



POLITICA E ECONOMIA



Analisi economico-finanziaria per l'ammodernamento del sistema di segnalamento di una ferrovia suburbana: un'applicazione della benefici-costi

*Economic and financial analysis of upgrading traffic control system infrastructures in a suburban rail system:
a benefits-costs analysis application*

Prof. Ing. Luigi BIGGIERO^(*)
Dott. Ing. Gregorio CORAPI^(*)
Dott. Ing. Sebastiano D'AVANZO^(**)
Prof. Ing. Francesco MUROLO^(***)

1. Introduzione

L'analisi benefici-costi è uno strumento con cui si cerca di selezionare i progetti di investimento pubblico e di favorire quelli che massimizzano il benessere collettivo. Le basi teoriche dell'analisi benefici-costi risalgono al 19° secolo (Welfare Economics Theory), quando l'economista Americano Franklin ha elencato tutti i fattori relativi ai benefici e i costi relativi ad un primo progetto.

Diversi economisti hanno messo a punto metodi per quantificare il costo dei beni 'non commerciali'. Per esempio Mitchell POLINSKY and Daniel RUBINFELD (1977) definiscono una metodologia per ricavare valori relativi a variabili ambientali come qualità dell'aria [1]. W. Michael HANEMANN propone poi Contingent Value Method per stimare il valore dei beni non commerciali attraverso metodi statistici che quantificano direttamente le risposte sulla disponibilità a pagare, date da un certo numero di intervistati [2].

Tra i diversi studi si citano Xizhen GAO e Yu LI (2009), che analizzano i problemi decisionali sugli investimenti pubblici in Cina [3]; per quanto riguarda l'alta velocità Gine s DE RUS e Vicente INGLADA (1997) propongono un'analisi benefici-costi per le ferrovie spagnole [4] mentre R. TAO et al. (2011) mostrano risultati positivi per quanto riguarda i benefici portati dalla linea ferroviaria ad alta velocità cinese tra Hong Kong ed il continente [5].

In ambito metropolitano, nel 2006 M.N. MURTY et al. dell'Institute of Economy di Delhi, riassumono i vantaggi

1. Introduction

The benefit-cost analysis is one of the tools used to select investments in public infrastructure and facilities maximizing the community welfare. The theoretical benefit-cost analysis dates back to the 19th century (Welfare Economics Theory), when the American economist Franklin has listed all the benefit and cost factors associated to a first infrastructure project.

Various economists have developed methods to quantify the cost of assets that cannot be traded. For example, Mitchell POLINSKY and Daniel RUBINFELD (1977) defined the methodology to obtain value for environmental variables such as air quality [1]. W. Michael HANEMANN then proposes the Contingent Value Method to estimate the value of non-commercial assets through statistical methods that quantify directly the willingness to pay of people from a number of interviewees [2].

Among the several studies Xizhen GAO Yu and LI (2009), who analyzes the decision problems on public investment in China [3]; Gine's DE RUS and Vicente INGLADA (1997) propose an analysis of benefits-costs for high-speed railways in Spain [4] and R. TAO et al. (2011) show the positive results regarding the benefits brought by the Chinese high speed railway line between Hong Kong and the continent [5].

Concerning metropolitan railways, in 2006 M.N. MURTY et al. describing the benefits of the transfer of demand from car to rail in terms of reduction of air pollu-

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

^(**) Ente Autonomo Volturino Campania EAV, Napoli.

^(***) Già Direttore Esercizio SEPSA.

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

^(**) Ente Autonomo Volturino Campania EAV, Naples.

^(***) Former Director Exercise SEPSA.



