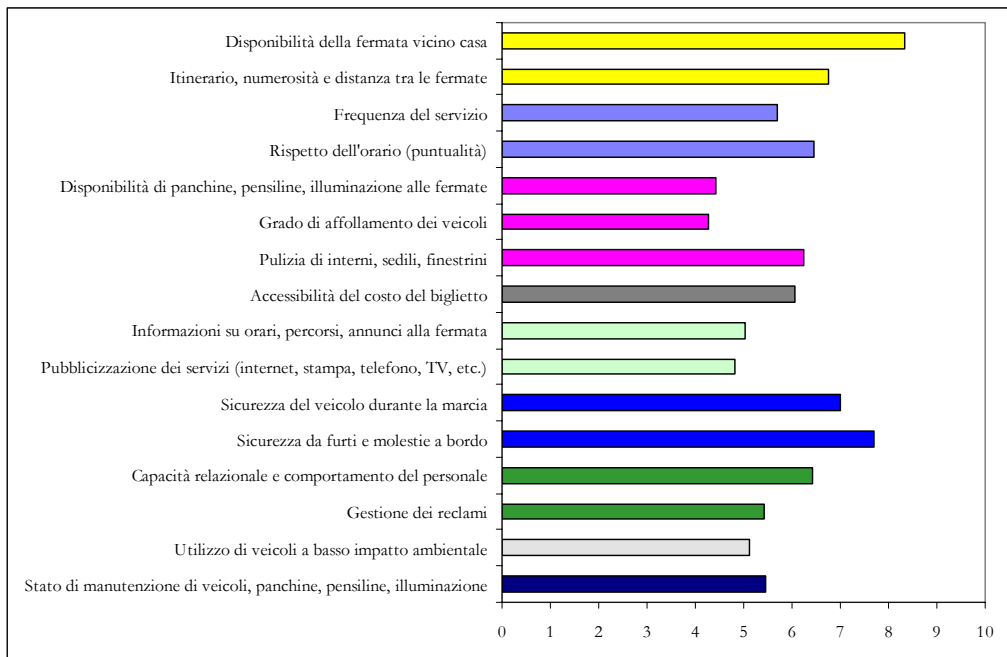


Figura 5.6. Analisi della soddisfazione per macrofattori

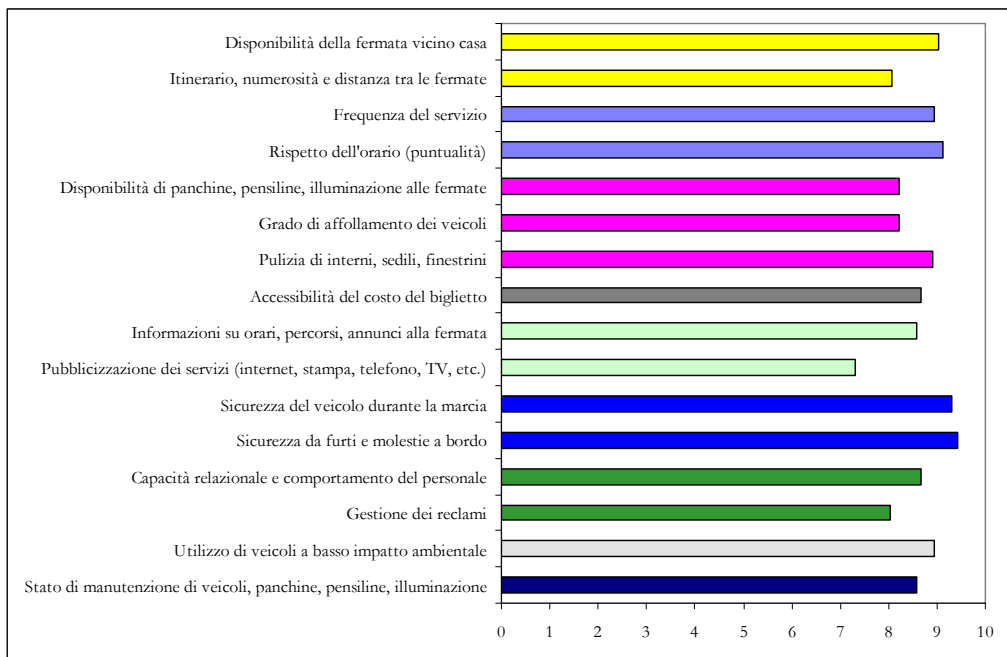


Figura 5.7. Analisi dell'importanza per macrofattori

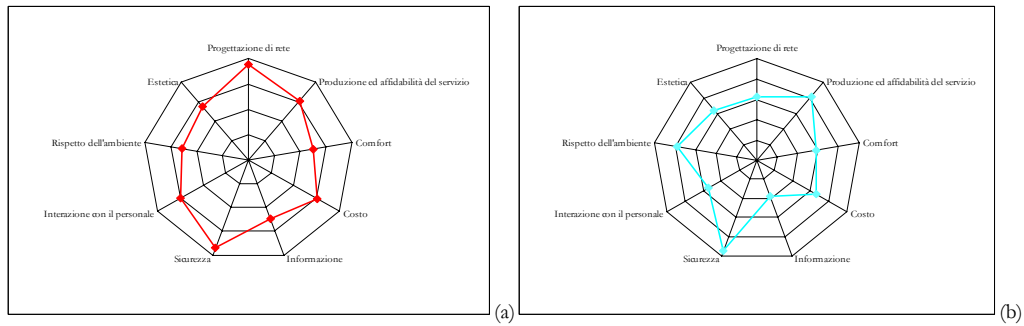


Figura 5.8. Macrofattori classificati secondo la soddisfazione (a) e l'importanza (b)

5.2.2 Le misure di variabilità

Il calcolo delle medie fornisce una indicazione sintetica sul livello di qualità del servizio sui singoli fattori e sul servizio globale, ma non consente di valutare l'ampiezza delle differenze tra i valori osservati. Si ricorre in questi casi a misure di variabilità per individuare il livello di dispersione dei dati intorno alla media e per identificare così situazioni di eterogeneità e di omogeneità.

Tabella 5.3. Statistiche descrittive delle osservazioni campionarie

Fattore	Soddisfazione				Importanza			
	Media	Var	Intervallo di stima		Media	Var	Intervallo di stima	
1.Disponibilità della fermata vicino casa	8,33	3,62	8,16	8,49	9,05	1,57	8,94	9,15
2.Itinerario, numerosità e distanza tra le fermate	6,75	3,44	6,59	6,91	8,06	2,27	7,93	8,19
3.Frequenza del servizio	5,71	4,72	5,52	5,89	8,96	1,76	8,84	9,07
4.Rispetto dell'orario (puntualità)	6,47	4,51	6,28	6,65	9,14	1,15	9,05	9,23
5.Disponibilità di panchine, pensiline, ill. alle fermate	4,41	4,76	4,22	4,60	8,21	2,25	8,08	8,34
6.Grado di affollamento dei veicoli	4,29	4,06	4,11	4,46	8,21	2,04	8,09	8,34
7.Pulizia di interni, sedili, finestrini	6,24	4,49	6,06	6,42	8,90	1,69	8,79	9,01
8.Accessibilità del costo del biglietto	6,07	4,52	5,89	6,26	8,66	1,84	8,55	8,78
9.Informazioni su orari, percorsi, annunci alla fermata	5,03	5,30	4,83	5,23	8,57	1,73	8,45	8,68
10.Pubblicizzazione dei servizi	4,83	4,14	4,65	5,00	7,31	3,40	7,15	7,47
11.Sicurezza del veicolo durante la marcia	7,00	3,48	6,84	7,16	9,32	1,00	9,23	9,40
12.Sicurezza da furti e molestie a bordo	7,71	3,83	7,54	7,88	9,44	0,97	9,35	9,52
13.Capacità relazionale del personale	6,43	4,62	6,24	6,61	8,66	1,73	8,55	8,77
14.Gestione dei reclami	5,43	3,88	5,26	5,60	8,03	2,58	7,89	8,17
15.Utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale	5,11	4,63	4,93	5,30	8,95	2,25	8,83	9,08
16.Stato di manutenzione di panchine, pensiline, ill.	5,45	3,42	5,29	5,61	8,59	1,70	8,48	8,70
<i>Soddisfazione globale del cliente</i>	<i>6,41</i>	<i>1,31</i>	<i>6,31</i>	<i>6,51</i>	-	-	-	-

A tale scopo sono state calcolate le varianze campionarie dei voti espressi dagli utenti; sulla base delle varianze è stato inoltre calcolato l'intervallo di stima che, con una probabilità del 95,5%, comprende i valori che i voti medi di soddisfazione e di importanza assumono nell'universo (tabella 5.3).

Per ciò che riguarda la soddisfazione, si è riscontrata una certa variabilità nei giudizi degli utenti intervistati; infatti, i voti medi di soddisfazione dei fattori di qualità hanno varianze campionarie comprese tra un valore di 3,42 e di 5,30. In particolare, il fattore che presenta giudizi sulla qualità percepita più variegati è quello legato alle informazioni alla fermata, mentre quello con giudizi più omogenei è quello legato allo stato di manutenzione dell'arredo alla fermata.

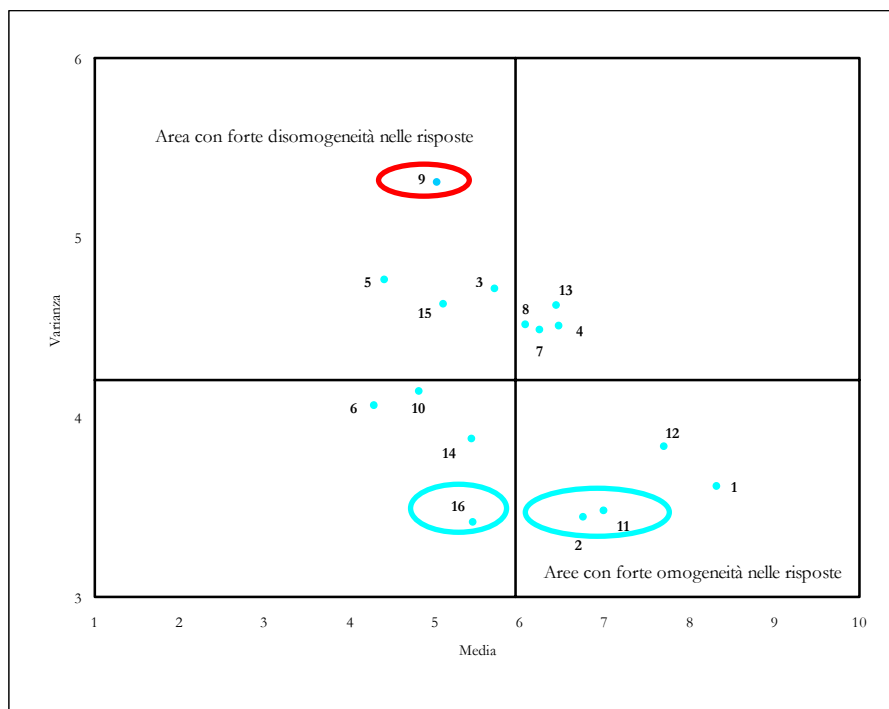


Figura 5.9. Mappa della omogeneità della soddisfazione

La variabilità del livello di qualità attesa è invece minore di quella della qualità percepita; infatti, i voti medi di importanza hanno varianze campionarie più basse, comprese mediamente tra un valore di 0,97, riscontrato per il fattore “sicurezza da furti e molestie a bordo”, e di 2,58 (per il fattore “gestione dei reclami”), ad eccezione del fattore “pubblicizzazione dei servizi offerti” per il quale la varianza assume un valore più alto, pari a 3,40. Nello specifico, il fattore “sicurezza da furti e molestie a bordo” risulta quello maggiormente importante per gli utenti e, inoltre, quello con il maggior grado di omogeneità nel livello di importanza: la maggior parte degli utenti lo ritiene il più importante. Nella figura 5.9 si riportano

graficamente i dati relativi alla soddisfazione in termini di voto medio e di varianza; riportando sulle ascisse le medie e sulle ordinate le varianze si ottiene una mappa in cui è possibile osservare le aree con forte disomogeneità ed omogeneità nelle risposte. L'incrocio degli assi si fissa nel punto corrispondente alla media delle medie ed alla media delle varianze.

Le aree a forte omogeneità nelle risposte comprendono i fattori “itinerario, numerosità e distanza tra le fermate” (2) e “sicurezza del veicolo durante la marcia”, che sono stati giudicati soddisfacenti dagli utenti (11), ed il fattore “stato di manutenzione di panchine, pensiline, illuminazione” (16), a cui gli utenti hanno invece assegnato un voto di soddisfazione medio inferiore a 6. Per contro, il fattore che presenta un grado di disomogeneità maggiore è il fattore “informazioni su orari, percorsi, annunci alla fermata” (9), anch'esso con un voto di soddisfazione inferiore alla sufficienza. È stata inoltre calcolata la varianza dei voti espressi dagli utenti sul servizio globale; il valore ottenuto (pari a 1,31) indica una maggiore omogeneità dei giudizi in termini di soddisfazione sul servizio globale che sui singoli fattori.

### *5.2.3 Caratterizzazione in base agli aspetti socioeconomici*

Una più approfondita analisi dei voti di soddisfazione e di importanza espressi sui diversi fattori di qualità è stata effettuata considerando le caratteristiche socioeconomiche rilevate su ciascun utente intervistato. Una prima analisi dei voti medi rilevati è stata effettuata distinguendo i voti espressi dai maschi da quelli espressi dalle femmine. Come atteso, i fattori legati al comfort a bordo (pulizia e grado di affollamento) risultano più importanti per le femmine, che attribuiscono un voto medio di importanza di 9,66 alla pulizia e di 8,55 al grado di affollamento; i maschi, invece, attribuiscono un voto medio di 8,80 alla pulizia e di 8,03 al grado di affollamento. Viceversa, i voti medi di soddisfazione risultano più alti per i maschi (rispettivamente pari a 6,31 e 4,41) e più bassi per le femmine (rispettivamente pari a 5,99 e 4,03). Anche per il fattore “sicurezza da furti e molestie a bordo” i voti di importanza più elevati sono stati espressi dalle femmine (voto medio pari a 9,55 per le femmine e 9,29 per i maschi), mentre i



voti di soddisfazione più elevati sono stati espressi dai maschi (voto medio pari a 7,37 per le femmine e 7,94 per i maschi). Le femmine risultano anche maggiormente sensibili alle problematiche legate all'ambiente; di fatto, queste hanno espresso per il fattore "utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale" un voto medio di importanza pari a 9,08, contro un voto medio espresso dai maschi pari a 8,85. Una evidente differenza che emerge tra i voti di soddisfazione espressi dai maschi e dalle femmine si ha per il fattore "capacità relazionale e comportamento del personale" (voto medio pari a 6,63 per le femmine e pari a 6,01 per i maschi); questo risultato si può spiegare con la maggiore disponibilità del personale, prevalentemente di sesso maschile, nei riguardi delle donne.

Un'ulteriore analisi è stata effettuata differenziando i voti di soddisfazione espressi per il fattore "accessibilità del costo del biglietto" in funzione della classe di reddito familiare dichiarata dagli intervistati. Come atteso, dall'analisi è emerso che gli utenti appartenenti alle classi di reddito medio-alte hanno espresso un livello di soddisfazione più elevato (voto medio pari a 6,35), mentre gli utenti appartenenti alle classi di reddito medio-basse hanno espresso un livello di soddisfazione meno elevato (voto medio pari a 5,75).

Infine, una analisi disaggregata è stata effettuata differenziando i voti di soddisfazione in funzione del domicilio degli utenti intervistati. Da questa analisi emerge che gli utenti domiciliati nella città di Rende hanno espresso un più alto livello di soddisfazione riguardo alla disponibilità della fermata vicino casa (voto medio pari a 8,53), mentre gli utenti domiciliati nella città di Cosenza hanno espresso livelli di soddisfazione meno elevati (voto medio pari a 7,88). Per i fattori relativi all'arredo e al grado di informazione alle fermate i voti di soddisfazione più elevati si riferiscono alla zona in cui è ubicato il piazzale delle autolinee di Cosenza (voti medi pari a 5,47 e 6,00, rispettivamente).

### **5.3 La *gap analysis***

L'analisi parallela dei voti di soddisfazione e di importanza consente di misurare la soddisfazione del cliente e la qualità del servizio confrontando le percezioni con le attese. Il calcolo della differenza tra voto medio di importanza e voto medio di

soddisfazione di ciascun fattore di qualità permette di ricavare dei *gap*, ovvero delle distanze tra qualità attesa e qualità percepita. Nella figura 5.10 sono rappresentati i voti di soddisfazione e di importanza di ciascun fattore su un diagramma a barre, il quale consente di osservare tali distanze. Un ulteriore modo di rappresentare i *gap* è quello riportato in figura 5.11.

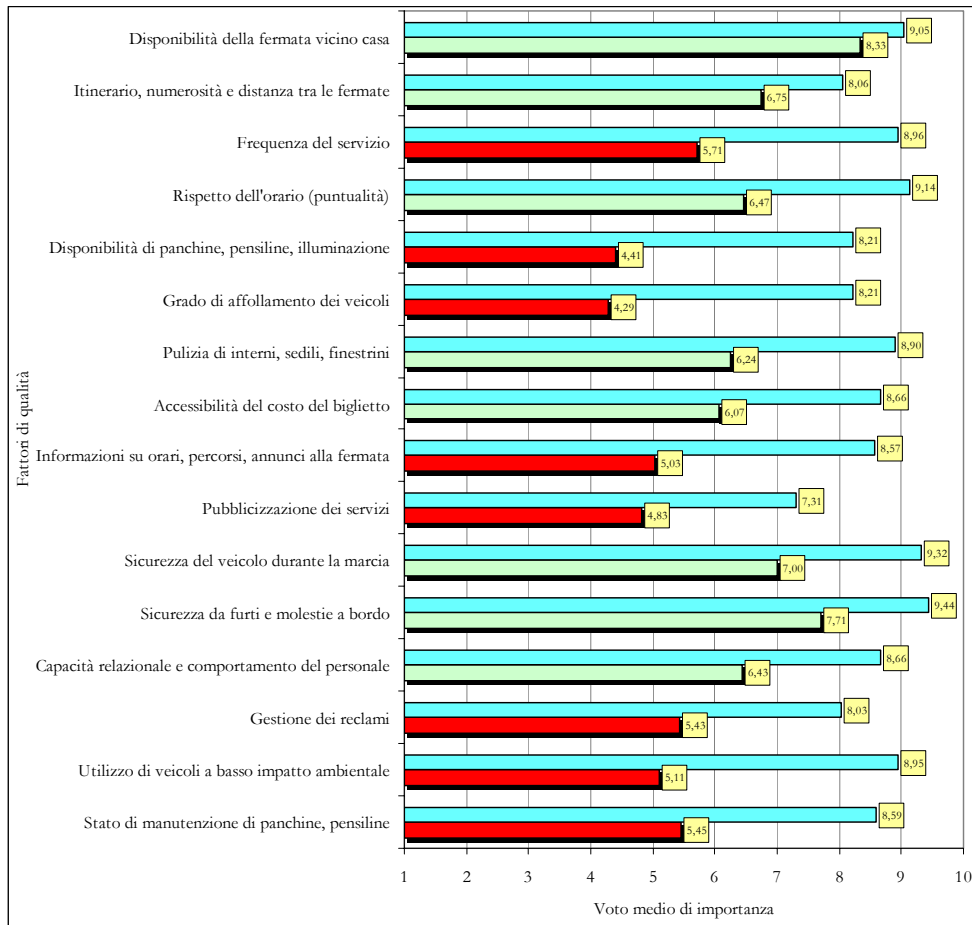


Figura 5.10. *Gap analysis* rappresentata con il diagramma a barre

Dall'analisi si evidenzia che tutti i fattori hanno *gap* di valore sempre positivo, e ciò indica che i voti di importanza sono sempre superiori a quelli di soddisfazione. I fattori che presentano i *gap* più ampi, per i quali le percezioni sono più lontane dalle attese, sono il “grado di affollamento dei veicoli” (3,93), l’“utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale” (3,84) e la “disponibilità di panchine, pensiline, illuminazione alle fermate” (3,80). Per contro, i fattori con *gap* meno ampi, e per i quali le percezioni sono più vicine alle attese, sono la “disponibilità della fermata

vicino casa” (0,72), l’“itinerario, numerosità e distanza tra le fermate” (1,31) e la “sicurezza da furti e molestie a bordo” (1,73).

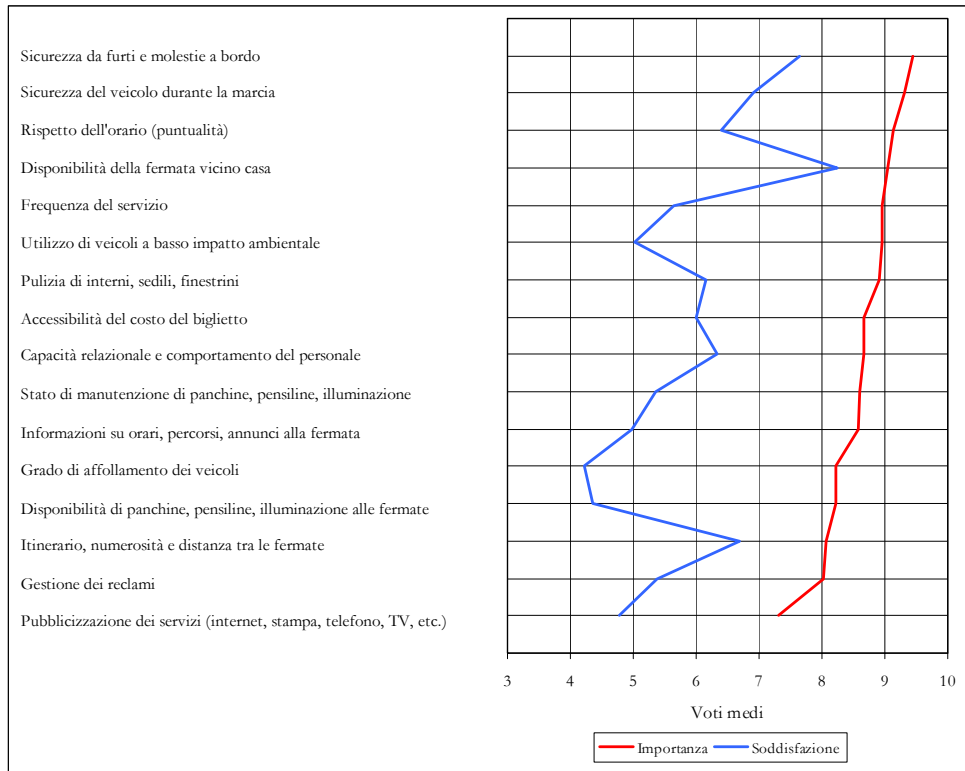


Figura 5.11. *Gap analysis*

I primi risultati sperimentali sulla *gap analysis* sono riportati in Eboli e Mazzulla (2006a) e Eboli e Mazzulla (2006c).

#### 5.4 La *quadrant analysis*

Come la *gap analysis* anche la *quadrant analysis* ha consentito di effettuare un’analisi parallela dei voti di soddisfazione e di importanza. Sono state costruite delle mappe di posizionamento sui cui assi sono riportati i parametri che misurano l’importanza e la soddisfazione. Una prima mappa è stata costruita posizionando l’origine degli assi nel punto che ha per coordinate la media dei voti di importanza e di soddisfazione calcolata su tutti i fattori (figura 5.12).

I fattori che presentano un voto medio di soddisfazione superiore alla media dei voti calcolata su tutti i fattori, e che quindi sono posizionati al di sopra

dell'asse delle ascisse, sono i seguenti: disponibilità della fermata vicino casa (1); itinerario, numerosità e distanza tra le fermate (2); rispetto dell'orario (puntualità) (4); pulizia di interni, sedili, finestrini (7); accessibilità del costo del biglietto (8); sicurezza del veicolo durante la marcia (11); sicurezza da furti e molestie a bordo (12); capacità relazionale e comportamento del personale (13). In particolare, quest'ultimo si colloca sull'asse delle ordinate che separa il quadrante degli "eccessi" da quello delle "energie". A meno del fattore "itinerario, numerosità e distanza tra le fermate" (2), tutti i fattori appartengono al quadrante delle "energie", e contribuiscono in maniera rilevante alla soddisfazione perché ritenuti molto importanti dall'utente.

