



La progettazione *quality-based* nel trasporto pubblico locale. Il sistema di metropolitana regionale della Campania

The quality in public transportation. The Campania regional metro system

Prof. Ing. Ennio CASCETTA^(*), Dott. Ingg. Armando CARTENI^(*), Armando CARBONE^(*)

1. Introduzione

Oggi giorno, la qualità offerta dai servizi di Trasporto Collettivo (TC) riveste un ruolo fondamentale nelle scelte di mobilità, divenendo di fatto uno degli obiettivi di tutte le politiche di trasporto sostenibile, ad esempio [1], [2] e [3]. In generale, la qualità dei servizi di TC dipende da diversi fattori (attributi); alcuni possono essere facilmente misurati quantitativamente, come ad esempio il tempo medio di viaggio e di attesa ad una stazione/fermata o la regolarità del servizio, mentre altri possono essere valutati solo in maniera qualitativa e quindi, sono più difficilmente misurabili, se non attraverso il comportamento dell'utente (es. comfort di viaggio, informazioni all'utenza, sicurezza, qualità estetica delle stazioni).

Per ridurre i fenomeni di discrezionalità nella valutazione ed il monitoraggio dei servizi di trasporto collettivo, sarebbe opportuno disporre di tecniche standardizzate per la definizione e la misura degli indicatori di qualità. Criteri standardizzati dovrebbero essere utilizzati sia dalle aziende di trasporto collettivo, per progettare e monitorare i servizi offerti, sia dalle pubbliche amministrazioni per preparare le gare per i contratti di servizio/in concessione (concorrenza per il mercato), nonché per monitorare la qualità dei servizi di trasporto collettivo offerti.

Mentre risulta condivisa nella comunità scientifica l'idea che la qualità nel TC è un concetto intrinsecamente correlato all'utente, acceso è il dibattito su quale sia la migliore definizione di qualità e come questa dovrebbe essere misurata [4] e [5]. Vi è inoltre una continua disputa sull'opportunità di utilizzare misure (indicatori) oggettive o soggettive, o entrambe come suggerito dalla Comunità Europea con la norma EN 13816 del 2002 [6]. Gli indicatori oggettivi sono misure dirette degli attributi di qualità percepiti come significativi dagli utenti [7] e [8]; un esempio sono gli indicatori "tradizionali" di livello di servizio (es. tempo a bordo, tempo di attesa, regolarità del servizio) che possono essere utilizzati, ad esempio, come misure oggettive di performance dai fornitori del servizio (aziende di TC), dalle pubbliche amministrazioni, dai tecnici pianificatori ecc.

1. Introduction

Today the quality of services offered by the Public Transport (PT) plays an important role in the choices of mobility, becoming in fact one of the objectives of all sustainable transport policies, as noted for example in [1], [2] and [3]. In general, the quality of PT services depends on several factors (attributes); some can easily be measured quantitatively, such as the average time of travel and waiting at a station or stop, or regularity of service, while others may be evaluated only in a qualitative manner and thus, are more difficult to measure than through the user's behavior (e.g., level of comfort, user information, safety, aesthetic quality of the stations).

In order to reduce the phenomena of discretion in the assessment and monitoring of public transport services, it would be desirable to have standardized techniques for the definition and measurement of quality indicators. Standardized criteria should be used by both public transport companies to design and monitor the services offered, and by public authorities to prepare tenders for service contracts / concessions (competition for the market), and to monitor the quality of public transport services offered.

While it is commonly accepted in the scientific community that the idea that the quality of the PT is a concept intrinsically linked to the user, there is still debate about which is the best definition of quality and how it should be measured ([4] and [5]). There is also a continuing dispute about whether to use objective or subjective measures (indicators), or both, as suggested by the European Community with the standard EN 13816 of 2002 [6]. The objective indicators are measures of quality attributes perceived as important by users [7] and [8]; an example are the 'traditional' indicators of level of service (i.e., time on board, waiting time, regularity of service) that can be used, for example, as objective measures of performance by service providers (PT companies), by governments, by technical planners etc.. The main criticism that can be moved to these indicators resides in the fact that not all the attributes of perceived quality can be directly measurable, we think, for example, to the comfort

^(*) Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale - Università degli Studi di Napoli - Federico II.

^(*) Department of Civil, Construction and Environmental Engineering - University of Naples - Federico II.

La maggiore critica che può essere mossa a questi indicatori risiede nel fatto che non tutti gli attributi percepiti come di qualità possono essere direttamente misurabili, si pensi, ad esempio, alla comodità del posto a sedere o alla qualità estetica delle stazioni. Di contro, le misure soggettive sono basate sulla percezione diretta (in genere le dichiarazioni fatte dagli utenti) e indiretta (le scelte di viaggio) della qualità del servizio da parte dell'utente. In letteratura sono state proposte diverse tecniche per misurare gli indicatori soggettivi. Un esempio è la qualità del servizio misurata in termini di soddisfazione percepita dall'utente che può essere valutata ad esempio chiedendo ai viaggiatori la loro percezione, soddisfazione o aspettativa, importanza di qualità per un servizio di TC. In alternativa, è possibile stimare una funzione di utilità capace di misurare la disponibilità a pagare per ogni singolo attributo di qualità (es. puntualità, estetica della stazione, info-mobilità). Una delle maggiori critiche rivolte alle misure soggettive è la difficoltà di una loro stima su ipotetici scenari progettuali (non esistenti) oltre al fatto che questi, spesso, si basano solo su dichiarazioni fatte dagli utenti del TC, non considerando le impressioni dei "non utenti". Questo è il caso dei modelli stimati solo per gli utenti dei servizi di trasporto collettivo a cui possono però essere contrapposti i modelli di scelta modale calibrati usando indagini su tutti i modi di trasporto (es. auto, autobus, treno, piedi) e quindi considerando tutti gli utenti del sistema [9] e [10].

Pochi sono gli studi presenti in letteratura, ad esempio [6] e da [11] a [14], che hanno analizzato e confrontato contemporaneamente le misure soggettive (soddisfazione dell'utente) con quelle oggettive (prestazione del TC).

I metodi per stimare gli indicatori della qualità del servizio (sia soggettivi che oggettivi) possono essere classificati in: *misure non comportamentali* e *misure comportamentali*; per una trattazione aggiornata si veda ad esempio [15]. La prima categoria include gli indicatori stimati attraverso tecniche di analisi statistica, come la *quadrant and gap analysis*, *scatter graphs*, *cluster analysis*, da [16] a [22]. Alla seconda categoria appartengono i modelli comportamentali, che tentano di riprodurre i comportamenti di scelta degli utenti (es. modelli di scelta discreta); per una trattazione esaustiva si veda da [22] a [24]. Alcuni esempi sono i modelli di scelta del modo di trasporto che considerano diversi attributi espliciti di qualità del servizio [5], [14], [25] e [26]. Ad esempio, HENSHER et al. [27] propongono un modello Nested Logit per confrontare i livelli di qualità offerta tra differenti aziende di TC. Unico nel suo genere è il modello proposto da CASCETTA e CARTENI [28] per la scelta del servizio, di tipo Logit binomiale, volto a valutare il valore dell'estetica delle stazioni ferroviarie sulle scelte di mobilità.

I parametri dei modelli comportamentali possono essere stimati usando sia indagini volte all'analisi dell'effettivo comportamento di viaggio di un utente in un contesto reale (*Revealed Preference* o indagini RP) sia indagini volte all'analisi del comportamento di viaggio su ipotetici scenari progettuali (*Stated Preference* o indagini SP) da [13] a [15] e [29].

of the seating position or the aesthetic quality of the stations. In contrast, subjective measures are based on direct perception (usually the statements made by users) and indirect perception (the travel choices) of the quality of service by the user.

In the literature, several techniques have been proposed to measure subjective indicators. One example is how the service quality measured in terms of satisfaction perceived by the user can be evaluated, for example asking travelers their perception, satisfaction or expectations, importance of the quality of a PT service. Alternatively, it is possible to estimate a utility function that can measure the willingness to pay for each quality attribute (e.g. punctuality, appearance of the station, traffic information). One of the major criticism of subjective measures is the difficulty of their estimation of hypothetical design scenarios (non-existent) and the fact that they often rely only on statements made by users of the PT, not considering the impressions of "non-users". This is the case of models estimated only for users of public transport services which can, however, be set against the modal choice models calibrated using surveys of all modes of transport (e.g. car, bus, train, walking) and then considering all users of the system [9] and [10].

There are a few studies in the literature, for example, [6] and [11] to [14], which analyzed and compared both subjective measures (user satisfaction) with the objective (performance of PT).

The methods for estimating the indicators of the quality of service (both subjective and objective) can be classified as: not behavioral measures and behavioral measures; for a discussion updated see for example [15]. The first category includes estimated indicators by statistical analysis techniques, such as the quadrant and gap analysis, scatter graphs, cluster analysis, from [16] to [22]. The second category of behavioral models, which attempt to reproduce the behavior of the users' choice (e.g. discrete choice models), for a comprehensive discussion see references [22] to [24]. Some examples are the models of choice of the mode of transport which consider different explicit quality attributes of service [5], [14], [25] and [26]. For example, HENSHER et al. [27] propose a Nested Logit model to compare the levels of quality offered between different companies of PT. Unique is the model proposed by CASCETTA and CARTENI [28] for selecting the service, Logit binomial type, designed to assess the value of the aesthetics of railway stations on mobility choices.

The model parameters can be estimated using both behavioral investigations aimed at the analysis of the actual travel behavior of a user in a real context (Revealed Preference surveys or RP) and to the investigation of the analysis of the travel behavior of hypothetical design scenarios (Stated Preference surveys or SP) from [13] to [15] and [29].

Among the advantages of SP surveys compared to RP is to be able to count on a greater variability of the attributes considered through the definition of scenarios (e.g. new

Tra i vantaggi delle indagini SP rispetto a quelle RP c'è quello di poter contare su di una maggiore variabilità degli attributi considerati attraverso la definizione di scenari ipotetici (es. nuove linee di alta qualità) e considerando esplicitamente nuove caratteristiche del servizio non esistenti in un contesto reale (es. qualità estetica delle stazioni o sistemi di informazione all'utenza; con riferimento alle applicazioni di sistemi di informazione all'utenza numerosi sono gli studi che ne confermano l'efficacia, per esempio [30] e [31]). Per contro, i principali limiti delle tecniche SP riguardano l'affidabilità delle risposte degli utenti chiamati a giudicare in contesti fittizi e a volte eccessivamente complessi [32].

Da queste osservazioni è chiaro che le indagini SP, nonostante il loro considerevole potenziale, vanno viste come complementari, piuttosto che concorrenziali, alle tecniche RP. I vantaggi e gli svantaggi delle due tecniche si compensano a vicenda e quindi possono essere usate congiuntamente [23], [32] e [33].

Con riferimento a queste problematiche, l'Unione Europea (UE) ha, ormai già da tempo, adottato una visione della qualità nel TC rivolta all'utente (*user-based*) ed ha messo in campo nel corso degli anni diverse politiche per migliorare la qualità del trasporto collettivo, unitamente alla sua definizione e misurazione da [1] a [3]. Un passo decisivo è stato fatto nel 2002, quando l'UE ha emanato la norma EN 13816 "Transport – Logistics and services – Public passenger transport – Service quality definition target and measurement" [6], che definisce, tra l'altro, gli obiettivi e le misure per la qualità dei servizi di trasporto collettivo e fornisce delle linee guida per la selezione dei relativi metodi di misurazione.

In un siffatto contesto, i principali obiettivi della nota sono di illustrare:

- a. la proposta di una metodologia che integri lo standard proposto dall'UE [6] nel processo di pianificazione del trasporto collettivo. In particolare, sono descritti i legami tra i fornitori dei servizi, le reazioni degli utenti, i flussi di domanda, le attività di pianificazione, il monitoraggio del sistema, come pure l'integrazione degli indicatori standardizzati di qualità;
- b. la ricerca degli effetti di politiche di trasporto alla scala regionale (Campania), sia in termini di variazioni della qualità del servizio, come definito dagli standard Europei, sia in termini di effetti sul comportamento degli utenti;
- c. il sostegno del ruolo cruciale svolto da modelli di simulazione affidabili per il sistema di trasporto, al fine di valutare gli indicatori di qualità, sia per i sistemi esistenti (in aggiunta alle misure dirette di *customer satisfaction*) che per le attività del processo di pianificazione.

