



Un approccio operativo per la valutazione della qualità nei servizi di trasporto pubblico

An operational approach for the quality evaluation in public transport services

Dott. Ing. Silvio NOCERA^(*)

1. Introduzione

La valutazione della qualità è una fra le questioni chiave dell'ingegneria dei trasporti: la rappresentazione attraverso una serie di relazioni tra velocità e tasso di saturazione del flusso (così come descritto nel "Manuale di Capacità delle Strade") è molto ben conosciuta e largamente accettata in tutto il mondo, ma riguarda in modo specifico il trasporto privato. La questione appare più complessa quando si considera il trasporto pubblico: in questo caso, la scelta dei parametri influenti e la loro percezione dipendono in larga misura da impressioni soggettive.

Il metodo presentato in questa memoria considera la valutazione del trasporto pubblico identificando un gruppo di fattori che la influenzano e definendo per ciascuno di essi delle soglie per la valutazione del loro rendimento. La comprensione e l'applicazione di questa tecnica dovrebbero risultare alquanto facili e permettere velocemente l'identificazione delle possibili carenze, garantendo alla pianificazione dei trasporti uno strumento efficace per l'analisi ed il miglioramento dei servizi di trasporto pubblico.

2. Qualità e soddisfazione nel trasporto pubblico

I concetti di "qualità" e "soddisfazione" sono spesso confusi da un punto di vista lessicale, sebbene una branca dell'economia rilevi che l'esatta comprensione delle loro relazioni sia la chiave per il successo finanziario di un'iniziativa commerciale (HIRSCHMAN, 1970).

In particolare, sembra non esserci nessuna definizione universalmente accettata del concetto di "qualità". Secondo SCHNEIDER e WHITE (2004), ci sono tre approcci per la sua definizione: uno filosofico, uno operativo e uno customer-based.

1. Introduction

The evaluation of Transport Quality is one of the key issues within Transportation Engineering: as far as motorised individual transport is concerned, the method of expressing it through a series of relations between speed and saturation flow rate (as in the Highway Capacity Manual) is very well-known and mostly accepted throughout the world. The matter is more complicated when public transport (or: transit) is at-stake, as the choice of the influent parameters and their perception are normally extremely dependent from subjective impressions.

The method presented in this paper evaluates public transport identifying a group of influencing factors and defining for each of them thresholds for the assessment of their performances. The comprehension and application of this approach should be easy tasks and allow the fastest recognition of possible deficiencies, providing transportation planning with an effective tool for the analysis and the improvement of transit services.

2. Quality and satisfaction in public transport

The concepts of "quality" and "satisfaction" are often lexically confused, even though a branch of economy reveals that understanding the relations between them is the key for the financial success of a venture (HIRSCHMAN, 1970).

There appears to be no universally accepted definition of the construct of "quality". According to SCHNEIDER and WHITE (2004), there are three approaches for its definition: a philosophical approach, a technical approach, and a customer-based approach. The *philosophical approach* defines "quality" as a synonym for "excellence", as in the construct "a quality transit". From this point of view, qual-

^(*) Università IUAV di Venezia.

^(*) IUAV University of Venice, Italy.

Il primo di essi (approccio filosofico) definisce il termine "qualità" come sinonimo di "eccellenza". Per esempio, il costrutto "un trasporto di qualità" definisce il concetto senza alcuna possibilità operativa di misurazione. Da questo punto di vista, quindi, la qualità non può essere conosciuta a priori, ma la si può riconoscere solamente una volta sperimentata.

L'approccio operativo considera invece la qualità in termini di conformità ad alcuni parametri specificati a priori, ed è applicato principalmente nella produzione di massa.

Nell'ultimo caso, la definizione di qualità dipende da percezioni individuali ed è di conseguenza alquanto soggettiva. In quest'accezione, è spesso usata nel settore dei servizi perché in questo campo le percezioni tendono ad essere poco definibili e, quindi, difficili da misurare (HILL et al. 2003).

Neppure la differenza tra i concetti di qualità e di soddisfazione del cliente è univoca: sembrano, infatti, esserci almeno tre modi di intendere i due concetti. RUST ed OLIVER (1994) distinguono tra qualità e soddisfazione basandosi sul numero di fattori presi in considerazione dai clienti quando valutano il servizio. Essi ritengono che durante il processo individuale di valutazione della qualità, i clienti considerino solamente gli specifici fattori sotto il controllo della società di trasporto, pur essendo consapevoli che le valutazioni della soddisfazione da parte del cliente siano molto più profonde e prendano in considerazione molti fattori che non sono necessariamente sotto il controllo della società. Una determinata corsa, per esempio, può essere considerata di "buona qualità" da parte di un viaggiatore, se costui è di buon umore ed il conducente è amichevole. Lo stesso viaggiatore può altresì essere scontento del medesimo viaggio se il suo vicino è molesto o il veicolo è imbottigliato nel traffico. Di conseguenza il traffico – il quale non può essere evidentemente controllato da una società di trasporto – ha un impatto sulla soddisfazione del cliente ma non sulla sua percezione della qualità di servizio, se si ipotizza che egli arrivi alla destinazione in orario.

Un secondo modo di distinguere i due concetti deriva dal fatto che mentre la qualità può essere valutata anche nel caso in cui i clienti non abbiano ancora provato un certo servizio, la soddisfazione si può stimare solamente dopo il suo utilizzo, perché dipende dalla reazione all'esperienza individuale (BITNER e HUBBERT, 1994; RUST ed OLIVER 1994). Per esempio, conoscenti di utenti precedenti possono asserire che la qualità di un certo servizio è buona basandosi solamente su quanto hanno sentito dire senza ricorso all'esperienza diretta, dalla quale non avrebbe potuto invece prescindere una qualsiasi considerazione sulla loro soddisfazione.

Un terzo modo per distinguere tra qualità e soddisfazione è stato discusso da PARASURAMAN et al. (1988), RUST ed OLIVER (1994) e SCHNEIDER e WHITE (2004). Nel valutare la qualità, i clienti paragonano le loro percezioni del ser-

vice non può essere conosciuta in anticipo; può essere riconosciuta solo quando è percepita. Pertanto, la qualità così definita non può essere misurata. L'approccio operativo considera la qualità in termini di conformità a specifiche a priori, ed è applicato principalmente nel contesto della produzione di massa standardizzata. Nell'approccio basato sul cliente, la definizione di qualità dipende dalle percezioni individuali ed è quindi piuttosto soggettiva. Questa definizione è spesso usata nel settore dei servizi perché le percezioni tendono ad essere intangibili e quindi a volte difficili da misurare (HILL et al., 2003).

La differenza tra qualità e soddisfazione del cliente non è univoca. Appaiono almeno tre modi per differenziare i due concetti.

Prima, RUST ed OLIVER (1994) distinguono tra qualità e soddisfazione basandosi sul numero di fattori presi in considerazione dai clienti quando valutano il servizio. Essi ritengono che durante il processo individuale di valutazione della qualità, i clienti considerino solo i fattori sotto il controllo della società di trasporto, pur essendo consapevoli che le valutazioni della soddisfazione da parte del cliente siano molto più profonde e prendano in considerazione molti fattori che non sono necessariamente sotto il controllo della società. Una corsa determinata, per esempio, può essere considerata di "buona qualità" da parte di un viaggiatore, se costui è di buon umore ed il conducente è amichevole. Lo stesso viaggiatore può essere scontento dello stesso viaggio se il suo vicino è molesto o il veicolo è imbottigliato nel traffico. Di conseguenza il traffico – il quale non può essere evidentemente controllato da una società di trasporto – ha un impatto sulla soddisfazione del cliente ma non sulla sua percezione della qualità di servizio, se si ipotizza che egli arrivi alla destinazione in orario.

Un secondo modo di distinguere i due concetti deriva dal fatto che mentre la qualità può essere valutata anche nel caso in cui i clienti non abbiano ancora provato un certo servizio, la soddisfazione si può stimare solo dopo il suo utilizzo, perché dipende dalla reazione all'esperienza individuale (BITNER e HUBBERT, 1994; RUST ed OLIVER, 1994). Per esempio, i conoscenti degli utenti precedenti possono asserire che la qualità di un certo servizio è buona basandosi solo su quanto hanno sentito dire senza ricorso all'esperienza diretta, dalla quale non avrebbe potuto invece prescindere una qualsiasi considerazione sulla loro soddisfazione.

Un terzo modo per distinguere tra qualità e soddisfazione è stato discusso da PARASURAMAN et al. (1988), RUST ed OLIVER (1994) e SCHNEIDER e WHITE (2004). Nel valutare la qualità, i clienti paragonano le loro percezioni del servizio con le loro aspettative di eccellenza del servizio (cioè, ciò che il servizio dovrebbe essere nella loro opinione personale), ma quando valutano la soddisfazione, confrontano le loro percezioni con le loro aspettative predette (cioè, ciò che si aspettavano dal servizio). Per esempio, in un servizio di autobus, un cliente potrebbe dire che, se l'autobus arriva alla destinazione con un ritardo di meno di cinque minuti – che è accettabile nella sua opinione – il servizio sarà considerato di buona qualità. D'altra parte, può essere molto sat-

vizio (cioè in che cosa il servizio realmente consiste) con le loro aspettative di eccellenza del servizio stesso (cioè con il livello massimo di offerta del servizio secondo la loro opinione personale). Quando però essi valutano la soddisfazione, confrontano le loro percezioni con le aspettative che avevano (cioè cosa essi si erano aspettati dal servizio in precedenza). Per esempio, in un servizio di autobus, un viaggiatore potrebbe affermare che, se il veicolo arriva alla fermata richiesta con un ritardo inferiore ai cinque minuti – ritardo ritenuto accettabile secondo la sua opinione – il servizio sarà considerato di buona qualità. D'altronde, lo stesso passeggero potrebbe essere molto soddisfatto dello stesso risultato se, basandosi sull'esperienza passata, si fosse aspettato un ritardo di 15 minuti.

La determinazione della soddisfazione del passeggero non rientra tra gli scopi di questo articolo⁽¹⁾. Il metodo illustrato nei prossimi paragrafi valuta invece la qualità delle prestazioni di un servizio di trasporto pubblico terrestre (inclusi gli eventuali cambi di modo), attraverso la valutazione separata di ogni parametro significativo. Questo permette facilmente di identificare le cause di possibili deficienze nel servizio, ed entro certi limiti anche di prevedere ed analizzare le conseguenze di un nuovo intervento di pianificazione prima dell'effettiva realizzazione.

3. La determinazione della qualità nel trasporto pubblico

Per quanto di conoscenza dell'autore, il concetto di "qualità del trasporto" fu analizzato per la prima volta in riferimento al trasporto individuale nel "Manuale di Capacità delle Strade" (TRB, 1965), e venne espresso attraverso una serie di relazioni tra la velocità e il tasso di saturazione del flusso.

La fama che conseguì questa ricerca può portare alla conclusione erronea di valutare la qualità del trasporto pubblico attraverso un solo parametro-concetto in contrasto sia con una parte consistente della letteratura (per esempio OLIVER, 1980; GRÖNROSS, 1982; HENSHER et al., 2003) che con un'assunzione comunemente accettata sia dagli utenti che dagli studiosi: un determinato servizio di trasporto pubblico può essere soddisfacente da certi punti di vista (per esempio, quello delle prestazioni) ma allo stesso tempo non all'altezza da altri (ad esempio, essere di frequenza insufficiente). La contraddizione tra queste due posizioni è peraltro soltanto apparente, poiché l'automobilista ha già applicato una regola decisionale precisa e basata su una serie di parametri individuali al momento della scelta del mezzo di trasporto giudicando così le prestazioni del trasporto pubblico rispetto a quelle dell'auto-vettura.