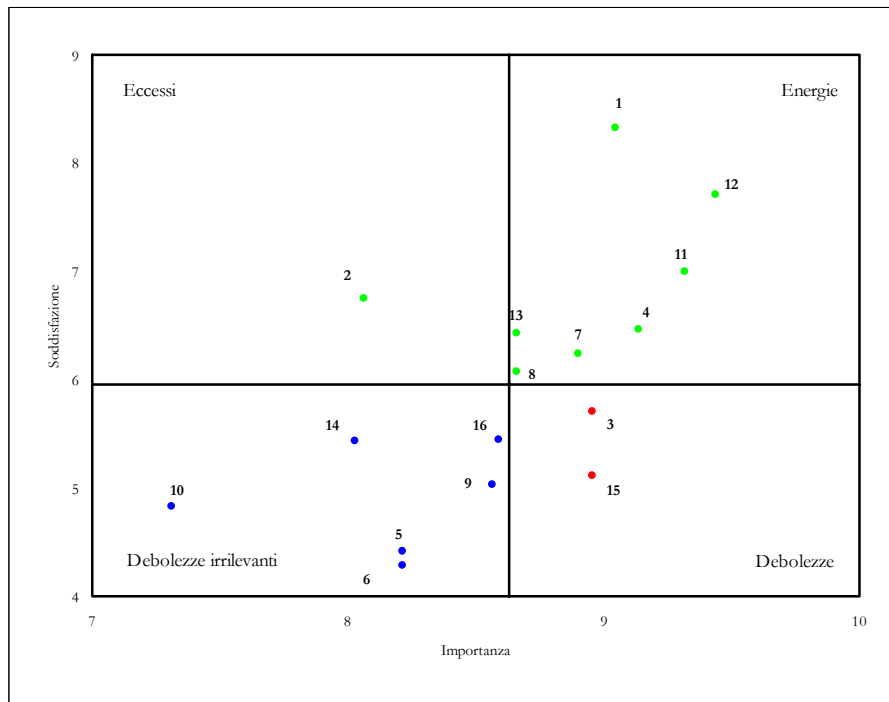


Figura 5.12. *Quadrant analysis* (Importanza dichiarata-Soddisfazione dichiarata)

Il fattore 2 è posizionato nel quadrante degli "eccessi", e quindi rappresenta un aspetto del servizio sul quale non è opportuno che l'azienda investa molte risorse perchè ritenuto dagli utenti meno importante di altri fattori; è comunque auspicabile che venga mantenuto il livello di soddisfazione attuale. I fattori che presentano un voto medio di soddisfazione inferiore alla media dei voti calcolata

su tutti i fattori, e che quindi sono posizionati al di sotto dell'asse delle ascisse, sono i seguenti: frequenza del servizio (3); disponibilità di panchine, pensiline, illuminazione alle fermate (5); grado di affollamento dei veicoli (6); informazioni su orari, percorsi, annunci alla fermata (9); pubblicizzazione dei servizi (internet, stampa, telefono, TV, *etc.*) (10); gestione dei reclami (14); utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale (15); stato di manutenzione di panchine, pensiline, illuminazione (16). I fattori relativi alla frequenza del servizio (3) ed all'utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale (15) sono posizionati nel quadrante delle "debolezze" e rappresentano gli aspetti critici del servizio offerto sui quali l'azienda deve investire maggiori risorse per aumentare il livello di soddisfazione dei clienti. I restanti fattori sono posizionati nel quadrante delle "debolezze irrilevanti" e rappresentano aspetti del servizio che l'azienda deve tenere sotto controllo, perché nel tempo potrebbero assumere maggiore importanza per i clienti. I primi risultati sull'applicazione di questa tecnica sono riportati in Eboli e Mazzulla (2006c). La *quadrant analysis* è stata anche effettuata considerando sull'asse delle ascisse l'importanza calcolata tramite la correlazione, l'analisi fattoriale e la regressione lineare; i risultati ottenuti sono mostrati nei paragrafi relativi all'applicazione di queste tecniche (paragrafi 5.5, 5.6, 6.2.1).

## 5.5 L'analisi di correlazione

Al fine di verificare la correlazione tra i voti di soddisfazione dei diversi fattori di qualità e la correlazione tra i voti di soddisfazione dei fattori stessi con il voto di soddisfazione sul servizio globale, sono stati calcolati i coefficienti di correlazione (tabella 5.4). Il grado di correlazione più elevato si verifica tra coppie di fattori che presentano delle attinenze fra loro a livello qualitativo: arredo alle fermate (disponibilità di panchine, pensiline e illuminazione) e stato di manutenzione dell'arredo, che sono i due fattori che riguardano il comfort alla fermata; capacità relazionale del personale e gestione dei reclami, che sono i fattori legati al comportamento del personale nei confronti degli utenti; pubblicizzazione dei servizi ed informazione alle fermate, che sono relativi all'informazione all'utenza; frequenza e puntualità del servizio, che riguardano la produzione ed affidabilità

del servizio. Un grado di correlazione elevato si verifica anche tra gestione dei reclami e stato di manutenzione di panchine, pensiline ed illuminazione.

Tabella 5.4. Coefficienti di correlazione tra i fattori di qualità del servizio

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1															
2	0,24	1														
3	0,13	0,25	1													
4	0,10	0,22	0,35	1												
5	0,05	0,03	0,21	0,15	1											
6	0,02	0,04	0,09	0,17	0,23	1										
7	0,07	0,05	0,15	0,25	0,15	0,22	1									
8	0,08	0,16	0,24	0,17	0,17	0,20	0,18	1								
9	0,03	0,21	0,26	0,30	0,23	0,18	0,19	0,21	1							
10	0,01	0,13	0,23	0,15	0,19	0,23	0,09	0,16	0,38	1						
11	0,09	0,14	0,12	0,22	0,21	0,24	0,31	0,27	0,26	0,17	1					
12	0,10	0,13	0,07	0,12	0,05	0,09	0,23	0,08	0,17	0,14	0,23	1				
13	0,03	0,18	0,18	0,27	0,22	0,13	0,28	0,25	0,29	0,22	0,29	0,25	1			
14	0,08	0,23	0,32	0,33	0,26	0,08	0,29	0,22	0,31	0,32	0,28	0,18	0,41	1		
15	0,00	0,04	0,25	0,12	0,25	0,23	0,24	0,22	0,22	0,14	0,24	0,09	0,23	0,33	1	
16	0,12	0,16	0,25	0,27	0,41	0,19	0,33	0,30	0,31	0,27	0,27	0,22	0,34	0,38	0,24	1

In figura 5.13 sono evidenziati i coefficienti di correlazione tra i 16 fattori di qualità del servizio e la soddisfazione globale, dal fattore maggiormente correlato a quello meno correlato con la soddisfazione globale. Il fattore maggiormente correlato con la soddisfazione globale risulta la frequenza. Una possibile interpretazione di questo risultato è che la frequenza è il fattore che per gli utenti ha maggiore influenza sul servizio globale. Infatti, molto spesso, quando non sono chiesti direttamente agli utenti i voti di importanza, è possibile calcolare l'importanza proprio come correlazione tra i voti di soddisfazione dei singoli fattori e la soddisfazione sul servizio globale. In questo caso, quindi, il fattore “frequenza” può essere ritenuto quello maggiormente importante per gli utenti, mentre considerando l'importanza dichiarata dagli utenti questo stesso fattore risulta al quinto posto nella graduatoria. La stessa considerazione può essere fatta osservando il valore del coefficiente di correlazione del fattore “sicurezza da furti e molestie a bordo” che risulta il più importante considerando i voti di importanza dichiarata dagli utenti; questo stesso fattore presenta un coefficiente di correlazione pari a 0,20 che risulta addirittura il più basso tra i coefficienti di correlazione. Ciò significa che quest'ultimo non è il fattore che per gli utenti rappresenta maggiormente il servizio, nonostante essi gli abbiano dato un voto di

importanza molto alto. In effetti, la frequenza del servizio è un fattore che caratterizza molto un servizio di trasporto collettivo e che, quindi, incide notevolmente sulla qualità dello stesso. Alla luce di questi risultati si potrebbe evidenziare che a volte chiedere un voto di importanza direttamente agli utenti può essere fuorviante perchè questi ultimi tendono ad attribuire voti alti a tutti i fattori, come si è precedentemente osservato; inoltre, si è portati a dare, come in questo caso, un valore di importanza alto ad un fattore che è molto importante per la vita di ciascuno (la sicurezza personale a bordo), ma che non è particolarmente rappresentativo del servizio.

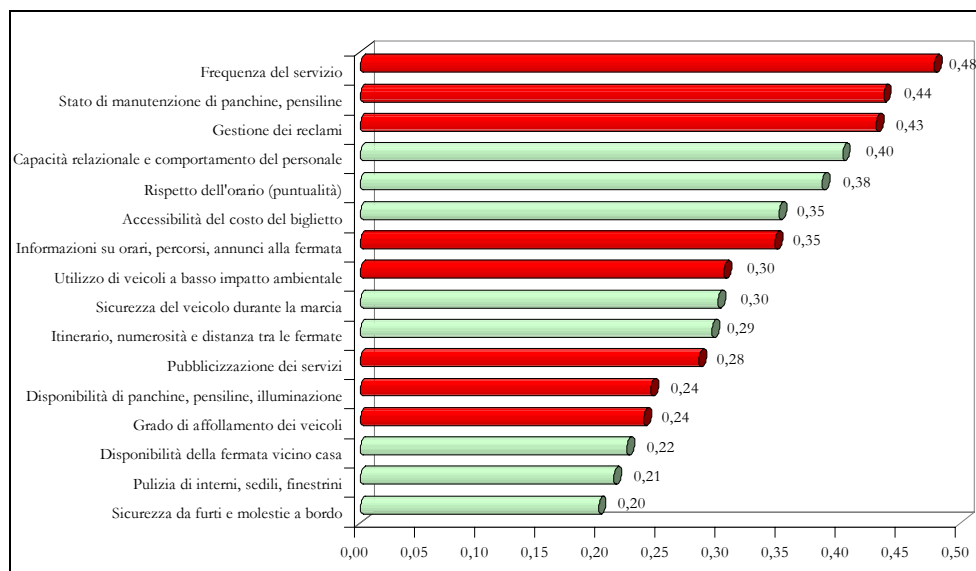


Figura 5.13. Coefficienti di correlazione tra ciascun fattore e la soddisfazione globale

Nella figura 5.14 è riportata la mappa di posizionamento in cui sulle ascisse è riportata l'importanza calcolata come correlazione, e sulle ordinate è riportata la soddisfazione in termini di voti medi calcolati sulla base dei giudizi dichiarati dagli utenti. Come già evidenziato si osserva che il posizionamento dei fattori di qualità nei quattro quadranti risulta differente da quello ottenuto considerando l'importanza dichiarata dagli utenti.

In particolare, nel quadrante delle energie si trovano soltanto 3 dei 7 fattori relativi all'analisi precedente, ovvero i fattori relativi alla puntualità (4), al costo del

biglietto (8) ed al comportamento del personale (13), che oltretutto presentano dei voti di soddisfazione appena sufficienti.

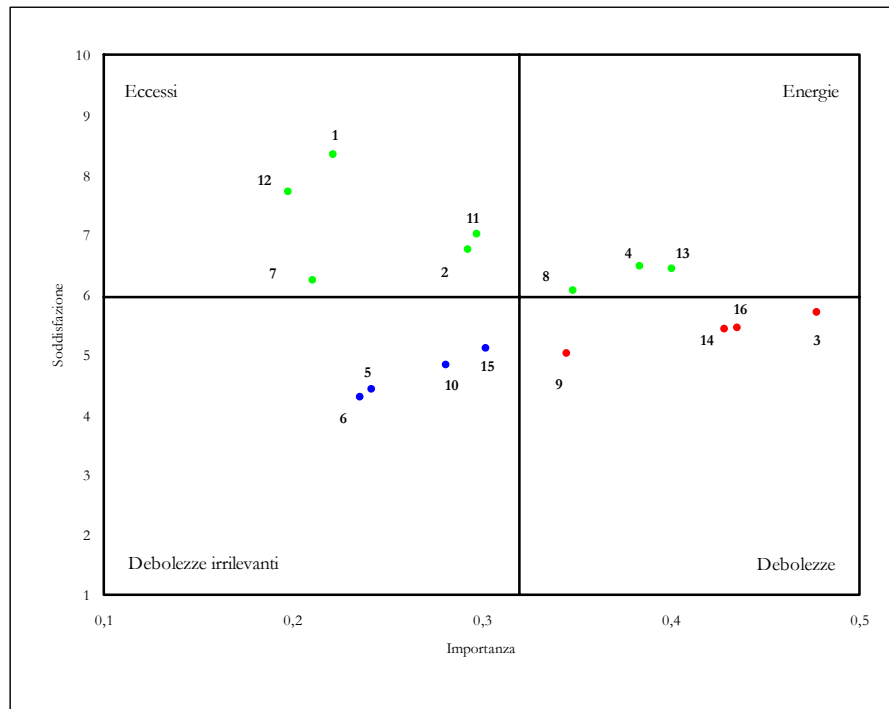


Figura 5.14. *Quadrant analysis* (Importanza calcolata come coefficiente di correlazione-Soddisfazione dichiarata)

Nei quadranti caratterizzati dal voto di soddisfazione inferiore a 6 si dividono gli otto fattori che hanno ottenuto un voto di soddisfazione medio inferiore alla sufficienza. Nel quadrante delle debolezze, oltre alla frequenza (3), che è il fattore più importante, si trovano i fattori relativi all'informazione alla fermata (9), alla gestione dei reclami (14) ed allo stato di manutenzione dell'arredo alla fermata (16); dall'analisi precedente, invece, oltre alla frequenza risultava fortemente debole il fattore relativo all'impatto ambientale (15), che in questo caso si trova nel quadrante delle debolezze irrilevanti. In questo ultimo quadrante si trovano, inoltre, i fattori riguardanti la disponibilità dell'arredo alle fermate (5), il grado di affollamento dei veicoli (6) e la pubblicizzazione dei servizi (10). Infine, nel quadrante degli eccessi si trovano i 5 fattori relativi alla disponibilità della fermata vicino casa (1), alle caratteristiche della linea (2), alla pulizia a bordo (7), alla sicurezza da furti e molestie a bordo (12) ed alla sicurezza del veicolo durante la



marcia (11), mentre in precedenza c'era solo il fattore relativo alle caratteristiche della linea.

Un confronto interessante è stato, inoltre, effettuato tra l'importanza calcolata mediante i coefficienti di correlazione e l'importanza dichiarata, che riportate sugli assi cartesiani generano quattro quadranti indicati come "fedeltà", "igiene", "bassa priorità" e "opportunità" (figura 5.15).

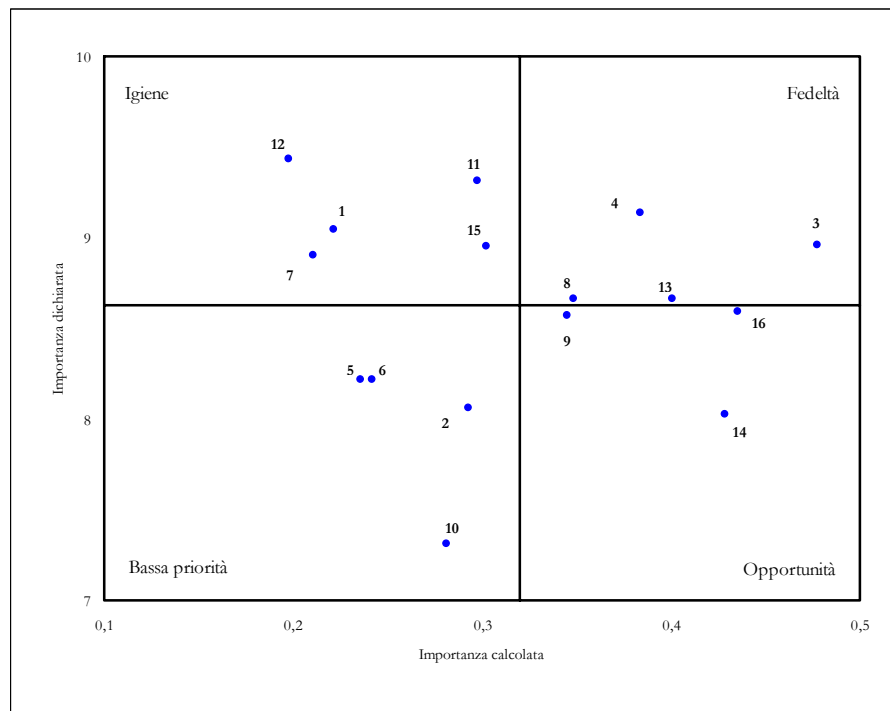


Figura 5.15. *Quadrant analysis* (Importanza calcolata come coefficiente di correlazione-Importanza dichiarata)

Dall'analisi dei quadranti emerge che i fattori più importanti per il cliente sono quelli legati alla frequenza (3), alla puntualità (4), al costo del biglietto (8), e al comportamento del personale (13). I fattori che potrebbero dare un valore aggiunto al servizio sono, invece, quelli relativi all'informazione alla fermata (9), ai reclami (14), e alla manutenzione dell'arredo alla fermata (16). Tutti gli altri fattori hanno meno priorità e si distribuiscono negli altri due quadranti.

Combinando la percentuale di insoddisfatti con l'importanza di ciascun fattore calcolata come correlazione con la soddisfazione globale si ricavano degli indici denominati *payoff index*, utili per identificare gli aspetti del servizio che necessitano

di interventi per il miglioramento, ovvero gli aspetti che hanno un maggiore impatto sulla soddisfazione globale (NSSC, 2006). Tali indici sono calcolati come prodotto tra la percentuale di insoddisfatti e l'importanza calcolata (tabella 5.5).

Tabella 5.5. Il calcolo del *payoff index*

<i>Fattore</i>	<i>Importanza</i>	<i>% insoddisfatti</i>	<i>payoff index</i>
Disponibilità della fermata vicino casa	0,22	9%	0,02
Itinerario, numerosità e distanza tra le fermate	0,29	21%	0,06
Frequenza del servizio	0,48	45%	0,22
Rispetto dell'orario (puntualità)	0,38	31%	0,12
Disponibilità di panchine, pensiline, ill. alle fermate	0,24	71%	0,17
Grado di affollamento dei veicoli	0,24	78%	0,18
Pulizia di interni, sedili, finestrini	0,21	30%	0,06
Accessibilità del costo del biglietto	0,35	31%	0,11
Informazioni su orari, percorsi, annunci alla fermata	0,35	62%	0,21
Pubblicizzazione dei servizi	0,28	61%	0,17
Sicurezza del veicolo durante la marcia	0,30	16%	0,05
Sicurezza da furti e molestie a bordo	0,20	11%	0,02
Capacità relazionale del personale	0,40	34%	0,14
Gestione dei reclami	0,43	47%	0,20
Utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale	0,30	59%	0,18
Stato di manutenzione di panchine, pensiline, ill.	0,44	47%	0,21

Il fattore con il *payoff index* maggiore è quello relativo alla frequenza del servizio poiché risulta quello maggiormente correlato alla soddisfazione globale; questo fattore presenta una percentuale di non soddisfatti pari al 45%. Altri fattori con percentuali di insoddisfatti molto più alte presentano una correlazione minore con la soddisfazione globale, e quindi valori dell'indice più bassi.

## 5.6 L'analisi fattoriale

Sulla base dei voti di soddisfazione espressi dagli utenti sui fattori di qualità del servizio è stata applicata un'analisi fattoriale, che è servita anche all'individuazione delle variabili latenti dei modelli ad equazioni strutturali descritti nel capitolo successivo. L'analisi fattoriale è stata applicata grazie all'utilizzo del software statistico SPSS (SPSS Inc., 1983). L'obiettivo dell'analisi è stato quello di individuare i fattori comuni a tutte le variabili, e di capire se tutte le variabili convergono nella direzione della soddisfazione della qualità totale percepita dal cliente. La procedura utilizzata per l'estrazione dei fattori è quella delle componenti principali, e l'analisi è stata condotta sulla matrice di correlazione. Per la determinazione del numero delle componenti principali sono stati considerati

soltanto gli autovalori maggiori o uguali ad 1 (Guttman, 1954; Kaiser, 1960) (figura 5.16).

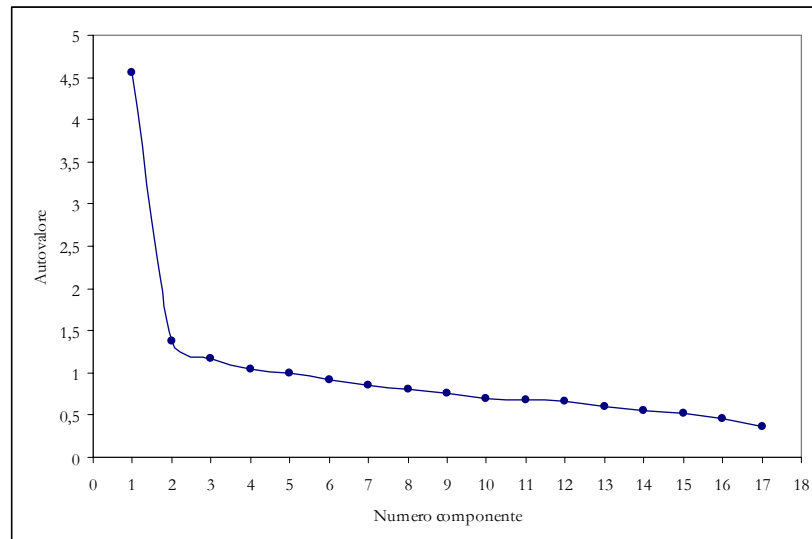


Figura 5.16. Grafico decrescente degli autovalori

È stata adottata una soluzione ortogonale ruotata di tipo *Quartimax* (Carroll, 1953). Sono state individuate quattro componenti principali, le quali spiegano il 48% della varianza totale. In particolare, la prima componente spiega il 20% della varianza, la seconda il 12% circa, la terza e la quarta spiegano complessivamente il 16% circa (tabella 5.6).

Sono stati presi in esame soltanto gli attributi con un peso maggiore di 0,4. Nonostante Kaiser suggerisca di considerare solo gli attributi con un peso maggiore o uguale a 0,5 (Kaiser, 1974), in questo caso si è ritenuto opportuno non escludere attributi con un peso appena inferiore a 0,5. Dai risultati emerge che solo per due fattori i pesi assumono valori superiori a 0,7 (quasi meritori), anche se per sei fattori i pesi assumono valori comunque superiori a 0,6 (mediamente buoni). Negli altri casi, i pesi dei fattori sono prossimi al valore di 0,5 o comunque di poco inferiori. Alcuni attributi presentavano pesi simili in diverse componenti; in particolare, l'attributo relativo alle caratteristiche della linea può essere incluso sia nella prima che nella quarta componente perché presenta un peso simile in entrambe le componenti (0,504 e 0,466,

rispettivamente), mentre l'attributo relativo alla manutenzione dell'arredo alle fermate può essere incluso sia nella prima che nella terza componente, avendo un peso pari a 0,448 nella prima e 0,434 nella terza.

Tabella 5.6. Varianza totale spiegata

Componente	Autovalori iniziali			Pesi dei fattori non ruotati			Pesi dei fattori ruotati		
	Totale	% di varianza	% cumulata	Totale	% di varianza	% cumulata	Totale	% di varianza	% cumulata
1	4,562	26,834	26,834	4,562	26,834	26,834	3,423	20,138	20,138
2	1,374	8,082	34,915	1,374	8,082	34,915	2,035	11,970	32,108
3	1,177	6,921	41,836	1,177	6,921	41,836	1,422	8,365	40,473
4	1,047	6,156	47,992	1,047	6,156	47,992	1,278	7,519	47,992
5	0,992	5,836	53,828						
6	0,919	5,407	59,235						
7	0,847	4,981	64,216						
8	0,803	4,726	68,942						
9	0,758	4,458	73,400						
10	0,696	4,092	77,492						
11	0,673	3,960	81,452						
12	0,657	3,867	85,319						
13	0,604	3,553	88,872						
14	0,553	3,254	92,126						
15	0,519	3,055	95,181						
16	0,452	2,656	97,837						
17	0,368	2,163	100,000						

Metodo di estrazione: Analisi componenti principali.

I risultati sono riportati in tabella 5.7. La prima componente include, quindi, quei fattori che riguardano le prestazioni del servizio quali la frequenza e la puntualità, l'informazione (alla fermata e tramite altri mezzi), il personale e la gestione dei reclami. La seconda componente raggruppa invece i fattori legati alla sicurezza ed alla pulizia. La terza componente comprende fattori legati al comfort a bordo ed alla fermata, al costo del biglietto e all'impatto ambientale. Infine, la quarta componente è composta dai fattori legati alla progettazione della linea. Sono stati inoltre effettuati dei test di verifica dell'analisi. Nello specifico, al fine di valutare la forza delle relazioni tra le variabili sono stati applicati il test *KMO* ed il test di Barlett (Fabbris, 1997). Il test di adeguatezza del campione *KMO* è un indice che permette di confrontare la grandezza della correlazione osservata dei coefficienti con quella dei coefficienti di correlazione parziale. Si è ottenuto un valore del test pari a 0,857, che rappresenta un valore soddisfacente in quanto il valore massimo che può assumere è 1. Questo valore indica che l'analisi fattoriale è adatta ad analizzare questi dati sulla soddisfazione del cliente.

Tabella 5.7. Pesì dei fattori di qualità ricavati dall'analisi fattoriale

Fattore	Componente 1	Componente 2	Componente 3	Componente 4
Frequenza	0,578			
Rispetto dell'orario (puntualità)	0,537			
Disponibilità di panchine, pensiline, ill. alle fermate			0,615	
Grado di affollamento dei veicoli			0,620	
Pulizia di interni, sedili, finestrini		0,553		
Accessibilità del costo del biglietto			0,446	
Informazioni su orari, percorsi, annunci alla fermata	0,668			
Pubblicizzazione dei servizi	0,629			
Sicurezza del veicolo durante la marcia		0,489		
Sicurezza da furti e molestie a bordo		0,709		
Capacità relazionale del personale	0,529			
Gestione dei reclami	0,658			
Utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale			0,588	
Stato di manutenzione di panchine, pensiline, ill.			0,434	
Disponibilità della fermata vicino casa				0,765
Itinerario, numerosità e distanza tra le fermate				0,466

Il test di Barlett, invece, ha fornito un valore pari a 2.596,2, che è statisticamente significativo per rigettare l'ipotesi che le variabili nella matrice di correlazione della popolazione non sono correlate.