La metodologia è stata applicata ad un *case-study* connesso al Sistema della Metropolitana Regionale (SMR) della Campania, che può essere considerato uno degli esempi più ambiziosi delle politiche ferroviarie che si sono realizzate in Italia (€ 3.115 milioni spesi in 10 anni). In partico-

lines of high quality) and explicitly considering new service features that do not exist in a real context (e.g. aesthetic quality of the stations or information systems users, with reference to the applications of information systems users are numerous studies that confirm the effectiveness, for example, [30] and [31]). On the other hand, the main limitations of the techniques SP affect the reliability of the responses of users called upon to judge on fictional contexts and sometimes overly complex [32].

From these observations it is clear that SP investigations, despite their considerable potential, should be seen as complementary rather than competitive to RP techniques. The advantages and disadvantages of the two techniques compensate each other and thus can be used in combination [23], [32] and [33].

With regard to these issues, the European Union (EU) has now for some time adopted a vision of quality in the PT for the user (user-based), and has fielded over the years several policies to improve quality of public transport, together with its definition and measurement of [1] to [3]. A decisive step was taken in 2002 when the EU adopted the standard EN 13816 "Transport – Logistics and services – Public passenger transport – Service quality definition and measurement target" [6], which defines, among other things, the objectives and measures for the quality of public transport services and provides guidelines for the selection of the methods of measurement.

In such a context, the main objectives of the note are to illustrate:

- a. *the proposal of a methodology that integrates the standard proposed by the EU [6] in the planning process of public transport. In particular, it describes the linkages between service providers, the reactions of users, the demand flows, planning activities, monitoring system, as well as the integration of standardized indicators of quality;*
- b. *the research of the effects of transport policies at the regional scale (Campania), both in terms of changes in the quality of the service, as defined by European standards, and in terms of effects on the behavior of users;*
- c. *the support of the crucial role of reliable simulation models for the transport system, in order to assess the quality indicators, both for existing systems (in addition to measures of customer satisfaction) and for the activities of the planning process.*

The methodology was applied to a case study related to the Campania Regional Metro System (RMS), which can be considered one of the most ambitious examples of railway policies that have been developed in Italy (€ 3,115 million spent in 10 years). In particular, the effects of integrated policies of public transport applied to the Campania region between 2001 and 2011 (paragraph 3.1), in terms of changes in the quality of public transport, both at the global level (entire system) and level individual services of PT (section 3.2) have been evaluated.

lare, sono stati valutati gli effetti delle politiche integrate di trasporto collettivo applicate alla regione Campania tra il 2001 e il 2011 (paragrafo 3.1), in termini di variazione della qualità del trasporto collettivo, sia a livello globale (intero sistema) che a livello di singoli servizi di TC (paragrafo 3.2).

Inoltre, grazie all'apertura nel 2009 di una delle nuove linee di metropolitana caratterizzata da alti standard di qualità, è stato possibile valutare, per la prima volta in letteratura, gli effetti della qualità estetica delle stazioni sulla percezione degli utenti e sulle scelte di mobilità.

2. Una metodologia di pianificazione quality-based del trasporto collettivo

Storicamente, la pianificazione dei sistemi di trasporto collettivo si basa in maniera formale, da [34] a [38], o informale, da [39] a [44], sulla minimizzazione dei costi generalizzati per gli utenti del trasporto e/o dei costi di produzione del servizio per le aziende di TC. Questi metodi si basano prevalentemente sulla quantificazione in termini monetari e sulla stima delle disutilità percepite dagli utenti del trasporto. Per quanto convenienti da un punto di vista operativo, questi metodi non sono in grado di stimare tutti i fattori di qualità che influenzano la percezione ed il comportamento dell'utente.

Di contro, una pianificazione *quality-based* del trasporto collettivo deve essere meno vincolata ad un modello di ottimizzazione formale e deve basarsi su di un approccio *what-if* volto a confrontare gli impatti di interventi sulla qualità del servizio con i relativi costi di esercizio.

In questo paragrafo, partendo dalla metodologia proposta dall'UE [6], si propone una metodologia innovativa per una pianificazione *quality-based* del trasporto collettivo.

La qualità nel TC ha caratteristiche differenti a seconda se ci si mette dal punto di vista dell'utente o dell'azienda che fornisce i servizi. L'UE definisce quattro differenti prospettive della qualità nel TC che interagiscono l'un l'altra:

1. *la qualità del servizio progettata*, ovvero lo standard qualitativo che il fornitore del servizio programma di raggiungere;
2. *la qualità del servizio erogata*, ovvero il livello qualitativo che è effettivamente raggiunto funzione delle prestazioni del sistema di trasporto (es. congestione);
3. *la qualità del servizio percepita*, ovvero l'impressione da parte dell'utente della qualità del servizio erogata;
4. *la qualità del servizio attesa*, ovvero il livello di qualità, implicitamente o esplicitamente (es. quanto si è disposti a "pagare"), richiesto dall'utente.

Nella fig. 1, gli autori propongono di integrare i quattro livelli di qualità proposti nella norma EN 13816 [6], con le altre attività del processo decisionale nel TC (il monitoraggio del sistema e la pianificazione dei servizi da offrire) in un ciclo virtuoso iterativo.

Attraverso la *pianificazione del servizio*, i fornitori e/o le pubbliche amministrazioni definiscono le caratteristiche del

In addition, thanks to the opening in 2009 of one of the new subway lines characterized by high standards of quality, it was possible to evaluate for the first time in the literature the effects of the aesthetic quality of the stations on the perception of the users and the mobility choices.

2. A methodology for quality-based planning of public transport

Historically, the planning of public transport systems is based in a formal way, by [34], [38], or informal, from [39] to [44], on the minimization of the generalized costs for transport users and / or production costs of service for organizations of PT. These methods are mainly based on the quantification in monetary terms and the estimated disutility perceived by transport users. As convenient from an operational point of view, these methods are not able to estimate all the factors that influence the perception of quality and user behavior.

By contrast, a quality-based planning of public transport must be less bound to a formal optimization model and must be based on an approach what-if designed to compare the impact of interventions on the quality of service with the related operating costs.

In this section, starting with the methodology proposed by the EU [6], we propose an innovative methodology for a quality-based planning of public transport.

The quality in PT has different characteristics depending on whether one puts himself under the point of view of the user or under the company providing the services. The EU defines four different perspectives of quality in PT and interact with each other:

1. *the quality of service as target, i.e. the qualitative standard that the provider of the service program to reach;*
2. *the quality of service as delivered, i.e. the level of quality that is actually achieved according to the performance of the system of transport (e.g. congestion);*
3. *the quality of service as perceived, namely the impression by the user of the quality of the service provided;*
4. *the quality of service as sought, that is the level of quality, either implicitly or explicitly (e.g. how much you are willing to "pay"), requested by the user.*

In fig. 1, the authors propose to integrate the four quality levels proposed in EN 13816 [6], with the other activities of the decision-making process in the PT (system monitoring and planning of services to be offered) in a virtuous iterative cycle.

Through service planning, suppliers and / or public authorities define the characteristics of the service (e.g., lines' routes, time, frequency, type of vehicles, shifts) mediating between maximization of quality issues and production costs of the service; this allows to define the quality as target. The real conditions of the transport system (e.g. congestion, regularity of service, unforeseen events) affect the

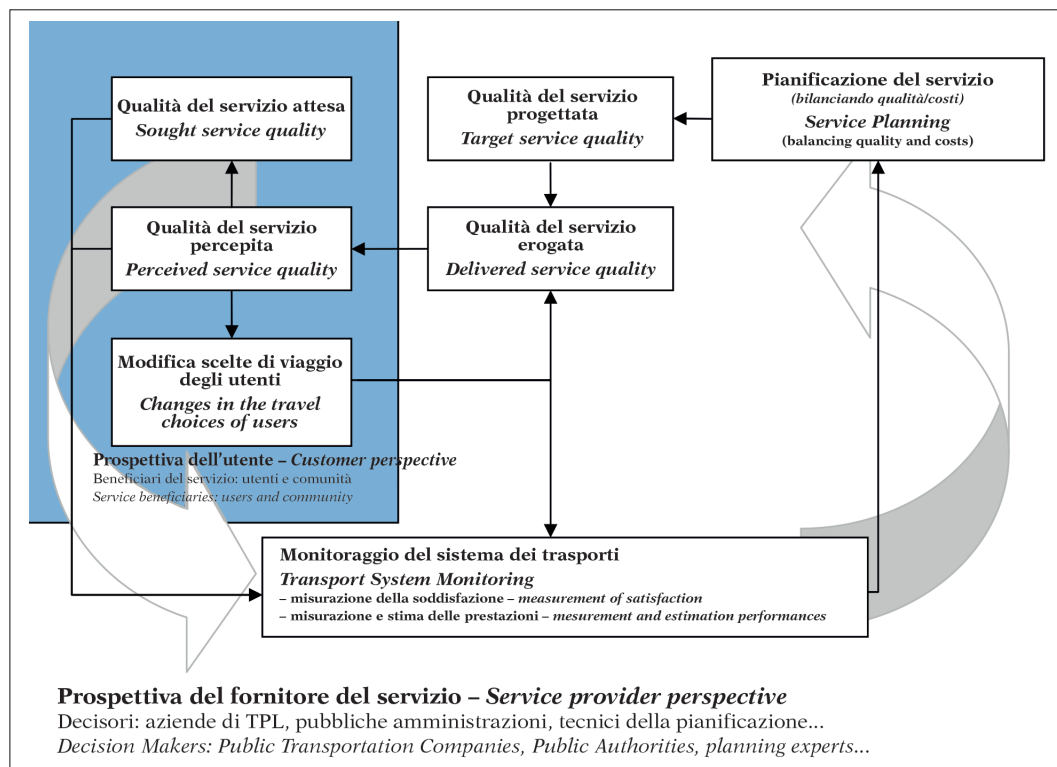


Fig. 1- Il ciclo virtuoso della qualità nel trasporto collettivo.
 Fig. 1- The virtuous cycle of quality in public transport.

servizio (es. percorso delle linee, orario, frequenza, tipo di veicoli, turni di lavoro) mediando tra massimizzazione della qualità offerta e costi di produzione del servizio; questo permette di definire la *qualità progettata*. Le reali condizioni del sistema di trasporto (es. congestione, regolarità del servizio, eventi imprevisti) influenzano anche il livello della *qualità erogata*. La differenza tra la qualità progettata e la qualità erogata è una misura dell'efficacia dei fornitori dei servizi nel raggiungere i propri obiettivi di performance.

La percezione della qualità da parte dell'utente (*qualità percepita*) dipende dalla propria esperienza personale, dall'informazione che riceve sul servizio e dalle proprie caratteristiche personali (es. genere, età, caratteristiche socio-economiche). Esempi sono il tempo medio percepito di attesa ad una stazione o il comfort percepito a bordo che, spesso, non coincidono con i parametri effettivi di qualità erogata (l'utente tende a sottostimare la qualità e sovrastimare i tempi di viaggio). La qualità percepita influenza poi sia il livello di qualità richiesto dagli utenti, la *qualità attesa* (es. se percepisco di attendere un treno in media 15 minuti, pretenderò di attendere in futuro non più di 10 mi-

level of quality as delivered. The difference between the quality as target and delivered quality is a measure of the effectiveness of the service providers in achieving their performance targets.