⁽¹⁾ I lettori interessati all'argomento possono consultare EBOLI e MAZZULLA (2008) o TYRINOPOULOS ed ANTONIOU (2008).

ified with the same performance if he was expecting a 15-minute delay, based on the past experience.

Measurement of transit customer satisfaction lies outside of the aims of this paper⁽¹⁾. The method stated in the next sections evaluates the performance quality of a given terrestrial transit service (including combinations, if any) by a separate evaluation of each significant parameter. This easily allows to identify the causes of possible service lacks, and also to analyse ex-ante the forecasted outcomes of any planned intervention.

3. Quality measurement in public transport

As far as the author is aware, the concept of "transport quality" was first analysed with regard to individual motorised transport (TRB, 1965), expressing it through a series of relations between speed and saturation flow rate.

The fame achieved from this research may lead to the erroneous conclusion of estimating transport quality only through a single parameter, clashing both with a number of well-known papers (for instance: OLIVER, 1980; GRÖNROSS, 1982; HENSHER et al., 2003) and with a concept commonly accepted from both transport users and practitioners: a given transit service can be fair in certain terms (e.g.: performances) but at the same time inadequate in others (e.g.: frequency).

The contradiction between these two positions is however only apparent, as the car-user has already applied a decision rule based on a full series of relevant parameters at the moment of his modal choice, judging by that transit performances inadequate in comparison to car.

Assuming a rational behaviour⁽²⁾ from the users, the first step for analysing transit quality is then to identify the significant parameters. This could be a difficult issue, because their choice and perception are extremely dependent from subjective impressions⁽³⁾.

An inspection of dedicated textbooks and surveys (SUSSMAN, 2000; KIRCHHOFF, 2002; TRB, 2004; FGSV, 2005) has allowed identifying the principles generally considered from the customers to evaluate the quality of transport systems. They represent the directions toward which possible improvement efforts should be directed (table 1).

⁽¹⁾ Interested readers may refer to EBOLI and MAZZULLA (2008) or TYRINOPOULOS and ANTONIOU (2008).

⁽²⁾ It means "a consistent and calculated decision process in which the individual follows his or her objectives, whatever they may be" (BEN-AKIVA and LERMAN, 1985).

⁽³⁾ Assume for instance that the transport modal choice depends on only two relevant parameters, i.e. travel time and travel cost. Cost importance is absolutely individual (normally linked to the income and to own sensibility); time spent from the customers waiting at a public transport stop – or walking/biking for it – seems to have an individual perception much higher than actual travel time (WARDMAN, 2001).

Assumendo un comportamento razionale⁽²⁾ da parte degli utenti, il primo passo per analizzare la qualità della circolazione è quello di identificare i parametri più significativi. Questo potrebbe essere un problema difficile, perché la loro scelta e percezione sono fattori estremamente dipendenti da impressioni soggettive⁽³⁾.

Un'analisi della letteratura dedicata (SUSSMAN, 2000; KIRCHHOFF, 2002; TRB, 2004; FGSV, 2005) ha permesso di identificare i fattori solitamente considerati dai viaggiatori per valutare la qualità dei sistemi di trasporto pubblico. Essi rappresentano la direzione verso cui dovrebbero essere indirizzati i possibili tentativi di miglioramento (tabella 1).

I parametri da considerare per la loro valutazione (da ora in poi chiamati "criteri di prestazione") sono semplici definizioni i cui standard fissi ("soglie") devono chiaramente delineare il livello di soddisfazione dell'utente. Per realizzare misure delle prestazioni imparziali e oggettive, i criteri di valutazione devono presentare le seguenti caratteristiche:

- **Appropriatezza:** la misura delle prestazioni deve essere effettivamente influente nella percezione di qualità dei clienti;
- **Misurabilità:** dovrebbe essere possibile e facile misurare le prestazioni in maniera oggettiva. I risultati della misurazione dovrebbero presentare un grado accettabile di accuratezza e di affidabilità;
- **Realismo:** dovrebbe essere possibile raccogliere, creare o estrapolare dati affidabili relativi alla misura delle prestazioni senza eccessivi sforzi, costo o tempo;
- **Difendibilità:** la misura delle prestazioni dovrebbe essere chiara e concisa, in modo che la valutazione e l'interpretazione dei suoi livelli possa essere comunicata efficacemente alle persone che hanno potere decisionale e alla collettività. Questo è spesso possibile quando la misura delle prestazioni è chiara e semplice nella sua definizione e nel metodo di calcolo;
- **Universalità:** ogni parametro considerato dovrebbe essere generalizzabile e non riferirsi solamente ai singoli casi. Inoltre, dovrebbe potere essere applicabile sia ad un singolo modo che ad una combinazione di essi.

La tabella 2 mostra i criteri di prestazione utilizzati in questa ricerca per valutare la qualità dei sistemi di trasporto.

⁽²⁾ Vale a dire "un processo di decisione coerente e razionale nel quale l'individuo persegue i suoi obiettivi, qualsiasi essi possano essere (BEN-AKIVA e LERMAN, 1985)".

⁽³⁾ Si assuma per esempio che la scelta modale del trasporto dipenda solamente da due parametri significativi, cioè il costo ed il tempo di percorrenza. L'importanza del costo è assolutamente individuale (normalmente correlata al reddito e alla propria disposizione a spendere); il tempo speso dagli utenti in attesa di un mezzo di trasporto pubblico – o il tempo di cammino o di bicicletta necessario a raggiungerla – sembra avere una percezione individuale molto più alta di quello a bordo (WARDMAN, 2001).

TABELLA 1 – TABLE 1

FATTORI GENERALMENTE CONSIDERATI DAI VIAGGIATORI
NELLA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DEI SERVIZI
DI TRASPORTO – *PRINCIPLES GENERALLY CONSIDERED
FROM THE CUSTOMERS TO EVALUATE THE QUALITY
OF TRANSPORT SYSTEMS*

Fattori <i>Principles</i>	Tempo di viaggio <i>Travel time</i>
	Sviluppo regolare del tragitto <i>Travel winding</i>
	Disponibilità del servizio <i>Service availability</i>
	Affidabilità del servizio <i>Service reliability</i>
	Costo <i>Cost</i>

(Fonte KIRCHHOFF (2002), elaborato)

(Source: KIRCHHOFF (2002), elaborated)

Parameters to be considered for their estimation (called "performance criterions" in the remainder of this paper) are simply definitions, whose fixed standards ("thresholds") must clearly delineate the level of satisfaction of the transit user.

To achieve objective and unbiased performance measures, performance criterions must hold the following properties:

- **Suitability:** the performance measure should be actually influent on customers' quality perception;
- **Measurableness:** it should be possible and easy to measure the performance in an objective manner. Measurement results should be within an acceptable degree of accuracy and reliability;
- **Realism:** it should be possible to collect, generate or extract reliable data relating to the performance measure without excessive effort, cost or time;
- **Defensibility:** the performance measure should be clear and concise so that the manner of assessing and interpreting its levels can be communicated effectively within a circle of decision makers and to the general public. This is often possible when the performance measure is clear and simple in its definition and method of computation;
- **Universality:** every parameter considered should be generalizable and not refer to single cases only. It should be applicable to an individual mode or a combination of modes as well.

Table 2 shows performance criterions considered in this research to evaluate the quality of transport systems.

As soon as the significant performance criterions have been chosen, the evaluation of perceived transport quality could be carried out. The process has to consider each cri-

Scelti i criteri più significativi per la valutazione delle prestazioni, la determinazione della qualità percepita del trasporto deve considerare indipendentemente ogni criterio, in modo che le possibili deficienze possano essere condotte alla giusta causa e l'analisi ex-post del comportamento dei clienti sia più controllabile.

Il metodo qui presentato adotta una valutazione a livelli di uso comune, dedotta dal "Manuale di Capacità delle Strade" (TRB, 1965). I diversi gradi di soddisfazione di ogni criterio prestazionale (da ora in poi indicati come "Livelli di Servizio" o "LoS") sono divisi in sei serie, ciascuna delle quali definita da una lettera (da "A" in caso di qualità eccellente fino a "F" in caso di qualità pessima – si veda la tabella 3).

Idealmente, la soglia tra due livelli consecutivi rappresenta un punto nel quale la qualità del servizio diventa sensibilmente diversa per i viaggiatori, i quali al contrario non dovrebbero percepire alcuna differenza significativa nella qualità del servizio all'interno di ogni intervallo. Nella pratica, però, nella percezione del viaggiatore, il cambio tra LoS adiacenti è spesso più una transizione che non un salto, e le differenze all'interno dello stesso livello di servizio potrebbero essere significative. Per questa ragione, se necessario, durante l'analisi, si possono utilizzare "-" e "+" (si vedano i paragrafi 5 e 6).

Dato un determinato spostamento, la qualità di ciascun criterio di prestazione può essere valutata attraverso il confronto fra il valore calcolato e le soglie dei diversi LoS. È inoltre possibile una valutazione della qualità globale dello spostamento in esame se sono disponibili informazioni sui pesi dei singoli parametri.

4. Un metodo per determinare le soglie

Il passo successivo è legato alla determinazione dei valori di soglia per ogni criterio prestazionale, realizzata intervistando singolarmente un gruppo di esperti, scelto attraverso una tecnica statistica consolidata, all'interno dei docenti universitari italiani di "Trasporti" (S.S.D. ICAR/05).

Essendo compito del campione la mera determinazione dei valori soglia per ciascuna variabile, non deve porsi il rapporto fra esso e l'utente medio, dal quale esso è chiaramente distante per quanto riguarda la conoscenza specifica del problema. Si deve invece considerare che questo tipo di approccio garantisce due vantaggi:

TABELLA 2 – TABLE 2

FATTORI E CORRISPONDENTI CRITERI DI PRESTAZIONE PER LA VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ DEI SISTEMI DI TRASPORTO – PRINCIPLES AND CORRESPONDING PERFORMANCE CRITERIONS TO EVALUATE THE QUALITY OF TRANSPORT SYSTEMS

Fattori <i>Principles</i>	Criteri di prestazione <i>Performance criterions</i>
Tempo di viaggio <i>Travel time</i>	1. Velocità commerciale <i>1. Speed</i>
	2. Rapporto fra i tempi di viaggio con trasporto pubblico ed autovettura <i>2. Travel ratio public transport/car</i>
Sviluppo regolare del tragitto con trasporto pubblico <i>Travel winding</i>	3. Tortuosità del tragitto con trasporto pubblico <i>3. Travel deviation by public transport</i>
	4. Numero di trasbordi <i>4. Number of changes of transport mean</i>
Disponibilità del servizio <i>Service availability</i>	5. Intervallo medio di tempo fra due corse consecutive <i>5. Headway of transport service</i>
	6. Durata giornaliera del servizio <i>6. Service span</i>
Affidabilità del servizio <i>Service reliability</i>	7. Ritardo medio <i>7. Average delay</i>
	8. Rapporto con il costo percepito a mezzo autovettura <i>8. Ratio with the perceived cost by car</i>
Costo <i>Cost</i>	

terion independently, so that possible deficiencies can be recalled to the right cause and the ex-post analysis of the customers' behaviour is more controllabile.