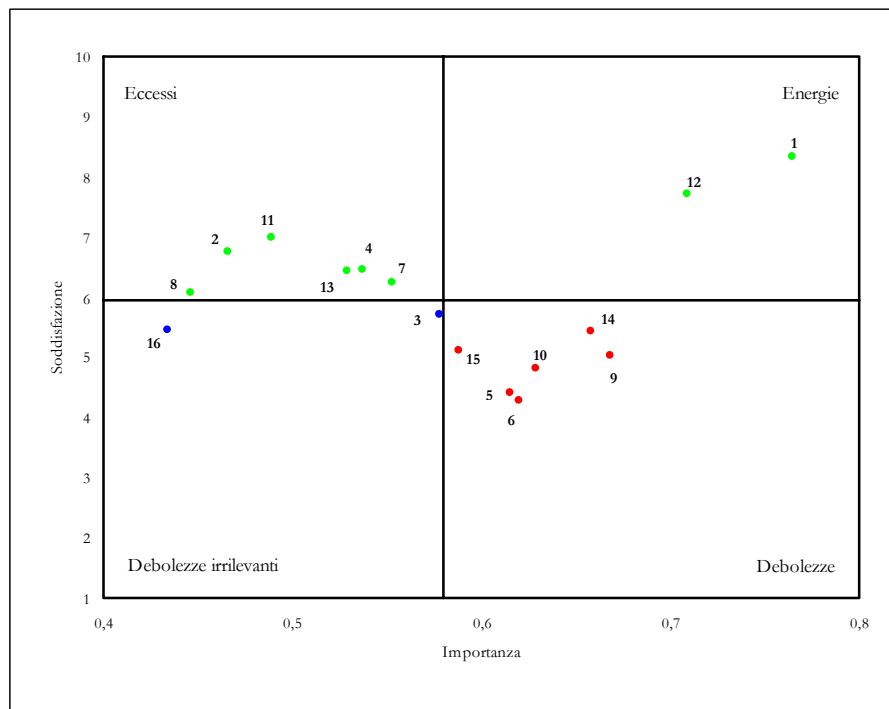


Figura 5.17. *Quadrant analysis* (Importanza calcolata come peso fattoriale-Soddisfazione dichiarata)

Si può, quindi, concludere che la forza delle relazioni tra le variabili analizzate è rilevante e che l'applicazione dell'analisi fattoriale è un modo corretto di analizzare questi dati.

In figura 5.17 si riporta la *quadrant analysis* effettuata utilizzando l'importanza dei fattori calcolata tramite l'analisi fattoriale. Come si può osservare anche in questo caso i risultati sono differenti a quelli delle analisi dei quadranti precedenti. Nello specifico, il fattore relativo alla frequenza (3) non risulta più una debolezza ma è una debolezza irrilevante, anche se si trova proprio a cavallo dell'asse delle ordinate e quindi potrebbe facilmente passare nel quadrante delle debolezze. Le energie sono rappresentate soltanto dai fattori relativi alla disponibilità della fermata vicino casa (1) e alla sicurezza personale (12). La maggior parte dei fattori ricade nel quadrante delle debolezze ed in quello degli eccessi.

## 5.7 L'analisi di raggruppamento

L'analisi di raggruppamento è stata applicata sulla base dei voti di soddisfazione dichiarati dagli utenti sui diversi fattori di qualità del servizio. Questo tipo di analisi ha consentito di raggruppare i fattori in *cluster* caratterizzati da un certo grado di omogeneità. La *cluster analysis* è stata applicata utilizzando diversi metodi: il metodo del legame medio fra gruppi, il metodo del legame medio entro gruppi, il metodo del legame singolo, il metodo del legame completo, il metodo dei centroidi, il metodo delle mediane, ed il metodo di Ward. I metodi utilizzati hanno fornito risultati abbastanza simili. Nel seguito del paragrafo si riportano i risultati ottenuti dall'applicazione del metodo del legame completo (o “del vicino più lontano”), che rientra fra i metodi gerarchici agglomerativi.

Tabella 5.8. Matrice delle distanze

Fattore	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	,000	4014,00	7194,00	5491,39	11886,75	12158,75	6063,25	6406,00	9973,75	10178,50	4185,25	3602,50	5905,75	7804,25	9458,50	7394,00
2		,00	3701,50	3216,29	6830,25	6752,25	3972,75	3661,00	5067,25	5240,00	3065,25	3681,50	3425,25	3753,75	5310,00	3792,00
3			,00	3357,29	4672,25	5080,25	4115,75	3623,00	3996,25	3888,00	4522,25	6093,00	4182,25	2999,75	3770,00	3162,50
4				,00	6174,04	6053,84	3440,54	3892,59	4569,64	5092,39	3315,04	4523,99	3408,44	3392,34	5002,19	3499,99
5					,00	3467,50	5691,50	5330,75	4128,00	3780,75	6741,00	9716,75	5793,00	3795,50	3856,75	3024,75
6						,00	5348,50	5113,75	4197,00	3368,75	6677,50	9620,75	6208,00	4388,50	3760,75	3782,25
7							,00	3768,25	4781,50	5032,25	3103,50	4345,25	3344,50	3371,00	4167,25	3013,75
8								,00	4514,75	4499,50	3405,25	5263,50	3539,75	3529,25	4078,50	3030,00
9									,00	3003,25	5289,50	7542,75	4598,00	3325,50	3961,75	3199,75
10										,00	5609,25	7743,50	4786,75	2983,25	3901,50	3020,00
11											,00	3137,75	3092,50	3953,00	4975,75	3786,75
12												,00	4080,75	5857,25	7368,500	5475,00
13													,00	3058,50	4484,75	3217,25
14														,00	2971,25	2317,75
15															,00	3179,50
16																,00

In tabella 5.8 si riporta la matrice delle distanze tra i fattori di qualità sulla base dei voti di soddisfazione riportati dagli stessi. Dai valori delle distanze si possono determinare i fattori più “vicini” e più “lontani” fra loro. Ad esempio, i fattori che presentano la distanza minima fra loro sono quelli legati alla gestione dei reclami e allo stato di manutenzione dell’arredo alla fermata.

I risultati della successione delle aggregazioni generate dall’applicazione del metodo sono riportati in tabella 5.9.

Tabella 5.9. Programma di agglomerazione

<i>Stadio</i>	<i>Cluster accorpati</i>		<i>Coefficienti</i> <i>Cluster 1</i>	<i>Stadio di formazione del cluster</i>		<i>Stadio successivo</i> <i>Cluster 2</i>
	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>		<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 1</i>	
1	14	16	2317,750	0	0	4
2	9	10	3003,250	0	0	12
3	2	11	3065,250	0	0	5
4	3	14	3162,500	0	1	9
5	2	4	3315,040	3	0	11
6	7	13	3344,500	0	0	11
7	5	6	3467,500	0	0	10
8	1	12	3602,500	0	0	15
9	3	8	3623,000	4	0	13
10	5	15	3856,750	7	0	12
11	2	7	3972,750	5	6	13
12	5	9	4197,000	10	2	14
13	2	3	4522,250	11	9	14
14	2	5	6830,250	13	12	15
15	1	2	12158,750	8	14	0

La successione delle aggregazioni può essere più facilmente interpretata osservando il diagramma a stalattite verticale rappresentato in tabella 5.10.

In questa rappresentazione si può leggere la successione dei raggruppamenti per riga, mentre le entità sono poste ad uguale distanza tra loro in verticale. Ad esempio, in corrispondenza del numero di *cluster* pari a 3, si distinguono tre gruppi di fattori: il primo comprende i fattori legati alla pubblicizzazione dei servizi e all’informazione, all’ambiente, all’affollamento e all’arredo alle fermate; il terzo gruppo comprende i fattori relativi alla sicurezza personale e alla disponibilità della fermata vicino casa; il secondo gruppo comprende i restanti fattori. L’ultima successione riporta tutti i fattori in gruppi separati, tranne i due relativi alla gestione dei reclami e allo stato di manutenzione dell’arredo alla fermata, che rientrano ancora nello stesso gruppo e che, infatti, presentano la più bassa distanza reciproca.

Tabella 5.10. Diagramma a stalattiti verticali

Numero di cluster	Pubblicizzazione dei servizi	Informazioni su orari, percorsi, arrivo alla fermata	Utilizzo dei veicoli a basso impatto ambientale	Grado di affollamento dei veicoli	Disponibilità di parchine, posizim, illuminazione alla fermata.	Accessibilità del costo del biglietto	Stato di manutenzione di panchine, posizim, ill.	Gestione dei reclami	Frequenza del servizio	Capacità relazionale e comportamento del personale	Pulizia di interni, sedili, finestrini	Rispetto dell'orario (puntualità)	Sicurezza del veicolo durante la marcia	Itinerario, numerosità e distanza tra le fermate	Sicurezza da furti e molestie a bordo	Disponibilità della fermata vicino casa
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Un altro metodo di rappresentazione grafica dell'aggregazione dei fattori è il cosiddetto dendrogramma (figura 5.18).

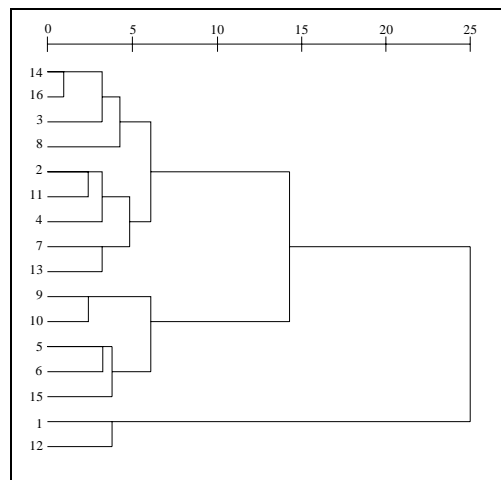


Figura 5.18. Dendrogramma

Il diagramma offre la possibilità di stabilire quali fattori si sono raggruppati fino ad un certo livello di prossimità e quali, invece, sono ancora isolati.



## 5.8 L'analisi congiunta

L'analisi congiunta è stata applicata utilizzando i dati raccolti tramite l'esperimento *SP*. I profili proposti agli utenti rappresentano dei pacchetti di servizi di bus generati dalla combinazione dei livelli degli attributi di qualità caratterizzanti il servizio. In questo specifico caso, si ricorda che ciascun pacchetto è caratterizzato da 9 attributi di qualità che variano su due livelli. A ciascun utente è stata proposta la scelta fra tre diversi pacchetti di servizi, di cui uno rappresentato dal servizio utilizzato abitualmente dall'utente intervistato e descritto direttamente da esso. Il vantaggio dell'adozione di questa tecnica per la misura della qualità, rispetto all'applicazione delle altre tecniche descritte in precedenza, consiste nel fatto che l'utente ha la possibilità di valutare il servizio nella sua globalità, evitando di dare un giudizio specifico su un singolo fattore. Questa tecnica permette di valutare l'importanza di ciascun fattore di qualità sulla qualità del servizio globale. Conoscendo l'importanza assegnata dagli intervistati agli attributi del servizio di trasporto collettivo si possono prevedere le conseguenze che comporta una variazione di ciascun attributo in termini di livello di qualità del servizio. Come metodo di stima dell'importanza è stato adottato quello che utilizza la calibrazione dei modelli di tipo Logit. I risultati dell'analisi congiunta ottenuti dall'applicazione dei modelli Logit saranno descritti nel capitolo successivo. In questo paragrafo, invece, si riporta una analisi descrittiva delle scelte effettuate dagli utenti sui diversi pacchetti di servizi proposti. Prima di analizzare i risultati si ricorda che le alternative di scelta proposte agli utenti intervistati sono 50 alternative *SP*, più l'alternativa rappresentante il servizio utilizzato abitualmente dall'utente. Inoltre, a ciascun utente sono stati proposti 2 esperimenti in cui si proponeva una scelta fra sole 3 alternative. Ciascun esperimento contiene l'alternativa rappresentante il servizio descritto dall'utente, mentre le coppie di alternative *SP* sono state proposte a gruppi di utenti, e pertanto non tutti gli utenti hanno scelto sulle stesse alternative. In tabella 5.11. si riporta una sintesi degli scenari evidenziando il numero di volte che questi sono stati proposti ed il numero di volte che sono stati scelti. Per ogni scenario è stata, quindi, calcolata la percentuale di scelta considerando le volte in cui lo scenario è

stato proposto e scelto; gli scenari sono stati ordinati secondo la percentuale di scelta, da quello scelto il maggior numero di volte a quello meno scelto. Come si può osservare, lo scenario maggiormente proposto e maggiormente scelto è quello che rappresenta il servizio di bus descritto dall'utente al momento dell'intervista. L'utente, quindi, nel 65% dei casi sceglie il pacchetto di servizi utilizzato abitualmente, ritenendolo migliore dei pacchetti ipotetici che gli vengono proposti. Questo è un po' dovuto all'inconveniente che l'utente descrive il servizio che utilizza abitualmente nel momento in cui viene intervistato e gli vengono proposti degli scenari *SP* predefiniti, i quali possono risultare meno utili di quello da lui descritto. Un modo per recuperare su questo problema è quello di costruire gli scenari *SP ad hoc* per ciascun utente al momento dell'intervista. In ogni caso, l'esperimento proposto in questa indagine sperimentale riesce a dare delle informazioni sull'importanza degli attributi sulla qualità complessiva. La stessa percentuale di scelta che si è ottenuta per lo scenario rappresentante il servizio descritto dall'utente si ha per lo scenario 389 che è stato proposto 40 volte e scelto 26. In particolare, questo scenario propone un servizio caratterizzato da un miglioramento in termini di frequenza del servizio, che passa da 1 bus ogni ora ad 1 bus ogni 15 minuti. Ovviamente, la scelta degli scenari da parte dell'utente è fortemente dipendente dall'abbinamento degli scenari in ciascun esperimento.

Tabella 5.11. Percentuali di scelta degli scenari

<i>Scenario</i>	<i>Numero di volte proposto</i>	<i>N. di volte scelto</i>	<i>% di scelta</i>
Descritto dall'utente	640	414	65%
389	40	26	65%
401	40	17	43%
425	40	16	40%
149	20	7	35%
134	20	6	30%
141	20	6	30%
165	20	6	30%
449	20	6	30%
135	20	5	25%
197	20	5	25%
298	20	5	25%
322	20	5	25%
361	20	5	25%
22	20	4	20%
85	20	4	20%
268	20	4	20%
393	20	4	20%
293	60	11	18%
40	20	3	15%
47	20	3	15%
72	20	3	15%
77	20	3	15%
299	20	3	15%
305	20	3	15%
325	40	6	15%
337	20	3	15%
386	20	3	15%
387	20	3	15%
417	20	3	15%
269	60	8	13%
263	60	7	12%
23	20	2	10%
24	40	4	10%
46	20	2	10%
70	20	2	10%
71	20	2	10%
101	20	2	10%
277	40	4	10%
323	20	2	10%
329	20	2	10%
353	20	2	10%
16	20	1	5%
29	20	1	5%
48	20	1	5%
53	20	1	5%
274	20	1	5%
275	20	1	5%
292	20	1	5%
262	60	2	3%
281	20	0	0%

## 5.9 Il confronto fra le tecniche applicate

In questo capitolo sono stati analizzati i dati di *customer satisfaction* attraverso l'utilizzo di diverse tecniche di analisi statistica. Ciascuna tecnica ha fornito una misura della qualità del servizio di trasporto collettivo analizzato nel contesto sperimentale di questo lavoro di tesi. La maggior parte delle tecniche applicate ha consentito di esaminare i singoli fattori di qualità e di classificarli sulla base dei voti di soddisfazione e di importanza attribuiti dagli utenti intervistati.

Dal calcolo dei voti medi di soddisfazione si è ottenuta una prima classificazione dei fattori dal più soddisfacente al meno soddisfacente, mentre dal calcolo dei voti medi di importanza si è potuto stabilire quali sono i fattori più o meno importanti per gli utenti. Analizzando l'importanza dichiarata dagli utenti si è potuto osservare che tutti i fattori presentano voti medi superiori alla sufficienza e sono, quindi, da ritenersi tutti importanti per la qualità del servizio; in particolare, i fattori ritenuti più importanti sono quelli riguardanti la sicurezza dei passeggeri. Per contro, l'analisi dei voti di soddisfazione ha consentito di determinare i fattori maggiormente critici per il servizio, che sono quelli relativi al comfort a bordo in termini di grado di affollamento del veicolo, al comfort alla fermata in termini di presenza di panchine, pensiline e illuminazione, e alla pubblicizzazione dei servizi.

Il livello di soddisfazione di ciascun fattore è spesso misurato da una combinazione dei giudizi sulla qualità attesa e di quelli sulla qualità percepita. Infatti, in molti casi in cui gli utenti sono chiamati a dichiarare sia i voti di importanza che i voti di soddisfazione, il livello di soddisfazione rappresenta proprio il *gap* tra qualità attesa e percepita. Dall'applicazione della *gap analysis* è emerso che tutti i fattori hanno *gap* di valore sempre positivo, e ciò indica che la qualità attesa è sempre maggiore di quella percepita; pertanto, tutti i fattori generano insoddisfazione negli utenti. I fattori che da questa analisi risultano i più critici, ovvero quelli con i *gap* più ampi, sono quelli relativi all'affollamento dei veicoli, all'impatto ambientale e alla presenza di arredo alle fermate. Analizzando quindi le distanze tra importanza e soddisfazione si trovano risultati diversi da

quelli ricavati dalla analisi dei soli voti di soddisfazione. Risultati leggermente diversi si sono ottenuti dal calcolo della soddisfazione pesata sull'importanza.

L'applicazione della *quadrant analysis* ha invece permesso di classificare i fattori di qualità in quattro categorie in base ai voti medi di soddisfazione e di importanza ottenuti per ciascuno di essi. La tecnica è stata applicata utilizzando l'importanza dichiarata direttamente dagli utenti oppure l'importanza calcolata in diversi modi dai voti di soddisfazione. Infatti, è possibile ricavare una misura dell'importanza dei singoli fattori attraverso la correlazione o la regressione con la soddisfazione dichiarata dagli utenti sul servizio globale.

Considerando sugli assi della *quadrant analysis* la soddisfazione e l'importanza dichiarata si sono individuati come priorità i fattori legati alla frequenza del servizio ed all'utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale, che rappresentano quindi le debolezze del servizio e sono quei fattori sui quali l'azienda deve investire maggiori risorse per aumentare il livello di soddisfazione dei clienti.

Dal calcolo dell'importanza di ciascun fattore di qualità come correlazione con la soddisfazione sul servizio globale, si sono ottenuti risultati differenti da quelli ottenuti dall'analisi dell'importanza dichiarata dagli utenti; si è riscontrato, infatti, che il fattore legato alla frequenza del servizio può essere ritenuto quello maggiormente importante per gli utenti perché presenta il coefficiente di correlazione più alto, mentre considerando l'importanza dichiarata questo stesso fattore risulta al quinto posto nella graduatoria. Per contro, il fattore relativo alla sicurezza personale risulta il meno importante poiché presenta il coefficiente di correlazione più basso; se si considerano, invece, i voti di importanza dichiarata dagli utenti, questo stesso fattore risulta il più importante. L'analisi dei quadranti in cui si sono state riportate sugli assi la soddisfazione dichiarata e l'importanza calcolata come correlazione, colloca pertanto la frequenza tra le priorità del servizio, dal momento che presenta un voto medio di soddisfazione non soddisfacente, e la sicurezza personale tra gli eccessi, poiché presenta un voto medio di soddisfazione alto.

I fattori sono stati suddivisi nei quattro quadranti utilizzando anche i risultati dell'analisi fattoriale, considerando il peso di ciascun fattore come importanza

calcolata. L'applicazione dell'analisi fattoriale ha comunque consentito di classificare i fattori di qualità in componenti principali ed è stata utile ai fini dell'individuazione delle variabili latenti per i modelli ad equazioni strutturali. In particolare, sono state individuate quattro componenti: la prima componente riguarda i fattori relativi alla produzione del servizio, all'informazione, ed al personale; la seconda componente raggruppa invece i fattori legati alla sicurezza ed alla pulizia; la quarta componente comprende fattori legati al comfort a bordo ed alla fermata, al costo del biglietto e all'impatto ambientale; infine, la quarta componente è composta dai fattori legati alla progettazione della rete.

A prescindere dai risultati dell'analisi fattoriale, i 16 fattori di qualità sono stati raggruppati in macrofattori in base alla classificazione dei fattori di qualità riportata nel paragrafo 1.3. Dall'analisi dei voti di importanza e di soddisfazione con riferimento ai macrofattori, si osserva che i macrofattori più critici per il servizio sono quello relativo al comfort e quello riguardante l'informazione. Per ciò che riguarda l'importanza, il macrofattore relativo alla sicurezza è quello più importante per gli utenti.

Oltre all'analisi dei singoli fattori e macrofattori è stato calcolato anche il livello di soddisfazione degli utenti sul servizio globale. Una prima misura si è ottenuta dal calcolo della media dei voti di soddisfazione dichiarati direttamente dagli utenti sul servizio globale. La soddisfazione globale è stata calcolata anche dalla media delle medie, ovvero tramite la media dei voti medi di soddisfazione ottenuti per ciascun fattore di qualità. Infine, il calcolo del *CSI* ha fornito una misura del livello di soddisfazione globale, considerando la combinazione dei voti di importanza e di soddisfazione. Si è ottenuto che il giudizio sul servizio globale calcolato come *CSI* si avvicina maggiormente al giudizio direttamente fornito dagli intervistati.

In conclusione, tutte le tecniche, ad eccezione della analisi congiunta, sono state applicate utilizzando i soli voti di soddisfazione e di importanza dichiarati dagli utenti, e/o la combinazione di entrambe le tipologie di voti. Le tecniche applicate hanno fornito interessanti risultati sullo stato del servizio e sulle attese che gli utenti hanno per il futuro. Si sono individuati i fattori su cui l'azienda di

trasporto collettivo deve puntare maggiormente per migliorare il servizio. Analizzando i diversi risultati, sicuramente il fattore che rappresenta maggiormente il servizio per gli utenti è quello legato alla frequenza, che rientra anche tra le priorità su cui l'azienda di trasporto collettivo deve concentrarsi maggiormente. Questo ultimo risultato è stato confermato anche dall'applicazione della tecnica dell'analisi congiunta per la quale si sono utilizzati i dati ricavati dall'esperimento *SP* descritto in precedenza.

## CAPITOLO 6

### Modelli sperimentali per la misura della qualità dei servizi di TPL

#### 6.1 Generalità

Le informazioni raccolte tramite l'indagine sperimentale descritta al capitolo 4 sono state utilizzate anche per lo sviluppo di modelli comportamentali e non, che consentono di analizzare la qualità dei servizi di TPL e di effettuare previsioni sul livello di qualità del servizio globale al variare del livello di qualità dei singoli aspetti del servizio stesso.

Per la calibrazione dei modelli di tipo non comportamentale, che non si basano su ipotesi sul comportamento degli utenti, sono stati utilizzati i giudizi degli utenti sui diversi aspetti del servizio e sul servizio globale espressi in termini di voti di soddisfazione e di importanza; i modelli di tipo comportamentale, che tentano di riprodurre il comportamento degli utenti, sono stati calibrati, invece, utilizzando i dati raccolti tramite l'esperimento *SP*. Nello specifico, sono stati calibrati modelli di regressione lineare multipla e modelli ad equazioni strutturali, entrambi classificabili come modelli non comportamentali; per ciò che riguarda i modelli comportamentali sono stati, invece, calibrati modelli della famiglia Logit (*MNL* e *MMNL*), che sono riconducibili alla teoria dell'utilità aleatoria.

Nei paragrafi successivi sono riportati e discussi i risultati ottenuti dalla calibrazione dei modelli proposti. I risultati dei modelli comportamentali sono stati utilizzati anche per calcolare un indice di qualità del servizio *SQI* (dall'inglese *Service Quality Index*), il cui calcolo è riportato nel paragrafo 6.3.3, e la disponibilità a pagare *WTP* (dall'inglese *Willingness-To-Pay*), il cui calcolo è descritto nel paragrafo 6.3.4.



## 6.2 I modelli non comportamentali

### 6.2.1 I modelli di regressione lineare multipla

I modelli di regressione lineare multipla sono stati calibrati sulla base dei voti di soddisfazione espressi dagli utenti sui 16 fattori di qualità e del voto di soddisfazione sul servizio globale. La variabile dipendente ( $Y$ ) è rappresentata dalla soddisfazione globale del cliente, mentre le variabili indipendenti ( $X$ ) sono rappresentate dalla soddisfazione sui singoli fattori di qualità, e sono definite nella tabella 6.1.