POLITICA E ECONOMIA

che si hanno nel trasferimento di domanda al trasporto su ferro in termini di riduzione dell'inquinamento dell'aria, risparmio di tempo dei passeggeri, riduzione incidenti, ecc. Le stime dei benefici sono ottenuti tramite una serie di prezzi ombra applicati sulla Delhi Metro [6]. Sudhakar RAJU effettua uno studio sulla metropolitana leggera di Kansas City, mostrando come l'analisi finanziaria da sola non riesce a giustificare l'investimento pubblico, mentre il progetto si può considerare conveniente da un punto di vista economico [7], CORAPI et al. [8] e DE MARTINIS et al. [9] mostrano come l'aggiornamento del sistema di segnalamento su una linea sub-urbana può portare ad una diminuzione dei consumi energetici dei treni.

Tra gli approcci più recenti risulta interessante l'analisi del costo di vita (LCC) che, considerando l'intero ciclo di vita del prodotto, tiene conto non solo della costruzione, della manutenzione e dell'aggiornamento tecnologico dell'intervento, ma anche degli eventuali costi di smaltimento e del valore residuo dell'opera stessa [10].

Recentemente, GALLO et al. [11] ha proposto un approccio multimodale per determinare le frequenze ottime (in termini di treni all'ora), tenendo conto degli effetti sulla domanda di trasporto, sugli altri sistemi di trasporto e sui costi esterni (come l'inquinamento ambientale o il consumo di energia). Inoltre, D'ACIERTO et al. [12] ha fornito un sistema di modelli per valutare gli effetti di un intervento sui passeggeri in caso di guasti del sistema ferroviario.

2. Metodologia

Nello studio in esame è stata condotta un'analisi finanziaria e un'analisi economica per aiutare l'azienda ferroviaria a valutare l'effettiva convenienza del progetto di ammodernamento delle due linee (ex Sepsa) gestite attualmente dall' Ente Autonomo Volturno (EAV) di proprietà della regione Campania. La struttura di un analisi benefici-costi è sviluppata in sette punti: definizione degli obiettivi, identificazione del progetto, analisi di fattibilità e delle opzioni, analisi finanziaria, analisi economica, analisi di sensibilità e del rischio.

E' opportuno evidenziare che ci possono essere interventi tecnologici che sono finanziariamente convenienti per tutti gli stakeholders in quanto, a fronte dei costi di investimento, fanno recuperare personale dell'esercizio di terra (come per esempio nel caso di sistemi di controllo centralizzato del traffico) e di bordo (come nel caso di sistemi di protezione automatica di marcia treno). In alcuni casi gli interventi non consentono di recuperare i costi di investimento, ma sono comunque vantaggiosi per l'esercizio; ciò avviene per esempio quando i recuperi di traffico e di personale di bordo eccedono gli eventuali costi di manutenzione. Tuttavia, l'analisi economica, per il peso che assumono certe componenti, può compensare i costi di investimento.

Lo studio proposto riguarda l'ammodernamento delle linee ferroviarie sub-urbane ex Sepsa. Per entrambe le

linee, saving time for passengers, reducing accidents, and so on. The estimates of the benefits are obtained through a set of shadow prices applied to the Delhi Metro. [6] In a study on light rail in Kansas City, Sudhakar RAJU showed the financial analysis alone cannot justify the public investment, and only the analysis of the various economic benefits summarized within the community can justify a project as more cost-effective [7]. The reduction of energy consumption due to an upgrade of the signalling system on a sub-urban line can bring benefits to the rail company [8], [9]. Among the newer approaches 'The cost of living Analysis' (LCC) considers the entire life cycle of the product, taking into account the construction, maintenance and upgrading technological intervention, and also any costs of disposal and the residual value of the work [10].

Recently, GALLO et al. [11] proposed a multimodal approach for determining optimal rail frequencies (in terms of trains per hour) by taking into account effects on travel demand, on other transportation systems, and on external costs (such as environmental pollution or energy consumption). Moreover, D'ACIERTO et al. [12] provided a system of models for evaluating effects of intervention strategies on passengers in the case of rail system breakdowns.