The perception of quality from the user (*perceived quality*) depends on his or her personal experience, the information that he or she receives from the service and their personal characteristics (e.g. gender, age, socio-economic characteristics). Examples are the average perceived waiting time at a station or perceived comfort on board, which often do not coincide with the actual parameters of supplied quality (the user tends to underestimate and overestimate the quality of travel time). The perceived quality then influence both the level of quality required by users, the *sought quality* (e.g. if one perceives to wait for a train on average 15 minutes, one would expect to wait in the future not more than 10 minutes), and the travel choices of users who, in turn, affect both the quality of services provided (e.g., changes in transportation choices and consequent changes in congestion on the roads and public transport vehicles) and the planning of the service (through monitoring). The purpose

TABELLA 1 – TABLE 1

SOTTOINSIEME DEGLI INDICATORI DI QUALITÀ PER I SERVIZI DI TRASPORTO COLLETTIVO (EN 13816; 2002) FUNZIONALI ALL'APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA PROPOSTA
SUBSET OF QUALITY INDICATORS FOR TRANSPORT SERVICES GROUP (EN 13816, 2002):
A FUNCTIONAL APPLICATION OF THE PROPOSED METHODOLOGY

Criteri Criteria	Sotto-criteri Sub-criteria		Tipo di indicatore Type of indicator	Indicatori soggettivi (misura della soddisfazione) Subjective indicators (measurement of satisfaction)	Indicatori oggettivi (misura della prestazione) Objective indicators (measure of performance)
1 Accessibilità al territorio Territorial Accessibility	ACC_T.1	Modi di trasporto Transport mode	G/L ⁽¹⁾	Accesso a modi di trasporto idonei a soddisfare i bisogni degli utenti Access to modes suitable to meet customers' needs	% di utenti che vive entro una specifica distanza da una stazione/fermata % of customer living within a specified distance from station/stop
	ACC_T.2	Rete di trasporto Transport network	G/L	Possibilità di andare ovunque facilmente Ability to go anywhere easily	% di utenti che non effettuano trasbordi % of customers having direct journeys
	ACC_T.3	Funzionamento Operation	G/L	Frequenza/orario schedato appropriati Appropriate frequency and schedules	% di raggiungimento della frequenza minima % of achievement of minimum frequency
2 Accessibilità nelle stazioni Accessibility within stations	ACC_S.1	Interfaccia interna Internal interface	L	Ascensori Elevators	Tempo medio di percorrenza pedonale interna, pesato in base al numero di passeggeri Average internal walking time, weighted by passengers numbers
			L	Scale mobili Escalators	Tempo medio di accesso/egresso nelle stazioni, pesato in base al numero di passeggeri Average access, egress time from the stations, weighted by passengers numbers
	ACC_S.2	Bigliettazione Ticketing	G/L	Facilità di ottenere un biglietto Ease of obtaining a ticket	Prestazione del servizio di vendita dei biglietti Performance of ticket selling service
	ACC_S.3		G/L	Qualità della tariffazione integrata ⁽²⁾ Fare structure quality ⁽²⁾	Tariffazione integrata ⁽²⁾ Integrated fare structure ⁽²⁾
3 Informazione all'utenza User information	INFO.1	Informazioni generali General information	G/L	Disponibilità di orari e informazioni Availability of timetables and information	Disponibilità di orari e materiale informativo Availability of timetables and informative material
	INFO.2	Informazioni di viaggio in condizioni normali Travel information in normal conditions	G/L	Informazioni nelle stazioni/fermate Information within stations/stops	Informazioni alle stazioni/fermate Information at stations/stops
	INFO.3		L	Conoscenza, precisione e cortesia del personale Staff knowledge, accuracy and courtesy	Conoscenza, precisione e cortesia del personale Staff knowledge, accuracy and courtesy
	INFO.4		L	Chiara indicazione delle destinazioni Clear indication of destinations	Chiara indicazione delle destinazioni Clear indication of destinations
	INFO.5		L	Soddisfazione per le informazioni ricevute Satisfaction for information obtained	Correttezza delle informazioni ricevute dai passeggeri alle stazioni/fermate Accuracy of information received from passengers at stations / stops
	INFO.6	Informazioni di viaggio in condizioni anomale Travel information under not normal conditions	G/L	Precisione e tempestività delle informazioni nelle stazioni/fermate e sui veicoli Accuracy and timeliness of information at stations / stops and on vehicles	Precisione e tempestività delle informazioni alle stazioni/fermate e sui veicoli Accuracy and timeliness of information at stations / stops and on vehicles
4 Livello di servizio Level of service	LdS.1	Durata del viaggio Length of trip time	G/L	Tempo a bordo In-vehicle time	Tempo medio a bordo, pesato in base al numero di passeggeri Average in-vehicle time, weighted by passenger numbers
	LdS.2		G/L	Tempo medio di accesso alle stazioni ed egresso alle destinazioni Average access time to the stations and exit time to destinations	Tempo medio di accesso alle stazioni ed egresso alle destinazioni, pesato in base al numero di passeggeri Average access time to the stations and exit time to destinations, weighted by passenger numbers
	LdS.3	Aderenza all'orario schedato Compliance to scheduled timetable	G/L	Puntualità del servizio Punctuality of service	Tempo di attesa dei passeggeri alle stazioni/fermate Waiting time at stations / stops
	LdS.4	Regolarità del servizio Regularity of service	G/L	Regolarità del servizio Regularity of service	% di passeggeri partiti/arrivati in orario % of passengers arrived/departed on time
	LdS.5		L	Corse non saltate - Not skipped runs	% corse non saltate - % of not skipped runs
5 Comfort	COM.1	Posti a sedere e spazio personale Seating and personal space	G/L	Basso livello di affollamento Low crowd level	% di posti liberi a sedere ⁽²⁾ - % of available seats ⁽²⁾ comodità dei posti a sedere ⁽²⁾ Comfort of seats ⁽²⁾
	COM.2	Comfort di viaggio Trip comfort	L	Comfort di marcia del veicolo Running comfort of the vehicle	Comfort di marcia del veicolo Running comfort of the vehicle
	COM.3	Condizioni ambientali (a bordo e/o nei terminali) Ambient conditions (on board and/or in terminals)	G/L	Climatizzazione ⁽²⁾ - Air conditioning ⁽²⁾	Climatizzazione ⁽²⁾ - Air conditioning ⁽²⁾
	COM.4		L	Silenziosità ⁽²⁾ - Quietness ⁽²⁾	Silenziosità - Quietness
	COM.5		L	Pulizia - Cleanliness	Pulizia - Cleanliness
	COM.6		L	Aspetto estetico dei terminali ⁽²⁾ Aesthetic aspect of terminals ⁽²⁾	Aspetto estetico dei terminali ⁽²⁾ Aesthetic aspect of terminals ⁽²⁾
6 Sicurezza Safety	SIC.1	Assenza di crimine Absence of crime	L	Percezione di sicurezza - Perception of security	% viaggi in assenza di criminalità - % of trips without crimes

(1) G/L sta per indicatore di qualità Globale/Locale. G/L stands for Global/Local quality indicator.

(2) Indicatore innovativo rispetto a quelli proposti nella norma dell'UE del 2002. Innovative indicator with respect to the ones proposed in the EU Norm of 2002.

nuti), sia le *scelte di viaggio degli utenti* che, a loro volta, influenzano sia la qualità erogata (es. variazioni nelle scelte di trasporto e conseguenti cambiamenti della congestione sulle strade e sui veicoli di trasporto collettivo) sia le attività di pianificazione del servizio (attraverso il monitoraggio). Lo scopo dei fornitori dei servizi è quello di minimizzare il divario tra la qualità attesa e la qualità progettata, con l'intento di migliorare la soddisfazione dell'utente.

Il *monitoraggio del sistema di trasporto* è un'attività cruciale in questo processo, in grado di misurare il livello di soddisfazione degli utenti, le loro scelte di mobilità e l'effettiva prestazione del sistema. Attraverso la *misurazione della soddisfazione* (misure soggettive) è possibile quantificare il gap tra la qualità attesa e la qualità percepita. Di contro, la *misurazione e la stima delle prestazioni e delle scelte di viaggio degli utenti* (misure oggettive) permettono alla qualità erogata di essere monitorata (es. regolarità del servizio, tempo medio di viaggio, comfort, congestione della strada e del trasporto collettivo) ed al tempo stesso permette di valutare le variazioni dei comportamenti di viaggio degli utenti (es. variazioni nella scelta modale, nella scelta del servizio, nella scelta del percorso, nell'orario di partenza). Le *misure di monitoraggio* influenzano la pianificazione del servizio alimentando il processo iterativo virtuoso (schematizzato attraverso il diagramma di flusso di fig. 1) che rafforza l'evoluzione del sistema di trasporto e che, se seguito, porterebbe a far coincidere la qualità progettata con quella attesa dagli utenti.

In questo contesto, giocano un ruolo centrale gli strumenti quantitativi (es. modelli matematici) capaci di simulare i principali impatti di interventi/politiche sia sull'intero sistema di trasporto collettivo che sui singoli comportamenti degli utenti. Tali strumenti diventano indispensabili per quantificare le misure di qualità del servizio, che sarebbero troppo costose da valutare in via diretta (nella fase di monitoraggio) per i sistemi esistenti (es. tempo medio di viaggio/attesa; misure di accessibilità; passeggeri*km; popolazione servita) e impossibili da misurare per scenari futuri o ipotetici (nella fase di pianificazione del servizio – es. variazioni di performance rispetto ad uno scenario attuale).

Come precedentemente riportato, per misurare la qualità del servizio (soddisfazione e prestazione) sono stati proposti vari metodi (es. analisi statistica vs modello di simulazione) e un gran numero di indicatori. L'UE ha proposto nella norma EN 13816 [6] criteri e indicatori standardizzati, che derivano dalle esperienze pluriennali delle aziende e dei ricercatori nel campo del TC e che dovrebbero includere tutti gli attributi che influenzano la qualità percepita dagli utenti dei servizi di trasporto collettivo. In questa proposta gli indicatori dell'UE sono stati estesi per includere anche altre variabili considerate rilevanti sia per la qualità del servizio all'utente che per i fornitori dei servizi, sulla base dei risultati del progetto del Sistema della Metropolitana Regionale descritto nel paragrafo 3.1.

In via del tutto generale, è possibile definire *indicatori globali*, che si riferiscono al sistema di trasporto nel suo

of the service providers is to minimize the gap between the sought quality and target quality with the aim to improve user satisfaction.

The monitoring of the transport system is a crucial activity in this process, which can measure the level of satisfaction of users, their mobility choices and the actual performance of the system. By measuring satisfaction (subjective measures) is possible to quantify the gap between the sought quality and perceived quality. In contrast, the measurement and estimation of performance and travel choices of the users (objective measures) allow the quality of services provided to be monitored (e.g., regularity of service, average travel time, comfort, road and public transport) congestion and at the same time allows to evaluate the changes in travel behavior of users (e.g., changes in modal choice, in the choice of the service, in the choice of the route, in the timetable of departure). The measures of monitoring influence the planning of the service fueling the virtuous iterative process (schematized through the flow chart of fig. 1) that reinforces the evolution of the transport system and that, if followed, would lead to match the target quality with that expected by users.

In this context, the quantitative tools play a central role (e.g. mathematical models); such tools have the capability of simulating the main impacts of interventions / policies both on the whole system of public transport and on individual user behavior. These tools are indispensable to quantify the measures of quality of service, which would be too expensive to evaluate directly (in the monitoring phase) for existing systems (e.g. average travel / waiting time; measures of accessibility passengers per km; population served) and impossible to measure for future or hypothetical scenarios (at the planning stage of service - e.g. changes in performance compared to a current scenario).

As previously reported, to measure the quality of service (satisfaction and performance) various methods and a large number of indicators have been proposed (e.g. statistical analysis vs. simulation model). The EU has proposed under norm EN 13816 [6] criteria and standardized indicators, which are derived from long-term experiences of companies and researchers in the field of PT and that should include all of the attributes that affect the quality perceived by the users of public transport services. In this proposal the EU indicators have been extended to include other variables considered relevant to both the quality of customer service and suppliers of services, based on the results of the project of the Regional Metro System described in section 3.1.

In a totally general approach, it is possible to define global indicators, which refer to the transportation system as a whole, and local indicators, which refer to a specific collective transport service or to a group of them. In Table 1 is shown and integrated a subset of the indicators proposed in the norm EN 13 816 [6] useful for the application described in paragraph 3.

complesso, ed *indicatori locali*, che si riferiscono ad uno specifico servizio di trasporto collettivo o ad un gruppo di essi. Nella tabella 1 è riportato ed integrato un sottoinsieme degli indicatori proposti nella norma EN 13816 [6] utile per l'applicazione descritta nel paragrafo 3.

Gli indicatori di qualità possono essere raggruppati in sei classi:

- indicatori di accessibilità al territorio;
- indicatori di accessibilità nelle stazioni;
- indicatori di informazione all'utenza;
- indicatori di livello di servizio;
- indicatori di comfort;
- indicatori di sicurezza.

Gli indicatori di accessibilità al territorio misurano la capacità di muoversi all'interno del territorio. Questi sono indicatori di modo, rete e funzionamento; gli indicatori di modo sono, per esempio, una misura della facilità di accesso a servizi di trasporto idonei a soddisfare i bisogni di mobilità degli utenti (misura della soddisfazione) o la percentuale di utenti che vivono nel bacino di influenza di una data stazione/fermata (misura di prestazione). Gli indicatori di rete misurano la possibilità/facilità di raggiungere punti diversi della rete di trasporto (es. percentuale degli utenti che non effettuano trasbordi; distanza della destinazione finale dalla stazione/fermata di discesa). Gli indicatori di funzionamento descrivono la qualità dei servizi offerti in termini di frequenza e/o orario schedulato, ore di funzionamento, ecc.