The method here presented adopts a step evaluation of common knowledge, first derived in the Highway Capacity Manual (TRB, 1965). Under this concept, the different satisfaction degrees of each performance criterion (referred to as "Levels of Service" or "LoS" in the remainder of this paper) are divided into six ranges, with each range assigned a letter grade varying from "A" (highest quality) to "F" (lowest quality – see table 3).

Ideally, the threshold between each letter grade repre-

TABELLA 3 – TABLE 3

DEFINIZIONE E DESCRIZIONE DEI LIVELLI DI SERVIZIO (LOS) – DEFINITION AND DESCRIPTION OF LEVELS OF SERVICE (LOS)

Livello di servizio <i>Level of service</i>	Descrizione della qualità corrispondente <i>Description of the quality</i>
A	Eccellente <i>Very good</i>
B	Buono <i>Good</i>
C	Discreto <i>Fair</i>
D	Adeguito <i>Adequate</i>
E	Insufficiente <i>Inadequate</i>
F	Scarso <i>Very bad</i>

– si sta trattando con un gruppo di dimensione e caratteristiche note;

– la popolazione ha un ottimo livello di istruzione ed è completamente padrona del tema. Il giudizio di ciascun componente del campione deve pertanto considerato di prim'ordine e le risposte scritte da errori accidentali dovuti a ignoranza.

La popolazione è stata divisa convenientemente in gruppi separati (chiamati "strati"), in base a tre classi, comprendenti l'area geografica dell'ateneo di provenienza, l'età ed il titolo accademico. Gli strati sono stati determinati in maniera esclusiva: ogni elemento nella popolazione è stato assegnato solamente ad uno strato di ogni classe (tabella 4). Seguendo tale tecnica, nota come "campionamento stratificato"⁽⁴⁾ è stato creato un campione di n. 20 elementi. All'interno di esso, è stata applicata un'allocatione proporzionale per ciascuno strato, cosicché ognuno degli strati del campione sia proporzionale a quello della popolazione totale (tabella 4).

sents a point where the service quality becomes considerably different to travellers, who on the contrary would ideally remark no significant difference in service quality within each interval. In practice, the change in traveller perception between adjacent LoS grades is often more a transition than a remarkable difference at the threshold, and differences within the same level of service could also be of importance. For this reason, "–" and "+" could be used during the analysis if necessary (see sections 5 and 6).

A comparison of the value of each parameter with the threshold values of the different LoS allows to recognize the quality of any parameter for each transport system (or for a combination of transport systems), and also to estimate the overall quality with a comprehensive overlook, if information about the weights of the single parameters is available.

4. A method for determining thresholds

TABELLA 4 – TABLE 4

STATISTICHE AGGREGATE DELLA POPOLAZIONE E DEL CAMPIONE – STAND: SETTEMBRE, 2009 – AGGREGATE STATISTICS OF POPULATION AND SAMPLE – STAND: FEBRUARY, 2009

Classe <i>Class</i>	Strato <i>Stratum</i>	Popolazione <i>Population</i>	Campione <i>Sample</i>
Ruolo accademico <i>Academic grade</i>	% Professori ordinari <i>% Full Professors</i>	28 (28%)	6 (30%)
	% Professori associati <i>% Associate Professors</i>	39 (38%)	8 (40%)
	% Ricercatori universitari <i>% Assistant Professors</i>	35 (34%)	6 (30%)
Localizzazione geografica dell'ateneo di provenienza <i>Location of University</i>	% Nord <i>% North</i>	27 (27%)	5 (25%)
	% Centro <i>% Centre</i>	35 (34%)	7 (35%)
	% Sud <i>% South</i>	40 (39%)	8 (40%)
Età <i>Age</i>	% sotto 40 anni <i>% Aged under 40</i>	26 (25%)	5 (25%)
	% fra i 41-60 anni <i>% Aged 41-60</i>	54 (53%)	10 (50%)
	% sopra 60 anni <i>% Aged over 60</i>	22 (22%)	5 (25%)
Dimensione della popolazione e del campione <i>Population/ Sample size</i>		102	20

Al gruppo di n. 20 elementi così creato, è stato sottoposto un questionario, che comprendeva gli 8 criteri di prestazione definiti in tabella 2, strutturata in 9 ques-

tions. The next step is related to a consistent estimation of the threshold values of each performance criterion.

This was achieved in this paper by separately interviewing a panel of experts, sampled within Italian Professors of Transportation. The main task of the sample being the determination of the thresholds for each variable, it should not be noted the huge difference in the subject knowledge with the common customers. This kind of approach offers two basic advantages:

– we are dealing with a group of known dimension and attributes;

– the population is high educated and masters the object of the analysis. Their judgement is therefore to be considered first-rate and their answers free from ignorance bias.

The so-defined population was conveniently divided into non-overlapping groups (called "strata"), concerning classes of geographical areas, age-groups and academic grade. The strata have been chosen mutually exclusive: every element in the population was assigned to only one stratum of each class (table 4). Following a technique known as stratified sampling⁽⁴⁾, a sample of 20 was created, in which propor-

⁽⁴⁾ Il campionamento stratificato viene normalmente considerato più efficace rispetto a quello casuale perché riduce l'errore di stima, ovvero quello causato dall'ipotesi di attribuire ad un'intera popolazione una certa proprietà stimata all'interno di una parte di essa (LEVY e LEMESHOW, 1999).

⁽⁴⁾ Stratified Sampling is supposed to achieve better results than Random Sampling because it reduces Sampling Error (LEVY and LEMESHOW, 1999).

nari a cui rispondere separatamente⁽⁵⁾. In ciascun questionario, all'interno di una serie standard di distanze (5, 10, 20, 50, 100, 200, 300, 500 km), è stato chiesto di identificare le soglie per i diversi livelli di servizio di ogni criterio prestazionale. Si è assunto che distanze più elevate e più ridotte possano essere bene approssimate dai valori estremi dell'intervallo.

Come teorizzato dal metodo Delphi (ROWE e WRIGHT, 2001), i membri del gruppo sono stati ricontattati dopo aver riconsegnato il questionario ed è stato loro chiesto di spiegare le affermazioni più singolari. Questo ha permesso di separare opinioni estreme da errori di comprensione, migliorando così la qualità dei dati ottenuti (LEVY e LEMESHOW, 1999). Successivamente, ad ogni membro è stato consegnato un riassunto anonimo delle risposte provenienti dalla tornata precedente, nonché alcune delle motivazioni fornite per i giudizi. I membri del campione sono così stati incoraggiati a rivedere le proprie risposte precedenti alla luce delle repliche degli altri membri del gruppo. Il risultato medio delle risposte riviste ha determinato i risultati finali.

Questo metodo ha ridotto la variazione media nelle risposte ottenute e perciò ha permesso di considerare nell'analisi un campione più ridotto: BARTLETT et al. (2001) evidenziano che molti studi condotti con dati provenienti dall'intera popolazione probabilmente avrebbero potuto usare delle semplificazioni, e che molti degli studi basati su censimenti di intere popolazioni statistiche hanno determinato invece livelli modesti di qualità nelle risposte.

I risultati di questa elaborazione sono i grafici del paragrafo 6. Essendo stata l'influenza del moderatore bassa su ognuno degli elementi del campione, la forma generalmente regolare della maggior parte delle curve è stata sorprendente e deve essere considerata come un segnale di omogeneità culturale all'interno del campione. Le irregolarità e le distanze difforni tra LoS diversi non devono essere considerate come errori, ma piuttosto come un output atteso del metodo presentato.

5. Legami con le ricerche passate

Questa non è la prima volta che viene presentato un metodo per misurare gli aspetti chiave della qualità del servizio di trasporto pubblico terrestre e per paragonare i suoi standard a quelli automobilistici. Almeno due tentativi significativi sono stati eseguiti in proposito negli ultimi anni: all'interno di un'analisi più ampia sul trasporto pubblico, il Transportation Research Board (TRB, 2004) ha esaminato in modo esaustivo la percezione delle prestazioni di un servizio di trasporto da parte del passeggero, realizzando misure qualitative e quantitative utilizzando per tragitti sia brevi che lunghi. In Germania, il "Grup-

tionate allocation was applied within each stratum, so that each of the strata was proportional to that of the total population (see table 4).

The sample was submitted a questionnaire, concerning 8 performance criterions defined in table 2, structured in 9 forms to be answered separately⁽⁵⁾. In any form, it was requested to identify thresholds for the different levels of service of any performance criterion for a set of standard covered distances (5, 10, 20, 50, 100, 200, 300, 500 km). It was assumed that higher and lower distances may be well approximated by the extreme values of the interval.

As stated in Delphi Method (ROWE and WRIGHT, 2001), members of the sample were contacted back from the facilitator after having returned the filled form and asked to explain extreme outcomes. This has allowed separating polar opinions from misunderstandings, improving by that the quality of the obtained data (LEVY and LEMESHOW, 1999).

After that, each member was given an anonymous summary of the answers from the previous round as well as the reasons provided for the judgments and encouraged to revise his earlier answers in light of the replies of other members of the group. The average score of the revised answers determined the final results.

This method has reduced the average variation in the obtained answers and therefore allowed to consider a smaller sample size in the analysis: BARTLETT et al. (2001) remark that many studies conducted with entire population census data could and probably should have used samples instead, and that many of the studies based on population census data have instead achieved low response rates.

The results of this elaboration are the figures of following section 6. The influence of the facilitator having been low on each of the sample members, the smooth shape of the most part of them was surprising and has to be considered a sign of cultural homogeneity within the sample. However, some lines present a not perfectly regular shape (or irregular distances between different LoS). This is not to be seen as a mistake, but rather considered as an expected output of the method presented.

5. Relation with past researches

This is not the first time that a method for measuring key aspects of quality of terrestrial transit service and for a comparison with car transport is presented. At least two meaningful attempts for that were carried out in the latest years. Within a wider analysis on public transport, TRB (2004) examined thoroughly the passenger's perception of transit performance, achieving qualitative and quantita-

⁽⁵⁾ La velocità commerciale è stata indagata separatamente per l'autovettura ed il trasporto di pubblico (si veda la paragrafo 5).

⁽⁵⁾ Speed was inquired separately for car and public transport (see section 5).

po di Ricerca per le Strade ed i Trasporti⁽⁶⁾ ha analizzato il problema della qualità della circolazione (FGSV, 2005), con lo scopo di offrire uno strumento efficace per la pianificazione territoriale. Gli standard di qualità del trasporto pubblico raggiunti offrono misure affidabili per distanze in linea d'aria.

Questa memoria sviluppa gli studi precedenti sotto tre aspetti:

(1) sceglie un diverso gruppo di parametri da utilizzare nella valutazione del trasporto pubblico, definendo per essi le proprietà che consentono la determinazione oggettiva della prestazione. Come conseguenza diretta, alcuni parametri sono stati di proposito esclusi dalla valutazione: l'accessibilità, ad esempio, viene qui considerata come una variabile "sì-no" e come un attributo della velocità commerciale (si veda il paragrafo 6.1.1); la sicurezza del trasporto pubblico viene data per scontata; apparenza e comfort sono stati considerati come attributi del particolare mezzo di trasporto e dei suoi punti di accesso piuttosto che come caratteristiche del viaggio; in base al criterio dell'"universalità" (par. 2), è stata infine trascurata l'influenza delle informazioni in tempo reale perché non ancora universalmente disponibili;

(2) specifica in modo chiaro la popolazione investigata, indagata attraverso un metodo statistico consolidato;

(3) sono stati usati i percorsi più brevi invece delle distanze in linea d'aria per facilitare l'applicazione concreta.