2. Metodologia

In the current study financial and economic analysis have been carried out to help the rail operator and the Campania Region Transport agency to evaluate the effective convenience of the modernization of two lines (ex Sepsa) currently managed by 'Ente Autonomo Volturno (EAV)', property of Campania Region. The structure of a benefit-cost analysis has been developed in seven steps: goal setting, project identification, feasibility analysis, financial analysis, economic analysis, sensitivity analysis and risk management.

It can be noted that there can be technological interventions that are financially affordable for all stakeholders because, compared with the costs of investment, there is a decrease of the no-board staff (as for example in the case of centralized traffic control systems) and on board staff (as in the case of automatic protection driving train systems). Sometimes the adopted measures cannot cover investment costs made by the owner, but can take financial advantages to the rail operator. It happens when the cost savings due to the reduction of the train crew and the revenues increasing are greater than maintenance costs. However, economic analysis justifies investment costs through the relevance assumed by some user benefits.

The proposed study focuses on the modernization of sub-urban sub-urban railway lines ex Sepsa.

For both analyzes the indicator used are 'Net Present Value' (Financial Net Present Value 'FNPV' in the case of financial analysis and Economic Net Present Value 'ENPV'



POLITICA E ECONOMIA

analisi sono stati utilizzati gli indicatori Valore Attuale Netto (per l'analisi finanziaria Valore Attuale Netto finanziario 'VANF' mentre per l'analisi economica Valore Attuale Netto Economico 'VANE') e Tasso di Rendimento Interno ('TIRF' per l'analisi finanziaria e 'TIRE' per l'analisi economica).

3. Descrizione delle linee e dell'intervento proposto

Le due linee suburbane, la Cumana (in blu e arancio) e Circumflegrea (in verde) collegano il quartiere Montesanto di Napoli con il comune di Bacoli (stazione di Torregaveta) passando per i Pozzuoli (Cumana) e Quarto (Circumflegrea). Le due linee hanno la particolarità di avere le stazioni terminali di Torregaveta e Montesanto in comune (fig. 1).

Il progetto propone la realizzazione di una serie di interventi sugli impianti di sicurezza e segnalamento delle due linee con l'obiettivo di incrementare la qualità e la frequenza del servizio. Per quanto riguarda la situazione attuale, la circolazione sulla linea Cumana è possibile attraverso un sistema che prevede telecomando, blocco elettrico centralizzato in linea e da ACEI in stazione. Il telecomando è costituito da un posto centrale ubicato nella stazione di Montesanto e da posti periferici costituiti dagli ACEI in stazione. Per la Circumflegrea la circolazione è gestita da una Dirigenza Locale in ogni stazione e da un sistema costituito da blocchi telefonici ad incroci fissi.

Per lo scenario base al 2017 si prevede la realizzazione del raddoppio della tratta Montesanto – Pianura sulla

for economic analysis) and Internal Rate of Return (Financial Internal Rate of Return 'FIRR' in the case of financial analysis and Economic Internal Rate of Return 'EIRR' for economic analysis).

3. Description of the railway lines and the proposed intervention

The two suburban lines, the Cumana (blue and orange) and Circumflegrea (in green), connect the borough of Montesanto (Naples) with the municipality of Bacoli/Torregaveta passing through the towns of Pozzuoli (Cumana) and Quarto (Circumflegrea). The terminal stations of Torregaveta and Montesanto are common to two lines (fig. 1).

Aiming to increase quality and frequency of the rail service, some measures have been designed to upgrade the control system of both the lines. Now the control systems are different on the two lines. Cumana line is managed by a remote control located in Montesanto Station, electric block along the line, central electric equipment (called ACEI) in the stations. Circumflegrea line is managed by a local controller in each station and a telephonic system between any couple of stations.

The base scenario in 2017 include some infrastructural realization like the doubling of track Montesanto – Pianura on the Circumflegrea, the doubling of the track between Montesanto and Gerolomini on Cumana and the opening of rail track Soccavo - Monte Sant'Angelo on the new line 8. No other updates are forecasted for the existent tracks.