Gli indicatori di accessibilità nelle stazioni misurano la qualità dell'accesso/egresso dalle stazioni. Essi possono riferirsi all'interfaccia interna e alla bigliettazione. Per quanto riguarda l'interfaccia interna, alcuni esempi sono: presenza di ascensori e/o scale mobili (misure di soddisfazione), tempo medio di percorrenza pedonale interna alle stazioni o di interscambio (misure di prestazione). Gli indicatori di bigliettazione sono relativi alla facilità di ottenere un biglietto e/o alla prestazione del servizio di vendita dei titoli di viaggio. Questa categoria è stata, inoltre, ampliata considerando la presenza di una tariffazione integrata e la sua qualità percepita come espliciti indicatori di qualità, in quanto la possibilità di usare un biglietto unico per tutti i servizi di TC utilizzati durante uno spostamento è una misura di qualità paragonabile se non superiore ad altri indicatori di performance.

Gli *indicatori di informazione* misurano la qualità dell'informazione offerta agli utenti. Essi sono indicatori relativi a: informazioni generali, informazioni di viaggio in condizioni normali e informazioni di viaggio in condizioni anomale. Gli indicatori di informazione generale sono relativi alla disponibilità di orari e informazioni (es. percorso delle linee, orari, tariffe). Le informazioni di viaggio in condizioni normali riguardano la disponibilità di informazioni nelle stazioni/fermate (es. informazioni di viaggio, chiara indicazione delle destinazioni, soddisfazione per le informazioni ricevute). Le informazioni di viaggio

The quality indicators can be grouped into six classes:

- *accessibility indicators to the area;*
- *accessibility indicators in the stations;*
- *indicators of user information;*
- *indicators of level of service;*
- *comfort indicators;*
- *safety indicators.*

The accessibility indicators to the area measure the ability to move within the territory. These are modal, network and operation indicators; modal indicators are, for example, a measure of the ease of access to transport services that are appropriate to meet the needs of user mobility (measure of satisfaction), or the percentage of users who live in the area of influence of a given station / stop (measure of performance). The network indicators measure the ability / ease of getting to different parts of the transport network (e.g., percentage of users that does not change modes of transport; distance of the final destination from the de-boarding station/stop). The operation indicators describe the quality of services offered in terms of frequency and / or scheduled time, hours of operation, etc..

Accessibility indicators at stations measure the quality of access / egress from the stations. They may refer to the internal interface and ticketing. With regard to the internal interface some examples are: presence of elevators and / or escalators (measures of satisfaction), the average pedestrian travel time inside the stations or for interchanges (measures of performance). The ticketing indicators relate to the ease of purchasing a ticket and / or the performance of the service for the sale of tickets. This category was also extended considering the presence of an integrated fare structure and its perceived quality as explicit indicators of quality, since the possibility of using a single ticket for all services of PT used during a trip is a measure of quality comparable if not superior to other performance indicators.

The information indicators measure the quality of information provided to users. They are indicators relating to: general information, travel information in normal and abnormal conditions. The information indicators relate to the availability of timetables and information (e.g. lines' routes, timetables, fares). Travel information under normal conditions covers the availability of information at stations / stops (e.g. travel information, a clear indication of the destinations, satisfaction with information received). Travel information in abnormal conditions measures the accuracy and timeliness of the information received in the station / bus stop and on board vehicles during unexpected events (delays, failures, safety breaches).

The indicators of the level of service assess the quality of services with respect to the duration of the trip and adherence to the scheduled time. Some examples are: on-board time, average access, egress and interchange time, punctu-

in condizioni anomale misurano la precisione e la tempestività delle informazioni ricevute nella stazione/fermata e a bordo dei veicoli durante eventi imprevisti (ritardi, guasti, violazioni di sicurezza).

Gli indicatori di livello di servizio valutano la qualità dei servizi rispetto alla durata del viaggio e all'aderenza all'orario schedato. Alcuni esempi sono: tempo a bordo, tempo medio di accesso, egresso ed interscambio, puntualità del servizio, tempi di attesa alle stazioni/fermate, regolarità del servizio, numero di corse saltate.

Gli indicatori di comfort misurano gli elementi del servizio introdotti per rendere gli spostamenti con il trasporto collettivo più rilassanti e piacevoli. Essi sono: posti a sedere e spazio personale, comfort di viaggio, condizioni ambientali e aspetto estetico dei terminali. Esempi di indicatori di posto a sedere e spazio personale sono: grado di affollamento, percentuale dei posti liberi a sedere, comodità dei posti a sedere (gli ultimi due indicatori sono innovativi rispetto a quelli proposti nella norma UE). Gli indicatori del comfort di viaggio misurano la qualità di marcia, mentre gli indicatori sulle condizioni ambientali valutano la pulizia, la climatizzazione e la rumorosità (gli ultimi due sono innovativi rispetto a quelli proposti nella norma UE). La qualità architettonica/estetica dei terminali (non presentata nella norma UE) è un'importante misura di comfort che può influenzare le scelte di viaggio dell'utente [28]. L'evidenza sperimentale, riportata in questa nota, mostra che gli utenti valutano i servizi di trasporto collettivo con terminali "belli" e ben progettati proprio come valutano l'estetica di un'automobile. In letteratura il problema degli effetti dell'aspetto estetico delle stazioni ferroviarie è stato esaminato solo rispetto agli obiettivi della cosiddetta "Station Renaissance" da [45] a [48], un movimento architettonico nato recentemente in Europa volto a promuovere l'estetica nelle stazioni e a sviluppare il concetto di una nuova idea di viaggio in treno e di vita nelle stazioni.

L'ultima tipologia di misure è quella degli indicatori di sicurezza, che riguardano la percezione soggettiva di sicurezza (es. assenza di crimini) ed alcune statistiche più oggettive (es. tasso di criminalità come numero di rapine per passeggero).

Questi indicatori possono essere stimati attraverso differenti tecniche:

- indagini di *Customer Satisfaction* (CSS, *Customer Satisfaction Surveys*), che misurano come i servizi incontrano o superano le aspettative dell'utente;
- Misure di Prestazione Dirette (DPM, *Direct Performance Measures*), che permettono la misura diretta degli indicatori (es. tempo di accesso, regolarità del servizio) attraverso, per esempio, tecniche di inferenza statistica;
- Misure di Prestazione Stimate (EPM, *Estimated Performance Measures*) tramite modelli di simulazione del sistema dei trasporti, che permettono di valutare quegli indicatori non misurabili direttamente (es. percentuale degli utenti che vive entro una specifica distanza dalle stazioni/fermate o tempo medio a bordo pesato in base al numero dei passeggeri) oppure riferiti ad

ality of the service, waiting times at stations / stops, regularity of service, number of skipped trips.

The comfort indicators measure the service elements introduced in order to make travel with public transport more relaxing and enjoyable. These are: seats and personal space, running comfort, environmental conditions and appearance of the terminals. Examples of seat and personal space indicators are: crowd level, percentage of free seats, seating comfort (the latter two indicators are innovative with respect to those proposed in the EU norm). The indicators of the level of comfort measure the ride quality, while indicators of environmental conditions evaluate cleaning, air-conditioning and noise (the last two are innovative with respect to those proposed in the EU norm). The architectural quality / aesthetics of terminals (not presented in the EU standard) is an important measure of comfort that can influence the travel choices of the user [28]. The experimental evidence, reported in this paper, shows that users evaluate the public transport terminals as "beautiful" as well designed the same way they evaluate the aesthetics of a car. In the literature, the problem of the aesthetic effect of railway stations has been examined only in relation to the objectives of the "Station Renaissance" from [45] to [48], an architectural movement born recently in Europe to promote the aesthetic aspect in stations and to develop the concept of a new idea of train travel and life in the stations.

The last type of measure is that of safety indicators, which relate to the subjective perception of safety (e.g. no crime) and some more objective statistics (e.g. crime rate as the number of robberies per passenger).

These indicators can be estimated by different methods:

- *Customer Satisfaction Surveys* (CSS), which measure how services meet or exceed user expectations;
- *Direct Performance Measures* (DPM), which allow the direct measurement of the indicators (e.g., access time, regularity of service) for example through techniques of statistical inference;
- *Estimated Performance Measures* (EPM) that use simulation models of the system of transportation that allow to assess indicators that cannot be measured directly (e.g., percentage of people who live within a specified distance from the stations / stops or average time on board weighed according to the number of passengers) or referring to hypothetical project scenarios (impossible to measure directly).

All of these techniques can be used to measure the quality indicators for the current scenario; for estimates related to design scenarios (or hypothetical future configurations of the transport system) only performance measures can be used thus highlighting, once again, the importance of quantitative methods for the planning of PT.

Through the measurement / estimation of these indicators is therefore possible:

ipotetici scenari di progetto (impossibili da misurare direttamente).

Tutte queste tecniche possono essere utilizzate per misurare gli indicatori di qualità per lo scenario attuale; per le stime relative agli scenari di progetto (configurazioni future o ipotetiche del sistema di trasporto) possono essere utilizzate solo misure di prestazione stimate evidenziando, ancora una volta, l'importanza dei metodi quantitativi per la pianificazione del TC.

Attraverso la misura/stima di questi indicatori è quindi possibile:

1. misurare la qualità dei servizi di un sistema di trasporto collettivo confrontando gli effetti di diversi scenari di progetto;
2. stimare la differenza tra la qualità percepita/attesa (attraverso indagini di *customer satisfaction*) e la qualità erogata (attraverso misure di prestazione dirette/stimate e indagini sull'utente) di singoli servizi o di un gruppo di essi.

Nel successivo paragrafo sono stimati gli impatti del progetto di Sistema Metropolitano Regionale della Campania sulla qualità del sistema dei trasporti, confrontando i valori misurati e stimati per gli indicatori riportati in tabella 1 relativi allo scenario di base (2001) con i valori misurati e stimati per lo scenario al 2011. Inoltre, sono stati valutati gli effetti sulla qualità derivanti dall'introduzione di nuove linee ferroviarie caratterizzate da alti standard estetici e di comfort.

3. Applicazione al Sistema della Metropolitana Regionale della Campania

La metodologia *quality-based* proposta e descritta nel precedente paragrafo è stata applicata per pianificare un insieme di politiche integrate implementate nella regione Campania (Italia) tra il 2001 e il 2011, che va sotto il nome di Sistema della Metropolitana Regionale (SMR), nonché per valutarne gli effetti in termini di variazioni di qualità dei servizi di TC.

La Campania è la seconda più popolosa regione Italiana, con 5,7 milioni di abitanti in un'area di 13.590 kmq. La maggior parte della popolazione è concentrata lungo la fascia costiera; l'area metropolitana di Napoli ha più di tre milioni di abitanti ed una densità abitativa molto elevata, che la rende particolarmente adatta ad un sistema di trasporto collettivo basato sulla ferrovia (il comune di Portici con 14.726 abitanti/kmq ha la più alta densità abitativa in Europa).

Il progetto di Sistema della Metropolitana Regionale (SMR) nasce nel 2000 in Campania, regione con una grande tradizione di trasporto ferroviario (fig. 2); basti pensare che nel 1839 nasce la prima linea ferroviaria italiana, la Napoli-Portici, nel 1925 viene inaugurata la prima linea metropolitana d'Italia, la "Direttissima" Pozzuoli-Gianturco, e nel 2005 viene inaugurata la prima tratta della linea ad alta velocità Napoli-Roma.

Il progetto SMR consta di € 9.140 milioni (€ 3.115 mi-

1. *measure the quality of services of a public transport system by comparing the effects of different design scenarios;*
2. *estimate the difference between the quality perceived / sought (through customer satisfaction surveys) and the quality of services provided (through direct or estimated measures of performance and user surveys) of individual services or a group of them.*

In the following paragraph the impacts of the Campania Regional Metro System project on the quality of the transport system are estimated, by comparing the measured and estimated for the indicators reported in Table 1 relative to the baseline scenario (2001) with the measured values and the estimated scenario to 2011. In addition, the effects on the quality of the introduction of new railway lines characterized by high standards of comfort and aesthetics are estimated.

3. Application to the Campania Regional Metro System

The quality-based methodology proposed and described in the previous section has been applied to plan a set of integrated policies implemented in the Campania region (Italy) between 2001 and 2011, which goes by the name of Regional Metro System (RMS) in addition to evaluate their effects in terms of changes in the quality of services of PT.

Campania is the second most populous Italian region with 5.7 million inhabitants in an area of 13,590 kmq. The majority of the population is concentrated along the coastal strip; the metropolitan area of Naples has more than three million inhabitants and a very high population density, which makes it particularly suitable for a public transport system based on the railway (the municipality of Portici with 14,726 inhabitants / kmq has the highest population density in Europe).