6. Principi e parametri per la valutazione della qualità del trasporto pubblico

Questo paragrafo si occupa della descrizione dei parametri significativi per la valutazione della qualità del trasporto pubblico. Nei diagrammi seguenti, vengono rappresentati i valori soglia da utilizzarsi nelle valutazioni. Un'applicazione concreta del metodo descritto viene mostrata nel paragrafo 7.

6.1. Tempo di viaggio

In un processo di scelta rigoroso, data una destinazione, l'utente del sistema di trasporto sceglie il punto di inizio più conveniente per il proprio spostamento, dopo avere esaminato le varie alternative e scartato quelle inattuabili a causa delle basse prestazioni in uno dei parametri significativi. In questo modo si identifica una relazione.

In un secondo momento, viene calcolato il tempo di viaggio per ogni relazione, considerando separatamente l'automobile e il trasporto pubblico: in quest'ultimo caso, la durata del viaggio deve includere gli eventuali trasbordi. Nel caso del trasporto individuale, il tempo impiegato

tive measures to be used both in short and longer trips. Also German Research Group for Road and Transportation⁽⁶⁾ analysed the problem of transit quality (FGSV, 2005), with the aim of providing an effective tool for territorial planning. The reached transit quality standards offer reliable measures for air-line distance and could be used for evaluating the performances of a transit net.

This paper goes further in three respects:

(1) it chooses a different series of parameters to be used in the transit evaluation, defining basic properties to be held for an objective performance measure. As a direct consequence, some parameters are by purpose not included in the evaluation: for instance, accessibility is here considered a yes-no issue, and as an attribute of the speed within this paper (see following section 6.1.1); safety of public transport is normally given for granted at the moment of the modal choice; appearance and comfort were considered as attributes of the particular transport mode and of its access points rather than journey characteristics; the influence of real-time information was disregarded, because not yet universally available;

(2) it clearly specifies the population inquired and uses a well-established interviewing method;

(3) shortest paths instead of air-line distances are used to make the application easier.

6. Principles and parameters for the evaluation of transit quality

This section deals with a description of the indicators significant for the evaluation of the transit quality. Thresholds for a concrete application of the method described are also shown. An instance will be shown in section 7.

6.1. Travel time

In a strict choice process, given a destination, the user of the transport system chooses the most convenient starting point for his transfer, after having determined the different alternatives and ruled out the unfeasible ones because of a low score of at least one of his choice factors, identifying by that a relation. After that, travel time for each relation can be calculated, considering automobile and public transport separately: in the case of public transport, travel duration must include transfers, if any. In the case of automobile transport, time spent is strongly affected from fluctuations depending from individual desires and changeable traffic conditions: in this case, concretely feasible rush-hour traffic times have to be considered, excluding road works ahead and random occurrences (for instance, incidents).

⁽⁶⁾ Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen.

⁽⁶⁾ Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen.

è più difficilmente determinabile, poiché influenzato da desideri individuali e dalle mutevoli condizioni di traffico. In questo caso, nell'applicazione del metodo si devono considerare i tempi di traffico nell'ora di punta, escludendo comunque i lavori stradali e gli avvenimenti casuali (per esempio, gli incidenti).

6.1.1. Velocità commerciale

La velocità commerciale è definita come il rapporto tra la distanza coperta e la durata totale dello spostamento dall'origine alla destinazione. Essa deriva dalla somma dei seguenti addendi:

- Tempo di accesso al sistema: tempo a piedi dall'origine dello spostamento al punto di accesso prescelto del sistema di trasporto;
- Tempo di attesa: intervallo medio di tempo alla fermata del mezzo di trasporto pubblico (si considera zero quando il trasporto è in automobile);
- Tempo a bordo: tempo speso a bordo. Nel trasporto pubblico, esso include il possibile perditempo dovuto a trasferimenti; nel trasporto individuale, esso include anche le possibili fermate intermedie nei nodi (dovuti a semafori o congestioni) ed il tempo necessario per il parcheggio;
- Tempo di uscita dal sistema: possibile tempo a piedi per il tragitto fra mezzo di trasporto e la destinazione finale.

Nel trasporto a mezzo autovettura, il tempo di accesso non è solitamente un problema: l'accessibilità immediata è normalmente garantita agli utenti. Al contrario, nel trasporto pubblico, per quanto riguarda quasi tutti i mezzi terrestri (escludendo solo alcuni fra i più veloci), il tempo di accesso probabilmente è l'elemento chiave, poiché poiché la sua durata ragionevole determina se un certo servizio di trasporto pubblico può essere considerato o meno un'opzione per una particolare tratta. Se il suo valore fosse eccessivo, verrà utilizzato un mezzo alternativo oppure lo spostamento non sarà compiuto⁽⁷⁾.

⁽⁷⁾ Dipendendo per definizione dallo spostamento considerato, tale valore non può essere fissato a priori affinché il metodo non perda di generalità.

6.1.1. Speed

Speed is defined as the ratio between covered distance and total duration of origin-destination transfer, the latter deriving from the sum of the following addenda:

- *Access time*: walking time from origin to access point of transport system;
- *Waiting time*: possible waiting time at public transport stop (to be considered zero when automobile transport is at stake);
- *On-board time*: travel time spent on-board. In public transport, it includes possible waste of time due to transfers; in motorised individual transport, it includes also possible intermediate stops in nodes (due to traffic lights or congestions) and parking time;
- *Egress time*: possible walking time from motor vehicle to the final destination.

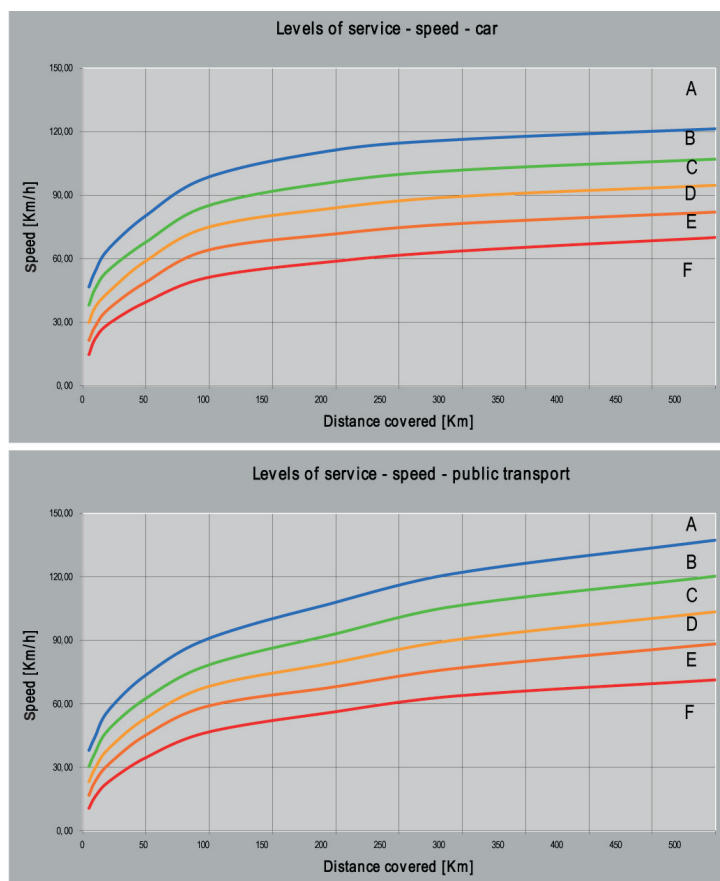


Fig. 1 – Livelli di servizio per le velocità commerciali – viaggi in autovettura e con mezzi pubblici. Levels of service for the speed – journeys by car and public transport.

Per questa ragione, l'accessibilità deve essere considerata una "variabile sì-no" per gli utenti del trasporto pubblico: il servizio è disponibile per un particolare viaggio o non lo è. Per questo motivo, non viene definita all'interno di questa memoria alcuna correlazione diretta fra copertura del servizio e aspettative di un passeggero per un certo spostamento.

La fig. 1 mostra i valori soglia per la qualità delle prestazioni di uno spostamento compiuto in automobile o per mezzo del trasporto pubblico, valutando la sua velocità commerciale in funzione della distanza coperta. Il LoS del trasporto individuale rappresenta una valida stima del rapporto che intercorre fra utenti e trasporto pubblico in una determinata relazione: cattivi risultati di questo indicatore relativamente all'autovettura rendono molto più probabile l'utilizzo del trasporto pubblico. Un paragone di massima tra i due diagrammi in fig. 1 mostra che al trasporto pubblico viene richiesto di essere più veloce sulle lunghe tratte e competitivo con l'autovettura in quelle brevi.

6.1.2. Rapporto fra i tempi di viaggio con trasporto pubblico ed autovettura

Un fattore influente nella decisione dei viaggiatori di muoversi regolarmente con il trasporto pubblico è un paragone con le prestazioni dell'autovettura relative al medesimo spostamento. Anche se alcuni operatori di trasporto pubblico enfatizzano nei loro messaggi promozionali il "tempo libero supplementare" (usato per leggere, rilassarsi, portare a termine lavoro supplementare, ecc. senza avere a che fare con gli svantaggi della guida nell'ora di punta) per gli utenti di questa modalità, molte persone preferiscono tendenzialmente ancora guidare la propria autovettura, a meno che costi supplementari (come quelli per il parcheggio o per il road-pricing) costituiscano un forte disincentivo, oppure che il tempo di viaggio con il trasporto pubblico non sia competitivo con quello dell'autovettura. Questo paragone deve riguardare evidentemente la differenza tra i tempi di viaggio porta a porta fra autovettura e trasporto pubblico, includendo per entrambi i tempi di percorrenza a piedi, le attese e gli eventuali tempi di trasbordo, così come descritto nel paragrafo precedente.

Questo criterio rappresenta una misura di quanto più lungo (o in alcuni casi, più breve) sarà uno spostamento per mezzo del trasporto pubblico. Il ragionamento si estende anche alle forme plurimodali (park-and-ride e/o bike-and-ride). La fig. 2 contiene i livelli di servizio per il rapporto trasporto pubblico/ autovettura.

6.2. Sviluppo regolare del tragitto con trasporto pubblico

Nella valutazione dell'utente, la lunghezza del viaggio non è così importante come la sua durata (un viaggio di 30 km a mezzo autovettura ed uno di 10 km con il trasporto pubblico che impiegano un'ora supplementare tol-

Access time is normally no issue when car transport is at-stake: immediate accessibility is normally given for granted from the users at the moment of the modal choice; on the contrary, as far as transit is concerned, in almost all terrestrial modes (excluding some of the fastest), access time is probably the key factor within the foregoing, as its availability in a reasonable time determines whether or not transit service is an option for a particular trip. If minimal requirements are not met, either a different mode will be used, or the trip will not be made at all⁽⁷⁾. For this reason, accessibility has to be considered a yes-no issue for transit riders: either service is available for a particular trip or it is not. As a result, no direct correlation between service coverage and what a passenger would experience for a given trip will be stated in this paper. Figure 1 shows threshold values for the quality of supply for automobile and public transport by evaluating the commercial speed of a trip depending from the distance covered. Car LoS represent a valid estimation of the transit concurrency for a given trip: bad scores of this branch make the use of transit much more probable. A rough comparison between the two diagrams in figure 1 shows that public transport is requested to be faster on the long runs and almost competitive with car in the short.