Tabella 6.1. Definizione delle variabili

<i>Fattore</i>	<i>Variabile</i>
1. Disponibilità della fermata vicino casa	<i>DisponibilitàFermata</i>
2. Itinerario, numerosità e distanza tra le fermate	<i>Percorso</i>
3. Frequenza del servizio	<i>Frequenza</i>
4. Rispetto dell'orario (puntualità)	<i>Puntualità</i>
5. Disponibilità di panchine, pensiline, illuminazione alle fermate	<i>ArredoFermate</i>
6. Grado di affollamento dei veicoli	<i>Affollamento</i>
7. Pulizia di interni, sedili, finestrini	<i>Pulizia</i>
8. Accessibilità del costo del biglietto	<i>Costo</i>
9. Informazioni su orari, percorsi, annunci alla fermata	<i>Informazione</i>
10. Pubblicizzazione dei servizi (internet, stampa, telefono, TV, etc.)	<i>Pubblicizzazione</i>
11. Sicurezza del veicolo durante la marcia	<i>SicurezzaVeicolo</i>
12. Sicurezza da furti e molestie a bordo	<i>SicurezzaPersona</i>
13. Capacità relazionale e comportamento del personale	<i>Personale</i>
14. Gestione dei reclami	<i>Reclami</i>
15. Utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale	<i>Ambiente</i>
16. Stato di manutenzione di panchine, pensiline, illuminazione	<i>Manutenzione</i>

Tramite questi modelli è possibile stimare il peso che ciascun fattore di qualità ha sulla soddisfazione globale e prevedere quindi il livello di soddisfazione globale al variare dei livelli di soddisfazione dei singoli fattori di qualità. I modelli sono stati calibrati tramite l'utilizzo del software statistico SPSS (SPSS Inc, 1983). Il primo modello calibrato comprendeva tutti i 16 fattori di qualità su cui gli utenti hanno espresso il proprio voto di soddisfazione; questo modello non ha fornito risultati soddisfacenti in quanto alcuni fattori hanno presentato coefficienti non significativi. La regressione a passi (*stepwise*) ha portato ad un modello finale con 12 variabili indipendenti. I 4 fattori eliminati dall'analisi sono quelli relativi alla disponibilità dell'arredo alla fermata, alla pulizia a bordo del veicolo,

all'informazione alla fermata, ed alla pubblicizzazione dei servizi. Nel modello è stata inoltre considerata l'ipotesi di valore nullo dell'intercetta ( $\beta_0 = 0$ ).

L'equazione di regressione lineare multipla è definita dalla relazione:

$$\begin{aligned}
 Y = & \beta_{DisponibilitàFermata} \cdot DisponibilitàFermata + \beta_{Percorso} \cdot Percorso + \\
 & \beta_{Frequenza} \cdot Frequenza + \beta_{Puntualità} \cdot Puntualità + \beta_{Affollamento} \cdot Affollamento + \\
 & \beta_{Costo} \cdot Costo + \beta_{SicurezzaVeicolo} \cdot SicurezzaVeicolo + \beta_{SicurezzaPersona} \cdot SicurezzaPersona + \\
 & \beta_{Personale} \cdot Personale + \beta_{Reclami} \cdot Reclami + \beta_{Ambiente} \cdot Ambiente + \beta_{Manutenzione} \cdot Manutenzione
 \end{aligned}
 \tag{6.1}$$

Il modello ha fornito risultati soddisfacenti (tabella 6.2). Come atteso, i segni dei parametri risultano tutti positivi, poiché all'aumentare del valore di soddisfazione di ciascun fattore di qualità, aumenta la soddisfazione complessiva sul servizio. Inoltre, tutti i parametri risultano significativi, ad un livello di significatività maggiore del 95,5%.

Tabella 6.2. Risultati del modello di regressione lineare

<i>Analisi Varianza</i>	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>	
Regressione	12	19726,49464	1643,87455	1962,47531	0	
Residuo	458	383,64535	0,83765			
Totale	470	20110,14				

<i>Variabile</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Errore standard</i>	<i>t student</i>	<i>Valore di significatività</i>	<i>Inferiore 95%</i>	<i>Superiore 95%</i>
<i>DisponibilitàFermata</i>	0,139	0,021	6,690	0	0,098	0,180
<i>Percorso</i>	0,085	0,024	3,542	0	0,038	0,132
<i>Frequenza</i>	0,139	0,022	6,207	0	0,095	0,183
<i>Puntualità</i>	0,072	0,022	3,233	0,001	0,028	0,116
<i>Affollamento</i>	0,061	0,022	2,730	0,007	0,017	0,105
<i>Costo</i>	0,068	0,022	3,029	0,003	0,024	0,112
<i>SicurezzaVeicolo</i>	0,053	0,025	2,107	0,036	0,004	0,102
<i>SicurezzaPersona</i>	0,067	0,022	3,100	0,002	0,025	0,110
<i>Personale</i>	0,099	0,023	4,237	0	0,053	0,144
<i>Reclami</i>	0,069	0,027	2,587	0,01	0,017	0,122
<i>Ambiente</i>	0,052	0,022	2,349	0,019	0,008	0,095
<i>Manutenzione</i>	0,099	0,027	3,653	0	0,046	0,152
R multiplo	0,99041					
R al quadrato	0,98092					
R al quadrato corretto	0,98042					
Errore standard	0,91523					
F	1962,47531					

Anche le statistiche di *goodness of fit* presentano valori soddisfacenti. Il valore della  $R^2$  è molto alto (pari a 0,98), come anche la  $F$  di Fisher (pari a 1962,47). I fattori che contribuiscono maggiormente alla soddisfazione globale sono quelli legati alla frequenza e alla disponibilità della fermata vicino casa, che presentano entrambi un coefficiente pari a 0,139; per contro, gli attributi che contribuiscono

in maniera minore alla soddisfazione globale sono quelli legati al costo del biglietto (coefficiente pari a 0,068) e all'utilizzo di veicoli a basso impatto ambientale (coefficiente pari a 0,052) (figura 6.1) (Mazzulla e Eboli, 2007). La frequenza, quindi, risulta il fattore maggiormente incidente sulla soddisfazione, come si era già riscontrato dall'analisi di correlazione.

I risultati ottenuti dal modello di regressione possono essere rappresentati graficamente in una mappa di posizionamento, al fine di individuare le priorità per il miglioramento del servizio. Nella mappa si considera sull'asse delle ascisse l'importanza calcolata mediante la regressione, e sulle ordinate la soddisfazione dichiarata dagli utenti (figura 6.2). Si ottengono, anche in questo caso, risultati differenti dalle precedenti analisi dei quadranti. In tutti i casi di *quadrant analysis* la posizione dell'asse delle ordinate non è mai cambiata, in quanto la variabile posizionata su quest'asse, ovvero la soddisfazione dichiarata dagli utenti, non è mai variata.

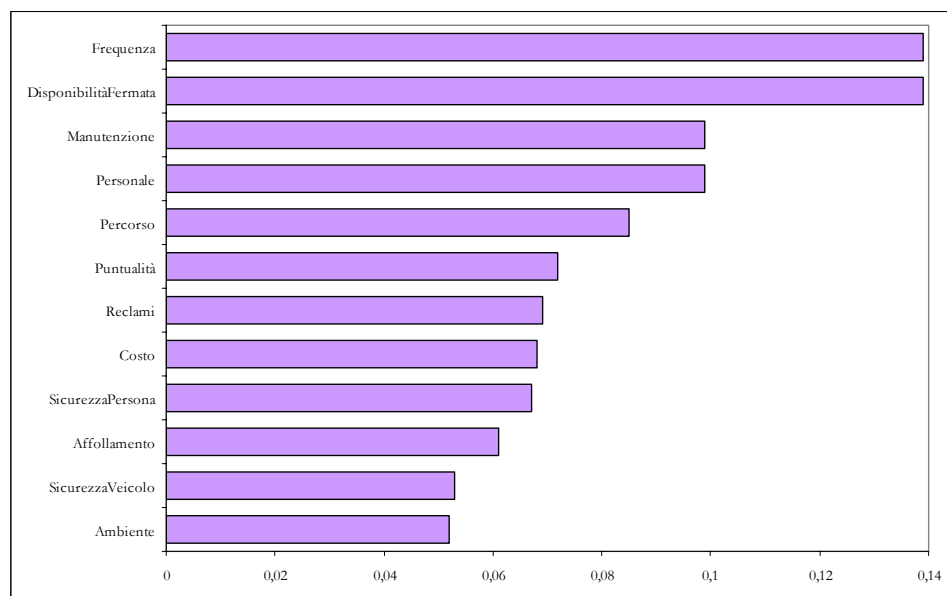


Figura 6.1. Risultati della regressione

Una precisazione va fatta nel caso della regressione, in quanto il voto medio di soddisfazione in realtà è cambiato perché i fattori in questione sono 12 e non 16; si è deciso, comunque, di mantenere l'incrocio degli assi nello stesso punto dei

casi precedenti perché gli utenti hanno espresso i loro giudizi su 16 fattori e non su 12.

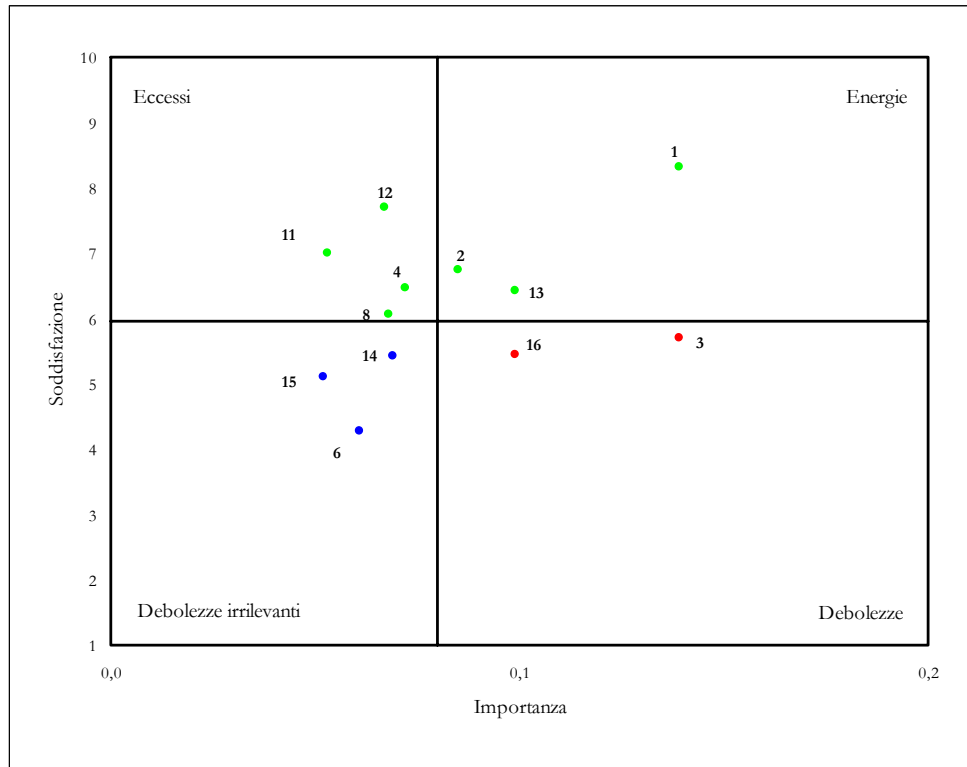


Figura 6.2. *Quadrant Analysis* (Importanza calcolata come coefficiente di regressione-Soddisfazione dichiarata)

Il quadrante delle energie contiene i 3 fattori legati alla disponibilità della fermata vicino casa (1), alle caratteristiche della linea (2), ed al comportamento del personale (13); il quadrante delle debolezze contiene soltanto il fattore legato alla frequenza del servizio (3) e quello legato alla manutenzione dell’arredo alla fermata (16); il quadrante delle debolezze irrilevanti contiene i fattori relativi all’affollamento dei veicoli (6), alla gestione dei reclami (14) ed all’utilizzo di veicoli non inquinanti (15); infine, i fattori riguardanti la puntualità (4), il costo del biglietto (8), la sicurezza a bordo (11) e la sicurezza personale (12) sono posizionati nel quadrante degli eccessi. Le priorità, quindi, su cui intervenire per migliorare il servizio sono rappresentate dalla frequenza del servizio e dalla manutenzione dell’arredo alla fermata.

6.2.2 I modelli ad equazioni strutturali

La soddisfazione del cliente è un concetto astratto che per essere spiegato può necessitare di variabili latenti non direttamente osservabili e misurabili. Pertanto, sono stati proposti dei modelli ad equazioni strutturali in cui le variabili osservate sono rappresentate dai fattori di qualità del servizio di trasporto collettivo sui quali gli utenti campionati hanno espresso un giudizio in termini di soddisfazione, e dagli indicatori tramite i quali è stata valutata la qualità attesa e percepita sul servizio complessivo. Le variabili latenti rappresentano gli aspetti della qualità del servizio non direttamente osservabili, che possono essere spiegati dalle variabili osservate sopra indicate. Si specifica che l'indicatore rappresentante la qualità attesa, che non era stato direttamente espresso dagli utenti, è stato calcolato come media dei voti di importanza espressi sui singoli fattori di qualità.

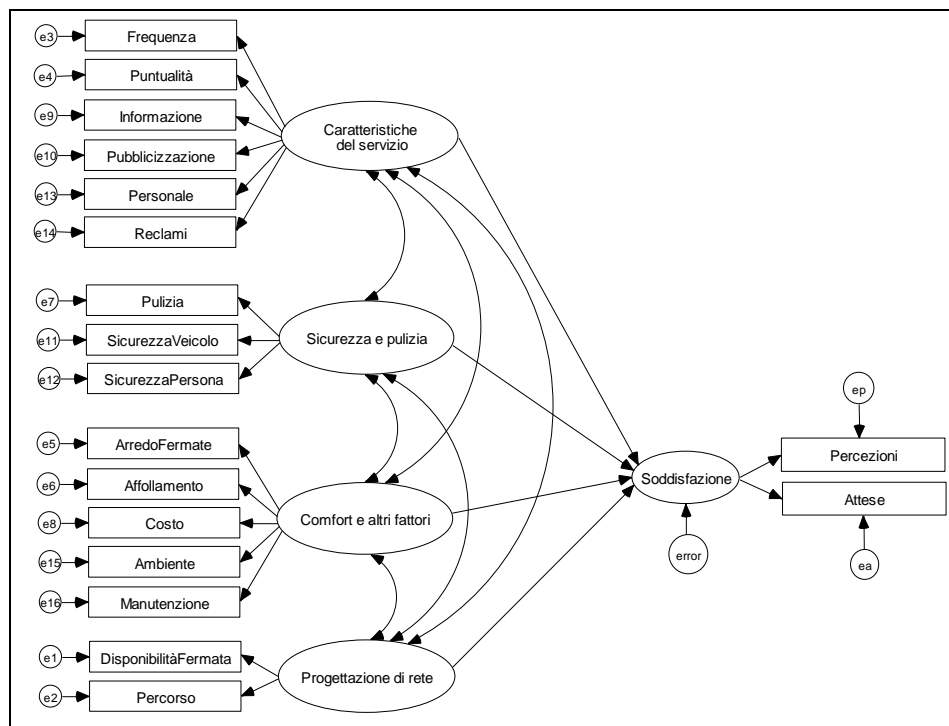


Figura 6.3. Struttura del modello ad equazioni strutturali con 16 fattori

Le variabili latenti sono state individuate sulla base dell'analisi fattoriale preliminare, la cui applicazione è descritta nel capitolo 5, che ha condotto alla definizione di quattro variabili latenti. La prima variabile, indicata come

“Caratteristiche del servizio”, è stata relazionata ai fattori “Frequenza”, “Puntualità”, “Personale”, “Reclami”, “Informazione” e “Pubblicizzazione”. La seconda variabile, indicata come “Comfort e altri fattori”, è stata relazionata ai fattori “ArredoFermate”, “Manutenzione”, “Ambiente”, “Affollamento” e “Costo”. La terza variabile, indicata come “Sicurezza e Pulizia”, è stata relazionata ai fattori “Pulizia”, “SicurezzaVeicolo” e “SicurezzaPersona”. Infine, la quarta variabile, indicata come “Progettazione di rete”, è stata relazionata ai fattori “DisponibilitàFermata” e “Percorso”.

Tabella 6.3. Stime dei parametri e livello di significatività delle stime (modello a 16 fattori)

			<i>Pesi non standardizzati</i>	<i>S.E.</i>	<i>C.R.</i>	<i>P</i>	<i>Pesi standardizzati</i>
Soddisfazione	←	Caratteristiche del servizio	1,000 <sup>b</sup>	-	-	-	0,684
Soddisfazione	←	Sicurezza e pulizia	-0,353	0,154	-2,290	0,022	-0,379
Soddisfazione	←	Comfort e altri fattori	0,470 <sup>a</sup>	0,247	1,908	0,056	0,457
Soddisfazione	←	Progettazione di rete	0,180 <sup>a</sup>	0,097	1,857	0,063	0,260
Puntualità	←	Caratteristiche del servizio	1,082	0,091	11,909	0,000	0,517
Frequenza	←	Caratteristiche del servizio	1,000 <sup>b</sup>	-	-	-	0,475
Reclami	←	Caratteristiche del servizio	1,209	0,086	14,054	0,000	0,631
Informazione	←	Caratteristiche del servizio	1,211	0,099	12,261	0,000	0,535
Pubblicizzazione	←	Caratteristiche del servizio	0,882	0,085	10,372	0,000	0,441
Personale	←	Caratteristiche del servizio	1,182	0,092	12,802	0,000	0,563
SicurezzaVeicolo	←	Sicurezza e pulizia	0,685	0,071	9,653	0,000	0,586
SicurezzaPersona	←	Sicurezza e pulizia	0,439	0,063	6,940	0,000	0,357
Pulizia	←	Sicurezza e pulizia	0,712	0,077	9,204	0,000	0,545
Costo	←	Comfort e altri fattori	0,726	0,075	9,633	0,000	0,492
ArredoFermate	←	Comfort e altri fattori	0,734	0,077	9,518	0,000	0,483
Affollamento	←	Comfort e altri fattori	0,524	0,066	7,996	0,000	0,378
Manutenzione	←	Comfort e altri fattori	0,832	0,072	11,481	0,000	0,656
Ambiente	←	Comfort e altri fattori	0,695	0,075	9,238	0,000	0,462
Percorso	←	Progettazione di rete	0,540	0,068	7,971	0,000	0,626
DisponibilitàFermata	←	Progettazione di rete	0,334	0,063	5,316	0,000	0,376
Attese	←	Soddisfazione	0,064	0,025	2,514	0,012	0,131
Percezioni	←	Soddisfazione	0,586	0,136	4,297	0,000	0,759

(a) Statisticamente significativo ad un livello superiore al 5%

(b) Valore vincolato

Il modello strutturale relaziona le quattro variabili latenti esogene ad una variabile latente endogena identificata come “Soddisfazione”; le variabili esogene sono altresì correlate tra di loro. Il modello di misurazione relaziona ciascuna variabile latente alle variabili che sono state assunte come fattori che “misurano” la soddisfazione del cliente. Nello specifico, le variabili latenti esogene si intendono misurabili ciascuna tramite i fattori già indicati, mentre la variabile latente “Soddisfazione” si intende “misurabile” tramite le variabili osservabili

“Percezioni” e “Attese”. La struttura del modello proposto è riportata nella figura 6.3. Tuttavia, da una calibrazione preliminare è emerso che per questa struttura di modello il segno del parametro che esprime la relazione tra le variabili latenti “Sicurezza e pulizia” e “Soddisfazione” indica una direzione non corretta (tabella 6.3). E’ stata, quindi, proposta una ulteriore struttura modellistica nella quale la variabile latente anzidetta non è stata considerata. Il modello proposto è rappresentato nella figura 6.4.

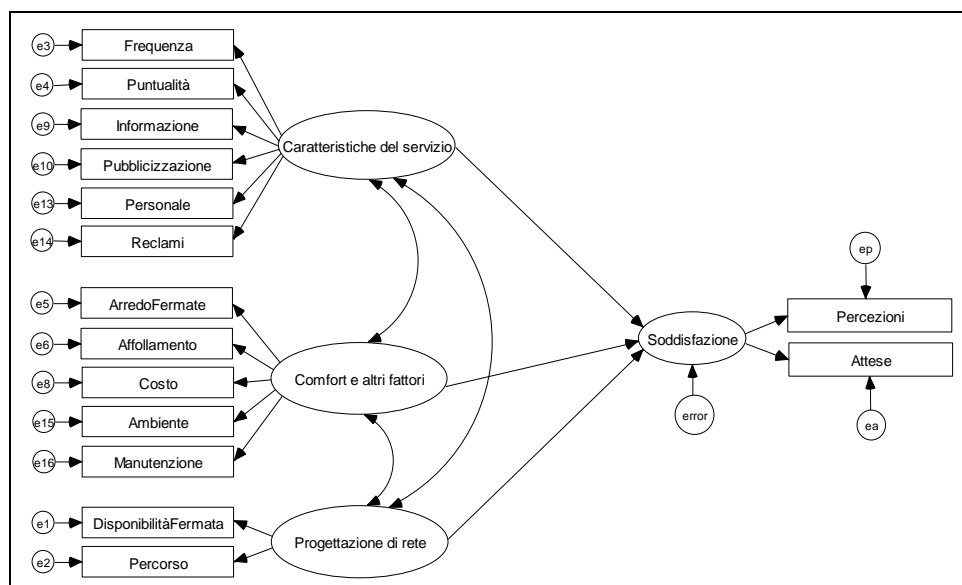


Figura 6.4. Struttura del modello ad equazioni strutturali con 13 fattori

I modelli sono stati calibrati tramite il software AMOS versione 4.0 della SmallWaters Corporation (Arbuckle e Wothke, 1995). I risultati ottenuti dalla calibrazione sono riportati nelle tabelle 6.4 e 6.5. In particolare, nella tabella 6.4, così come nella precedente tabella 6.3, è riportata la stima dei pesi attribuiti a ciascuna variabile, oltre all'errore standard (*S.E.*, dall'inglese *Standard Error*), al rapporto critico (*C.R.*, dall'inglese *Critical Ratio*) ed al livello di significatività statistica (*P*) di ciascuna stima. Nella tabella 6.5 sono riportati, invece, alcuni indici di bontà di adattamento del modello ai dati. Per la stima del modello, che ha 84 gradi di libertà e 36 parametri da stimare, è stato necessario vincolare ad 1 il valore di un parametro. In una fase successiva i coefficienti stimati sono stati standardizzati. I segni assunti da tutti i parametri risultano coerenti. Tutti i

parametri risultano essere statisticamente significativi ad un buon livello di significatività. Un solo parametro risulta essere significativo ad un livello dell'8,3%.

Tabella 6.4. Stime dei parametri e livello di significatività delle stime (modello a 13 fattori)

			<i>Pesi non standardizzati</i>	<i>S.E.</i>	<i>C.R.</i>	<i>P</i>	<i>Pesi standardizzati</i>
<i>Soddisfazione</i>	↔	<i>Caratteristiche del servizio</i>	0,598	0,165	3,629	0,000	0,618
<i>Soddisfazione</i>	↔	<i>Comfort e altri fattori</i>	0,126 <sup>a</sup>	0,073	1,735	0,083	0,234
<i>Soddisfazione</i>	↔	<i>Progettazione di rete</i>	0,085	0,038	2,255	0,024	0,231
<i>Puntualità</i>	↔	<i>Caratteristiche del servizio</i>	1,217	0,131	9,327	0,000	0,514
<i>Frequenza</i>	↔	<i>Caratteristiche del servizio</i>	1,313	0,137	9,590	0,000	0,543
<i>Reclami</i>	↔	<i>Caratteristiche del servizio</i>	1,359	0,132	10,274	0,000	0,627
<i>Informazione</i>	↔	<i>Caratteristiche del servizio</i>	1,369	0,144	9,522	0,000	0,535
<i>Pubblicizzazione</i>	↔	<i>Caratteristiche del servizio</i>	1,022	0,118	8,679	0,000	0,453
<i>Personale</i>	↔	<i>Caratteristiche del servizio</i>	1,286	0,134	9,583	0,000	0,542
<i>Costo</i>	↔	<i>Comfort e altri fattori</i>	0,645	0,081	7,981	0,000	0,489
<i>Arredo Fermate</i>	↔	<i>Comfort e altri fattori</i>	0,696	0,085	8,151	0,000	0,512
<i>Affollamento</i>	↔	<i>Comfort e altri fattori</i>	0,449	0,066	6,788	0,000	0,363
<i>Manutenzione</i>	↔	<i>Comfort e altri fattori</i>	0,746	0,083	9,018	0,000	0,657
<i>Ambiente</i>	↔	<i>Comfort e altri fattori</i>	0,622	0,080	7,768	0,000	0,462
<i>Percorso</i>	↔	<i>Progettazione di rete</i>	0,516	0,073	7,031	0,000	0,657
<i>Disponibilità Fermata</i>	↔	<i>Progettazione di rete</i>	0,291	0,061	4,756	0,000	0,360
<i>Attese</i>	↔	<i>Soddisfazione</i>	0,111	0,035	3,138	0,002	0,132
<i>Percezioni</i>	↔	<i>Soddisfazione</i>	1,000 <sup>b</sup>	-	-	-	0,756

(a) Statisticamente significativo ad un livello superiore al 5%

(b) Valore vincolato

Il minimo della funzione di discrepanza del modello assume un valore pari a 370,312, che risulta essere significativo secondo il test chi-quadro. Gli indici di bontà dell'adattamento del modello sono piuttosto soddisfacenti: i valori sono pari rispettivamente a 0,942 per *GFI*, 0,917 per *AGFI* e 0,862 per *CFI* (il valore massimo che questi indici possono assumere è pari a 1); l'indice *RMR* assume un valore pari a 0,154, mentre l'indice *RMSEA* un valore pari a 0,067 (il valore di questi indici deve essere il più possibile basso).

Tabella 6.5. Indici di bontà di adattamento del modello ai dati (modello a 13 fattori)

<i>Indici</i>	<i>Valori</i>
CHI SQUARE	370,312
DEGREES OF FREEDOM (DF)	84
NUMBER OF PARAMETERS (NPAR)	36
GOODNESS OF FIT INDEX (GFI)	0,942
COMPARATIVE FIT INDEX (CFI)	0,862
ADJUSTED GOODNESS OF FIT (AGFI)	0,917
ROOT MEAN SQUARE RESIDUAL (RMR)	0,154
ROOT MEAN SQUARE ERROR OF APPROXIMATION (RMSEA)	0,067



Tra le variabili latenti quella che risulta avere maggiore effetto sulla soddisfazione complessiva del cliente è la variabile relativa alle caratteristiche del servizio, che presenta un coefficiente pari a 0,618 (peso standardizzato). Le variabili “Progettazione di rete” e “Comfort e altri fattori” hanno impatti abbastanza rilevanti, anche se minori del precedente (rispettivamente 0,231 e 0,234).