The Regional Metro System project was drafted in 2000 in Campania, a region with a long history of rail transport (fig. 2), considering that in 1839 the first Italian railway line the Naples-Portici was constructed, and in 1925 the first Italian metro line, the "Direttissima" Pozzuoli-Gianturco, and in 2005 the first portion of the high speed line Rome-Naples was inaugurated.

The RMS project consists of € 9,140 million (€ 3,115 million has already been spent, € 2,525 million for works in progress and € 3.5 billion still to be financed) of the total investment in infrastructure and rolling stock. The main measures implemented up to 2011 were: infrastructure (e.g. High Speed-High Capacity railways, interchanges, new regional and metropolitan lines, new stations with high standards of architectural quality) services (e.g. Integrated Regional fare structure, high-frequency rail services); vehicles (replacement and renewal), information (e.g., train schedules at regular intervals, information to the user). For an accurate description of the project, simulation models imple-

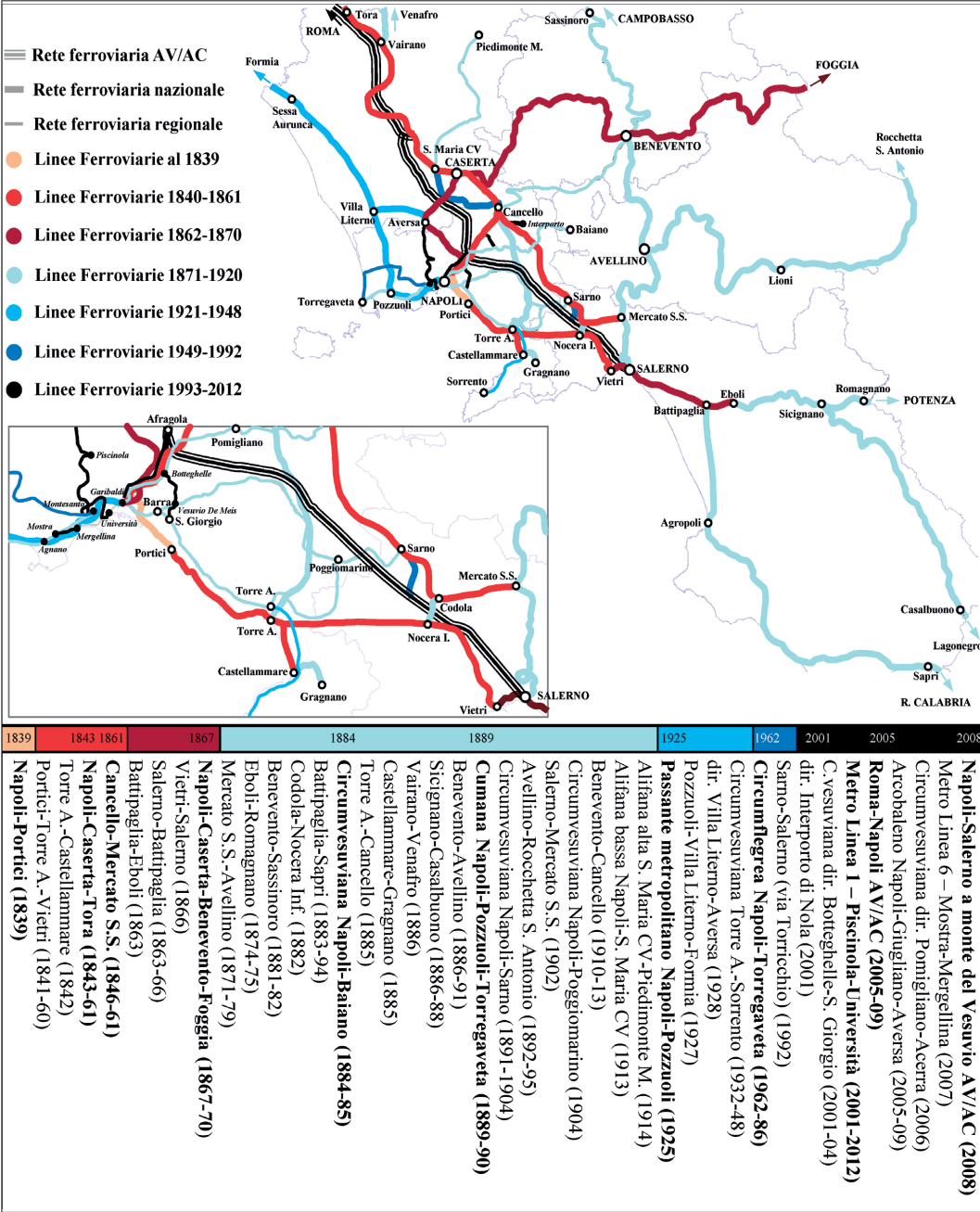


Fig. 2 - L'evoluzione della rete ferroviaria in Campania: i principali interventi infrastrutturali.
Fig. 2 - The development of the railway network in the Campania region: the main infrastructure projects.

lioni già spesi, € 2.525 milioni per opere in corso di realizzazione e € 3.500 milioni ancora da finanziare) di investimenti totali per infrastrutture e materiale rotabile. I principali interventi implementati sino al 2011 sono stati: infrastrutture (es. linee ferroviarie ad Alta Velocità-Alta Capacità; nodi di interscambio; nuove linee regionali e metropolitane; nuove stazioni con alti standard di qualità architettonica); servizi (es. tariffazione regionale integrata; servizi ferroviari ad alta frequenza); veicoli (sostituzione e rinnovamento); informazioni (es. orario ferroviario ad intervalli regolari; informazioni all'utente). Per una descrizione accurata del progetto, dei modelli di simulazione implementati e delle politiche di trasporto implementate si vedano da [49] a [55].

A partire dagli interventi previsti e realizzati nel decennio 2001-2011 per l'SMR è stata definita una matrice di incidenza intervento-indicatore di qualità (tabella 2) attraverso cui è possibile valutare ogni intervento in quale attributo di qualità ha prodotto degli effetti. In particolare, le nuove infrastrutture realizzate e i nuovi servizi hanno certamente aumentato l'accessibilità al territorio e nelle stazioni, oltre ad aver diminuito gli indicatori medi di livello di servizio (tempi di viaggio). Il nuovo materiale rotabile ha prodotto un aumento significativo del comfort a bordo dei veicoli, mentre i sistemi di informazione all'utente implementati hanno incrementato la qualità degli spostamenti.

Gli impatti del progetto SMR sulla qualità dell'intero sistema dei trasporti campano sono stati stimati applicando la metodologia introdotta nel paragrafo 2. Gli indicatori proposti in tabella 1 sono stati stimati (tabella 2) per l'intero sistema dei trasporti regionale (livello globale) sia nello scenario di base al 2001 (attraverso sia misure dirette che stimate tramite modello di simulazione) sia nello scenario al 2011 (attraverso misure stimate tramite modello di simulazione e verificate anche ex-post attraverso alcune misure dirette). Inoltre, per consentire un confronto tra le diverse unità di misura, i valori della tabella 2 sono stati normalizzati e confrontati in fig. 3. I risultati ottenuti vanno correttamente interpretati a causa del diverso peso che ciascun indicatore di qualità riveste. Per gli indicatori di accessibilità al territorio e per quelli di livello di servizio (es. tempo di viaggio e tempo di attesa) anche piccole variazioni percentuali rispetto allo scenario di base hanno come effetto un grande aumento di qualità percepita per gli utenti. Di contro, per gli indicatori di qualità (es. accessibilità nelle stazioni, informazione all'utenza e comfort) sono generalmente richieste grandi variazioni percentuali affinché si osservino effetti significativi sulla qualità percepita. Per quanto riguarda gli indicatori di accessibilità al territorio, il progetto SMR ha significativamente incrementato la qualità oggettiva del trasporto collettivo. La simulazione del sistema ha mostrato un aumento del 15% del numero di utenti che vive entro 10 minuti dalle stazioni/fermate (grazie alle nuove stazioni) e un aumento del 4% del numero di utenti che non effettua trasbordi (grazie ai nuovi servizi e ai nodi di interscambio).

L'introduzione della tariffazione integrata ha inoltre migliorato gli indicatori di accessibilità nelle stazioni, permettendo agli utenti di non dover acquistare diversi titoli

mented and transport policies implemented the reader is redirected from [49] to [55].

Starting from the operations planned and carried out during the years 2001-2011 for the RMS has been defined a matrix of incidence "intervention-quality indicator" (table 2) through which it is possible to evaluate each intervention where the quality attribute has produced effects. In particular the newly constructed infrastructure and new services have certainly increased the accessibility to both the area and stations, in addition to have decreased the average indicators of level of service (travel times). The new rolling stock has produced a significant increase in comfort on board the vehicles, and the user information systems implemented improved the quality of movements.

The impacts of the RMS project on the quality of the entire Campania transport system were estimated by applying the methodology introduced in Section 2. The indicators proposed in table 1 were estimated (table 2) for both the entire regional transport system (global) and the baseline scenario in 2001 (through either direct measurements and measures estimated by the simulation model) is in the scenario to 2011 (through estimated measures by the simulation model verified as well ex-post through some direct measures). Moreover, to allow a comparison between the different units of measurement, the values of table 2 have been normalized and compared in fig. 3. The results are interpreted correctly because of the different weight that each quality indicator covers. For indicators of accessibility to the area and for those of level of service (e.g. travel time and waiting time) even small percentage changes compared to the baseline scenario have the effect of a large increase in perceived quality for users. In contrast, for the quality indicators (e.g. accessibility to stations, user information and comfort) large percentage changes are generally required so that significant effects on the perceived quality can be observed. With respect to the indicators of access to the territory, the RMS project significantly increased the objective quality of public transport. The simulation of the system showed a 15% increase in the number of people who live within 10 minutes from the station / stop (thanks to the new stations) and a 4% increase in the number of users who do not make transfers (thanks to new services and to interchange nodes).

The introduction of integrated pricing has also improved the accessibility indicators of stations, allowing users to not to be forced to buy different travel tickets for the various regional services offered. The information available on the RMS system (pre-trip and en-route) have significantly increased the quality of public transport services. In fact, as evidenced by customer satisfaction surveys conducted in recent years, the availability of clear timetables and real-time information about the status of the network are perceived by users as a high standard of quality.

With reference to the indicators of level of service, a reduction in the average travel time of 4% has been estimated, as well as a reduction of 6% in the average access, egress

TABELLA 2 – TABLE 2

INDICATORI GLOBALI DI QUALITÀ DEI SERVIZI DI TRASPORTO COLLETTIVO
GLOBAL INDICATORS OF QUALITY OF PUBLIC TRANSPORT SERVICES

Criteri Criteria	Sotto-criteri Sub-criteria	Interventi SMR SMR Interventions				Indicatori oggettivi (Misura della Prestazione) Objective indicators (Measure of Performance)			
		Infrastruttura Infrastructure	Servizi Services	Veicoli Vehicles	Informazioni Information	Misura della Prestazione Measurement of Performance	Scenario 2001 Scenario 2001	Scenario 2011 Scenario 2011	Variaz. % 2011-2001 % variation 2011-2001
1	Accessibilità al territorio Territorial Accessibility	AC- C.T.1	Modi Modes	X	X	% di utenti che vive entro 10 minuti dalle stazioni/fermate % of customers living within 10 minutes from stations/stops	52,74%	60,60%	14,9%
		AC- C.T.2	Rete Network	X	X	% di utenti che non effettua trasbordi % of customers with direct journeys	50,38%	52,47%	4,2%
		AC- C.T.3	Funzionamento Operation	X	X	% di utenti con frequenze del servizio superiori a 4 veicoli/h % of customers with frequencies greater than 4 services/hour	32,28%	33,12%	2,6%
2	Accessibilità nelle stazioni Accessibility within stations	AC- C.S.2 AC- C.S.3	Bigliettazione Ticketing		X	Prestazione del servizio di vendita dei biglietti Performance of ticket selling service	0,33	1,0	203,0%
					X	Tariffazione integrata Integrated fare structure	0,33	1,0	203,0%
3	Informaz. all'utenza User information	INFO.1	Informazioni generali General information			Disponibilità di orari ed opuscoli informativi Availability of timetables and booklets	0,33	1,0	203,0%
		INFO.2	Informaz. di viaggio in condizioni normali Travel information under normal conditions			Informazioni presso le stazioni/fermate Information at stations/stops	0,66	1,0	51,5%
		INFO.6	Informaz. di viaggio in condizioni anomale Travel information under non-normal conditions			Precisione e tempestività delle informazioni presso le stazioni/fermate e a bordo Accuracy and timeliness of information at stations / stops and on board	0,33	0,33	0,0%
4	Livello di servizio Level of service	LdS.1 LdS.2	Durata di viaggio Length of trip time	X	X	Tempo medio a bordo, pesato in base al numero di passeggeri (minuti) Average in-vehicle time, weighted by passengers number (minutes)	42,78	41,20	-3,7%
				X	X	Tempo medio totale di accesso, egresso ed interscambio, pesato in base al numero di passeggeri (minuti) Average total access, egress and interchange time, weighted by passenger number (minutes)	20,03	18,82	-6,1%
		LdS.3	Aderenza all'orario schedulato Compliance to schedule	X	X	Tempo medio di attesa alle stazioni/fermate, pesato in base al numero di passeggeri (minuti) Average wait time at the station/stop, weighted by passengers number (minutes)	12,77	10,48	-17,9%
5	Comfort Comfort	COM.1	Spazio personale Personal space			Comodità dei posti a sedere Comfort of seats	0,33	0,66	100,0%
		COM.3	Condizioni ambientali Environmental conditions	X	X	Climatizzazione Air conditioning	0,33	0,66	100,0%

di viaggio per i diversi servizi regionali offerti. Anche le informazioni disponibili sul sistema SMR (*pre-trip* ed *en-route*) hanno significativamente aumentato la qualità dei servizi di trasporto collettivo. Infatti, come evidenziato dalle indagini di *customer satisfaction* condotte in questi anni, la disponibilità di orari chiari e le informazioni relative allo stato della rete in tempo reale vengono percepite dagli utenti come alti standard di qualità.