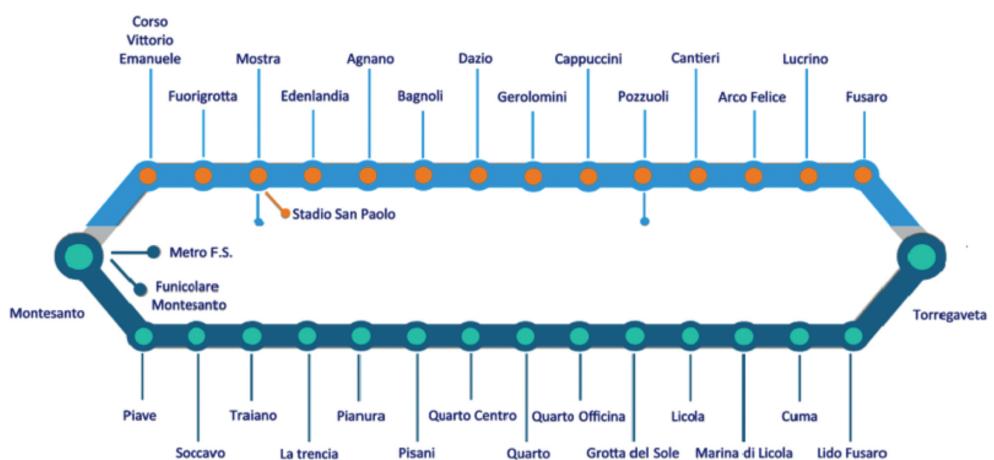


Fig. 1 - Le linee ex Sepsa.
Fig. 1 - The lines ex Sepsa.



POLITICA E ECONOMIA

Circumflegrea, l'intero raddoppio tra Montesanto e Gerolomini sulla Cumana e infine l'apertura della tratta Socavo - Monte Sant'Angelo della nuova linea 8.

Per lo scenario di progetto, al fine di aumentare la frequenza sulle linee esistenti, risulta indispensabile effettuare (oltre ad un raddoppio di binario) degli interventi di ammodernamento sugli impianti di sicurezza e segnalamento che consentono di passare dall'attuale sistema al più moderno ETCS livello 1 con un sistema di controllo di traffico centralizzato CTC (Centralized Traffic Control System).

In seguito, la convenienza finanziaria ed economica dell'ammodernamento del sistema di segnalamento delle due linee in esame, sarà dimostrata attraverso un'analisi benefici-costi.

4. Analisi Finanziaria per l'investimento sulle linee ex Sepsa

L'analisi finanziaria è stata svolta considerando direttamente i flussi di cassa differenziali del progetto, vale a dire calcolati come incremento (o decremento) dei ricavi e dei costi. I dati finanziari utilizzati sono espressi in euro attuali ossia senza considerare l'effetto inflattivo.

L'arco temporale dell'analisi si è fissato in 30 anni che coincide con la vita utile ossia il periodo di effettiva utilizzazione ed agibilità dell'infrastruttura nel caso in cui viene condotta una corretta gestione e manutenzione. Quindi l'orizzonte temporale parte dal 2012 (scenario attuale) e si estende fino al 2047 (ossia 30 anni dopo l'inizio della gestione che avverrà nel 2017 alla fine della realizzazione degli interventi).

Le voci di costo del progetto sono dati dalla somma dei costi d'investimento (rinnovo impianto di sicurezza e segnalamento per le due linee) e dei costi di esercizio (per scenario di non progetto, scenario di base al 2017 e scenario di progetto al 2047). In particolare i costi di esercizio sono stati calcolati stimando un incremento proporzionale dei costi ai treni x km prodotti, suddividendoli in:

- costi area trasporto (personale di guida e di manutenzione, energia di trazione, staff di trasporto e personale di controlleria);
- costi area infrastruttura (personale di manutenzione e di presenziamento, costo staff di manutenzione e altri costi);
- costo per staff (in comune tra area trasporto e infrastruttura).