Per quanto riguarda le relazioni tra le variabili osservate e le variabili latenti esogene si evidenzia che il fattore che ha un maggiore impatto sulla variabile “Progettazione di rete” è quello legato alle caratteristiche della linea (0,657); il fattore che ha un maggiore impatto sulla variabile “Caratteristiche del servizio” è quello legato alla gestione dei reclami (0,627), anche se tutti gli altri fattori presentano impatti abbastanza rilevanti; infine, il fattore che ha un maggiore impatto sulla variabile “Comfort e altri fattori” è quello che riguarda la manutenzione dell’arredo alle fermate (0,657). La variabile latente endogena, che è indicativa della soddisfazione complessiva del cliente, è invece in larga misura spiegata dall’indicatore del livello di percezione dell’utente sul servizio globale, il cui coefficiente assume un valore pari a 0,756; per contro, l’indicatore del livello di attese sul servizio globale assume un impatto molto meno rilevante (coefficiente pari a 0,132) (Eboli e Mazzulla, 2006d; Eboli e Mazzulla, 2007).

Le variabili osservate esogene, ovvero i fattori di qualità sui quali si sono espressi gli utenti, sono legate alla variabile latente endogena tramite le tre variabili latenti esogene. Pertanto, le prime hanno un effetto indiretto sulla variabile latente endogena rappresentante la soddisfazione globale; nella struttura del modello non sono stati inclusi gli effetti diretti dei fattori di qualità sulla soddisfazione globale.

In questo contesto sono stati calcolati gli effetti indiretti i cui valori sono riportati nella tabella 6.6. Il calcolo degli effetti indiretti ha permesso di quantificare il contributo complessivo di ciascun fattore alla soddisfazione globale, tenendo conto della presenza delle variabili latenti. Il fattore con l’effetto maggiore sulla soddisfazione globale è quello relativo alla gestione dei reclami (effetto indiretto pari a 0.387), seguito dal fattore legato alla frequenza del servizio (0.336); per contro, i fattori con l’effetto minore sulla soddisfazione globale sono

quello relativo alla disponibilità della fermata vicino casa (0.083) e quello legato al grado di affollamento a bordo del bus (0.085).

Tabella 6.6. Effetti indiretti delle variabili osservate sulla variabile latente endogena

<i>Variabili osservate esogene</i>	<i>Effetti indiretti (attraverso la variabile Caratteristiche del servizio)</i>	<i>Effetti indiretti (attraverso la variabile Progettazione di rete)</i>	<i>Effetti indiretti (attraverso la variabile Comfort ed altri fattori)</i>
<i>Puntualità</i>	0,514*0,618 = 0,318		
<i>Frequenza</i>	0,543*0,618 = 0,336		
<i>Reclami</i>	0,627*0,618 = 0,387		
<i>Informazione</i>	0,535*0,618 = 0,331		
<i>Pubblicizzazione</i>	0,453*0,618 = 0,280		
<i>Personale</i>	0,542*0,618 = 0,335		
<i>Costo</i>		0,489*0,234 = 0,114	
<i>ArredoFermate</i>		0,512*0,234 = 0,120	
<i>Affollamento</i>		0,363*0,234 = 0,085	
<i>Manutenzione</i>		0,657*0,234 = 0,154	
<i>Ambiente</i>		0,462*0,234 = 0,108	
<i>Percorso</i>			0,657*0,231 = 0,152
<i>DisponibilitàFermata</i>			0,360*0,231 = 0,083

In conclusione, la significatività statistica dei parametri e l'ottimo adattamento del modello teorico ai dati sperimentali, indicano che la struttura modellistica adottata interpreta bene le relazioni esistenti tra la soddisfazione dei clienti sui servizi di trasporto collettivo e i fattori di qualità del servizio offerto.

### 6.3 I modelli comportamentali

#### 6.3.1 I modelli di tipo Logit Multinomiale

I modelli di tipo Logit Multinomiale sono stati calibrati sulla base dei dati raccolti tramite l'esperimento *SP* proposto agli utenti intervistati, e descritto nel capitolo 4. Questi modelli hanno consentito di ottenere una misura del peso di ciascuno dei fattori di qualità considerati nell'esperimento sulla qualità complessiva del servizio. Le ipotesi alla base del modello Logit Multinomiale consistono nel supporre i residui aleatori indipendenti ed identicamente distribuiti. La specificazione del modello è stata già definita nell'ambito della descrizione della procedura di simulazione utilizzata per la progettazione dell'esperimento *SP*. Ciascuna alternativa di scelta rappresenta un pacchetto di servizi di bus, reale o ipotetico. La funzione di utilità è data dalla combinazione lineare degli attributi di qualità considerati:

$$\begin{aligned}
V_j = & \beta_{DIST}DIST_j + \beta_{FRE}FRE_j + \beta_{PUN}PUN_j + \beta_{FER}FER_j + \beta_{AFF}AFF_j + \\
& + \beta_{PUL}PUL_j + \beta_{COST}COST_j + \beta_{INF}INF_j + \beta_{PER}PER_j
\end{aligned}
\tag{6.2}$$

In particolare, sono state considerate due specificazioni del modello, una in cui si sono considerati in tutte le alternative soltanto i nove attributi di qualità (1<sup>a</sup> specificazione), l'altra in cui si sono aggiunte due variabili socioeconomiche degli utenti nell'alternativa rappresentante il servizio di bus descritto dall'utente (2<sup>a</sup> specificazione):

$$\begin{aligned}
V^{User} = & \beta_{DIST}DIST + \beta_{FRE}FRE + \beta_{PUN}PUN + \beta_{ARR}ARR + \beta_{AFF}AFF + \\
& + \beta_{PUL}PUL + \beta_{COST}COST + \beta_{INF}INF + \beta_{PER}PER + \beta_{SEX}SEX + \\
& + \beta_{AUTO}AUTO
\end{aligned}
\tag{6.3}$$

Le variabili socioeconomiche considerate sono la variabile dicotomica *SEX*, che rappresenta il sesso dell'intervistato e vale 1 se lo studente è di sesso femminile, 0 se è di sesso maschile, e la variabile dicotomica *AUTO*, che rappresenta la disponibilità dell'auto nel domicilio da parte dell'utente intervistato, e vale 1 se lo studente non ha la disponibilità dell'auto per recarsi al campus, 0 se invece possiede l'auto nel domicilio.

I modelli sono stati calibrati sulla base di 640 osservazioni; si ricorda che alla maggior parte degli utenti sono stati proposti due esperimenti *SP*.

Come già specificato nel paragrafo 4.3.2, tutti gli attributi di qualità sono definiti da variabili dicotomiche, eccetto la variabile *DIST* e la variabile *COST* che sono invece continue, e misurate rispettivamente in minuti e in Euro. Queste due variabili variano anch'esse su due livelli, ovvero il livello 0 che rappresenta il livello dell'attributo rivelato direttamente dall'utente nella sezione del questionario precedente all'esperimento *SP*, ed il livello 1 che nel caso della variabile *DIST* è dato dai minuti spesi per recarsi da casa alla fermata allo stato attuale più altri 10 minuti, e nel caso della variabile *COST* è dato dal costo della corsa allo stato attuale più un supplemento pari al 25% del costo attuale.

I risultati della calibrazione del modello sono riportati in tabella 6.7 (1<sup>a</sup> specificazione) e in tabella 6.8 (2<sup>a</sup> specificazione).

Tabella 6.7. Risultati della stima del modello *MNL* (1<sup>a</sup> specificazione)

<i>variabile</i>	<i>parametro</i>	<i>stima</i>	<i>t-student</i>
<i>DIST</i>	$\beta_{DIST}$	-0,149	-8,6
<i>FRE</i>	$\beta_{FRE}$	2,694	11,6
<i>PUN</i>	$\beta_{PUN}$	1,335	9,0
<i>FER</i>	$\beta_{FER}$	0,585	3,8
<i>AFF</i>	$\beta_{AFF}$	0,732	3,9
<i>PUL</i>	$\beta_{PUL}$	0,862	6,1
<i>COST</i>	$\beta_{COST}$	-8,029	-8,3
<i>INF</i>	$\beta_{INF}$	0,565	3,7
<i>PER</i>	$\beta_{PER}$	0,538	3,8
<i>Valore finale della Log-Likelihood</i>			-467,935
<i>Log-Likelihood con coefficienti zero</i>			-703,112
<i>Rho quadro</i>			0,334
<i>Rho quadro corretto</i>			0,318
<i>Likelihood Ratio</i>			467,935 ( $\chi^2=16,919$ )
<i>% right</i>			68,59% (439/640)

In entrambi i modelli tutti i parametri assumono un segno corretto ed un valore statisticamente diverso da zero, ad un livello di significatività pari al 95%. Come atteso, le variabili *DIST* e *COST* assumono un segno negativo perché all'aumentare del costo del biglietto e del tempo di accesso alla fermata si verifica un decremento dell'utilità. Le variabili *SEX* e *AUTO* assumono un segno positivo; questo risultato indica che l'utilità dell'alternativa rappresentante il servizio di bus attuale ha un valore più alto, *ceteris paribus*, per gli studenti di sesso femminile e per quelli che non hanno disponibilità dell'auto nel domicilio. Queste due categorie di studenti sono quelle che risultano più soddisfatte del servizio attuale.

Entrambi i modelli verificano i test di *goodness-of-fit*. In particolare, *Rho-quadro* ha un valore pari a 0,331 per il primo modello e di 0,342 per il secondo; pertanto, si può dire che con l'aggiunta delle variabili socioeconomiche il modello ha fornito risultati migliori. Il valore della statistica *Likelihood Ratio* è ampiamente più alto del valore critico della distribuzione *chi-quadro* con 9 gradi di libertà per il primo modello, e con 11 gradi di libertà per il secondo; la % Right ha un valore abbastanza buono in entrambi i casi (68,59% e 69,06%, rispettivamente) (Eboli e Mazzulla, 2006b).

Il parametro della variabile *COST* presenta un valore assoluto alto perché il campione è principalmente composto da studenti appartenenti a famiglie che hanno un reddito medio o medio-basso. Escludendo gli attributi con coefficiente

negativo, l'attributo relativo alla frequenza del servizio presenta il peso più alto sulla qualità globale.

Tabella 6.8. Risultati della stima del modello *MNL* (2<sup>a</sup> specificazione)

<i>variabile</i>	<i>parametro</i>	<i>stima</i>	<i>t-student</i>
<i>DIST</i>	$\beta_{DIST}$	-0,101	-4,3
<i>FRE</i>	$\beta_{FRE}$	2,678	11,5
<i>PUN</i>	$\beta_{PUN}$	1,202	7,6
<i>FER</i>	$\beta_{FER}$	0,583	3,8
<i>AFF</i>	$\beta_{AFF}$	0,643	3,4
<i>PUL</i>	$\beta_{PUL}$	0,741	5,0
<i>COST</i>	$\beta_{COST}$	-5,451	-4,2
<i>INF</i>	$\beta_{INF}$	0,561	3,6
<i>PER</i>	$\beta_{PER}$	0,451	3,1
<i>SEX</i>	$\beta_{SEX}$	0,328	1,8
<i>AUTO</i>	$\beta_{AUTO}$	0,422	2,0
<i>Valore finale della Log-Likelihood</i>			-462,860
<i>Log-Likelihood con coefficienti zero</i>			-703,112
<i>Rho quadro</i>			0,342
<i>Rho quadro corretto</i>			0,326
<i>Likelihood Ratio</i>			480,504 ( $\chi^2=19,675$ )
<i>% right</i>			69,06% (442/640)

Un incremento di frequenza, da un bus ogni ora ad un bus ogni 15 minuti, *ceteris paribus*, comporta un incremento di 2,7 dell'utilità dei pacchetti di servizi in cui si propone un miglioramento di questo fattore. Altri attributi che presentano valori dei coefficienti rilevanti sono quelli legati alla puntualità, alla pulizia, ed all'arredo alla fermata. Un incremento simultaneo dei tre attributi è paragonabile ad un miglioramento in termini di frequenza.

### 6.3.2 I modelli *Mixed Logit*

Il modello *Mixed Logit* è stato utilizzato per ottenere una stima dei coefficienti più vicina alla realtà, poiché questo tipo di modello supera alcune delle ipotesi restrittive alla base del modello Logit Multinomiale. Gli utenti differiscono nella visione della realtà ed effettuano scelte differenti in base alle proprie esigenze e percezioni. La percezione della qualità dei servizi è molto soggettiva e gli attributi che caratterizzano il servizio sono percepiti diversamente dagli utenti che ne usufruiscono. Pertanto, gli utenti valutano la qualità del servizio utilizzato in maniera differente gli uni dagli altri. Le ipotesi alla base del modello Logit Multinomiale non permettono di tener conto di queste differenze. Quando si adotta un modello *MNL* queste differenze possono essere tenute in

considerazione introducendo nella funzione di utilità delle caratteristiche socioeconomiche che riescono, in qualche modo, a differenziare gli utenti fra loro e a considerare un comportamento differente degli utenti sulla base delle sole caratteristiche socioeconomiche introdotte. Più recentemente si stanno utilizzando sempre di più modelli Logit più avanzati, fra cui i modelli *Mixed Logit*. Questi modelli permettono di modellizzare l'eterogeneità fra gli utenti e di considerare, quindi, le differenze di percezione degli stessi.

In questo contesto è stato utilizzato un modello di tipo *RPL* (*Random Parameter Logit*) al fine di investigare sulla eterogeneità degli utenti nella valutazione della qualità dei servizi di trasporto collettivo. In particolare, questo tipo di modello permette di catturare soltanto le variazioni e le correlazioni nei fattori non osservabili degli attributi di qualità considerati nelle alternative, e tutto ciò che non può essere spiegato tramite questi attributi è normalmente considerato nel residuo aleatorio che resta distribuito indipendentemente ed identicamente come una variabile di Gumbel di media nulla e parametro  $\theta$  (Bhat, 2003).

Il modello *RPL* presenta la forma del modello *MNL* con l'eccezione di considerare uno o più coefficienti del modello come parametri *random*, ovvero distribuiti casualmente, per i quali viene stimato oltre al valore medio anche la deviazione standard. I modelli sono stati calibrati tramite il software AMLET (Bastin *et alii*, 2006). Sono state effettuate più specificazioni e calibrazioni del modello, facendo variare il numero dei coefficienti parametrizzati. Nella scelta dei parametri da rendere *random* si sono fatte alcune considerazioni. Alcuni parametri, quali la frequenza del servizio o il costo del biglietto, sono stati considerati fissi in quanto, in questo contesto, i loro livelli di variazione sono stati praticamente fissati a priori, e la percezione degli utenti poteva essere considerata meno variabile che per gli altri attributi. Nello specifico, la frequenza variava dal suo valore attuale, 1 bus ogni ora, ad un valore ipotetico, 1 bus ogni 15 minuti; la tariffa da un valore attuale che è dato dal costo del biglietto che è fisso, ad un valore ipotetico fissato a priori. Sono stati calibrati modelli in cui si sono considerati *random* 2, 3 e 4 parametri. Nel seguito si riportano i risultati relativi ad uno dei modelli in cui sono stati parametrizzati 2 coefficienti, a due dei modelli in

cui sono stati parametrizzati 3 coefficienti ed ad un modello in cui ne sono stati parametrizzati 4. Nella specificazione di questi modelli non è stata inclusa nessuna variabile socio-economica, ma soltanto i 9 attributi di qualità del servizio.

Nella tabella 6.9 sono riportati i risultati del modello con 2 coefficienti *random*.

Tabella 6.9. Risultati della stima del modello *MMNL* (1<sup>a</sup> specificazione)

<i>variabile</i>	<i>parametro</i>	<i>stima</i>	<i>t-student</i>
<i>DIST</i>	media	-0,172	-8,8
<i>FRE</i>	media	3,263	8,4
<i>PUN</i>	media	1,789	6,8
	dev. standard	1,321	2,6
<i>FER</i>	media	0,776	4,4
<i>AFF</i>	media	0,766	4,1
	dev. standard	1,877	3,4
<i>PUL</i>	media	1,060	5,3
<i>COST</i>	media	-9,311	-7,9
<i>INF</i>	media	0,729	4,3
<i>PER</i>	media	0,614	3,9
<i>Valore finale della Log-Likelihood</i>			-463,410
<i>Log-Likelihood con coefficienti zero</i>			-703,112
<i>Rho quadro</i>			0,341
<i>Rho quadro corretto</i>			0,325
<i>Likelihood Ratio</i>		479,404 ( $\chi^2=19,675$ )	
<i>Likelihood accuracy</i>		0,00011665	

I coefficienti resi *random* sono quello relativo alla puntualità e quello relativo all'affollamento. Il modello ha fornito buoni risultati sia in termini di coefficienti, i quali presentano tutti segno corretto e valori statisticamente significativi (ad un livello di significatività pari al 95%), sia in termini di statistiche di *goodness-of-fit*, i cui valori sono molto prossimi a quelli ottenuti per il modello *MNL* con le variabili socioeconomiche.

Nelle tabelle 6.10 e 6.11 sono riportati i risultati dei due modelli con 3 coefficienti *random*.

Nel primo modello sono stati resi *random* i coefficienti degli attributi legati all'affollamento, alla pulizia a bordo del bus, e al comportamento del personale dipendente; nel secondo i coefficienti degli attributi legati alla puntualità, all'affollamento ed al personale.

In entrambi i modelli tutti i parametri hanno un segno corretto ed assumono un valore statisticamente diverso da zero, ad un livello di significatività pari al 95%; anche le deviazioni standard dei coefficienti parametrizzati sono significative allo stesso livello.

Tabella 6.10. Risultati della stima del modello *MMNL* (2<sup>a</sup> specificazione)

<i>variabile</i>	<i>parametro</i>	<i>stima</i>	<i>t-student</i>
<i>DIST</i>	media	-0,243	-7,5
<i>FRE</i>	media	5,762	7,5
<i>PUN</i>	media	3,294	6,2
<i>FER</i>	media	1,236	4,2
<i>AFF</i>	media	1,384	3,5
	dev. Standard	2,929	3,3
<i>PUL</i>	media	2,123	3,9
	dev. Standard	3,536	4,6
<i>COST</i>	media	-13,710	-7,5
<i>INF</i>	media	1,336	3,7
<i>PER</i>	media	1,125	3,3
	dev. Standard	3,010	3,6
<i>Valore finale della Log-Likelihood</i>			-447,789
<i>Log-Likelihood con coefficienti zero</i>			-703,112
<i>Rbo quadro</i>			0,363
<i>Rbo quadro corretto</i>			0,346
<i>Likelihood Ratio</i>		510,645 ( $\chi^2=21,026$ )	
<i>Likelihood accuracy</i>			0,00053234

Entrambi i modelli verificano i test di *goodness-of-fit*. In generale il primo modello presenta risultati leggermente migliori del secondo, ma entrambi i modelli si presentano migliori di quelli *MNL* e di quello con due coefficienti *random*. Si osserva che il valore assoluto dei parametri tende ad aumentare quando si rendono *random* alcuni coefficienti.

Tabella 6.11. Risultati della stima del modello *MMNL* (3<sup>a</sup> specificazione)

<i>variabile</i>	<i>parametro</i>	<i>stima</i>	<i>t-student</i>
<i>DIST</i>	media	-0,194	-8,1
<i>FRE</i>	media	4,132	7,3
<i>PUN</i>	media	2,226	6,0
	dev. standard	1,036	2,4
<i>FER</i>	media	0,855	4,0
<i>AFF</i>	media	1,058	4,0
	dev. standard	2,003	3,3
<i>PUL</i>	media	1,308	5,1
<i>COST</i>	media	-10,931	-7,6
<i>INF</i>	media	0,875	3,8
<i>PER</i>	media	0,943	3,6
	dev. standard	2,584	4,0
<i>Valore finale della Log-Likelihood</i>			-456,028
<i>Log-Likelihood con coefficienti zero</i>			-703,112
<i>Rbo quadro</i>			0,351
<i>Rbo quadro corretto</i>			0,334
<i>Likelihood Ratio</i>		494,167 ( $\chi^2=21,026$ )	
<i>Likelihood accuracy</i>			0,000427901

Nel terzo modello sono stati resi *random* 4 coefficienti, ovvero quelli degli attributi legati alla puntualità, all'affollamento, all'informazione alla fermata, ed al comportamento del personale. In tabella 6.12 sono riportati i risultati di questo modello.



Tabella 6.12. Risultati della stima del modello *MMNL* (4<sup>a</sup> specificazione)

<i>variabile</i>	<i>parametro</i>	<i>stima</i>	<i>t-student</i>
<i>UBI</i>	media	-0,204	-7,3
<i>FRE</i>	media	4,389	6,0
<i>PUN</i>	media	2,334	5,5
	dev. standard	0,987	1,2
<i>ARR</i>	media	0,936	3,1
<i>AFI</i>	media	1,147	3,5
	dev. standard	1,908	3,0
<i>PUL</i>	media	1,376	4,1
<i>TAR</i>	media	-11,507	-6,9
<i>INF</i>	media	0,926	3,2
	dev. standard	1,544	2,6
<i>PER</i>	media	0,983	3,8
	dev. standard	2,536	5,3
<i>Valore finale della Log-Likelihood</i>			-455,466
<i>Log-Likelihood con coefficienti zero</i>			-703,112
<i>Rbo quadro</i>			0,352
<i>Rbo quadro corretto</i>			0,334
<i>Likelihood Ratio</i>			495,291 ( $\chi^2=22,362$ )
<i>Likelihood accuracy</i>			0,000448053

Tutti i parametri hanno un segno corretto ed assumono un valore statisticamente diverso da zero, ad un livello di significatività pari al 95%, ad eccezione della deviazione standard del parametro dell'attributo "Puntualità", che risulta però significativo ad un livello accettabile (77%). I valori delle statistiche di *goodness-of-fit* risultano molto vicini a quelli del terzo modello e, pertanto, leggermente peggiori di quelli del secondo.

In tutti i modelli si è considerata una distribuzione normale dei coefficienti parametrizzati, che ha fornito i risultati migliori; con la distribuzione uniforme, infatti, non si sono ottenuti risultati soddisfacenti. Il metodo di generazione delle estrazioni utilizzato è quello Monte-Carlo; i modelli che sono stati presi in esame sono quelli caratterizzati da un numero di estrazioni pari a 10.000. Nella validazione dei modelli, oltre ai test utilizzati per i modelli *MNL*, è stata anche verificata la accuratezza della valutazione della funzione di verosimiglianza; per considerare il modello accettabile, il valore di questa statistica deve essere molto prossimo a 0.

In definitiva si può affermare che i modelli *MMNL* hanno dato risultati migliori di quelli dei modelli *MNL* e che è risultato, quindi, conveniente introdurre l'eterogeneità fra gli utenti.

### 6.3.3 Il calcolo dell'*SQI*

L'utilità di ciascuna alternativa di scelta, e quindi di ciascun pacchetto di servizi di bus, rappresenta un indicatore della qualità del servizio *SQI*. A titolo di esempio, il calcolo dell'*SQI* è stato effettuato considerando i risultati del modello con le caratteristiche socioeconomiche (tabella 6.8).

Essendo il coefficiente della tariffa negativo e con un valore assoluto abbastanza più alto degli altri, l'*SQI* dei vari pacchetti presenta un segno negativo; per questo motivo i valori degli indici di qualità del servizio sono stati normalizzati ad 1 (figura 6.4). La numerazione dei pacchetti di servizi è discontinua perché, come già specificato, questi sono stati selezionati da un piano fattoriale completo di 512 trattamenti, numerati da 1 a 512. I valori dell'*SQI* normalizzati variano da un minimo di 1,00 per il pacchetto di servizi 305, fino ad un massimo di 4,32 per il pacchetto di servizi 425. In particolare, il pacchetto 305 è relativo ad un servizio caratterizzato dalla presenza di arredo alla fermata e da un basso grado di affollamento sul bus; tutti gli altri aspetti sono negativi.

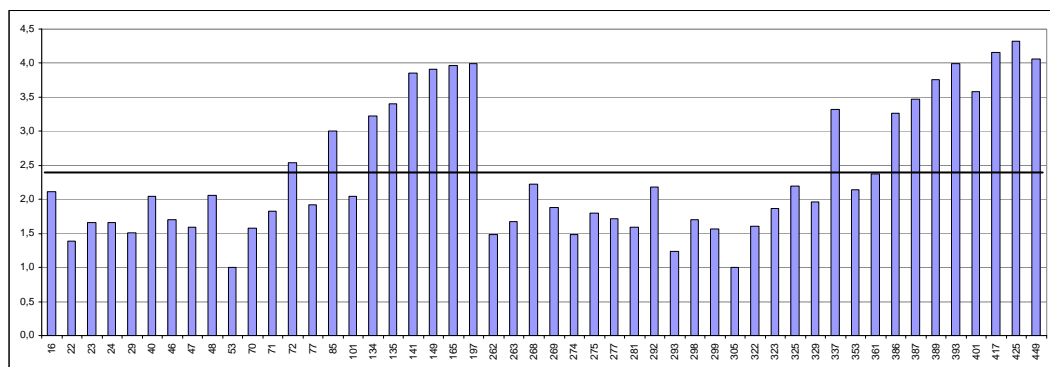


Figura 6.4. I valori dell'*SQI* per ciascun pacchetto di bus, normalizzati ad 1

Al contrario, il pacchetto 425 offre un servizio caratterizzato da una frequenza di 1 bus ogni 15 minuti, dalla presenza di arredo alla fermata e dalla pulizia a bordo; gli altri aspetti sono tutti negativi. Quest'ultimo pacchetto offre un miglioramento in termini di frequenza del servizio che, a meno degli attributi con coefficiente negativo, è l'attributo più incidente sulla qualità del servizio; tutti i pacchetti in cui è stato proposto un miglioramento in termini di frequenza del

servizio, presentano un valore di  $SQI$  maggiore. Il valore medio dell' $SQI$  normalizzato è pari a 2,4. Soltanto il 34% dei pacchetti di servizi presenta un valore dell'indice più alto del valore medio, che è costituito, appunto, dai pacchetti caratterizzati da una frequenza migliorata.