6.1.2. Travel ratio public transport/car

An important factor in customers' decision to use public transport regularly is a trip comparison with car performance. Although some public transport operators emphasize the "additional free time" in using public transport in their promotional materials – to read, relax, catch up on extra work, etc. – without having to deal with the disadvantages of rush-hour driving, most people still prefer to drive their own car unless additional costs (such as parking charges or road pricing) provide a disincentive or unless public transport travel time is not competitive with car.

This comparison has obviously to regard door-to-door difference between car and public transport travel times, including for both modes walking, waiting, and transfer times (if any) as in the previous section. This performance criterion represents a measure of how much longer (or in some cases, shorter) a journey will take by public transport.

Mixed forms (park-and-ride and/or bike-and-ride) can also be considered. Figure 2 contains the levels of service for the ratio public transport/car.

6.2. Travel winding

In customers' evaluation, the trip length is not as important as the trip time (a 30-km trip that takes an hour longer by public transport and a 10-km trip that takes an

⁽⁷⁾ This value is linked to the path at stake. Fixing a threshold would make the method presented in this paper loose some of its generality.

gono un'ora alle proprie attività extra). Viaggi più corti hanno comunque un potenziale maggiore per diventare proporzionalmente ancora più brevi. La regolarità del tragitto deve essere inclusa nell'analisi perchè rappresenta un disturbo per il passeggero, ma soprattutto perché è uno dei fattori a cui normalmente si legano disagi e disfunzioni in un servizio di trasporto pubblico.

6.2.1. Tortuosità del tragitto con trasporto pubblico

Date un'origine ed una destinazione, questo criterio può essere definito come il rapporto tra la distanza coperta con il trasporto pubblico e la distanza più breve a mezzo autovettura. Soprattutto negli spostamenti con alto consumo di tempo, esso può essere un indicatore significativo per individuarne le cause: tempi di viaggio elevati con una tortuosità accettabile indicano normalmente una velocità commerciale troppo bassa. Al contrario, alti tempi di viaggio con una tortuosità significativa denotano la necessità di un controllo della rete dei trasporti e l'integrazione dei vari sistemi di traffico. La fig. 3 mostra i valori di soglia per questo criterio.

6.2.2. Numero di trasbordi

Un secondo parametro che esprime la regolarità del tragitto è il numero dei cambi del mezzo di trasporto, o trasbordi. Date un'origine ed una destinazione, esso può essere facilmente definito come il valore dei cambi di mezzo nel giorno medio, includendo non solo quelli tra differenti mezzi di trasporto pubblico, ma anche quelli tra autovettura e trasporto pubblico medesimo.

Questo parametro può essere comunque facilmente interpretato in maniera errata, poichè cambia frequentemente nel corso della giornata e dipende dalle diverse condizioni di servizio. Non è poi raro il caso di spostamenti più veloci accompagnati da un numero più alto di cambi di mezzo.

La fig. 4 mostra i valori soglia per il numero di trasbordi. Esso misura il numero complessivo di cambi di mezzo da una data origine ad una data destinazione: soprattutto in spostamenti di lunghezza rilevante, devono

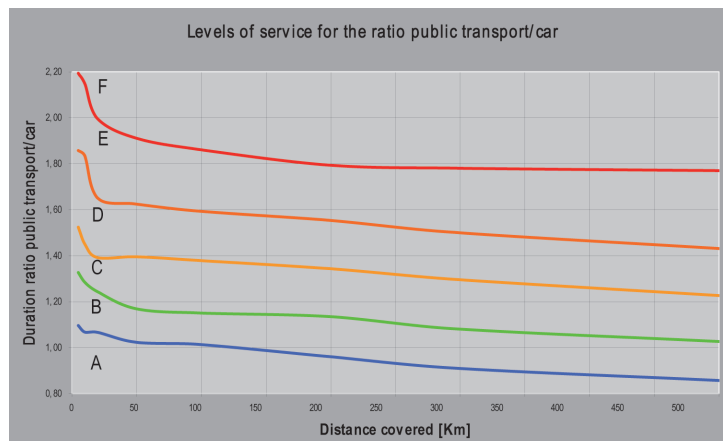


Fig. 2 – Livelli di servizio per il rapporto di durata tra trasporto pubblico e macchina. *Levels of service for the duration ratio public transport/car.*



Fig. 3 – Livelli di servizio per le deviazioni di viaggio con il trasporto pubblico. *Levels of service for the deviation of travel by public transport.*

hour longer by car both require an extra hour out of one's day). Shorter trips have however a greater potential for taking shorter. Travel winding has then to be included in the analysis because it represents an annoyance for the passengers and above all because it is one of the factors, which discomforts and hold-ups are linked to.

6.2.1. Journey deviation

Given an origin and a destination, journey deviation can be defined as the ratio between the distance covered and the shortest available distance by car. Above all in the time-consuming journeys, deviation could be significant in individuating causes: high travel time with an accept-

essere considerati anche gli spostamenti con il trasporto pubblico locale fino ai punti di accesso del sistema di trasporto principale.



Fig. 4 - Livelli di servizio per il numero di cambi dei mezzi pubblici. *Levels of service for the number of changes of transport mean by public transport.*

6.3. Disponibilità del servizio

La disponibilità del servizio riguarda la possibilità di viaggiare al momento desiderato. Essa può essere misurata a partire dall'intervallo medio di tempo fra due corse consecutive e dalla durata giornaliera del servizio.

Entrambi gli indicatori relativi a questo fattore potrebbero essere utili ai progettisti di un sistema di trasporto pubblico ed ai decisori politici, permettendo loro di comprendere dove l'offerta del servizio è inadeguata alle circostanze ed aiutandoli ad effettuare le opportune correzioni.

6.3.1. Intervallo medio fra due corse consecutive

Definito come l'inverso della frequenza, questo criterio viene usato comunemente dagli utenti per misurare la convenienza del servizio pubblico. Esso potrebbe essere un'importante componente del tempo di viaggio complessivo, poiché un servizio di trasporto con frequenza ridotta richiede cautelativamente ai viaggiatori un tempo di trasbordo più consistente. Nel calcolo operativo dei valori da assegnare per la valutazione della qualità all'interno del metodo presentato in questa memoria, a meno di possibili eccezioni, il perditempo di trasbordo si deve considerare la metà dell'intervallo medio di tempo sotto il limite di 20 minuti (come spiegato nel paragrafo 6.2).

È importante sottolineare che questo criterio non si riferisce al numero di viaggi di una determinata corsa, ma al numero effettivo di combinazioni praticabili per un certo viaggio: l'integrazione e la coordinazione di diversi mo-

ale deviation indicates normally a too low commercial speed. On the contrary, high travel time with a high deviation drives towards the control of the transport net and the integration of various traffic systems. Figure 3 shows the threshold values for the deviation.

6.2.2. Number of changes of transport mode

A second parameter for the travel winding is the number of changes of transport mode. Given an origin and a destination, it could easily be defined as the amount of changes in the average day, including not only the ones between different public transport means, but also those between car and public transport.

This parameter could be however easily wrong interpreted, as it changes frequently within the day, depending from the different service conditions. Nor it is rare the case of a faster trip accompanied from a higher number of mean

changes.

Figure 4 shows thresholds for the number of changes of transport mean. It includes every change from an origin to a destination: in other words, as far as long distance routes are concerned, it includes also local public transport journeys for the access points of the main transport system.

6.3. Service availability

Service availability defines the possibility of the customers of travelling actually at the desired times. It could be measured by headway and duration of service (the latter also known as "service span").

Both the scores of this branch could be useful to public transport planners as well as policymakers, allowing them to see where the service is most intense (or deficient) and helping them in developing appropriate land use plans and policies for areas with high, medium and low availability.

6.3.1. Headway

From the user's perspective, headway represents the mean interval between two consecutive transit trips (assuming that it is provided within acceptable walking distance), and is commonly used to measure the convenience of public service.

Headway could be an important component of overall

di di trasporto sono pertanto decisivi per la sua determinazione. Il mezzo di trasporto meno frequente è quello che normalmente influenza maggiormente il valore di questo criterio nei viaggi da compiersi con più di un mezzo di trasporto (ad esempio, se il primo mezzo passa ogni 15 minuti, ed il secondo ogni 60, una persona può arrivare a destinazione solamente una volta all'ora).

L'intervallo medio di tempo fra due corse consecutive è di solito profondamente variabile nel corso della giornata: risultati molto differenti per questo criterio possono essere ottenuti nella valutazione dello stesso spostamento in due diversi momenti. La fig. 5 mostra i valori soglia per l'intervallo medio di tempo dei mezzi di trasporto pubblici.

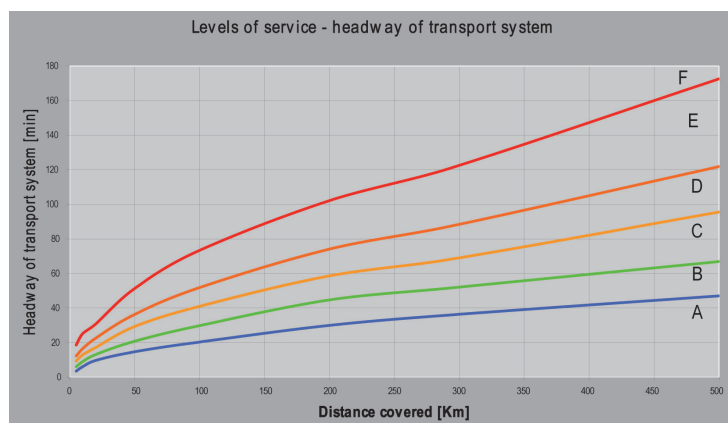


Fig. 5 – Livelli di servizio per l'intervallo medio di tempo del trasporto pubblico. *Levels of service for the headway of public transport.*

6.3.2. Durata giornaliera del servizio

Le ore quotidiane di servizio (note come “service span” nella letteratura di lingua inglese) sono semplicemente il numero di ore durante il giorno medio nelle quali il servizio di trasporto pubblico in esame è effettivamente disponibile tra l'origine e la destinazione. È un criterio tanto importante quanto il precedente per la determinazione della disponibilità del servizio di trasporto pubblico per i potenziali utilizzatori: se esso non venisse offerto in prossimità del momento in cui un passeggero potenziale desidera intraprendere un certo viaggio, non ha importanza quando o con quale frequenza esso è offerto per il resto del giorno.

I valori soglia di questo criterio sono rappresentati nella fig. 6.