I ricavi finanziari si possono dividere in:

- ricavi da contratto di servizio (in base ai treni x km percorsi annualmente);
- ricavi da traffico (con incrementi per lo scenario di progetto calcolati in base ad un'analisi di domanda);

For the project scenario, in order to increase frequency on existing lines, the modernization of safety and signalling systems switching from the current system to a more modern ETCS level 1 with a centralized traffic control (CTC) has been considered.

In the following, the financial and economic convenience of the modernization of the only signalling system will be demonstrated through economic and financial analysis.

4. Financial analysis for the investment on the lines ex Sepsa

The financial analysis has been carried out considering the differential cash flows of the project, which is calculated as the increase (or decrease) in revenues and costs from their current levels. The financial data used are expressed in euro without considering the effect of inflation.

The time period of the analyses was set at 30 years, which coincides with the useful life. The time period starts from 2012 (the current scenario) and extends until 2047 (30 years after the start of administration that will take place in 2017 at the end of the implementation of interventions).

The voices of the project cost is the sum of investment costs (renewal system safety and signaling for the two lines) and operating costs (for non-project scenario, base scenario to 2017 and project scenario to 2047). In particular, operating costs have been calculated by estimating a proportional increase in the cost to train x km products, dividing them into:

- *transport area costs (driving and maintenance personnel, traction energy, transport's staff and controllers);*
- *infrastructure area costs (maintenance staff, maintenance staff and other costs);*
- *cost for staff (in common to transport and infrastructure area).*

The financial revenues can be divided into:

- *revenues from service contracts (based on kilometres travelled by trains every year);*
- *revenues from traffic (in increments for the project scenario in terms of a demand analysis);*
- *revenues from non-traffic services (advertising and rental of parking spaces, assumed to be constant for the different scenarios).*

The base year for actualization is 2012 and it was decided to actualize all costs and revenues over the time horizon of 35 years (until 2047). The performance indicators used are the FPNV and FIR. The discount rate used, and suggested by the 'Guide to cost-benefit analysis of major projects' [13] is 5%.



POLITICA E ECONOMIA

- ricavi da non traffico (pubblicità e affitto di parcheggi, ipotizzati costanti per i diversi scenari).

L'anno base per l'attualizzazione è il 2012 e si è deciso di attualizzare tutti i costi e i ricavi rispetto all'orizzonte temporale di 35 anni (fino al 2047). Gli indicatori di performance utilizzati sono il VANF (Valore attuale netto finanziario) e il TIRF (Tasso di rendimento interno finanziario). Il tasso di rendimento utilizzato, e suggerito dalla 'Guide to Cost-Benefit Analysis of Major Projects' [13] è del 5%.

4.1. Risultati dell'analisi finanziaria

L'analisi finanziaria è stata svolta su un orizzonte temporale di progetto pari a 35 anni dei quali i primi cinque sono dedicati alla costruzione dell'opera e i restanti 30 alla sua gestione e manutenzione.

I costi operativi relativi allo scenario di progetto sono stati calcolati come incremento dei costi proporzionale all'aumento dei chilometri percorsi rispetto alla situazione attuale.

In particolare attraverso l'utilizzo del modello di calcolo del costo standard per il trasporto pubblico locale del Comitato Consultivo ASTRA, in funzione dei treni-km percorsi, dei km di rete virtuale e di una serie di altri dati SEPSA, è stato possibile calcolare i costi totali di gestione relativi allo scenario di non intervento e agli scenari di progetto, come si evince dalla tabella in fig. 2.

Analizzando le tabelle dell'analisi finanziaria per lo scenario di non intervento e lo scenario di progetto si può notare un aumento del complessivo costo di esercizio, che per l'intero orizzonte temporale è stimato pari a 1.499.996 suddiviso tra le differenti aree prima descritte. Tuttavia vi sarà una riduzione dei costi del personale dovuto al fatto che con l'ammodernamento dei sistemi di segnalamento sarà possibile ridurre il personale di bordo attraverso la rimozione dei capitreno.