Con riferimento agli indicatori di livello di servizio, si è stimata una riduzione del tempo medio di viaggio del 4%, del tempo medio di accesso, egresso ed interscambio del 6% e del tempo medio di attesa del 18%. Infine, il rinnovo del materiale rotabile ha sensibilmente aumentato la percezione del comfort di viaggio, in termini di comodità del posto a sedere e delle condizioni ambientali.

Oltre alle analisi di qualità a livello globale (intero sistema dei trasporti), sono state anche eseguite delle analisi puntuali per singola linea/servizio. In particolare, gli indicatori proposti in Tabella 1 sono stati stimati per singoli scenari (2001

and interchange time and a reduction of 18% in the average waiting time. Finally, the renewal of rolling stock has significantly increased the perception of the level in terms of seating comfort and environmental conditions.

In addition to quality analysis at the global level (entire transport system), specific analyses for each line / service have been carried out. In particular, the indicators proposed in table 1 were estimated for each scenario (2001 vs. 2011) and for individual lines in order to assess the effects on the quality of the introduction of new quality rail services. The results obtained by applying the proposed methodology (paragraph 2) were then verified by an ex-post survey of customer satisfaction with the purpose, among other things, of evaluating the effect of quality on user behavior.

The area of interest is composed of the segment from Aversa to Naples where, as previously mentioned, in 2009 a new regional metro line (Arcobaleno Line) 10.5 km long with 5 new stations opened. On this route there is a relationship origin-destination, Aversa center - Naples historical

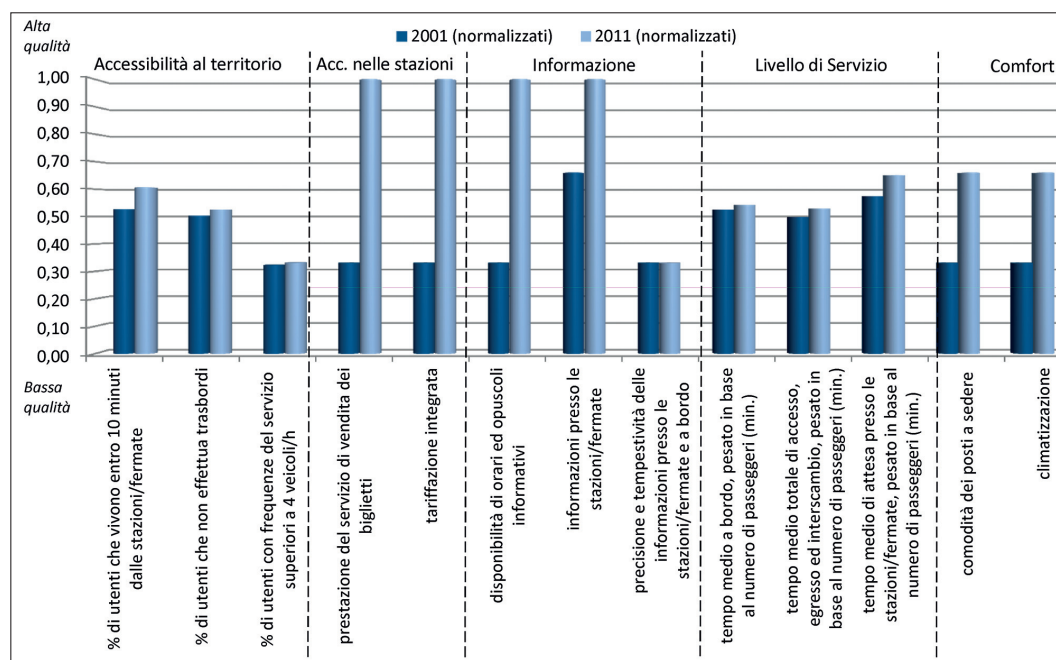


Fig. 3 – Indicatori oggettivi globali normalizzati della qualità dei servizi di trasporto collettivo.
Fig. 3 – Normalized objective global quality indicators of public transport services.

vs. 2011) e per singole linee al fine di valutare gli effetti sulla qualità derivanti dall'introduzione di nuovi servizi ferroviari di qualità. I risultati ottenuti applicando la metodologia proposta (paragrafo 2) sono stati poi verificati tramite una indagine ex-post di *customer satisfaction* volta, tra l'altro, a valutare gli effetti della qualità sul comportamento dell'utente.

Il campo di indagine è composto dalla tratta Aversa-Napoli nella quale, come detto, nel 2009 è stata inaugurata una nuova linea della metropolitana regionale (linea Arcobaleno) lunga 10,5 km con 5 nuove stazioni. Su questa tratta esiste una relazione origine-destinazione, Aversa centro – Napoli centro storico, per la quale gli utenti hanno a disposizione due alternative di scelta con gli stessi attributi medi di livello di servizio (tempi di accesso/egresso, di attesa ed a bordo), una comprendente la linea Arcobaleno (RL, *Rainbow Line*) e l'altra comprendente una linea ferroviaria tradizionale (TRL, *Traditional Rail Line*).

L'apertura di questa nuova linea ha significativamente modificato il comportamento degli utenti appartenenti al bacino dell'avversano; infatti, i risultati delle interviste condotte nel 2009 e nel 2010 mostrano che:

- il 29,8% degli utenti ha aumentato la propria frequenza di spostamento, generando nuova domanda pari al 10,7% del totale dei passeggeri trasportati;
- l'84,2% degli utenti ha cambiato modalità di trasporto;

center, for which users have two choice alternatives with the same average attributes of level of service (access / egress times, waiting times and on board times), one comprising the Arcobaleno Line (RL,) and the other comprising a traditional railway line (TRL, traditional railway line).

The opening of this new line has significantly changed the behavior of users in the Aversa area, because the results of interviews conducted in 2009 and 2010 show that:

29.8% of users have increased their trip frequency, generating new demand equal to 10.7% of the total number of passengers carried;

84.2% of users have changed mode of transport; in particular, before the introduction of the new service, 49.9% used individual modes (car and motorcycle), 34.3% used buses and 15.8% used the traditional railway line.

The prevailing reasons that led the consumer respondents to change their travel choices were

- absence of congestion for 23% of users;
- increased traveling comfort for 22% of users;
- reducing the travel time for 22% of users;
- proximity of stations to homes and / or to the usual final destinations for 9% of users;

in particolare, prima dell'introduzione del nuovo servizio, il 49,9% usava modi individuali (auto e moto), il 34,3% usava gli autobus ed il 15,8% usava la linea ferroviaria tradizionale.

I motivi prevalenti che hanno indotto gli utenti intervistati a modificare le proprie scelte di viaggio sono stati:

- assenza di congestione stradale per il 23% degli utenti;
- aumento del comfort di viaggio per il 22% degli utenti;
- riduzione del tempo di viaggio per il 22% degli utenti;
- vicinanza delle stazioni alle abitazioni e/o alle destinazioni finali abituali per il 9% degli utenti;
- maggiore regolarità dei servizi per il 5% degli utenti;
- altri motivi per il 9% degli utenti.

Gli indicatori descritti nella tabella 1 sono stati stimati e normalizzati (per permettere un confronto tra diverse unità di misura) sia per la nuova linea Arcobaleno (RL, *Rainbow Line*) che per quella tradizionale (TRL, *Traditional Rail Line*). Per fare ciò è stato introdotto un intervallo di normalizzazione compreso tra 0 (qualità nulla) e 1 (qualità alta). In figg. 4 e 5 si riportano i risultati delle stime. I risultati relativi agli indicatori oggettivi mostrano che la linea Arcobaleno (rappresentata in azzurro) è mediamente sempre migliore della linea tradizionale (rappresentata in blu). Nel dettaglio, la differenza tra le aree dei diagrammi in fig. 4 relativi alle due linee, che si potrebbe definire "integrale della qualità", mostra che la linea Arcobaleno è oggettivamente migliore di quella tradizionale di circa il 15%. Questa differenza si accentua ulteriormente, sino al 25% (fig. 5), nel passaggio alla valutazione degli indicatori soggettivi, mostrando come una linea ad "alta qualità" produca mediamente una sovrastima della percezione da parte dell'utente di circa il 10%.

Nel dettaglio, i risultati relativi agli indicatori soggettivi mostrano una sistematica preferenza da parte degli utenti intervistati per la nuova linea Arcobaleno (RL). Le principali differenze riguardano il tempo di viaggio, il comfort e la sicurezza. Inoltre, gli alti standard qualitativi usati per la realizzazione delle nuove stazioni della linea RL producono elevati livelli di qualità percepita da parte degli utenti.

In termini oggettivi, il sistema di monitoraggio conferma la generale percezione degli utenti, anche se è stato osservato un significativo, e in qualche modo inatteso, effetto di contesto legato alla qualità estetica delle stazioni. In particolare, gli utenti della linea RL sovrastimano, in media, la qualità del servizio, mentre l'opposto accade per gli utenti della linea TRL.

I risultati più significativi si riferiscono agli indicatori di livello di servizio per i quali, come detto, si hanno valori oggettivi confrontabili per i due servizi ferroviari (tempi di viaggio, attesa ed accesso/egresso paragonabili) ma differenze molto marcate in termini di attributi percepiti (fig. 6). I risultati delle indagini mostrano, infatti, una differenza del 10% tra i tempi a bordo percepiti tra i due servizi; una differenza del 31% tra i tempi medi di attesa per

- *more regular services* for 5% of users;
- *other reasons* for 9% of users.

The indicators described in table 1 were estimated and normalized (to allow comparison between different units of measurement) for both the new Arcobaleno Line and the Traditional Rail Line (TRL). To do so an interval of normalization between 0 (no quality) to 1 (high quality) has been introduced. In figs. 4 and 5 the results of the estimates are shown. The results for objective indicators show that the Arcobaleno Line (shown in pale blue) is on average always better than the traditional line (shown in blue). In detail, the difference between the areas of diagrams in fig. 4 for the two lines, which could be called "integral of quality", shows that the Arcobaleno Line is objectively better than the traditional one by about 15%. This difference is accentuated further, up to 25% (fig. 5), when transitioning to the assessment of subjective indicators, showing how a "high quality" line produces on average an overestimation of perception by the user by approximately 10%.

In detail, the results of the subjective indicators show a systematic preference by the users interviewed for the new Arcobaleno Line (RL). The main differences are the travel time, comfort and safety. In addition, the high quality standards used for the construction of new stations on the RL produce high levels of quality perceived by users.

In objective terms, the monitoring system confirms the general perception of the users, although it was observed a significant, and somehow unexpected, effect of context linked to the aesthetic quality of the stations. In particular, users of the AL overestimate on average the quality of the service, whereas the opposite happens for the users of the TRL.

The most significant results refer to the indicators of level of service for which, as previously mentioned, there are comparable objective values for the two rail services (comparable travel, waiting and access / egress times), but marked differences in terms of perceived attributes (fig. 6). The survey results show in fact a 10% difference between the times on board perceived between the two services, a difference of 31% between the average waiting times perceived, a difference of 43% between the times of access and egress from the stations / stops, and a difference of 59% for the perceived irregularities between the two services.