#### 6.3.4 Il calcolo della $WTP$

Dalla calibrazione dei modelli Logit proposti, è stato possibile calcolare i valori della disponibilità a pagare riferiti ai diversi attributi di qualità considerati nell'esperimento  $SP$  proposto agli utenti del servizio analizzato. Il concetto di  $WTP$  è stato, quindi, adottato per valutare la disponibilità degli utenti del trasporto collettivo a pagare in termini monetari per migliorare la qualità dei servizi utilizzati dagli stessi. Sono stati, inoltre, stimati gli intervalli di confidenza dei valori medi delle  $WTP$ . Nello specifico, gli intervalli di confidenza sono stati calcolati utilizzando il metodo proposto da Garrido e Ortúzar (1993) descritto al paragrafo 3.3.7.

A titolo di esempio, si riportano i valori delle  $WTP$  e degli intervalli di confidenza (tabella 6.13) ottenuti considerando i coefficienti stimati dalla calibrazione del modello  $MNL$  con le caratteristiche socioeconomiche (tabella 6.8) e del modello  $MMNL$  con 4 coefficienti parametrizzati (tabella 6.12). Tutti i valori delle  $WTP$  sono negativi eccetto quello relativo alla variabile  $DIST$ ; per questo attributo, infatti, la  $WTP$  rappresenta la disponibilità a pagare per ridurre il tempo speso per raggiungere da casa la fermata del bus, mentre tutte le altre  $WTP$  rappresentano la disponibilità a pagare per un miglioramento dei vari aspetti del servizio da un livello più basso ad uno più alto. Il valore massimo della  $WTP$  è quello relativo alla frequenza del servizio, quello più basso al comportamento del personale, essendo gli attributi caratterizzati dal coefficiente più alto e più basso, rispettivamente. La disponibilità a pagare per un miglioramento del servizio in termini di frequenza è due volte più grande di quella per migliorare il servizio in termini di puntualità, tre volte più grande di quella per migliorare la pulizia, e 5 volte più grande di quella per migliorare il servizio in termini degli altri attributi.

Nel seguito saranno discussi soltanto i valori di  $WTP$  ottenuti per il modello  $ML$ ; considerazioni analoghe possono essere fatte per il modello  $MNL$ .

Tabella 6.13. Calcolo della  $WTP$  e degli intervalli di confidenza

variabile	MNL		ML	
	WTP	Intervallo di confidenza	WTP	Intervallo di confidenza
<i>DIST</i>	1,112	0,773÷1,620	1,064	0,904÷1,264
<i>FRE</i>	-29,477	-53,152÷-20,292	-22,885	-28,583÷-17,805
<i>PUN</i>	-13,231	-24,349÷-8,579	-12,170	-16,222÷-8,670
<i>FER</i>	-6,417	-12,655÷-3,053	-4,881	-7,559÷-2,057
<i>AFF</i>	-7,078	-14,094÷-3,034	-5,981	-9,589÷-2,785
<i>PUL</i>	-8,156	-15,895÷-4,528	-7,175	-10,786÷-4,005
<i>COST</i>	-6,175	-13,183÷-2,602	-4,828	-7,603÷-2,084
<i>INF</i>	-4,964	-10,642÷-1,777	-5,126	-8,333÷-2,517

Allo stato attuale il servizio di bus analizzato è disponibile per 17 ore al giorno; pertanto, essendo la frequenza attuale pari ad 1 bus ogni ora, le corse giornaliere sono 17. Al contrario, nel caso del servizio ipotetico proposto agli utenti nell'esperimento SP e caratterizzato da una frequenza di 1 bus ogni 15 minuti, si avrebbero 68 corse giornaliere. I valori della  $WTP$  ottenuti per l'attributo "Frequenza" suggeriscono che gli utenti sarebbero disposti a pagare 22,8 Euro per avere 68 corse/giorno, ovvero 0,34 Euro a corsa. Ciò significa che gli utenti pagherebbero un incremento del biglietto pari al 44%, e pertanto un costo totale del biglietto di 1,1 Euro/corsa. Analogamente, gli utenti pagherebbero abbonamenti settimanali e mensili più costosi (circa 10 Euro/settimana e 26 Euro/mese) per migliorare il servizio in termini di frequenza delle corse. Le spese di viaggio annuali ammonterebbero, pertanto, a 312 Euro, contro il costo attuale annuale, pari a 216 Euro/anno. Calcoli analoghi possono essere fatti per gli altri aspetti del servizio, ad eccezione della  $WTP$  per la riduzione del tempo speso da casa alla fermata, perché è espressa in Euro/h e si riferisce ad una singola corsa. Considerando, infatti, il tempo medio di accesso alla fermata riferito al campione (pari a 3,72 minuti), si ottiene un valore della  $WTP$  per la riduzione di tempo pari a 0,07 Euro/corsa; pertanto, gli utenti sarebbero disposti a pagare un biglietto di 0,84 Euro/corsa, un abbonamento settimanale di circa 7,50 Euro, ed uno mensile di circa 20 Euro. Le spese annuali, quindi, ammonterebbero a 240 Euro, per un aumento del costo pari a 24 Euro/anno. Se ci si riferisce al servizio globale, gli utenti sarebbero disposti a pagare un incremento del biglietto pari a circa 1

Euro/corsa per migliorare il servizio in tutti gli aspetti considerati nell'esperimento *SP*. Ciò significa che il biglietto di una corsa potrebbe costare 1,8 Euro, un abbonamento settimanale 16 Euro, ed un abbonamento mensile 40 Euro. Ovviamente, questi valori si ottengono considerando 68 corse giornaliere. Considerando gli intervalli di confidenza, il costo del biglietto per una corsa varierebbe da un minimo di 1,5 Euro ad un massimo di 2 Euro, l'abbonamento settimanale da 13 a 19 Euro, e quello mensile da 34 a 50 Euro. Le spese di viaggio in un anno ammonterebbero a 480 Euro, con un costo addizionale di 264 Euro rispetto a quello attuale. Considerando gli intervalli di confidenza, le spese annuali varierebbero da un minimo di 408 Euro ad un massimo di 600 Euro. Questa cifra è abbastanza considerevole se si pensa al numero di passeggeri che utilizzano il servizio; considerando, ad esempio, un numero di 8.000 passeggeri abituali l'azienda potrebbe ricavare 2 Milioni di Euro.

Il calcolo della *WTP* può essere, quindi, utilizzato per valutare gli investimenti nel servizio di trasporto. In aggiunta, il calcolo degli intervalli di confidenza fornisce un'analisi di sensitività dei possibili investimenti che un'azienda può effettuare dalle somme che gli utenti sono disposti a spendere per migliorare la qualità del servizio.

#### **6.4 Il confronto fra i modelli proposti**

I modelli calibrati tramite i dati reali si differenziano tra di loro innanzitutto per le ipotesi su cui si basano. Infatti, i modelli di regressione e ad equazioni strutturali fanno parte della categoria dei modelli non comportamentali, che non fanno ipotesi sul comportamento degli utenti, mentre i modelli Logit sono modelli comportamentali poiché ipotizzano che l'utente sia un decisore razionale che opera le sue scelte massimizzando la sua utilità. Per questo motivo le due categorie di modelli forniscono risultati diversi che devono essere interpretati in maniera diversa. Nello specifico, i modelli non comportamentali calibrati permettono di calcolare le correlazioni tra i fattori di qualità e la soddisfazione globale e, quindi, valutare la variazione della soddisfazione globale al variare della

soddisfazione sui diversi fattori. Questi modelli forniscono, quindi, una misura della qualità del servizio globale in termini di soddisfazione dell'utente.

I modelli comportamentali calibrati in questo studio forniscono, invece, il peso di ciascun fattore di qualità sulla qualità complessiva del servizio, e permettono, quindi, di calcolare un indice di qualità del servizio che varia in funzione del valore che ciascun fattore di qualità assume. Questi modelli permettono, pertanto, di stabilire quali sono gli attributi più importanti per gli utenti e che danno, quindi, un maggior contributo alla qualità del servizio complessiva. Questi attributi rappresentano quegli aspetti del servizio che sarebbe più opportuno migliorare per migliorare il servizio complessivo. Variando il livello di ciascun attributo si riesce a calcolare un indice di qualità del servizio complessiva che rappresenta una misura della qualità.

Dalla calibrazione del modello di regressione lineare si è ottenuto, per ciascun fattore di qualità considerato, un coefficiente che indica il grado di correlazione con la soddisfazione globale. I fattori relativi alla frequenza del servizio e alla disponibilità della fermata vicino casa risultano quelli maggiormente incidenti sulla soddisfazione, come si era già riscontrato dall'analisi di correlazione. Ciò vuol dire che è conveniente puntare su un miglioramento di questi due fattori in quanto ciò comporterebbe un aumento della soddisfazione degli utenti su tali aspetti del servizio e, quindi, sul servizio globale. I coefficienti ricavati dal modello di regressione sono stati anche utilizzati come valori di importanza calcolata per la *quadrant analysis*, che ha permesso di individuare gli aspetti del servizio a cui dare la massima priorità di intervento. Le priorità su cui intervenire per migliorare il servizio sono rappresentate dai fattori relativi alla frequenza del servizio e alla manutenzione dell'arredo alla fermata, per i quali si sono ottenuti voti medi di soddisfazione bassi e che risultavano tra i fattori maggiormente incidenti sulla soddisfazione globale; un altro fattore molto correlato alla soddisfazione, ovvero quello relativo alla disponibilità della fermata vicino casa, si trova invece nel quadrante delle energie poiché ha ottenuto un voto medio di soddisfazione alto.

I modelli ad equazioni strutturali forniscono anch'essi dei coefficienti che danno una misura della correlazione con la soddisfazione globale. Questi modelli,

rispetto ai modelli di regressione, permettono di considerare le variabili latenti, che in questo caso rappresentano quegli aspetti del servizio non direttamente osservabili e misurabili da parte degli utenti. Nello specifico, la variabile latente con un maggiore effetto sulla soddisfazione complessiva del cliente è la variabile relativa alla produzione ed affidabilità del servizio, legata ai fattori di qualità riguardanti la frequenza del servizio, la puntualità, l'informazione, la pubblicizzazione dei servizi, il comportamento del personale, e la gestione dei reclami. Osservando i valori degli effetti indiretti che ciascun fattore di qualità (variabile osservata esogena) ha sulla soddisfazione globale (variabile latente endogena), attraverso le tre variabili latenti esogene, si può dire che il fattore con l'effetto maggiore sulla soddisfazione globale è quello relativo alla gestione dei reclami, seguito dal fattore legato alla frequenza del servizio. Si ricorda che quest'ultimo fattore è il più correlato alla soddisfazione globale se si considerano i risultati del modello di regressione lineare multipla. Mettendo a confronto i risultati del modello di regressione con quelli del modello ad equazioni strutturali si rilevano sia risultati concordi sia contrastanti. Infatti, ad esempio, il fattore relativo alla disponibilità della fermata vicino casa, secondo il modello di regressione risulta insieme alla frequenza del servizio quello maggiormente correlato alla soddisfazione globale; se si osservano, invece, i risultati del modello ad equazioni strutturali, questo primo fattore rientra tra quelli con minor effetto indiretto sulla soddisfazione globale. Ciò dipende, comunque, dalla struttura del modello, ovvero dal fatto che questo fattore è legato alla soddisfazione globale tramite la variabile latente esogena "Progettazione di rete", che fra le tre variabili latenti introdotte nel modello è quella con peso minore sulla soddisfazione globale.

Si ricorda, inoltre, che il modello finale di regressione contiene solo 12 fattori di qualità, mentre quello ad equazioni strutturali ne comprende 13; oltretutto ci sono fattori che sono stati considerati nel modello di regressione, quali la sicurezza a bordo del veicolo e la sicurezza da furti e molestie, e che non sono inclusi nel modello finale ad equazioni strutturali. Viceversa, fattori come l'informazione e la pubblicizzazione, non sono inclusi nel modello di regressione,

ma sono presenti nel modello finale ad equazioni strutturali. Anche per questi motivi alcuni risultati sono contrastanti fra le due tipologie di modello.

I modelli Logit hanno consentito di rilevare il peso di ciascun fattore di qualità sulla qualità globale, attraverso i dati raccolti tramite l'esperimento *SP*. Bisogna ricordare che in questo esperimento non sono stati considerati tutti i 16 fattori di qualità che erano stati invece giudicati dagli utenti in termini di voto di soddisfazione e di importanza; l'esperimento in questo caso sarebbe stato troppo complesso. Anche per questa ragione non è possibile effettuare un confronto esaustivo tra i risultati dei modelli non comportamentali e quelli dei modelli comportamentali. Per ciò che riguarda i modelli comportamentali sono stati calibrati sia modelli *MNL* sia *ML*; questi ultimi hanno consentito di tenere conto dell'eterogeneità fra gli utenti nella percezione degli attributi considerati nella specificazione del modello, e di superare quindi alcune ipotesi restrittive dei primi.

Se si osservano i risultati ottenuti dai soli modelli comportamentali, si può concludere che l'introduzione di coefficienti *random* nella specificazione del modello ha fornito risultati soddisfacenti e migliori dei modelli *MNL*. In ogni caso, da entrambe le tipologie di modello considerate è stato possibile calcolare un indice di qualità del servizio *SQI* per ciascun pacchetto di servizi proposto agli utenti, che rappresenta l'utilità di ciascuna alternativa di scelta e varia, quindi, al variare del livello degli attributi del servizio in funzione dei pesi degli attributi. In particolare, dalla calibrazione di tutti i modelli Logit proposti si è ottenuto che il fattore che contribuisce maggiormente alla utilità di ciascun pacchetto di servizi è quello relativo alla frequenza, seguito dal fattore legato alla puntualità. Infatti, dal calcolo dell'*SQI* per ciascun pacchetto di servizi si è osservato che i pacchetti in cui si propone un miglioramento della frequenza del servizio (da 1 bus ogni ora ad un bus ogni 15 minuti) risultano quelli con un *SQI* maggiore. Ci sono, comunque, due fattori che hanno ottenuto pesi notevoli ma che danno un contributo negativo alla qualità globale, e sono il fattore legato alla distanza da casa alla fermata di salita del bus, misurata in termini di distanza temporale espressa in minuti, ed il fattore legato al costo del biglietto, misurato in Euro. L'aumento del valore di questi due attributi del servizio comporta, ovviamente,



una disutilità all'utente e contribuisce, quindi, ad una diminuzione della qualità del servizio globale e dell'*SQI*. Si può concludere che anche i modelli comportamentali hanno confermato, come quelli non comportamentali, che la frequenza del servizio è il fattore più importante per gli utenti e che dà un maggior contributo alla soddisfazione degli utenti e alla qualità complessiva del servizio.

I modelli Logit hanno permesso, inoltre, di calcolare la disponibilità a pagare degli utenti in termini monetari (*WTP*), per un miglioramento dei fattori di qualità del servizio. Questo calcolo è molto utile per valutare gli investimenti nel servizio di trasporto; in aggiunta, il calcolo degli intervalli di confidenza della *WTP* ha consentito di effettuare un'analisi di sensitività dei possibili investimenti che l'azienda può effettuare dalle somme che gli utenti sono disposti a spendere per migliorare la qualità del servizio.

In ultima analisi, ciascuno dei modelli proposti nell'ambito di questa ricerca, calibrati attraverso l'utilizzo di dati sperimentali, ha consentito, in differente misura, di definire i fattori che maggiormente incidono sulla soddisfazione del cliente e sulla qualità del servizio di trasporto pubblico locale. I risultati ottenuti sono molto utili sia agli operatori del settore sia ai pianificatori per decidere su quali aspetti del servizio è conveniente intervenire per migliorare la qualità globale.

## Considerazioni conclusive

Nel presente lavoro di tesi, che rientra nel filone di ricerca relativo al settore del trasporto pubblico locale, si sono sviluppati metodi e modelli per la misura della qualità dei servizi che consentono di analizzare i diversi fattori di qualità del servizio di trasporto collettivo e di individuare quelli che incidono maggiormente sulla qualità globale del servizio. In particolare, si sono applicate tecniche di analisi statistica e si sono proposti modelli, comportamentali e non, che rappresentano utili strumenti per la misura della soddisfazione degli utenti e della qualità dei servizi. Le tecniche ed i modelli sono stati applicati utilizzando i dati raccolti tramite un'indagine *ad hoc* sulla qualità dei servizi indirizzata ad una particolare categoria di utenti, ovvero gli studenti dell'Università della Calabria, domiciliati nell'area urbana Cosenza-Rende, che utilizzano abitualmente i servizi di trasporto collettivo su gomma per recarsi al campus universitario. L'attenzione è stata rivolta particolarmente allo sviluppo di modelli di domanda avanzati che hanno consentito di simulare il comportamento degli utenti del trasporto collettivo e di valutare quanto i fattori di qualità del servizio di trasporto collettivo influenzano le scelte degli utenti.

Tramite l'indagine sono state raccolte diverse informazioni riguardanti la qualità del servizio. In particolare, una parte del questionario conteneva domande relative a 16 fattori di qualità del servizio, sui quali si è richiesto agli utenti un voto di soddisfazione, per valutare la qualità percepita sul servizio abitualmente utilizzato, ed un voto di importanza, per valutare la qualità attesa per il futuro. Un'altra parte del questionario conteneva un esperimento di tipo *SP* in cui l'utente era chiamato ad operare una scelta tra pacchetti di servizi di bus caratterizzati da diversi livelli dei fattori di qualità.

I voti espressi dagli utenti sui 16 fattori di qualità sono stati utilizzati per applicare le tecniche di analisi statistica ed i modelli non comportamentali, ovvero i modelli di regressione ed i modelli ad equazioni strutturali, proposti nel lavoro. I dati raccolti tramite l'esperimento *SP*, invece, sono stati utilizzati per applicare la tecnica dell'analisi congiunta e per calibrare i modelli comportamentali.

I risultati ottenuti dall'applicazione delle tecniche e dei modelli sono stati ampiamente discussi rispettivamente nei capitoli 5 e 6, in cui se ne sono evidenziate le differenze sostanziali. In questo breve capitolo conclusivo si tenterà di operare un confronto fra i risultati ottenuti sia dall'applicazione delle tecniche sia dalla calibrazione dei modelli.

Le tecniche statistiche applicate hanno, per la maggior parte, consentito di analizzare i singoli fattori di qualità e di classificarli sulla base dei voti di soddisfazione e di importanza attribuiti dagli utenti intervistati.

I modelli non comportamentali calibrati, che sono modelli descrittivi in cui non si formula alcuna ipotesi sul comportamento degli utenti, hanno consentito di calcolare le correlazioni tra i fattori di qualità e la soddisfazione globale e, quindi, valutare la variazione della soddisfazione globale al variare della soddisfazione sui diversi fattori.

I modelli Logit, che sono modelli comportamentali in cui si formulano ipotesi sul comportamento degli utenti, hanno, invece, fornito il peso di ciascun fattore di qualità sulla qualità complessiva del servizio, e hanno permesso il calcolo di un indice di qualità del servizio che varia in funzione del valore che ciascun fattore di qualità assume. Tramite questa categoria di modelli proposti si riesce a stabilire quali sono gli attributi più importanti per gli utenti e che danno, quindi, un maggior contributo alla qualità del servizio complessiva. Questi attributi rappresentano quegli aspetti del servizio su cui porre maggiore attenzione al fine di migliorare il servizio complessivo. Tramite i modelli Logit si è inoltre calcolata la disponibilità a pagare degli utenti per migliorare i diversi aspetti del servizio.

Sia le tecniche sia i modelli proposti nell'ambito di questa ricerca hanno consentito, in differente misura, di definire i fattori che maggiormente incidono sulla soddisfazione del cliente e sulla qualità del servizio di trasporto pubblico locale. Dall'analisi dei voti di soddisfazione e di importanza è emerso innanzitutto che si ottengono risultati differenti se si considera l'importanza di ciascun fattore calcolata dalle relazioni tra i voti di soddisfazione di ciascun fattore e la soddisfazione globale, da quelli ottenuti considerando l'importanza direttamente dichiarata dagli utenti. Si è riscontrato che i fattori ritenuti maggiormente

importanti per gli utenti dalle loro stesse dichiarazioni non sono in realtà quelli che incidono maggiormente sulla loro soddisfazione per il servizio globale. Infatti, il fattore che risulta essere quello maggiormente incidente sulla soddisfazione è la frequenza del servizio, che non risulta invece tra quelli più importanti secondo le dichiarazioni degli utenti. Si ricorda, inoltre, che gli utenti hanno considerato tutti i fattori importanti; infatti, per tutti i fattori si è ottenuto un voto di importanza non inferiore al 7, su una scala da 1 a 10. Pertanto, si può ritenere che chiedere i voti di importanza direttamente agli utenti non sia del tutto conveniente.

A conferma di questo risultato vi sono quelli ottenuti da entrambe le tipologie di modelli calibrati. Infatti, il fattore maggiormente incidente sulla soddisfazione globale, secondo i modelli di regressione, risulta ancora quello legato alla frequenza del servizio. Questo stesso fattore si colloca tra quelli con maggiore effetto sulla soddisfazione globale anche dalla calibrazione dei modelli ad equazioni strutturali. Infine, anche i risultati dei modelli Logit hanno confermato che il fattore che dà un maggiore contributo alla qualità del servizio è la frequenza delle corse.

Un limite della ricerca consiste però nel fatto che un confronto esaustivo tra le tecniche ed i modelli applicati sulla base dei voti e quelli applicati sulla base dei dati raccolti tramite l'esperimento *SP* non può essere fatto, in quanto per problemi di complessità dell'esperimento non è stato possibile considerare in quest'ultimo tutti i 16 fattori di qualità che sono stati valutati in termini di voti di soddisfazione e di importanza. Pertanto, se si può dire che dal confronto fra l'importanza dichiarata e l'importanza calcolata si osservano risultati diversi poichè si può operare un confronto diretto tra tutti i 16 fattori, la stessa cosa non può essere fatta confrontando i risultati dei modelli comportamentali con le altre tecniche e modelli, in quanto nei modelli comportamentali si sono considerati soltanto 9 dei 16 fattori di qualità. Ad esempio, la sicurezza personale, che è uno dei fattori che ha dato risultati contrastanti confrontando le diverse tecniche e modelli, non rientra tra i fattori considerati nell'esperimento *SP*.

In ogni caso, tutti i risultati ottenuti possono essere direttamente utilizzati dall'azienda di trasporto che esercisce il servizio analizzato. Un aspetto

importante è quello di cercare di non soffermarsi soltanto sui risultati emersi dall'applicazione di una tecnica o di un modello, ma analizzare in più modi i dati e confrontare i risultati ottenuti. Un elemento innovativo della ricerca è proprio quello di aver applicato e proposto diverse tipologie di tecniche e di modelli sulla base degli stessi dati sperimentali, operando un confronto fra di essi e verificando quali sono le metodologie più adatte per la misura della *customer satisfaction* e della qualità dei servizi di trasporto collettivo. Una considerazione che può essere fatta è sicuramente quella inerente alla determinazione dell'importanza che ciascun fattore ha sulla qualità del servizio globale. Dal lavoro è emerso che l'utilizzo delle scelte dichiarate fornisce risultati più utili in quanto l'utente è messo di fronte ad una scelta netta tra diverse tipologie di servizio e da queste scelte si riesce a capire quali sono i fattori di qualità che influenzano maggiormente il comportamento dell'utente. Risultati diversi si riscontrano invece chiedendo all'utente di giudicare uno per uno i diversi fattori di qualità. Come già più volte evidenziato si è osservato che gli utenti tendono a considerare importanti tutti i fattori se sono chiamati a giudicarli uno per uno, ed inoltre tendono a dare più importanza a fattori che riguardano la propria persona, come la sicurezza, che a fattori che sono maggiormente caratteristici del servizio.

Un altro aspetto da sottolineare è quello riguardante le diverse specificazioni di modelli Logit effettuate. In particolare, confrontando i risultati dei modelli avanzati *MMNL* con quelli dei tradizionali modelli *MNL*, si può asserire che l'introduzione nei modelli dell'eterogeneità fra gli utenti nella percezione degli attributi di qualità porta a risultati migliori. La percezione della qualità dei servizi è molto soggettiva e gli utenti la valutano in maniera differente gli uni dagli altri.

Volendo trarre delle conclusioni utili ai fini pratici per l'azienda che esercisce il servizio analizzato, si può concludere, osservando i risultati ottenuti dalla maggior parte delle tecniche e da tutti i modelli calibrati, che un aumento della frequenza delle corse comporterebbe un aumento della soddisfazione degli utenti e un miglioramento in termini di qualità del servizio. Ovviamente, anche se in misura minore, un miglioramento di tutti gli altri fattori analizzati accrescerebbe la soddisfazione degli utenti ed il livello di qualità del servizio.