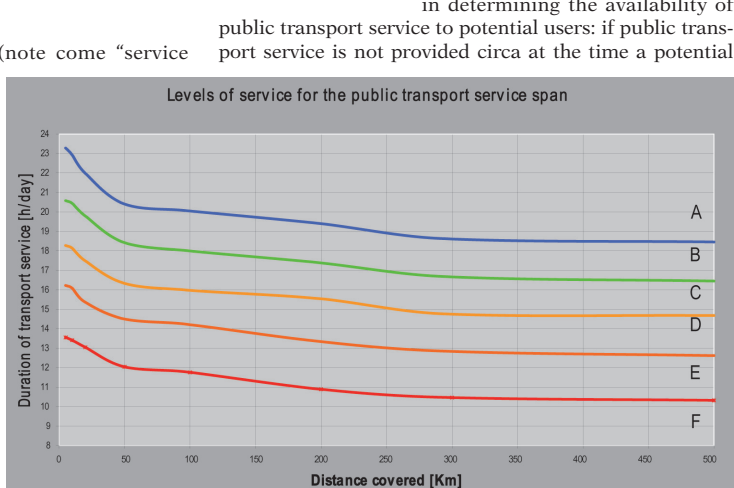


Fig. 6 - Livelli di servizio per le ore di servizio del trasporto pubblico. *Levels of service for the public transport service span.*

trip time, as an infrequent transportation service requires cautiously bigger connection time from the customers. In the calculation of the values to be assigned, barring possible exceptions, the connection time has to be considered the half of the headway below the limit of 20 minutes (as concretely represented in section 6.2).

It is important to underline that this criterion does not refer to the amount of trips of a given transport line, but to the actual number of combinations given a certain journey: integration and coordination of different transit modes are thereby conclusive in its determination. The less frequent transport mean is normally the one which controls this criterion in trips requiring transfers (e.g., if the first transit mean runs every 15 minutes, and the second every 60, one can only arrive at the destination once per hour).

Headway is normally deeply variable within the day: opposite outcomes from this parameter may be therefore obtained in different periods of the day.

Figure 5 shows thresholds for the transport headway.

6.3.2. Service span

Daily hours of service, also known as “service span”, are simply the number of hours during the standard day in which public transport service is provided between the origin and the destination. It is as important as headway in determining the availability of public transport service to potential users: if public transport service is not provided circa at the time a potential

6.4. Affidabilità del servizio

Questo parametro riguarda la possibilità di arrivare in orario a una determinata destinazione. È stato riconosciuto che esso può influire significativamente sull'attrazione del trasporto pubblico per molti viaggiatori, anche potenziali. Basandosi sull'istinto e sulle asserzioni dirette dei viaggiatori (PRASHKER, 1979), gli analisti che studiano la domanda di trasporto ritengono da molto tempo che l'affidabilità venga percepita dagli utenti come un requisito essenziale: un servizio di trasporto pubblico non affidabile può attrarre solamente utenti con bassa elasticità (come pendolari e studenti).

6.4.1. Ritardo medio

Il ritardo medio è la misura più utilizzata per stimare l'affidabilità del trasporto pubblico. Dopo avere identificato un viaggio come spiegato nel paragrafo 6.1, il ritardo medio è definito come la differenza media giornaliera fra tempo di viaggio effettivo e programmato. I risultati del ritardo medio sono rappresentati nella fig. 7.

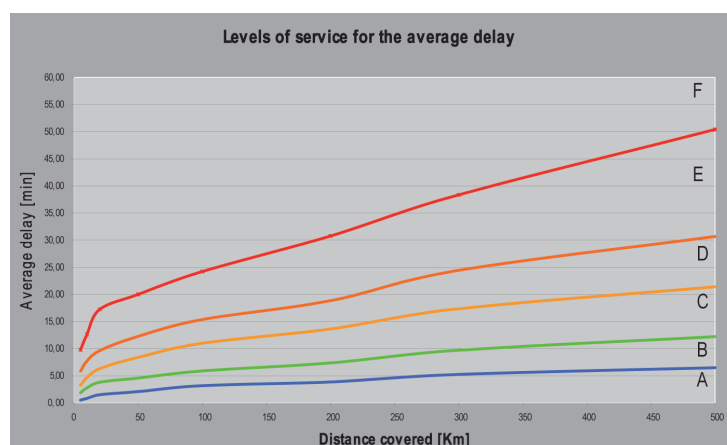


Fig. 7 – Livelli di servizio per il ritardo medio. *Levels of service for the average delay.*

6.5. Costi

Senso comune ed esperienza indicano che tariffe ragionevoli sono un desiderio dei clienti ed uno dei due fattori principali considerati nella scelta del modo di trasporto (l'altro è il tempo di percorrenza). I passeggeri potenziali di solito pesano il costo e l'utilità di usare il trasporto pubblico paragonandolo con i costi percepiti (o: "out-of-pocket") degli altri mezzi. Questi ultimi per il trasporto pubblico consistono nel costo del biglietto per ogni viaggio (ovvero dell'abbonamento settimanale o mensile nel caso di viaggi sostenuti da pendolari), più l'e-

passenger wishes to set out on a journey, it does not matter when or how often it is provided the rest of the day.

Threshold values are represented in figure 6.

6.4. Reliability

This parameter concerns the possibility of reaching a given destination on time.

It has been recognized that transit travel time reliability may have a significant impact on attractiveness of transit to many current and prospective riders. Based on instinct and direct statements of travellers (PRASHKER, 1979), travel demand analysts have long suspected that reliability was perceived from the users as an essential requirement: an unreliable transit service may attract only low-elasticity riders (such as commuters and students).

6.4.1. Average Delay

Average delay is the most widely used measure in the public transport reliability. After having identified a trip as explained in section 6.1, average delay is defined as the mean difference between actual and scheduled travel time in a given period.

Survey scores for the average delay are represented in figure 7.

6.5. Costs

Common sense and experience indicate that reasonable fares are a desire of the customers and one of the two main factors considered in the choice of the transport mode (being travel time the other one). Potential passengers normally weigh the cost and value of using transit versus the out-of-pocket costs of using other modes. Out-of-pocket transit costs consist of the cost of the fare for each trip (or the cost of a monthly pass in case of commuter travels) and possibly

the cost of parking at a station, while out-of-pocket automobile costs include fuel, road tolls and parking charges. Other automobile costs, such as maintenance, insurance, taxes and amortization generally do not usually enter into a person's consideration for a particular trip (TRB, 2004).

Results for this performance criterion are shown in fig. 8.

7. A concrete application of the method

The method described is used in this section to study the connection between Milan and Venice, two of the

ventuale costo di parcheggio in prossimità della fermata. I costi "out-of-pocket" dell'automobile includono invece il carburante, gli eventuali pedaggi autostradali e l'eventuale costo per il parcheggio in prossimità della destinazione. Altri costi dell'automobile, invece, come i lubrificanti, la manutenzione, l'assicurazione, le tasse e l'usura del mezzo generalmente non vengono considerati come "out-of-pocket", poiché generalmente ignorati al momento della scelta modale (TRB 2004). I risultati per questo criterio di prestazione sono mostrati in fig. 8.



Fig. 8 – Livelli di servizio per la percentuale dei costi. Levels of service for the cost ratio.

7. Una concreta applicazione del metodo

A titolo di esempio, il metodo descritto viene usato in questa paragrafo per studiare il collegamento tra i due punti maggiormente significativi di Milano e Venezia Mestre (ovvero, rispettivamente, piazza Duomo e piazza Ferretto).

Per il viaggio, sono disponibili due percorsi realistici alternativi: l'autostrada A4 e la linea ferroviaria.

I dati di base del viaggio sono mostrati nella seguente tabella 5.

7.1. Viaggio in autovettura

All'interno delle premesse precedenti, il calcolo del viaggio a mezzo veicolo privato è abbastanza semplice: da piazza Duomo a Milano, esiste un solo percorso realistico che collega all'autostrada. Anche a Venezia Mestre, la scelta del percorso dall'autostrada alla destinazione deve essere considerata univoca. In caso di più alternative realmente fattibili, deve essere scelta la più veloce nell'ora di punta. Per quanto riguarda il tempo di viaggio (paragrafo 6.1), sono stati considerati tempi di traffico concretamente realizzabili nell'ora di punta, escludendo avvenimenti casuali. I costi includono in questo caso solamente il carburante consumato da una autovettura standard e il pedaggio autostradale, essendo solitamente disponibile vicino alla destinazione un parcheggio non a pagamento. La descrizione dei dettagli del viaggio in autovettura è mostrato nella tabella 6.

7.2. Viaggio con mezzi di trasporto pubblico

Il viaggio con mezzi di trasporto pubblico deve essere

main cities of the Northern Italy. Origin of the journey is the main square of Milan; the main square of the Venetian dry land Mestre is chosen as destination.

Two main routes are realistically available for the journey: motorway A4 or railway line. Basic data of the trip were shown in the following table 5.

TABELLA 5 – TABLE 5

CARATTERISTICHE DEL VIAGGIO IN ESAME FEATURES OF THE CHOSEN TRIP

Origine Origin	Milano, Piazza Duomo Milan, Piazza Duomo
Destinazione Destination	Venezia Mestre, Piazza Ferretto Venice Mestre, Piazza Ferretto
Distanza minima a mezzo autovettura (attraverso l'autostrada A4) [km] Shortest distance by car (through motorway A4) [km]	268,00
Distanza minima con il trasporto pubblico [km] Shortest route by transit [km]	265,60

7.1. Trip by car

Calculation of the trip by car is pretty straightforward: from Milan's piazza Duomo, just one realistic route to the motorway exists. Also in Venice Mestre, the route choice from the motorway to the destination is to be considered univocal. In case of several realistically feasible alternatives, the fastest one during the rush hour has normally to be selected.

As far as travel time is concerned, as described in section 6.1, concretely feasible rush-hour traffic times were here considered, excluding random occurrences. Costs include in this case only fuel as burned from a production-model car and motorway toll, being a free-toll parking nearby of the destination normally available. Outcome for the trip by car is shown in table 6.

TABELLA 6 – TABLE 6

DESCRIZIONE DEL VIAGGIO – AUTOVETTURA
DESCRIPTION OF THE TRIP – CAR

Origine <i>Origin</i>	Milano, Piazza Duomo <i>Milan, Piazza Duomo</i>
Destinazione <i>Destination</i>	Venezia Mestre, Piazza Ferretto <i>Venice Mestre, Piazza Ferretto</i>
Distanza coperta (autostrada) [km] <i>Distance covered (motorway) [km]</i>	268
Tempo di viaggio [h.mm] <i>Travel time [h.mm]</i>	3.12
Velocità commerciale [km/h] <i>Speed [km/h]</i>	83,75
Costo [Eur] <i>Cost [Eur]</i>	38,78

diviso in tre parti: quella tra l'origine e la stazione centrale di Milano, quella tra quest'ultima e quella di Venezia Mestre, e infine il tratto fino a destinazione. Per quanto riguarda la prima tratta, è stata considerata solamente l'alternativa della metropolitana, essendo essa di gran lunga più veloce e più affidabile rispetto al servizio di autobus urbano di Milano.

La descrizione di questo spostamento è illustrata nella tabella 7.

In tabella 7, come descritto nel paragrafo 6.3.1, il per tempo di trasporto è stato considerato pari alla metà del valore dell'intervallo medio fra due corse consecutive, essendo quest'ultimo inferiore ai 20 minuti.

Il calcolo del collegamento ferroviario tra Milano e Venezia non è così immediato, essendo la linea ferroviaria attraversata da quattro categorie principali di treni, peraltro di prestazioni abbastanza comparabili. Si devono pertanto considerare i casi separati di viaggiatori interessati solamente ai treni più veloci (generalmente uomini di affari) e viaggiatori standard.