These results are similar to those obtained in other fields of science such as behavioral economics [56] and, if confirmed, would open new frontiers for modeling user behavior and its quality measures, where the aesthetic quality of terminals transport and environmental conditions, and the rolling stock should be regarded as explicit design variables for public transport services of high-quality, because their effects may be similar or greater than those produced by more costly interventions of the traditional type (e.g. increased frequency).

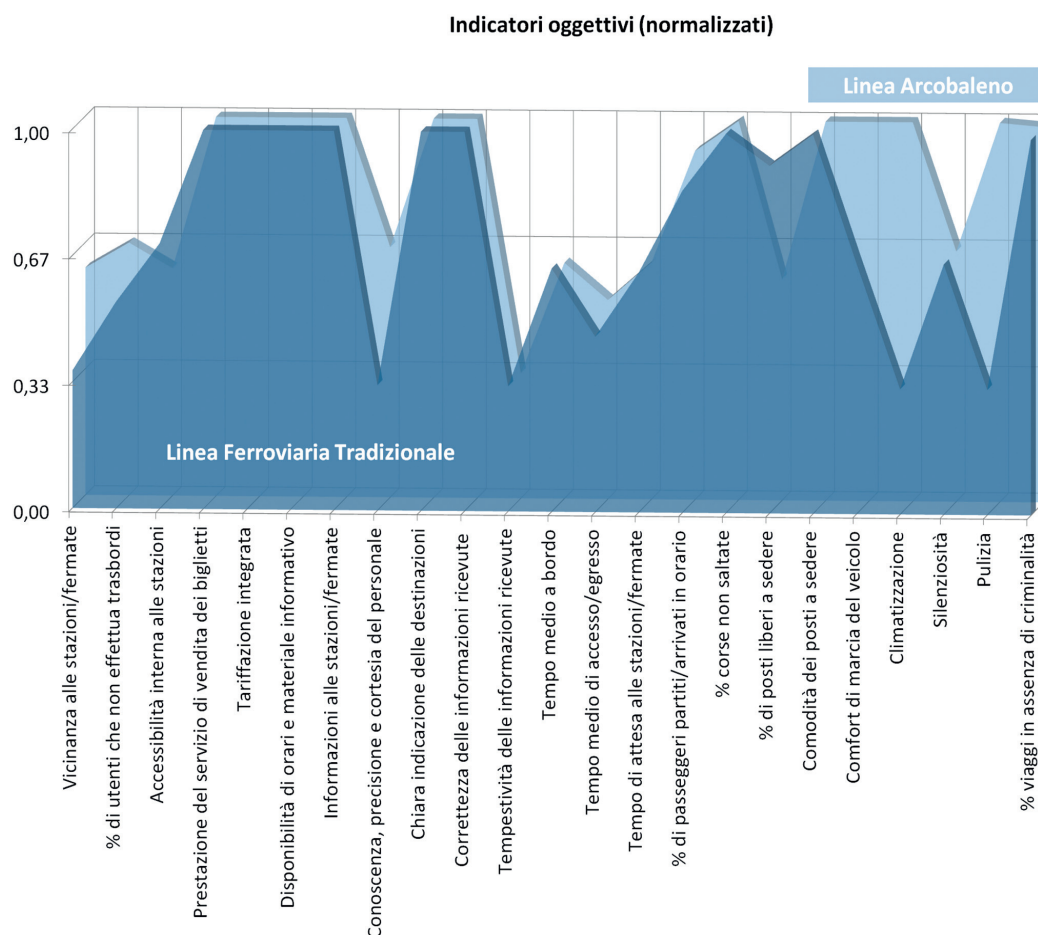


Fig. 4 – Indicatori oggettivi normalizzati della qualità del servizio della singola linea di trasporto collettivo.
 Fig. 4 – Normalized objective indicators of quality of service of a single line of public transport.

cepiti; una differenza del 43% tra i tempi di accesso ed egresso alle stazioni/fermate ed una differenza del 59% per la irregolarità percepita tra i due servizi.

Questi risultati sono simili a quelli ottenuti in altri settori scientifici come quello dell'economia comportamentale [56] e, se confermati, aprirebbero nuove frontiere per la modellizzazione del comportamento dell'utente e delle relative misure di qualità, dove la qualità estetica dei terminali di trasporto e le condizioni ambientali, nonché il materiale rotabile dovrebbero essere considerate come variabili di progetto esplicitate per i servizi di trasporto collet-

4. Conclusions

In this article a methodology that integrates the standard proposed by the EU in the process of planning of public transport has been proposed. In particular, we have defined and described the links between service providers, the reactions of users, the demand flows, planning activities, system monitoring, as well as the integration of standardized indicators of quality.

The applicable case study was the Campania Regional Metro System, which can be considered one of the most am-

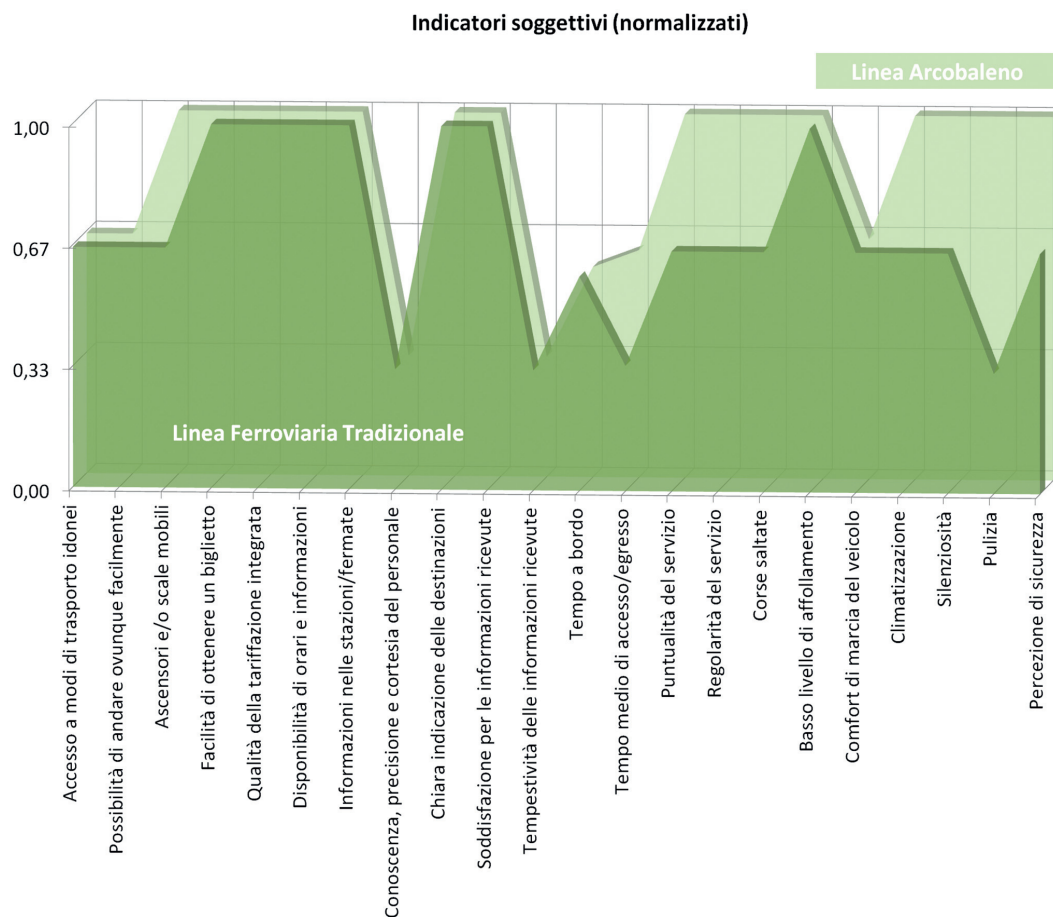


Fig. 5 – Indicatori soggettivi normalizzati della qualità del servizio della singola linea di trasporto collettivo.
Fig. 5 – Normalized subjective indicators of quality of service of a single line of public transport.

tivo ad alta-qualità, poiché i loro effetti potrebbero essere analoghi o superiori a quelli prodotti da interventi più costosi di tipo tradizionale (es. aumento della frequenza).

4. Conclusioni

Nella nota è stata proposta una metodologia che integri lo standard proposto dall'UE nel processo di pianificazione del trasporto collettivo. In particolare, sono stati definiti e descritti i legami tra i fornitori dei servizi, le reazioni degli utenti, i flussi di domanda, le attività di piani-

bitious examples of railroad policies that have been developed in Italy in the last decades. The project started in 2001, and witnessed the creation of an integrated transport system with the construction of new stations, new metro lines with high-quality aesthetics, new schedules, a new integrated fare structure, new rolling stock and new systems of information to users.

For the estimation of the quality indicators a central role is played by quantitative models, able to assess the quality indicators, both for existing systems, in addition to measures of customer satisfaction often too expensive, and for

ficazione, il monitoraggio del sistema, come pure l'integrazione degli indicatori standardizzati di qualità.

Il *case-study* per l'applicazione è stato il Sistema della Metropolitana Regionale della Campania, che può essere considerato uno degli esempi più ambiziosi di politiche ferroviarie che si sono realizzate in Italia negli ultimi decenni. Il progetto partito nel 2001 ha visto la realizzazione di un sistema integrato di trasporto con la realizzazione di nuove stazioni, nuove linee metropolitane ad alta-qualità estetica, nuovi orari dei servizi, un nuovo sistema di tariffazione integrata, nuovo materiale rotabile e nuovi sistemi di informazione all'utenza.

Per la stima degli indicatori di qualità un ruolo centrale è svolto dai modelli quantitativi, in grado di valutare gli indicatori di qualità, sia per i sistemi esistenti, in aggiunta alle misure dirette di *customer satisfaction* spesso troppo costose, che per le attività del processo di pianificazione (stime su scenari ipotetici). Lo sviluppo di affidabili strumenti di simulazione è fondamentale per valutare la qualità dei servizi di trasporto collettivo. Per questo motivo, è stata esaminata con particolare cura la capacità del modello implementato per la regione Campania di riprodurre i dati osservati (conteggi di traffico e indicatori di qualità). Ciò è stato eseguito in diverse fasi, durante il periodo 2001-2011, attraverso analisi di tipo *before and after* e di *back-casting*. I risultati della procedura di validazione mostrano che, per ottenere una stima attendibile, è essenziale non solo implementare modelli accurati, ma anche monitorare l'evoluzione del sistema per prevedere aggiornamenti delle stime.

Uno dei principali contributi del *case-study* alla letteratura scientifica è stato quello di testare l'efficacia di diverse politiche di trasporto su vasta scala, applicate in Campania tra il 2001 e il 2011, in termini di miglioramenti della qualità del trasporto collettivo. Il risultato del progetto, considerando un investimento complessivo di € 3.115 milioni spesi in 10 anni, è un considerevole incremento della qualità del servizio di trasporto collettivo offerta e percepita.

Il confronto tra gli indicatori di qualità stimati e/o monitorati, sia nello scenario di base (2001) che nello scenario relativo alla prima fase (2011), mostra valori positivi in termini di qualità percepita.

In termini oggettivi, il sistema di monitoraggio conferma la generale percezione degli utenti, anche se è stato osservato un significativo, e in qualche modo inatteso, effetto di contesto legato alla qualità estetica delle stazioni. In particolare, gli utenti della linea Arcobaleno sovrastimano, in media, la qualità del servizio, mentre l'opposto accade per gli utenti della linea tradizionale (differenza del 10% tra i

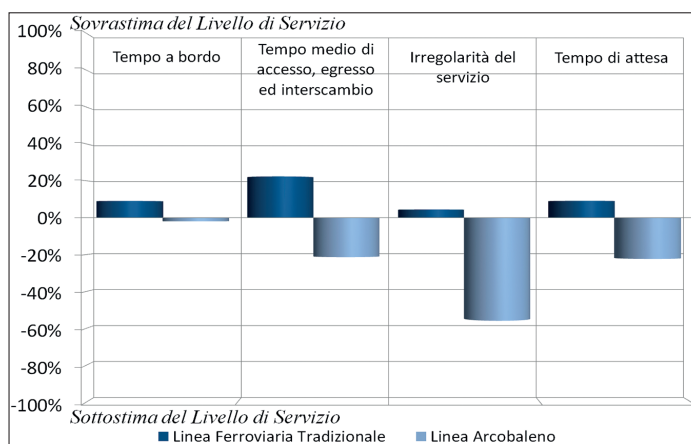


Fig. 6 – Variazioni percentuali degli indicatori normalizzati soggettivi rispetto a quelli oggettivi: confronto per singole linee di trasporto collettivo.