In aggiunta, si è potuta valutare la disponibilità a pagare degli utenti per un miglioramento dei vari aspetti del servizio e quantificare, quindi, gli investimenti che potrebbero essere effettuati dall'azienda per migliorare il servizio di trasporto.

Le tecniche ed i modelli proposti rappresentano degli utili strumenti per i pianificatori e per gli operatori come supporto alla pianificazione e alla gestione dei sistemi di trasporto. Il lavoro di ricerca proposto fornisce, inoltre, un contributo alla ricerca nel settore della pianificazione dei trasporti perché fornisce una rassegna strutturata ed esaustiva dei metodi richiamati nella letteratura scientifica per la misura della qualità dei servizi. I modelli proposti nel lavoro presentano una struttura simile a quella già indagata da Hensher, che è l'unico autore che ha proposto una metodologia per misurare la qualità dei servizi di trasporto collettivo basata su modelli di tipo comportamentale; tuttavia, i modelli proposti nel presente lavoro sono calibrati sulla base di dati sperimentali differenti da quelli di Hensher ed offrono, comunque, spunti utili per i ricercatori.

Un limite della ricerca riguarda la trasferibilità dei modelli, che possono essere applicati soltanto a realtà molto simili, in quanto il servizio di trasporto analizzato per mezzo dell'indagine è utilizzato soltanto da una particolare categoria di utenti, gli studenti universitari.

Uno sviluppo futuro della ricerca consiste sicuramente nella possibilità di specificare e calibrare modelli sulla base di dati sperimentali differenti raccolti su differenti categorie di passeggeri del trasporto collettivo.

In questa ricerca si è indagato soltanto sul comportamento degli utenti del trasporto collettivo in quanto lo scopo era quello di fornire strumenti per misurare la qualità di un servizio che soltanto gli utenti abituali del servizio stesso possono valutare. La ricerca potrebbe essere estesa puntando anche all'analisi del comportamento dei non utenti del trasporto collettivo, e a simulare le scelte degli utenti dei sistemi di trasporto in generale, al fine di individuare le ragioni che spingono al non utilizzo del trasporto collettivo e all'utilizzo delle altre modalità di trasporto.

## Riferimenti bibliografici

Adler, T. e Ben-Akiva, M., 1979. A theoretical and empirical model of trip chaining behaviour. *Transportation Research Part B*, 13, 243-257.

Agus, A., 2004. TQM as a Focus for Improving Overall Service Performance and Customer Satisfaction: an Empirical Study on a Public Service Sector in Malaysia. *Total Quality Management*, 15(5-6), 615-628.

Agus, A., Krishnan, S.K. e Kadir, S.L.S.A., 2007. The structural impact of total quality management on financial performance relative to competitors through customer satisfaction: a study of Malaysian manufacturing companies. *Total Quality Management & Business Excellence*, 11(4-5&6), 808-819.

Akan, P., 1995. Dimensions of service quality: a study in Istanbul. *Managing Service Quality*, 5(6), 39-43.

Andreassen, T.W., 1995. (Dis)satisfaction with public services: the case of public transportation. *Journal of Services Marketing*, 9, 30-41.

Arbuckle, J.L. e Wothke, W., 1995. *AMOS 4.0 User's Guide*. Chicago: SmallWaters Corporation.

Armstrong, P., Garrido, R. e Ortúzar, J. de D., 2001. Confidence intervals to bound the value of time. *Transportation Research Part E*, 37, 143-161.

Bagozzi, R.P., 1994. Structural Equations Models in Marketing: Basic Principles. In: R.P. Bagozzi, ed. *Principles of Marketing Research*. Cambridge, Massachusetts: Blackwell, 317-385.

Bamberg, S. e Schmidt, P., 1998. Changing Travel-Mode Choice as Rational Choice: Results from a Longitudinal Intervention Study. *Rationality and Society*, 10(2), 223-252.

Bartikowski, B. e Llosa, S., 2004. Customer satisfaction measurement: comparing four methods of attribute categorisations. *The Service Industries Journal*, 24(4), 67-82.

Bastin, F., Cirillo, C. e Toint, P.L., 2006. Application of an adaptive Monte Carlo algorithm to mixed logit estimation. *Transportation Research Part B*, 40, 577-593.

Beggs, J., 1988. A Simple Model for Heterogeneity in Binary Logit Models. *Economics Letters*, 27, 245-249.

Bellacicco, A., 1976. *Metodologia e tecnica della classificazione matematica*. Roma: La Goliardica Editrice.

Ben-Akiva, M. e Francois, B., 1983. Homogenous Generalized Extreme Value Model. Working paper, Department of Civil Engineering, Cambridge, MA: MIT.

Ben-Akiva, M. e Lerman, S., 1985. *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

Bhat, C.R. e Castelar, S., 2002. A unified mixed logit framework for modeling revealed and stated preferences: formulation and application to congestion pricing analysis in the San Francisco Bay Area. *Transportation Research Part B*, 36, 593-616.

Bhat, C.R., 1995. A heteroskedastic extreme-value model of intercity mode choice. *Transportation Research Part B*, 29, 471-483.

Bhat, C.R., 1997. Recent Methodological Advances Relevant to Activity and Travel Behaviour Analysis. In: H.S. Mahmassani, ed. *Recent Developing in Travel Behaviour Research*. Oxford: Pergamon.

Bhat, C.R., 1998a. Accommodating flexible substitution patterns in multidimensional choice modeling: formulation and application to travel mode and departure time choice. *Transportation Research Part B*, 32, 425-440.

Bhat, C.R., 1998b. Accommodating variations in responsiveness to level-of-service measures in travel mode choice modeling. *Transportation Research Part A*, 32, 495-507.

Bhat, C.R., 1998c. Analysis of travel mode and departure time choice for urban shopping trips. *Transportation Research Part B*, 32(6), 361-371.

Bhat, C.R., 2000. Incorporative observed and unobserved heterogeneity in urban work travel mode choice modeling. *Transportation Science*, 34, 228-238.

Bhat, C.R., 2001. Quasi-random maximum simulated likelihood estimation of the mixed multinomial logit model. *Transportation Research Part B*, 35(7), 677-693.

Bhat, C.R., 2003. Random Utility-Based Discrete Choice Models for Travel Demand analysis, In: K.G. Goulias, ed. *Transportation systems planning*. Washington, D.C.: CRC Press, (10)1-(10)29.

Bhave, A., 2002. Customer Satisfaction Measurement. *Quality & Productivity Journal*, February.

Bierlaire, M., 2006. A theoretical analysis of the cross-nested logit model. *Annals of Operational Research*, 144(1), 287-300.

Biggeri, L., 1977. Some applications of cluster analysis in sampling design. *Bulletin of the International Statistical Institute*, 47, 73-81.

Bitner, M.J., Booms, B.H. e Stanfield Tetreault, M., 1990. The service encounter: diagnosing favorable and unfavorable incidents. *Journal of Marketing*, 54.

Bjorner, T.B., 2004. Combining socio-acoustic and contingent valuation surveys to value noise reduction. *Transportation Research Part D*, 9, 341-356.

Boari, G., 2000. Uno sguardo ai modelli per la costruzione di indicatori nazionali di Customer Satisfaction. In: AA.VV., ed. *Valutazione della qualità e customer satisfaction: il ruolo della statistica*. Milano: Vita e Pensiero, 317-336.



- Bollen, K.A., 1989. *Structural Equations with Latent Variables*. New York: Wiley.
- Boyd, J., e Mellman, J. 1980. The Effect of Fuel Economy Standards on the U.S. Automotive Market: A Hedonic Demand Analysis. *Transportation Research Part A*, 14(5-6), 367-378.
- Bresnahan, T.F., Stern, S. e Trajtenberg, M., 1997. Market segmentation and the sources of rents from innovation: Personal computers in the late 1980s. *RAND J. Econ.*, 28, 17-44.
- Brownstone, D. e Train, K., 1999. Forecasting new product penetration with flexible substitution patterns. *J. Econometrics*, 89, 109-129.
- Brownstone, D., Bunch, D.S., e Train, K., 2000. Joint mixed logit models of stated and revealed preferences for alternative-fuel vehicles. *Transportation Research Part B*, 34, 315-338.
- Brownstone, D., Ghosh, A., Golob, T.S., Kazimi, C. e Van Ameslsfort, D., 2003. Drivers' willingness-to-pay to reduce travel time: evidence from the San Diego I-15 congestion pricing project. *Transportation Research Part A*, 37, 373-387.
- Bryslund, A. e Curry, A., 2001. Service improvements in public services using SERVQUAL. *Managing Service Quality*, 11(6), 389-401.
- Buzzel, R.D. e Gale, B.T., 1988. *I principi PIMS*. Milano: Sperling & Kupfer.
- Cardell, N. e Dunbar, F., 1980. Measuring the Societal Impacts of Automobile Downsizing. *Transportation Research Part A*, 14(5-6), 423-434.
- Carman, J.M., 1990. Consumer perceptions of service quality: an assessment of the SERVQUAL dimensions. *Journal of Retailing*, 66(1), 33-55.
- Carroll, J.D., 1953. An analytic procedure for approximating simple structure in factor analysis. *Psychometrika*, 18, 23-27.
- Cascetta, E. e Nuzzolo, A., 1988. TRICH- Un sistema di modelli per le catene di spostamento in area urbana. Dipartimento di Ingegneria dei Trasporti, Università di Napoli "Federico II", rapporto interno, Napoli.
- Cascetta, E. e Papola, A., 2003. A joint mode-transit service choice model incorporatine the effect of regional transport service timetables. *Transportation Research Part B*, 37, 595-614.
- Cascetta, E., 1998. *Teoria e Metodi dell'Ingegneria dei Sistemi di Trasporto*. Torino: UTET.
- Cascetta, E., 2001. *Transportation Systems Engineering: Theory and Methods*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Cascetta, E., 2006. *Modelli per i sistemi di trasporto. Teoria e applicazioni*. Torino: UTET.
- Caussade, S., Ortùzar, J., Rizzi, L. e Hensher, D.A., 2005. Assessing the influence of design dimensions on stated choice experiment estimates. *Transportation Research Part B*, 39(7), 621-640.

Chamberlain, G., 1980. Analysis of covariance with qualitative data, *Rev. Econ. Stud.*, 47, 225-238.

Chandra, S. e Menezes, D., 2001. Applications of Multivariate Analysis in International Tourism Research: the Marketing Strategy Perspective of NTOs. *Journal of Economic and Social Research*, 3(1), 77-98.

Chesher, A. e Santos-Silva, J., 1995. Taste Variation in Discrete Choice Models. Working Paper, University of Bristol.

Chiandotto, B. e Rizzi, A., 1980. Recent contributions of Italian statisticians to data analysis. In: A.A.V.V., ed. *Analyse des Données*. Le Chesnay, France: INRIA, 29-66.

Chiou, J.S., 2004. The antecedents of consumers' loyalty toward Internet Service Providers. *Information & Management*, 41, 685-695.

Choi, T.Y. e Chu, R., 2001. Determinants of hotel guests' satisfaction and repeat patronage in the Hong Kong hotel industry. *Hospitality Management*, 20, 277-297.

Chu, C., 1989. A paired combinatorial logit model for travel demand analysis. In: *Proceedings of the 5th World Conference on Transportation Research*, Ventura, CA, 295-309.

Cirillo, C. e Axhausen, K.W., 2006. Evidence on the distribution of values of travel time savings from a six-week diary. *Transportation Research Part A*, 40, 444-457.

Corrao, S., 2004. *Il focus group*. Milano: Franco Angeli.

Costantinescu, P., 1966. The classification of a set of elements with respect to a set of properties. *Computer Journal*, 8, 352-357.

Cronin, J.J. e Taylor, S.A., 1992. Measuring Service Quality: a Reexamination and Extension. *Journal of Marketing*, 56(3), 55-68.

Cronin, J.J. e Taylor, S.A., 1994. SERVPERF versus SERVQUAL: Reconciling Performance-Based and Perceptions-Minus-Expectations Measurement of Service Quality. *Journal of Marketing*, 58(1), 125-131.

Cuomo, M.T., 2000. *La customer satisfaction. Vantaggio competitivo e creazione di valore*. Padova: CEDAM.

Daganzo, C.F. e Kusnic, M., 1993. Two properties of nested logit model. *Transportation Science*, 27, 395-400.

Daly, A.J. e Zachary, S., 1978. Improved multiple choice models. In: D.A. Hensher e M.Q. Dalvi, eds. *Determinants of Travel Choice*. Westmead, U.K.: Saxon House.

Danaher, P.J., 1997. Using Conjoint Analysis to Determine the Relative importance of Service Attributes Measured in Customer Satisfaction Surveys. *Journal of Retailing*, 73(2), 235-260.

Decreto del Ministero della funzione pubblica, 31 marzo 1994. *Codice di comportamento dei dipendenti delle pubbliche amministrazioni*.

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, 30 dicembre 1998. *Schema generale di riferimento per la predisposizione della carta dei servizi pubblici del settore trasporti (Carta della mobilità)*.

Decreto Legislativo n. 29, 3 febbraio 1993. *Razionalizzazione della organizzazione delle Amministrazioni pubbliche e revisione della disciplina in materia di pubblico impiego*.

Decreto Legislativo n. 422, 19 novembre 1997. *Conferimento alle regioni ed agli enti locali di funzioni e compiti in materia di trasporto pubblico locale, a norma dell'articolo 4, comma 4, della legge 15 marzo 1997, n. 59 (Testo integrato con le modifiche apportate dal d. lgs. 20 settembre 1999, n. 400)*.

Denant-Boèmont, L. e Petiot, R., 2003. Information value and sequential decision-making in a transport setting: an experimental study. *Transportation Research Part B*, 37, 365-386.

Deng, W., 2007. Using a revised importance–performance analysis approach: the case of Taiwanese hot springs tourism. *Tourism Management*, 28, 1274-1284.

Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri, 27 gennaio 1994. *Principi sull'erogazione dei servizi pubblici*.

Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri, 24 marzo 2004. *Rilevazione della qualità percepita dai cittadini*.

Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri, 27 luglio 2005. *Direttiva per la qualità dei servizi on line e la misurazione della soddisfazione degli utenti*.

Domencich, T.A. e McFadden, D., 1975. *Urban Travel Demand: a Behavioural Analysis*. New York: American Elsevier.

Dubin, J. e Zeng, L., 1991. The Heterogeneous Logit Model. Working Paper, Caltech Social Science, 759.

Eboli, L. e Mazzulla, G., 2006a. La qualità del TPL. Un'indagine sperimentale nell'area di Cosenza. *Le Strade*, 9, 106-111.

Eboli, L. e Mazzulla, G., 2006b. A multinomial logit model for service quality measurement, *In: Proceedings of 11th Meeting of the EURO Working Group on Transportation "Advances in Traffic and Transportation System Analysis"*, Bari: The Local Organising Committee, 30-37.

Eboli, L. e Mazzulla, G., 2006c. Analisi comparativa di tecniche per la misura della qualità del servizio di trasporto pubblico. *In: Atti del convegno "Impresa, mercato, lealtà territoriale" Atti della XXVII Conferenza Italiana di Scienze Regionali, Pisa, 12-14 ottobre, Pisa*.

Eboli, L. e Mazzulla, G., 2006d. Un modello ad equazioni strutturali per la misurazione della *customer satisfaction* per i servizi di trasporto collettivo. *Trasporti&Territorio*, 4, 188-194.

Eboli, L. e Mazzulla, G., 2007. Service Quality Attributes Affecting Customer Satisfaction for Bus Transit. *Journal of Public Transportation*, 10(3), 21-34.

Enberg, J., Gottschalk, P. e Wolf, D., 1990. A Random Effects Logit Model of Work Welfare Transitions. *Journal of Econometrics*, 43, 63-75.

Eskildsen, J.K. e Dahlgaard, J.J., 2000. A causal model for employee satisfaction. *Total Quality Management*, 11(8), 1081-1094.

Espino, R., Ortùzar, J. de D. e Romàn, C., 2006a. Analysing demand for suburban trips: a mixed RP/SP model with latent variables and interaction effects. *Transportation*, 33, 241-261.

Espino, R., Ortùzar, J. de D. e Romàn, C., 2006b. Confidence Interval for Willingness to Pay Measures in Mode Choice Models. *Networks and Spatial Economics*, 6, 81-96.

Ettema, D., Gunn, H., De Jong, G. e Lindveld, K., 1997. A simulation method for determining the confidence interval of a weighted group average value of time. In: *Proceedings of the 25th European Transport Forum*. England: Brunel University.

Fabbris, L., 1997. *Statistica multivariata. Analisi esplorativa dei dati*. Milano: McGraw-Hill Libri Italia.

Feitelson, E., Hurd, R.E. e Mudge, R.R., 1996. The impact of airport noise on willingness to pay of residences. *Transportation Research Part D*, 1(1), 1-14.

Figini, M., 2003. *Dare valore alle esigenze dei clienti e dei dipendenti dell'azienda. Con la customer satisfaction ed i gruppi di miglioramento aziendali*. Milano: FrancoAngeli.

Fillone, A.M., Montalbo, C.M. e Tigliano, N.C., 2005. Assessing Urban Travel: a Structural Equations Modeling (SEM) Approach. In: *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 5, 1050-1064.

Fisher, R., 1922. The goodness of fit of regression formulae, and the distribution of regression coefficients. *Journal of the Royal Statistical Society*, 85, 597-612.

Formann, A., 1992. Linear Logistic Latent Class Analysis for Polytomous Data. *Journal of the American Statistical Association*, 87, 476-486.

Fornell, C., 1992. A national customer satisfaction barometer: the Swedish experience. *Journal of Marketing*, 56, 6-21.

Fornell, C., Johnson, M.D., Anderson, E.W., Cha, J., and Everitt Bryant, B., 1996. The American Customer Satisfaction Index: nature, purpose, and findings. *Journal of Marketing*, 60, 7-18.

Fosgerau, M. e Bjorner, T.B., 2006. Joint models for noise annoyance and willingness to pay for road noise reduction. *Transportation Research Part B*, 40, 164-178.

Franceschini, F. e Rossetto, S., 1996. Service Qualimetrics: The Qualitometro II Method. *Quality Engineering*, 12(1), 13-20.

Franceschini, F., Cignetti, M. e Caldara, M., 1998. Comparing tools for service quality evaluation. *International Journal of Quality Science*, 3(4), 356-367.

Freeman, A.M., 2003. *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. Washington, DC: Resources for the Future.

Galilea, P. e Ortùzar, J., 2005. Valuing noise level reductions in a residential location context. *Transportation Research Part D*, 10, 305-322.

Galton, F., 1877. Typical laws of heredity. *Nature*, 15, 492-495, 512-514, 532-533.

Galton, F., 1886. Regression Towards Mediocrity in Hereditary Stature. *Journal of the Anthropological Institute*, 15, 246-263.

Garrido, R.A. e Ortùzar, J. de D., 1993. The Chilean value of time study: methodological developments. In: *Proceedings of the 21st PTRC Summer Annual Meeting*, England: University of Manchester Institute of Science and Technology.

Garrido, R.A., 2003. Estimation performance of low discrepancy sequences in stated preferences. In: *Proceedings of 10th International Conference on Travel Behaviour Research*, Lucerne, Switzerland.

Garrod, G. e Willis, K.G., 1999. *Economic Valuation of the Environment: Methods and Case Studies*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

Gates, R., McDaniel, C. e Braunsberger, K., 2000. Modeling Consumer Health Plan Choice Behavior To Improve Customer Value and Health Plan Market Share. *Journal of Business Research*, 48, 247-257.

Golden, P.A. e Yeomans, K.A., 1973. The use of cluster analysis for stratification. *Applied Statistics*, 22, 213-219.

Golob, T.F., 2000. A simultaneous model of household activity participation and trip chain generation. *Transportation Research Part B*, 34, 335-376.

Gonul, F. e Srinivasan, K., 1993. Modeling Multiple Sources of Heterogeneity in Multinomial Logit Models. *Marketing Science*, 12, 213-29.

Good, I.J., 1977. The botryology of botryology. In: J. Van Ryzin, ed. *Classification and Clustering*. New York: Academic Press, 73-94.

Gower, J.C., 1966. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. *Biometria*, 53, 325-338.

Grace, J.B. e Pugesek, B.H., 1997. A structural equation Model of Plant Species Richness and its Application to a Coastal Wetland. *The American Naturalist*, 149(3), 436-460.

Green, P.E. e Rao, V.R., 1971. Conjoint Measurement for Quantifying Judgmental Data. *Journal of Marketing Research*, 8, 355-63.

Green, P.E. e Srinivasan, V., 1978. Conjoint Analysis in Consumer Research: Issues and Outlook. *The Journal of Consumer Research*, 5(2), 103-123.

Green, P.E. e Wind, Y., 1975. New Way to Measure Consumers' Judgments. *Harvard Business Review*, 53, 107-17.

Green, P.E., Frank, R.E. e Robinson, P.J., 1967. Cluster analysis in test market selection. *Management Science*, 13, 387-400.

Greene, W.H., Hensher, D.A. e Rose, J., 2006. Accounting for heterogeneity in the variance of unobserved effects in mixed logit models. *Transportation Research Part B*, 40, 75-92.

Gremler, D.D., 2004. The Critical Incident Technique in Service Research. *Journal of Service Research*, 7(1), 65-89.

Gustafsson, A., Herrmann, A. e Huber, F., 2001. Conjoint Analysis as an Instrument of Market Research Practice. In: A. Gustafsson, A. Herrmann e F. Huber, eds. *Conjoint measurement: methods and applications*. Berlin: Springer.

Guttman, L., 1954. Some necessary conditions for common factor analysis. *Psychometrika*, 19, 146-161.

Halton, J.H., 1960. On the efficiency of certain quasi random sequences of points in evaluating multi-dimensional integrals. *Numerische Mathematik*, 2, 84-90.

Han, A. e Algers, S., 2001. A Mixed Multinomial Logit Model for Route Choice Behaviour, In: *9th WCTR Conference, Seoul, Korea*.

Harman, H.H., 1976. *Modern Factor Analysis*. Chicago: University of Chicago Press.

Hartigan, J.A., 1967. Representation of similarity matrices by trees. *Journal of the American Statistical Association*, 62, 1140-1158.

Hartikainen, M., Salonen, E.P. e Turunen, M., 2004. Subjective Evaluation of Spoken Dialogue Systems Using SERVQUAL Method. *ICSLP*, 2273-2276.

Hensher, D.A. e Greene, W., 2000. Choosing between Conventional, Electric, and UPG/LNG Vehicle in Single Vehicle Households. Technical paper, Institute of Transport Studies, University of Sydney, Australia.

Hensher, D.A. e Goodwin, P., 2004. Using values of travel time savings for toll roads: avoiding some common errors. *Transport Policy*, 11, 171-181.

Hensher, D.A. e Greene, W.H., 2003. The mixed logit model: the state of practice. *Transportation*, 30(2), 133-176.

Hensher, D.A. e Prioni, P., 2002. A service quality index for a area-wide contract performance assessment regime. *Journal of Transport Economics and Policy*, 36(1), 93-113.

Hensher, D.A., 1997. A practical approach to identifying the market for high speed rail in the Sydney-Canberra corridor. *Transportation Research Part A*, 31, 431-446.

Hensher, D.A., 1998. Extending valuation to controlled value functions and non-uniform scaling with generalized unobserved variances. *In: T. Garling, T. Laitila e K. Westin. Theoretical Foundations of Travel Choice Modeling*. Oxford: Pergamon, 75-102.

Hensher, D.A., 1999. HEV Choice Models as a Search Engine for the Specification of Nested Logit Tree Structures. *Marketing Letters*, 10(4), 339-349.

Hensher, D.A., 2001a. The Valuation of Travel Time Savings for Urban Car Drivers: Evaluating Alternative Model Specifications. *Transportation*, 28, 101-118.

Hensher, D.A., 2001b. Measurement of the valuation of travel time savings. *Journal of Transport Economics and Policy*, 35(1), 71-98.

Hensher, D.A., 2006c. Service Quality as a Package: What does it mean to Heterogeneous Consumers. *In: 9th World Conference on Transport Research, Seoul, Korea, 22-27 July*.

Hensher, D.A., 2006a. The signs of the times: Imposing a globally signed condition on willingness to pay distributions. *Transportation*, 33, 205-222.

Hensher, D.A., 2006b. Towards a practical method to establish comparable values of travel time savings from stated choice experiments with differing design dimensions. *Transportation Research Part A*, 40, 829-840.

Hensher, D.A., Stopper, P. e Bullock, P., 2003. Service quality-developing a service quality index in the provision of commercial bus contracts. *Transportation Research Part A*, 37, 499-517.

Hess, S. e Polak, J., 2005. Mixed logit modelling of airport choice in multi-airport regions. *Journal of Air Transport Management*, 11, 59-68.

Hess, S., Bierliare, M. e Polak, J.W., 2005. Estimation of value of travel-time savings using mixed logit models. *Transportation Research Part A*, 39, 221-236.

Hess, S., Train, K.E. e Polak, J.W., 2006. On the use of a Modified Latin Hypercube Sampling (MLHS) method in the estimation of a Mixed Logit Model for vehicle choice. *Transportation Research Part B*, 40, 147-163.

Hill, N., Brierley, G. e MacDougall, R., 2003. *How to Measure Customer Satisfaction*. Hampshire: Gower Publishing.

Huber F., Herrmann, A. e Gustafsson, A., 2001. On the influence of the Evaluation Methods in Conjoint Design-Some Empirical Results. *In: A. Gustafsson, A. Herrmann e F. Huber, eds. Conjoint measurement: methods and applications*. Berlin: Springer.