La tabella 8 mostra la descrizione aggregata di questa tratta per utenti standard e viaggiatori più veloci. Per il calcolo delle tariffe, per omogeneità si è considerato il biglietto standard di seconda classe senza prenotazione del posto (a meno che non fosse obbligatoria) per entrambe le categorie.

In queste tavole, l'intervallo medio di tempo fra due corse consecutive è stato ottenuto dividendo il numero di viaggi per la durata giornaliera del servizio.

L'ultima tratta del viaggio deve considerare lo spostamento tra la stazione di Venezia Mestre e la destinazione. La tabella 9 mostra i dati per questo segmento.

Il viaggio descritto in tabella 9 è la tratta centrale di diverse linee di autobus che collegano la periferia di Mestre con il centro. Durante le ore di punta, si segnala che i tempi di viaggio sono piuttosto irregolari. Pertanto, in base ad

7.2. Trip by transit

The journey by transit has realistically to be divided in three sub-trips: the one between the origin and the main station in Milan, the main stretch between the main station of Milan and the one of Venice Mestre, and the sub-trip between the latter and the destination.

As far as the first sub-trip is concerned, only the sub-way alternative is considered, being it by far faster and more reliable than urban bus service in Milan. Description parameters for that are shown in table 7.

TABELLA 7 – TABLE 7

DESCRIZIONE DEL PRIMO SEGMENTO DI VIAGGIO
CON IL TRASPORTO PUBBLICO – DESCRIPTION OF THE
FIRST TRANSIT SUB-TRIP

Origine <i>Origin</i>	Milano, piazza Duomo <i>Milan, piazza Duomo</i>
Destinazione <i>Destination</i>	Milano, stazione centrale <i>Milan, main station</i>
Distanza coperta [km] <i>Distance covered [km]</i>	2,8
Orario della prima partenza nel giorno medio [h.mm] <i>First trip departure [h.mm]</i>	6.18
Orario dell'ultima partenza nel giorno medio [h.mm] <i>Last trip departure [h.mm]</i>	0.32
Durata del servizio [h/d] <i>Service duration [h/d]</i>	18
Intervallo medio [min] <i>Headway [min]</i>	4
Perditempo di trasbordo da considerarsi [min] <i>Connection time to be considered [min]</i>	2
Tempo medio di viaggio [h.mm] <i>Average travel time [h.mm]</i>	0.10
Velocità commerciale media [km/h] <i>Average speed [km/h]</i>	16,80
Costo medio [Eur] <i>Average cost [Eur]</i>	1,00

In table 7, as described in section 6.3.1, a shorter than 20 minute connection time was considered as half of the headway (2 minutes).

The calculation of the railway connection between Milan and Venice is not as immediate, being the railway crossed by four main train categories: the separate cases of travellers interested only in fastest trains and standard travellers must be considered. Table 8 shows the aggregate description of this sub-trip for standard users and faster travellers. 2nd class tickets without any reduction or seat reservation (if not compulsory) are the fares considered for both groups.

In these tables, headway was obtained by dividing the number of trips by the duration of the transit service.

The last sub-trip has to consider travel between the

osservazioni svolte in loco, si è precauzionalmente deciso si aumentare il valore di intervallo medio di tempo fra due corse consecutive da 7 a minuti.

I dati aggregati per il viaggio considerato sono mostrati in tabella 10.

Si noti che:

- La prima partenza della metropolitana alle ore 6.18 non permette il collegamento col primo treno che parte alle ore 6.00 dalla stazione principale di Milano. La frequenza giornaliera nella terza tratta permette invece di considerare il collegamento tra la stazione di Mestre e la destinazione come fattibile. Il numero di collegamenti disponibili per il viaggio si riduce dai n. 27 teorica-mente possibili a n. 26;

- Non ha senso considerare una partenza con la metropolitana dopo le ore 20.30, poiché non esiste alcun collegamento con Venezia dopo le ore 21.05;

- La durata giornaliera del servizio è stata ottenuta considerando la differenza tra gli orari dell'ultima e della prima corsa;

- La distanza coperta è la somma delle distanze risultanti dalle tavole 7-9;

- L'intervallo medio di tempo è stato ottenuto dividendo il numero di viaggi di origine-destinazione disponibili per le ore giornaliere di servizio;

- Il tempo di viaggio medio è la somma dei tempi di collegamento e dei tempi spesi a bordo dei mezzi (tavole 7-9). Anche il calcolo della velocità commerciale media è basato su questo dato.

Usando le figg. 1-8 ed i dati delle tabelle 6 e 10, si può effettuare un'analisi delle prestazioni del viaggio considerato. I risultati sono mostrati nella tabella 11.

7.3. Considerazioni finali sul viaggio analizzato

Due diversi collegamenti sono stati analizzati per questo viaggio. In entrambi i casi, è stata identificata una prestazione poco soddisfacente del trasporto automobilistico, principalmente a causa delle congestioni frequenti all'interno delle due città.

Per quanto poco soddisfacente possa essere (livello di servizio "D"), la concorrenza dell'autovettura è particolar-

TABELLA 8 – TABLE 8

DESCRIZIONE DEL SECONDO SEGMENTO DI VIAGGIO CON IL TRASPORTO PUBBLICO – DESCRIPTION OF THE SECOND TRANSIT SUB-TRIP

Origine <i>Origin</i>	Milano, stazione centrale <i>Milan, main station</i>	
Destinazione <i>Destination</i>	Venezia Mestre, stazione <i>Venice Mestre, main station</i>	
Distanza coperta [km] <i>Distance covered [km]</i>	261	
	Collegamenti standard <i>Standard travellers</i>	Collegamenti veloci <i>Faster travellers</i>
Orario della prima partenza nel giorno medio [h.mm] <i>First trip departure [h.mm]</i>	6.00	6.55
Orario dell'ultima partenza nel giorno medio [h.mm] <i>Last trip departure [h.mm]</i>	21.05	18.55
Durata del servizio [h/d] <i>Service duration [h/d]</i>	15	12
Intervallo medio [min] <i>Headway [min]</i>	33	90
Perditempo di trasbordo da considerarsi [min] <i>Connection time to be considered [min]</i>	17	20
Tempo medio di viaggio [h.mm] <i>Average travel time [h.mm]</i>	2.43	2.17
Velocità commerciale media [km/h] <i>Average speed [km/h]</i>	96,07	114,31
Costo medio [Eur] <i>Average cost [Eur]</i>	23,46	26,81

station of Venice Mestre and the destination. Table 9 shows the data for that.

The trip represented in table 9 is the central part of different bus routes connecting suburbs and centre of Venice Mestre. During peak hours, however, travel times are quite irregular. The theoretical value of 7 minute headway was precautionary changed into 15.

Aggregated data for the considered trip are shown in table 10.

It must be noted that:

- The first subway leaving at 6.18 does not allow connection with the first train leaving at 6.00 from Milan main station. Full duration within the day in the third sub-trip allows considering every connection between Mestre station and the destination as feasible. The number of available connections for the trip at-stake reduces hereby at 26;

- It is as well meaningless to consider a subway train leaving after 20.30, as no connection to Venice exists after 21.05;

- Duration was obtained considering the difference between the timetables of last and first trips;

mente forte nel caso dei viaggiatori più veloci (soprattutto a causa dei valori di “E” per la durata del servizio e per l’intervallo medio di tempo). Il collegamento è invece migliore nel caso dei viaggiatori standard, nonostante i risultati penalizzanti degli indicatori della velocità media commerciale e della durata giornaliera del sistema di trasporto pubblico (tabella 11). L’eccellente risultato in termini di durata del viaggio in relazione al trasporto individuale è pertanto da vedersi come meramente apparente, essendo derivante dal rapporto di un dividendo ed un divisore della stessa bassa qualità. Eccellente, ma probabilmente non abbastanza per rendere il giudizio complessivo del tutto positivo, è il rapporto dei costi.

Come si è già precedentemente specificato, le valutazioni basate sull’applicazione di questo metodo devono essere postulate con estrema attenzione. Inoltre, un giudizio complessivo sulla relazione considerata è possibile solamente nei casi in cui siano disponibili informazioni sui pesi dei diversi attributi.

8. Conclusioni

L’attuale necessità di un trasporto pubblico competitivo, capace di proporre un’alternativa valida all’autovettura privata e in grado di richiedere la minor quantità possibile di sovvenzioni statali, richiede una pianificazione rigorosa e metodi per il controllo delle prestazioni. Anche se è possi-

TABELLA 9 – TABLE 9

DESCRIZIONE DEL TERZO SEGMENTO DI VIAGGIO
CON IL TRASPORTO PUBBLICO – DESCRIPTION OF THE
THIRD TRANSIT SUB-TRIP

Origine <i>Origin</i>	Venezia Mestre, stazione <i>Venice Mestre, main station</i>
Destinazione <i>Destination</i>	Venezia Mestre, Piazza Ferretto <i>Venice Mestre, Piazza Ferretto</i>
Distanza coperta [km] <i>Distance covered [km]</i>	1,8
Orario della prima partenza nel giorno medio [h.mm] <i>First trip [h.mm]</i>	0,00
Orario dell’ultima partenza nel giorno medio [h.mm] <i>Last trip [h.mm]</i>	23,59
Durata del servizio [h/d] <i>Duration [h/d]</i>	24
Intervallo medio [min] <i>Headway [min]</i>	15
Perditempo di trasbordo da considerarsi [min] <i>Connection time [min]</i>	8
Tempo medio di viaggio [h.mm] <i>Average travel time [h.mm]</i>	0,05
Velocità commerciale media [km/h] <i>Average speed [km/h]</i>	21,60
Costo medio [Eur] <i>Average cost [Eur]</i>	1,00

– Distance covered is the sum of the distances of tables 7-9;

– Headway was obtained considering the number of available origin-destination trips in the duration time;

– Average travel time is the sum of the connection times and on-board times of tables 7-9. The calculation of average commercial speed is also based on this result.

Using figures 1-8 and the data of tables 6 and 10, a performance analysis of the considered trip can be stated. Results are showed in table 11

7.3. Final remarks on the considered trip

Two main traveller categories were analysed for this trip. For both branches, a weak performance of automobile transport was identified, mainly due to frequent congestions within both cities.