Fig. 6 – Percentage changes of the normalized subjective indicators with respect to the objective ones: comparison by single lines of public transport.

the activities of the process of planning (estimates of hypothetical scenarios). The development of reliable simulation tools is crucial for assessing the quality of public transport services. For this reason, particular care was given to examine the ability of the model implemented for the Campania region to reproduce the observed data (traffic counts and quality indicators). This has been executed in several phases, during the period 2001-2011, through before and after type analysis and back-casting analysis. The results of the validation show that, in order to obtain a reliable estimate, it is essential not only to implement accurate models, but also to monitor the evolution of the system to provide updates of the estimates.

One of the main contributions of the case-study to the scientific literature was to test the effectiveness of different large scale transport policies that were applied in Campania between 2001 and 2011, in terms of improvements in the quality of public transport. The result of the project, considering a total investment of € 3,115 million spent in 10 years, is a considerable increase in the quality of the public transport service offered and received.

The comparison of quality indicators estimated and / or monitored, both in the baseline scenario (2001) that the scenario for the first phase (2011), shows positive values in terms of perceived quality.

In objective terms, the monitoring system confirms the general perception of the users, although it was observed a significant, and somehow unexpected, effect of context linked to the aesthetic quality of the stations. In particular, users of the Arcobaleno Line overestimate, on average, the quality of the service, whereas the opposite happens for the users of the traditional line (10% difference between the times on board perceived between the two services; differ-

tempi a bordo percepiti tra i due servizi; differenza del 31% tra i tempi medi di attesa percepiti; differenza del 43% tra i tempi di accesso ed egresso alle stazioni/fermate; differenza del 59% tra la regolarità percepita tra i due servizi).

Questi risultati originali, se confermati, aprirebbero nuove frontiere per la modellizzazione del comportamento dell'utente e delle relative misure di qualità, dove la qualità estetica dei terminali di trasporto e le condizioni ambientali, nonché il materiale rotabile dovrebbero essere considerate come variabili di progetto esplicite per i servizi di trasporto collettivo ad alta-qualità, poiché i loro effetti potrebbero essere analoghi o superiori a quelli prodotti da interventi più costosi di tipo tradizionale (es. aumento della frequenza).

ence of 31% between the average waiting times perceived; difference of 43% between the time of access and egress from stations / stops; difference of 59% between the perceived regularity between the two services).

These original results, if confirmed, would open new frontiers for modeling user behavior and its quality measures, where the aesthetic quality of transport terminals and environmental conditions, and the rolling stock should be considered as explicit design variables for high-quality public transport services, because their effects may be similar or greater than that produced by more costly intervention of the traditional type (e.g. increased frequency).

BIBLIOGRAFIA – REFERENCES

- [1] White Paper (2001), *"European transport policy for 2010: time to decide"*, European Commission COM 370.
- [2] Green Paper (1995), *"The Citizens' Network. Fulfilling the potential of public passenger transport in Europe"*, European Commission COM (95) 601.
- [3] Green Paper (2007), *"Towards a new culture for urban mobility"*, European Commission COM 551.
- [4] BERRY L.L., ZEITHAML V.A., PARASURAMAN A. (1990), *"Five Imperatives for Improving Service Quality"*, Sloan Management Review Summer, pp. 9-38.
- [5] GATTA V., MARCUCCI E. (2007), *"Quality and public transport service contracts"*, European Transport 36, pp. 92-106.
- [6] EN 13816 (2002), Transport – Logistics and services – Public passenger transport – Service quality definition target and measurement. European Committee for Standardization (CEN).
- [7] Transportation Research Board (1999), *"A Handbook for Measuring Customer Satisfaction and Service Quality"*, TCRP Report 47, Washington DC: National Academy Press.
- [8] Transportation Research Board (2003), *"Transit Capacity and Quality of Service Manual"*, TCRP Report 100. Washington DC: National Academy Press.
- [9] CASCETTA E. (2009). *Transportation System Analysis: Models and Applications*. New York: Springer.
- [10] CANTARELLA G.E., DE LUCA S. (2005), *"Multilayer feedforward networks for transportation mode choice analysis: An analysis and a comparison with random utility models"*, Transportation Research Part C, 13(2), pp. 121-155.
- [11] NATHANAIL E. (2008), *"Measuring the quality of service for passengers on the hellenic railways"*, Transportation Research Part A 42, pp. 48–66.
- [12] TYRINOPOULOS Y., AIFADOPOULOU G. (2008), *"A complete methodology for the quality control of passenger services in the public transport business"*, European Transport 38, pp. 1-16.
- [13] EBOLI L., MAZZULLA G. (2010), *"A methodology for evaluating transit service quality based on subjective and objective measures from the passenger's point of view"*, Transport Policy 18, pp. 172-181.
- [14] CASCETTA E., CARTENI A. (2013), *"A quality-based approach to public transportation planning: theory and a case study"*, International Journal of Sustainable Transportation, Taylor & Francis, Vol. 8, Issue 1. DOI: 10.1080/15568318.2012.758532.
- [15] EBOLI L., MAZZULLA G. (2008), *"An SP Experiment for Measuring Service Quality in Public Transport"*, Transportation Planning and Technology 31(5), pp. 509-523.
- [16] CRONIN J.J., TAYLOR S.A. (1992), *"Measuring service quality: a reexamination and extension"*, Journal of Marketing 56(3), pp. 55-68.
- [17] SWANSON J., AMPT L., JONES P. (1997), *"Measuring bus passenger preferences"*, Traffic Engineering and Control 38(6), pp. 330-336.

- [18] BOLLEN K.A. (1989), *"Structural Equations with Latent Variables"*, New York: John Wiley & Sons Inc.
- [19] TEAS R.K. (1993), *"Expectations performance evaluation and consumers' perceptions of quality"*, Journal of Marketing 57(4), pp. 18-34.
- [20] HILL N. (2000), *"Handbook of Customer Satisfaction and Loyalty Measurement"*, UK: Gower Publishing Ltd.
- [21] HILL N., BRIERLEY G., MACDOUGALL R. (2003), *"How to Measure Customer Satisfaction"*, UK: Gower Publishing Hampshire.
- [22] GRØNHOLDT L., MARTENSEN A. (2005), *"Analysing customer satisfaction data: A comparison of regression and artificial neural networks"*, International Journal of Market Research 47(2), pp. 121-130.
- [23] BEN-AKIVA M., LERMAN E. (1985), *"Discrete choice analysis: Theory and application to travel demand"*, Cambridge, Mass. MIT Press.
- [24] TRAIN K. (2009), *"Discrete Choice Methods with Simulation"*, Cambridge University Press.
- [25] HENSHER D.A., PRIONI P. (2002), *"A service quality index for area-wide contract performance assessment regime"*, Journal of Transport Economics and Policy 36(1), pp. 93-113.
- [26] CASCETTA E., PAPOLA A. (2003), *"A joint mode-transit service choice model incorporating the effect of regional transport service timetable"*, Transportation Research B 37(7), pp. 595-614.
- [27] HENSHER D.A., STANLEY J. (2003), *"Performance-based quality contracts in bus service provision"*, Transportation Research Part A 37, pp. 519-538.
- [28] CASCETTA E., CARTENI A. (2013), *"Station Renaissance and the value of aesthetic: a case study from the Campania regional metro system"*, SIDT Scientific Seminar 2012; Procedia – Social and Behavioral Sciences.
- [29] PEARMAIN D., SWANSON J., BRADLEY M., KROES E. (1991), *"Stated Preference Techniques: A Guide to Practice (2nd edn)"*, Rotterdam Netherlands: Steer Davies Gleave and Hague Consulting Group.
- [30] BEN-ELIA E., DI PACE R., BIFULCO G.N., SHIFTAN Y. (2013), *"The impact of travel information's accuracy on route-choice"*, Transportation Research Part C, 26, pp. 146-159.
- [31] BIFULCO G.N., CANTARELLA G.E., DE LUCA S., DI PACE R. (2011), *"Analysis and modelling the effects of information accuracy on travellers' behavior"*, IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Proceedings, ITSC, art. no. 6082961, pp. 2098-2105.
- [32] BRADLEY M., DALY A. (1991), *"Estimation of logit choice models using mixed stated preference and revealed preference information"*, Proceeding of the 6th International Conference on Travel Behaviour Quebec.
- [33] BEN-AKIVA M., MORIKAWA T. (1990), *"Estimation of travel demand models from multiple data"*, Proceeding of the 11th International Symposium on Transportation and Traffic Theory Yokohama Japan.
- [34] CANTARELLA G.E., PAVONE G., VITETTA A. (2006), *"Heuristics for urban road network design: Lane layout and signal settings"*, European Journal of Operational Research 175, pp. 1682-1695.
- [35] FEREMANS C., LABBÉ M., LAPORTE G. (2003), *"Generalized network design problems"*, European Journal of Operational Research 148, pp. 1-13.
- [36] GUIHAIRE V., HAO J.K. (2008), *"Transit network design and scheduling: a global review"*, Transportation Research Part A 42, pp. 1251-1273.
- [37] MAGNANTI T., WONG R. (1984), *"Network design and transportation planning: Models and algorithms"*, Transportation Science 18, pp. 181-197.
- [38] GALLO M., MONTELLA B., D'ACIERNO L. (2011), *"The transit network design problem with elastic demand and internalisation of external costs: An application to rail frequency optimization"*, Transportation Research Part C 19(6), pp. 1276-1305.
- [39] CUNNINGHAM L.F., YOUNG C., LEE M. (1997), *"Developing customer-based measures of overall transportation service quality in Colorado: Quantitative and qualitative approaches"*, Journal of Public Transportation 1(4), pp. 1-22.
- [40] DELL'OLIO L., IBEAS A., CECI P. (2010), *"Modelling user perception of bus transit quality"*, Transport Policy 17, pp. 388-397.
- [41] DELL'OLIO L., IBEAS A., CECI P. (2011), *"The quality of service desired by public transport users"*, Transport Policy 18, pp. 217-227.
- [42] HENSHER D.A., STOPHER P., BULLOCK P. (2003), *"Service quality-developing a service quality index in the provision of commercial bus contracts"*, Transportation Research Part A 37, pp. 499-517.

- [43] DE LUCA S., PAPOLA A. (2001), "Evaluation of travel demand management policies in the urban area of Naples", *Advances in Transport* 8, pp. 185-194.
- [44] CANTARELLA G.E., DE LUCA S. (2005), "Multilayer feed forward networks for transportation mode choice analysis: An analysis and a comparison with random utility models", *Transportation Research Part C* 13(2), pp. 121-155.
- [45] EDWARDS B. (1997), "The Modern Station", London: E & FN Spon.
- [46] OTTO S. (2000), "Environmentally sensitive design of transportation facilities", *Journal of Transportation Engineering* 126(5), pp. 363-366.
- [47] KIDO E.M. (2005), "Aesthetic aspects of railway stations in Japan and Europe as a part of «context sensitive design for railways»", *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies* 6, pp. 4381-4396.
- [48] TENNER S. (2001), "Stations a Source of Impulses for Urban Development: the Leipzig Station", *Public Transport International* 1, pp. 7-9.
- [49] CASCETTA E., a cura di (2006), "La sfida dei trasporti in Campania", *Mobilità integrata e sviluppo sostenibile*. Elettta Napoli.
- [50] BIFULCO G.N., CARTENÌ A., PAPOLA A. (2010), "An activity-based approach for complex travel behavior modeling", *European Transport Research Review* 2(4), pp. 209-221. DOI: 10.1007/s12544-010-0040-3.
- [51] CARTENÌ A. (2007), "Updating demand vectors using traffic counts on congested networks: A real case application", *WIT Transactions on the Built Environment* 96, pp. 211-221. DOI: 10.2495/UT070211.
- [52] CARTENÌ A., PUNZO V. (2007), "Travel time cost functions for urban roads: A case study in Italy", *WIT Transactions on the Built Environment* 96, pp. 233-243. DOI: 10.2495/UT070231.
- [53] CARTENÌ A., CASCETTA E., PAGLIARA F. (2010), "An assessment of models accuracy in predicting railways traffic flows: a before and after study of the Campania Regional Metro System", *Proceeding of the Kuhmo Nectar Conference on Transport Economics 2010 and Summer School Valencia* 5-9 July.
- [54] CASCETTA E., PAGLIARA F. (2008), "Integrated railways-based policies: The Regional Metro System (RMS) project of Naples and Campania", *Transport Policy* 15, pp. 81-93.
- [55] DE LUCA S., PAPOLA A. (2001), "Evaluation of travel demand management policies in the urban area of Naples", *Advances in Transport*, 8, pp. 185-194.
- [56] ARIELY D. (2010), "Predictably Irrational: The Hidden Forces That Shape Our Decisions", USA: Harper Collins.