Iraguen, P. e Ortùzar, J. de D., 2004. Willingness-to-pay for reducing fatal accident risk in urban areas: an Internet-based Web page stated preference survey. *Accident Analysis and Prevention*, 36 (4), 513-524.

ISTAT, 2000. 5° Censimento Generale dell'Agricoltura.

- ISTAT, 2001. 14° Censimento Generale della Popolazione
- ISTAT, 2001. 8° Censimento Generale dell'Industria e dei Servizi.
- Jain, D., Vilcassim, N. e Chintagunta, P., 1994. A Random Coefficients Logit Brand Choice Model Applied to Panel Data. *Journal of Business and Economic Statistics*, 12, 317-28.
- Jardine, N. e Sibson, R., 1971. *Mathematical Taxonomy*. London: Wiley.
- Jen, W. e Hu, K.C., 2003. Application of perceived value model to identify factors affecting passengers' repurchase intentions on city bus: a case of the Taipei metropolitan area. *Transportation*, 30, 307-327.
- Jim, C.Y. e Chen, W.Y., 2007. Consumption preferences and environmental externalities: A hedonic analysis of the housing market in Guangzhou. *Geoforum*, 38, 414-431.
- Johnson, L.J. e Harrah, W.F., 2002. An Application of the Critical Incident Technique in Gaming Research. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 12(2-3), 45-63.
- Johnson, N. e Kotz, S., 1970. *Distributions in Statistics: Continuous Univariate Distributions*. New York: John Wiley.
- Johnson, S.C., 1967. Hierarchical clustering schemes. *Psychometrika*, 32, 241-254.
- Jones, S. e Hensher, D.A., 2004. Predicting Firm Financial Distress: A Mixed Logit Model. *The Accounting Review*, 79(4), 1011-1038.
- Joreskog, K.G. e Sorbom, D., 1988. *PRELIS: A Program for Multivariate Data Screening and Data Summarization. A Preprocessor for LISREL*. Chicago: SSI, Inc.
- Joreskog, K.G. e Sorbom, D., 1989. *LISREL 7: A Guide to the Program and Applications*. Chicago: SPSS, Inc.
- Joreskog, K.G. e Sorbom, D., 1995. *LISREL 8: Scientific Software International*, Chicago: Inc.
- Joreskog, K.G., 1973. Analysis of covariance structures. In: P.R. Krishnaiah, ed. *Multivariate Analysis-III*. New York: Academic Press, 263-285.
- Jorgensen, F. e Dargay, J., 2007. Inferring price elasticities of car use and moral costs of driving without a licence. *Transportation Research Part A*, 41, 49-55.
- Jorgensen, F. e Wentzel-Larsen, T., 2002. Car drivers' willingness to pay for not losing their driving licence. *Transportation*, 29, 271-286.
- Kaiser, H.F., 1958. The VARIMAX criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, 23, 187-198.
- Kaiser, H.F., 1960. The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141-151.
- Kaiser, H.F., 1974. An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39, 31-36.



Kano, N., Seraku, N. e Takahashi, F., 1984. Attractive quality and must-be quality. *The Journal of the Japanese Society for Quality Control*, 14(2), 39-48.

Karlaftis, M.G., Golias, J. e Papadimitriou, E., 2001. Transit Quality as an Integrated Traffic Management Strategy: Measuring Perceived Service. *Journal of Public Transportation*, 4(1).

Khattak, A.J., Yim, Y. e Stalker Prokopy, L., 2003. Willingness to pay for travel information. *Transportation Research Part C*, 11, 137-159.

Koppelman, F.S. e Wen, C.H., 2000. The paired combinatorial logit model: properties, estimation and application. *Transportation Research Part B*, 34, 75-89.

Kotri, A., 2006. *Analyzing Customer Value Using Conjoint Analysis: The Example Of A Packaging Company*. Working Paper Series 46, University of Tartu (Estonia).

Kuo, Y.F., 2004. Integrating Kano's Model into Web-community Service Quality. *Total Quality Management*, 15(7), 925-939.

Kuppam, A.R. e Pendyala, R.M., 2001. A structural equations analysis of commuters' activity and travel patterns. *Transportation*, 28, 33-54.

Kuttainen, C., Iliachenko, E. e Salesi-Sangari, E., 2005. Pre-adoption customer satisfaction with tourism websites: conjoint analysis of electronic customer relationship management features. In: *Proceedings of The AM2005 Academy of Marketing Conference, Dublin, July 4-7*. Dublin, Ireland.

Lam, T. e Zhang, H.Q., 1999. Service quality of travel agents: the case of travel agents in Hong Kong. *Tourism Management*, 20, 341-349.

Lancaster, K., 1966. A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*, 74(2), 132-157.

Lance, G.N. e Williams, W.T., 1967. Mixed-data classificatory programs. I. Agglomerative system. *Australian Computer Journal*, 1, 15-20.

Lau, G.T. e Huang, S.B., 1999. The influence of task characteristics and job-related characteristics on retail salesperson selling orientation. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 6, 147-156.

Legge n. 400, 23 agosto 1988. *Disciplina dell'attività di Governo e ordinamento della Presidenza del Consiglio dei ministri*.

Legge n. 273, 11 luglio 1995. *Misure urgenti per la semplificazione dei procedimenti amministrativi e per il miglioramento dell'efficienza delle Pubbliche Amministrazioni*.

Legge n. 281, 30 luglio 1998. *Disciplina dei diritti dei consumatori e degli utenti*.

Legge Regionale n. 18, 28 dicembre 2006. *Norme urgenti in materia di proroga del regime transitorio del trasporto pubblico locale*.

Lofgren, M. e Witell, L., 2005. Kano's Theory of Attractive Quality and Packaging. *Quality Management Journal*, 12(3), 7-20.

Lu, X. e Pas, E.I., 1999. Socio-demographics, activity participation and travel behaviour. *Transportation Research Part A*, 33, 1-18.

MacNaughton-Smith P., Williams, W.T., Dale M.B. e Mockett, L.G., 1964. Dissimilarity analysis: a new technique of hierarchical sub-division. *Nature*, 202, 1304-1305.

MacQueen, J., 1967. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In: L. M. Le Cam e J. Neyman, eds. *Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*. Berkeley, California: University of California Press, vol.1, 281-297.

MacCallum, R.C. e Austin, J.T., 2000. Applications of Structural Equation Modeling in Psychological Research. *Annual Review of Psychology*, 51, 201-226.

MacLean, S. e Gray, K., 1998. Structural Equation Modelling in Market Research. *Journal of the Australian Market Research Society*, 6, 17-32.

Mai, L.W. e Ness, M.R., 2006. A Structural Equation Model of Customer Satisfaction and Future Purchase of Mail-Order Speciality Food. *Int. Journal of Business Science and Applied Management*, 1(1).

Manaresi, A., Marzocchi G. e Tassinari, G., 2000. La soddisfazione del cliente dei servizi di segreteria universitaria: un modello a equazioni strutturali. In: AA.VV., ed. *Valutazione della qualità e customer satisfaction: il ruolo della statistica*. Milano: Vita e Pensiero, 291-316.

Manning, M.L., Davidson, M. e Manning, R.L., 2005. Measuring tourism and hospitality employee workplace perceptions. *Hospitality Management*, 24, 75-90.

Martensen, A. e Grønholdt, L., 2001. Using employee satisfaction measurement to improve people management: An adaptation of Kano's quality types. *Total Quality Management*, 12(7-8), 949-957.

Martilla, J.A. e James, J.C., 1977. Importance-performance analyses. *Journal of Marketing*, 41(1), 77-79.

Matzler, K., Bailomb, F., Hinterhubera, H.H., Renzla, B. e Pichler, J., 2004a. The asymmetric relationship between attribute-level performance and overall customer satisfaction: a reconsideration of the importance-performance analysis. *Industrial Marketing Management*, 33, 271-277.

Matzler, K., Fuchs, M. e Schubert, A.K., 2004b. Employee Satisfaction: Does Kano's Model Apply?. *Total Quality Management*, 15, (9-10), 1179-1198.

Mazzulla, G. e Eboli, L., 2007. Behavioural and non-behavioural models for customer satisfaction measure. In: *Proceedings of the 4th International CIRCLE (Centre for International*

*Research in Consumers Location and their Environments) Conference "Consumer Behaviour and Retailing Research", Locri-Siderno, 11-13 Aprile, Locri-Siderno.*

Mc Quitty, L.L., 1966. Similarity analysis by reciprocal pairs for discrete and continuous data. *Educational and Psychological Measurement*, 24, 441-456.

McFadden, D. e Reid, F., 1975. Aggregate Travel Demand Forecasting from Disaggregated Behavioral Models, *Transportation Research Record: Travel Behavior and Values*, 534, 24-37.

McFadden, D., 1978. Modeling the choice of residential location. *Transportation Research Record*, 672, 72-77.

McFadden, D. e Train, K., 1997. Mixed Multinomial Logit Models for Discrete Response. Working paper, Department of Economics, University of California, Berkeley.

McFadden, D., 1986. The Choice Theory Approach to Market Research. *Marketing Science*, 5, 275-297.

Mehndiratta, S., 1997. *Time-of-Day Effects in Intercity Business Travel*. Thesis (PhD). University of California, Berkeley.

Mehndiratta, S., Kemp, M., Peirce, S. e Lappin, J., 2000. Users of a regional telephone-based traveler information system-a study of TravInfo™ users in the San Francisco Bay Area. *Transportation*, 27, 391-417.

Mihelis, G., Grigoroudis, E., Siskos, Y., Politis, Y. e Malandrakis, Y., 2001. Customer satisfaction measurement in the private bank sector. *European Journal of Operational Research*, 130, 347-360.

Mintzberg, H., Ahlstrand, B. e Lampel, J., 1998. *Strategy Safari: A guided tour through the wilds of strategic management*. New York: The Free Press.

Mitchell, R.J., 1992. Testing evolutionary and ecological hypotheses using path analysis and structural equation modelling. *Functional Ecology*, 6, 123-129.

Molin, E.J.E. e Timmermanns, H.J.P., 2006. Traveler expectations and willingness-to-pay for Web-enabled public transport information services. *Transportation Research Part C*, 14, 57-67.

Montgomery, M., Richards, T. e Braun, H., 1986. Child Health, Breast Feeding, and Survival in Malaysia: A Random Effects Logit Approach. *Journal of the American Statistical Association*, 81, 297-309.

Morana, M.T., 1996. L'analisi e la valutazione della soddisfazione degli utenti interni: un'applicazione nell'ambito dei servizi sanitari. Working paper 2, CNR Ceris.

MORI Social Research Institute, 2002. Public Service Reform. Measuring & Understanding Customer Satisfaction. A Review for the Office of Public Services Reform.

Morrison, D.F., 1967. Measurement problems in cluster analysis. *Management Science*, 13, 775-780.

Munizaga, M.A., Heydecker, B.G., e Ortùzar, J. de D., 2000. Representation of heteroscedasticity in discrete choice models. *Transportation Research Part B*, 34, 219-240.

Muthén B., Kaplan, D. e Hollis, M., 2006. On structural equation modeling with data that are not missing completely at random. *Psychometrika*, 52(3), 431-462.

NSSC, NASA Shared Services Center, 2006. *Baseline Customer Satisfaction Surveys*. ScottMadden.

Niederreiter, H., 1995. New developments in uniform pseudo-random number and vector generation. In: H. Niederreiter e J.S. Shiue, eds. *Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods in Scientific Computing*. New York: Springer, 94-112.

Ortùzar, J. de D. e Rodríguez, G., 2002. Valuing reductions in environmental pollution in a residential location context. *Transportation Research Part D*, 7, 407-427.

Papola, A., 2004. Some developments on the cross-nested logit model. *Transportation Research Part B*, 38, 833-851.

Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. e Berry, L.L., 1985. A conceptual model of service quality and its implication for future research. *Journal of Marketing*, 49, 41-50.

Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. e Berry, L.L., 1988. Servqual: a multiple item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 12-40.

Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. e Berry, L.L., 1991. Refinement and Reassessment of the SERVQUAL Scale. *Journal of Retailing*, 67(4), 420-449.

Pearson, K., Yule, G.U., Blanchard, N. e Lee, A., 1903. The Law of Ancestral Heredity. *Biometrika*, 2, 211-236.

Petrick, J.F., 2006. The Utilization of Critical Incident Technique to Examine Cruise Passengers' Repurchase Intentions. *Journal of Travel Research*, 44(3), 273-280.

Prioni, P. e Hensher, D.A., 2000. Measuring service quality in scheduled bus services. *Journal of Public Transportation*, 3(2), 51-74.

PRIN, Programma di Ricerca di Rilevante Interesse Nazionale-Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, 2006. *Sistemi di trasporto collettivo avanzati a media potenzialità. Analisi funzionali ed economico-finanziarie*, Reggio Calabria: Laruffa Editore.

Quartapelle, A., 1994. *Customer satisfaction*. Milano: McGraw-Hill.

Radford, M.L., 2006. The Critical Incident Technique and the Qualitative Evaluation of the Connecting Libraries and Schools Project. *Library Trends*, 55(1), 46-64.

Ramanayya, T.V. e Nagadevara, V. e Shyamal Roy, 2007. Quality Expectations of Transport Services and Willingness to Pay: Case of KSRTC. *AIMS International*, 1(1), 39-52.

Recker, W.W., McNally, M.G. e Root, G.S., 1986. A model of complex travel behaviour: Part II - An operational model. *Transportation Research Part A*, 20, 319-330.

Revelt, D. e Train, K., 1998. Mixed Logit with Repeated Choices of Appliance Efficiency Levels. *Review of Economics and Statistics*, 53(4), 647-657.

Richards, M. e Ben-Akiva, M., 1975. *A disaggregate travel demand model*. Lexington, Massachussets: D.C. Heath.

Rizzi, A., 1992. *Inferenza Statistica*, UTET Libreria.

Rizzi, L.I. e Ortùzar, J. de D., 2003. Stated preference in the valuation of interurban road safety. *Accident Analysis and Prevention*, 35 (1), 9-22.

Ronda Britt, M.A., 2004. Survey of veterans satisfaction with the va compensation and pension claims process. Summary Report, National and Regional Office Results and Performance Trends, U.S. Department of Veterans Affaire.

Ruiter, E.R. e Ben-Akiva, M., 1978. Disaggregate Travel Demand Models for the San Francisco Bay Area. *Transportation Research Record*, 673, 121-128.

Saelensminde, K., 1999. Stated choice valuation of urban traffic air pollution and noise. *Transportation Research Part D*, 4, 13-27.

Sàndor, Z. e Train, K., 2004. Quasi-random simulation of discrete choice models. *Transportation Research Part B*, 38(4), 313-327.

Sauerwein, E., Bailom, F., Matzler, K. e Hinterhuber, H.H., 1996. The Kano model: how to delight your customers. Proceedings of the IX International Working Seminar on Production Economics, Innsbruck/Igls/Austria, February 19-23, 313 -327.

Schoeffler, S., Buzzell, R. e Heany, D., 1974. Impact of Strategic Planning on Profit Performance. *Harvard Business Review*, March-April.

Schvaneveldt, S.J., Enkawa, T. e Miyakawa, M., 1991. Consumer evaluation perspectives of service quality: evaluation factors and two-way model of quality. *Total Quality Management*, 2, 149-61.

Shao, J. e Tu, D., 1995. *The Jackknife and the Bootstrap*. New York: Springer.

Shaupp, L.P. e Bèlanger, F., 2005. A conjoint analysis of online consumer satisfaction. *Journal of Electronic Commerce Research*, 6(2).

Small, K.A., 1987. A discrete choice model for ordered alternatives. *Econometrica*, 55, 409-424.

Sneath, P.H.A. e Sokal, R.R., 1973. *Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical Classifications*. S.Francisco: Freeman & Co.

Sofres, 1996. European consumer satisfaction index: feasibility study. Final report, June.

Sokal, R.R. e Michener, C.D., 1958. A statistical method for evaluating systematic relationship. *Kansas University Science Bulletin*, 38, 1409-1438.

Spearman, C., 1904. General intelligence, objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, 201-293.

SPSS Inc., 1983. *SPSS User's manual*. New York: McGraw-Hill.

Steckel, J. e Vanhonacker, W., 1988. A Heterogeneous Conditional Logit Model of Choice. *Journal of Business and Economic Statistics*, 6, 391-398.

Stuart, K.R., Mednick, M. e Bockman, J., 2000. Structural equation model of customer satisfaction for the New York City subway system. *Transportation Research Record*, 1735, 133-137.

Talvitie, A., 1972. Comparison of Probabilistic Modal-Choice Models. *Highway Research Record*, 392, 111-120.

Tam, Mei Ling, Tam, Mei Lang e Lam, W.H.K., 2005. Analysis of Airport Access Mode Choice: a Case Study in Hong Kong. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 6, 708-723.

Tan, K.C. e Shen, X.X., 2000. Integrating Kano's model in the planning matrix of quality function deployment. *Total Quality Management*, 11(8), 1141-1151.

Tanese, A., Negro, G. e Gramigna, A. (a cura di), 2003. *La customer satisfaction nelle amministrazioni pubbliche. Valutare la qualità percepita dai cittadini*. Soveria Mannelli (CZ): Rubbettino.

Teas, R.K., 1993. Expectations, Performance Evaluation, and Consumers' Perceptions of Quality. *Journal of Marketing*, 57(4), 18-34.

Tellis, G. e Golder, P., 1996. First to Market, First to Tail: The Real causes of enduring market leadership. *Sloan Management Review*, 37(2).

Thurstone, L., 1927. A law of comparative judgement. *Psychological Review*, 34, 273-286.

Thurstone, L.L, 1931. Multiple factor analysis. *Psychological Review*, 38, 406-427.

Thurstone, L.L, 1935. *The Vectors of mind*. Chicago: University of Chicago Press.

Thurstone, L.L, 1947. *Multiple Factor Analysis*. Chicago: University of Chicago Press.

Ting, S.C. e Chen, C.N., 2002. The asymmetrical and non-linear effects of store quality attributes on customer satisfaction. *Total Quality Management*, 13(4), 547- 569.

Train, K., 1998. Recreation Demand Models with Taste Differences over People. *Land Economics*, 74, 230-239.

Train, K., 1999. Halton sequences for mixed logit. Working paper E00-278, Department of Economics, University of California, Berkeley.

Train, K., McFadden, D. e Goett, A., 1987. Consumer Attitudes and Voluntary Rate Schedules for Public Utilities. *Review-of-Economics-and-Statistics*, 69, 383-91.

Transportation Research Board, 1999. A handbook for measuring customer satisfaction and service quality. *Transit Cooperative Research Program, Report 47*, Washington, D.C: National Academy Press.

Van der Hoorn, T., 1979. Travel behaviour and the total activity pattern. *Transportation*, 8, 309-328.

Vovsha, P., 1997. The Cross-Nested Logit Model: Application to Mode Choice in the Tel Aviv Metropolitan Area. *Transportation Research Record*, 1607, 6-15.

Walton, D., Thomas, G.A. e Cenek, P.D., 2004. Self and others' willingness to pay for improvements to the paved road surface. *Transportation Research Part A*, 38, 483-494.

Ward, J.H., 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58, 236-244.

Wen, C.H. e Koppelman, F.S., 2001. The generalized nested logit model. *Transportation Research Part B*, 35, 627-641.

Westin, R. e Gillen, D., 1978. Parking Location and Transit Demand: A Case Study of Endogenous Attributes in Disaggregate Mode Choice Models. *Journal of Econometrics*, 8, 75-101.

Westin, R., 1974. Predictions from binary choice models. *Journal of Econometrics*, 2, 1-16.

Wiley, D.E., 1973. The identification problem for structural equation models with unmeasured variables. In: A.S. Goldberger e O.D. Duncan, eds. *Structural Equation Models in the Social Sciences*. New York: Seminar Press, 69-83.

Williams, H.C.W.L., 1977. On the formation of travel demand models and economic evaluation measures of user benefit. *Environmental Planning A*, 9, 285-344.

Xia, W., Ping, Z., Gao, W. e Jia, L., 2007. Market segmentation based on customer satisfaction-loyalty links. *Frontiers of Business Research in China*, 1(2), 211-221.

Yasin, M., Correia, E. e Lisboa, J., 2004. The profitability of customer-targeted quality improvement efforts: an empirical examination. *The TQM Magazine*, 16(1), 45-49.

Yule, G.U., 1897. On the Theory of Correlation. *Journal of the Royal Statistical Society*, 812-54.

Zeithaml, V.A., Parasuraman, A. e Berry, L.L., 1991. *Servire Qualità*. Milano: Mc Graw-Hill.

## Ringraziamenti

Ringrazio tutte le persone che mi sono state particolarmente vicine in questi tre anni della mia vita e che hanno contribuito alla mia crescita umana e professionale.

Un particolare ringraziamento va all'ing. Gabriella Mazzulla, supervisore della mia tesi di dottorato, mio principale punto di riferimento nel corso di questi tre anni, preziosa insegnante del metodo di ricerca. Con lei ho costruito un rapporto di sincera amicizia, oltre che un serio, proficuo e piacevole rapporto di lavoro attraverso il quale ho avuto la possibilità di intraprendere un percorso professionale altamente stimolante.

Ringrazio il prof. Demetrio Festa, per avermi indirizzata sul tema di ricerca da me sviluppato e approfondito, per avermi accordato la massima fiducia nello svolgimento dell'intero percorso e per aver dispensato, nel corso dello stesso, i più giusti e preziosi suggerimenti.

Ringrazio gli altri docenti del gruppo di trasporti di questo dipartimento, il prof. Sergio d'Elia e il prof. Vittorio Astarita, per avermi accolta in questa "famiglia" fin dal primo giorno e per aver contribuito ad accrescere la mia esperienza di vita e di studio.

Un ringraziamento particolare va al neo-ricercatore Piero, che attraverso il sentimento di amicizia nutrito nei miei confronti e l'incondizionata disponibilità sempre dimostratami, ha di certo reso più agevole e piacevole la quotidianità della mia vita in dipartimento.

Un grazie di cuore va ai miei compagni di viaggio Mario, Alessandro, Walter, Mirko, Emilio, Vincenzo e Federica, per essere stati sempre cortesi nei miei riguardi e per avermi "sopportata" nei momenti peggiori.

Ringrazio il personale tecnico-amministrativo del dipartimento, i cui componenti si sono dimostrati sempre pronti e disponibili a soddisfare ogni mia richiesta.

Un pensiero particolare va a Rosanna per avermi fatto da guida nei primi passi di questo percorso e per essermi rimasta amica anche dopo il suo trasferimento.

È doveroso rivolgere un pensiero alla mia famiglia, certezza della mia vita:

Un ringraziamento va, *in primis*, ai miei genitori per tutto ciò che hanno fatto e che ancora fanno per me; in particolare, a mio padre per essersi dimostrato, in ogni



## Ringraziamenti

momento, orgoglioso di me e per avermi stimolata e incoraggiata al raggiungimento di mete sempre più alte e prestigiose; a mia madre, per avermi insegnato ad avere sempre fiducia in me stessa e nelle mie capacità e ad affrontare i problemi con determinazione ma soprattutto senza mai perdere la calma e la razionalità; ad Emma e Paola, i miei due gioielli: in particolare, ad Emma che, anche se più piccola di me, è stata una guida precisa e impeccabile, assumendo tante volte le vesti di sorella maggiore; e a Paola, la cui esistenza mi regala ogni giorno qualcosa di profondo, aiutandomi ad affrontare la vita con un sorriso; a Stefano e Salvatore, i miei due “fratelli adottivi”, presenze oramai costanti nella vita quotidiana della mia famiglia e portatori di allegria e spensieratezza; a zia Lina e zio Ferruccio, parti integranti della mia famiglia, per essere sempre presenti in ogni accadimento della mia esistenza con affetto e amore incondizionati; ma soprattutto un grazie a nonna Emma per avermi cresciuta e aiutata ad arrivare fino a qui, per essere stata un esempio di forza e dedizione al quale ispirarmi per sempre, e per l'aiuto che continuerà a darmi anche adesso che non è più fisicamente accanto a me.

Un pensiero speciale lo rivolgo al mio fidanzato Andrea, mio compagno fedele da dieci anni, che mi ha sostenuta con amore nel perseguimento di tutti gli obiettivi, condividendo ogni mia scelta, aiutandomi a correggere i miei difetti, ad essere più paziente e serena, e ad andare avanti per la mia strada senza paura. Lo ringrazio perché in questa esperienza mi è stato particolarmente vicino, facendo in modo che il nostro rapporto si intensificasse ogni giorno di più.

Vorrei ringraziare, inoltre, tutti i parenti e gli amici che giornalmente mi dimostrano il loro affetto.

Vorrei, infine, rivolgere un pensiero a coloro che, non essendo né familiari, né amici, né colleghi di lavoro, sono stati ugualmente preziosi per il raggiungimento di questa meta: i 510 studenti dell'Unical intervistati durante l'indagine sperimentale, che con cortesia e pazienza mi hanno dedicato 5 minuti del loro tempo prezioso per rispondere alle domande del questionario; i *referee* anonimi delle riviste in cui sono stati pubblicati alcuni risultati del lavoro di tesi, perché con le loro critiche e suggerimenti hanno permesso di migliorare la qualità dell'intera ricerca. Un ringraziamento particolare va, infine, ai signori Carmine Costabile e Rocco Carlomagno, che si sono succeduti alla Presidenza del Consorzio Autolinee Cosenza

## Ringraziamenti

S.r.l., all'avv. Ferdinando Tarzia, Direttore Generale dell'azienda, e all'arch. Angelo Saponaro, Responsabile dell'Ufficio Tecnico, perché oltre ad aver fornito un supporto di tipo economico, hanno mostrato vivo interesse per lo svolgimento di questa ricerca.