As week as car service is (overall level of service: “D”), its concurrency is to be considered particularly strong in the case of faster travellers (above all because of the low scores of E regard-

TABELLA 10 – TABLE 10

DESCRIZIONE COMPLESSIVA DEL VIAGGIO – TRASPORTO PUBBLICO
AGGREGATE DESCRIPTION OF THE TRIP – TRANSIT

Origine <i>Origin</i>	Milano, Piazza Duomo <i>Milan, Piazza Duomo</i>	
Destinazione <i>Destination</i>	Venezia Mestre, Piazza Ferretto <i>Venice Mestre, Piazza Ferretto</i>	
Distanza coperta [km] <i>Distance covered [km]</i>	265,60	
	Collegamenti standard <i>Normal travellers</i>	Collegamenti veloci <i>Faster travellers</i>
Orario della prima partenza nel giorno medio [h.mm] <i>First trip [h.mm]</i>	6,18	6,18
Orario dell’ultima partenza nel giorno medio [h.mm] <i>Last trip [h.mm]</i>	20,30	18,30
Durata del servizio [h/d] <i>Duration [h/d]</i>	14	12
Intervallo medio fra cose successive [min] <i>Headway [min]</i>	32	90
Tempo medio di viaggio [h.mm] <i>Average travel time [h.mm]</i>	3,25	3,02
Velocità commerciale media [km/h] <i>Average speed [km/h]</i>	77,74	87,56
Costo medio [Eur] <i>Average cost [Eur]</i>	25,46	28,81

TABELLA 11 – TABLE 11

RIEPILOGO DEGLI INDICATORI DI PRESTAZIONE PER IL VIAGGIO CONSIDERATO
PERFORMANCE INDICATORS FOR THE CONSIDERED TRIP

Origine <i>Origin</i>	Milano, Piazza Duomo <i>Milan, Piazza Duomo</i>			LoS
Destinazione <i>Destination</i>	Venezia Mestre, Piazza Ferretto <i>Venice Mestre, Piazza Ferretto</i>			
Velocità commerciale media a mezzo autovettura [km/h] <i>Average commercial speed by car [km/h]</i>	83,75			D
	Collegamenti standard <i>Standard travellers</i>	LoS	Collegamenti veloci <i>Faster travellers</i>	LoS
Velocità commerciale media a mezzo trasporto pubblico [km/h] <i>Average commercial speed by transit [km/h]</i>	77,74	D-	87,56	D
Rapporto fra i tempi di viaggio con trasporto pubblico ed autovettura <i>Duration ratio</i>	1,07	B	0,95	B+
Tortuosità del tragitto <i>Deviation</i>	0,99	A	0,99	A
Numero di trasbordi <i>Number of changes</i>	2	C	2	C
Intervallo medio di tempo fra due corse consecutive [min] <i>Headway [min]</i>	32	A-	90	E
Durata giornaliera del servizio [h/d] <i>Duration of transport service [h/d]</i>	14	D	12	E
Ritardo medio [min] <i>Average delay [min]</i>	11	C	7	B
Rapporto con il costo percepito a mezzo autovettura <i>Cost ratio</i>	0,66	A+	0,74	A

bile fare ricorso a metodologie più sofisticate, è importante avere strumenti efficienti e rapidamente utilizzabili per la diagnosi delle eventuali carenze del sistema di trasporto.

Questa memoria tratta della definizione di alcuni criteri prestazionali per l'analisi di qualità del trasporto pubblico, i quali possono essere adoperati per una valutazione veloce ed affidabile del trasporto passeggeri con ogni modo di trasporto terrestre (incluse le eventuali combinazioni). L'approccio adottato divide i valori di ciascun parametro significativo in sei classi, variabili da "A" (qualità più elevata) ad "F" (qualità scarsa). I valori di soglia fra le differenti classi sono stati ottenuti intervistando un campione opportunamente selezionato fra i docenti universitari italiani del settore scientifico disciplinare "Trasporti".

Più che all'estensione del campione investigato, eventuali ricerche future potrebbero essere indirizzate a riproporre lo stesso metodo qui sviluppato su un campione di docenti di differente nazionalità, nonché al suo uso per l'analisi di casi esteri. Sebbene la validità del modello si ritenga del tutto generale, allo stato attuale non è possibile fornire riscontri positivi su questo secondo aspetto. L'applicabilità della procedura descritta su scala nazionale viene invece dimostrata dall'analisi di circa n. 80 spostamenti, la quale ha fornito risultati generalmente confortanti ed in linea con le aspettative, sebbene qualche caso limite indichi comunque la necessità di un'applicazione razionale e critica, allo scopo di evitare cattive interpretazioni.

ing duration of transport system and headway). Car is also a valid concurrent for standard travellers, mainly due to the poor score in average commercial speed and duration of transport system (table 11). The good score in duration ratio has in this case not to be interpreted as positive, being merely derived from weak dividend and divisor. Excellent, but probably not enough to make the overall judgement positive, is the cost ratio.

An overall judgement on the relation considered is possible only if information about the weights of the different parameters is available.

8. Conclusions

The current necessity of a competitive transit, able to offer a valid alternative

to car and which requires as little capital grant as possible, calls for a strict planning and reliable methods for performance controlling. Even if the possibility of appealing more sophisticated methods holds, it is meaningful to have efficient and easily usable tools for the transit system diagnosis and fast identification of any of its deficiencies.

This paper deals with the definition of some performance criterions for the analysis of transit quality, to be used for a fast and reliable evaluation of passenger transport by any terrestrial transport mode – including combinations – assigning the potential values for a particular performance measure six possible grades, ranging from "A" (highest quality) to "F" (lowest quality). Threshold values for that were obtained by stratifying the population of Italian Professors of Transportation into non-overlapping groups according to a technique known as stratified sampling.

The method was so far tested by a separate survey of about 80 travels, giving outcomes in line with rational expectations. Polar cases however indicate that it should be applied with rationality and critical ability to avoid misinterpretations.

The technique developed should make possible to monitor transportation performance, identify and undertake requisite remedies, and plan for future investments, helping transit to become a more and more competitive alternative to motorised individual transport.

Esempio scheda questionario

Si riporta, ad uso del lettore, un esempio del questionario sottoposto al campione individuato nel par. 3. Nel caso specifico, non perdendo di alcuna generalità rispetto al contesto, si considera la scheda relativa alla velocità commerciale del trasporto pubblico.

Example of a questionnaire

Interested readers may find in this section a questionnaire submitted to the judgement of the sample denoted in section 3. In this very case, the form regarding transit speed is shown in table A1.

TABELLA A1 – TABLE A1

Indicare nei riquadri in giallo i valori di separazione relativi a livelli di servizio successivi per la velocità commerciale del trasporto pubblico, eventualmente combinato (es. bus+treno, bus+metropolitana) <i>Fill the yellow boxes with the threshold values for contiguous levels of service for the parameter transit commercial speed</i>								
DESCRIZIONE DELLA QUALITA' ASSOCIATA AI LIVELLI DI SERVIZIO: <i>DESCRIPTION OF THE QUALITY FOR THE DIFFERENT LEVELS OF SERVICE:</i>								
A: ottimo <i>A: very good</i>								
B: buono <i>B: good</i>								
C: soddisfacente <i>C: fair</i>								
D: sufficiente <i>D: adequate</i>								
E: insufficiente <i>E: inadequate</i>								
F: pessimo <i>F: very bad</i>								
	[km/h]	[km/h]	[km/h]	[km/h]	[km/h]	[km/h]	[km/h]	[km/h]
A-B								
B-C								
C-D								
D-E								
E-F								
Distanza <i>Distance</i> [km]	5	10	20	50	100	200	300	500

BIBLIOGRAFIA – REFERENCES

- [1] J.E. BARTLETT II, J.W. KOTRLIK, and C.C. HIGGINS, (2001), "Organizational Research: Determining Appropriate Sample Size in Survey Research", Information Technology, Learning, and Performance Journal, 19-1, pp. 43-50.
- [2] M. BEN-AKIVA, and S.R. LERMAN, (1985), "Discrete choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand". The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, USA.
- [3] M.J. BITNER, and A.R. HUBBERT, (1994), "Encounter satisfaction versus overall satisfaction versus quality", in R.T. RUST and R.L. OLIVER (Eds.) "Service Quality: New directions in theory and practice", Sage Publications, London, pp. 72-94.
- [4] Cambridge Systematics (2000) "A Guidebook for Performance-Based Transportation Planning NHCPR Rep. 446", National Academy Press, Washington, DC, USA.
- [5] L. EBOLI and G. MAZZULLA, (2008), "La misura della qualità dei servizi di trasporto collettivo". Aracne Editrice, Roma.

- [6] FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2005), *“Richtlinien für die integrierte Netzgestaltung (RIN)”*, Cologne, Germany.
- [7] C. GRÖNROSS, (1982), *“Strategic management and marketing in the Service sector”*, Swedish School of Economics and Business Administration, Helsingfors, Sweden.
- [8] D.A. HENSHER, P. STOPHER, and P. BULLOCK, (2003): *“Service quality – developing a service quality index in the provision of commercial bus contracts”*, Transportation Research A, 37(6): 499-517.
- [9] N. HILL, G. BRIERLEY, and R. MACDOUGALL, (2003), *“How to measure customer satisfaction”*, Gower Publishing, Hampshire, U.K.
- [10] A.O. HIRSCHMAN (1970): *Exit, Voice and Loyalty: Responses to Decline in Firms*, Organizations, and States, Harvard University Press, Boston, Mass, USA.
- [11] P. KIRCHHOFF, (2002), *“Städtische Verkehrsplanung”*, Teubner Verlag, Stuttgart, Germany.
- [12] P.S. LEVY, and S. LEMESHOW, (1999) *“Sampling of Populations: Methods and Applications”*, 3rd Ed., John Wiley and Sons Inc., New York, NY, USA.
- [13] R.L. OLIVER, (1980) *“A cognitive method of the antecedents and outcomes of satisfaction decisions”*, Journal of Marketing Research, 17(4): 460-469.
- [14] A. PARASURAMAN, V.A. ZEITHAML and L.L. BERRY, (1985), *“A conceptual model of service quality and its implications for future research”*, Journal of Marketing, 49, 41-50.
- [15] S. PICKRELL, and L. NEUMANN, (2000), *“Linking performance measures with decision-making”*. Paper presented at the 79th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC, USA.
- [16] J.N. PRASHKER, (1979), *“Direct analysis of the perceived importance of attributes of reliability of travel modes in urban travel”*. Transportation 8, pp. 329-346.
- [17] G. ROWE, and G. WRIGHT, (2001), *“Expert opinions in forecasting: the role of the Delphi technique”*, in J.S. ARMSTRONG, J.S. (Ed.) *“Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners”*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 125-46.
- [18] R.T. RUST, and R.L. OLIVER, (1994), *“Service quality: Insights and managerial implications from the frontier”*, in R.T. RUST, and R.L. OLIVER, (Eds.) *“Service Quality: New directions in theory and practice”*, Sage Publications, London, pp. 1-19.
- [19] B. SCHNEIDER, & S.S. WHITE, (2004), *“Service Quality, Research Perspectives”*, S. Sage Publications, London.
- [20] T. SHAW, (2003), *“Performance Measures of Operational Effectiveness for Highway Segments and Systems”*. National Cooperative Highway Research Program (NCHRP).
- [21] J.M. SUSSMAN, (2000), *“Introduction to Transportation Systems”*, Artech House, London, U.K.
- [22] Transportation Research Board (TRB) (1965), *“Highway Capacity Manual”*, Washington, D.C., U.S.A.
- [23] Y. TYRINOPOULOS, and C. ANTONIOU, (2008), *“Public transit user satisfaction: Variability and policy implications”*, Transport Policy 15-4, pp. 260-272.
- [24] Transportation Research Board (TRB) (2004) Transit Capacity and Quality of Service Manual [TCRP], Washington, D.C., U.S.A.
- [25] S.M. TURNER, M.E. BEST, and D.L. SHRANK, (1996), *“Measures of Effectiveness for Major Investment Studies”*, Technical Report SWUTC/96/467106-1, Southwest Region University Transportation Center, Texas Transportation Institute, College Station, Texas, USA.
- [26] M. WARDMAN, (2001), *“A review of British evidence on time and service quality valuations”*, Transportation Research 37E (2/3), pp. 91-106.