Al fine di stimare i ricavi da traffico, risulta opportuno sottolineare che le società del gruppo EAV aderiscono al consorzio UNICOCAMPANIA. Il consorzio racchiude tredici aziende di trasporto pubblico locale e gestisce l'integrazione tariffaria della regione Campania. Per questo i ricavi da traffico, per lo scenario di progetto sono stati calcolati stimando la nuova domanda di trasporto e spondendo il costo del biglietto costante. La domanda di trasporto è stata a sua volta calcolata attraverso un modello di scelta modale [14] calibrato in precedenza per la provincia di Napoli.

Oltre alle tariffe si considerano: i ricavi da contratto di servizio il cui ammontare è, secondo la disciplina attuale, definito in base ai treni-km prodotti annualmente; i ricavi diversi ossia affitto di parcheggi, pubblicità ed altro. Questi ultimi si ipotizzano costanti negli anni.

I ricavi dell'azienda Sepsa all'anno 2012 sono di seguito elencati:

4.1. Risultati dell'analisi finanziaria

The financial analysis was carried out on a time horizon of the project equal to 35 years of which the first five are dedicated to the construction of the infrastructure and the remaining 30 for its management and maintenance.

The operating costs relative to the project scenario have been based on the current costs increased proportionally to the total kilometres covered for the future rail service.

In particular, through the use of the calculation model of the standard cost for the local public transport of Advisory Committee ASTRA, depending on train-kilometres covered, km of virtual network and a range of other data SEPSA, it was possible to calculate the total operating costs related to the non-intervention and to design scenarios, as shown in the table in fig. 2.

Analyzing the tables of the financial analysis for the base scenario and the two project scenarios an increase in the total cost of ownership can be noticed and for the entire time horizon is estimated at 1,499,996 divided among the different areas. This can be ascribed to the reduction of personnel costs due to the modernization of signalling systems that will reduce the on board staff through a removal of the train conductors.

In order to estimate the revenues from traffic, it should be noted that the rail companies belonging to EAV consortium are part of the UNICOCAMPANIA consortium. The lost consortium includes thirteen local public transport companies and manages the fare integration in the Campania region.

The traffic revenue for the project scenario have been computed estimating the new rail passenger demand supposing the fare as constant. The rail passenger demand has been estimated using a modal choice model [14] previously set up for the district of Naples.

The revenues from the service contract defined on the basis of train x km products annually and the other revenues from other services are assumed as constant over the years.

The company's revenues Sepsa in 2012 are listed below:

- service contracts: 30.412.000;
- traffic: 6.723.000;
- other: 4.000.000.

It should be emphasized that the service contract does not provide for any compensation for 'deficiency of technology'.

The expected revenues in the project scenario from 2017 (first year of operation) will be respectively:



POLITICA E ECONOMIA

Scenario 2012		Scenario 2017		Scenario 2047	
Area trasporto Transportation Area		Area trasporto Transportation Area		Area trasporto Transportation Area	
Costo personale guida		Costo personale guida		Costo personale guida	
<i>Train drivers cost</i>	€ 3.848.683	<i>Train drivers cost</i>	€ 5.187.281	<i>Train drivers cost</i>	€ 5.187.281
Costo personale di scorta		Costo personale di scorta		Costo personale di scorta	
<i>Train crews cost</i>	€ 3.312.264	<i>Train crews cost</i>	€ 3.318.460	<i>Train crews cost</i>	€ 1.597.777
Costo personale di manutenzione		Costo personale di manutenzione		Costo personale di manutenzione	
<i>Maintenance staff cost</i>	€ 2.565.500	<i>Maintenance staff cost</i>	€ 2.907.566	<i>Maintenance staff cost</i>	€ 2.907.566
Altri costi di manutenzione		Altri costi di manutenzione		Altri costi di manutenzione	
<i>Other maintenance cost</i>	€ 1.800.000	<i>Other maintenance cost</i>	€ 2.040.000	<i>Other maintenance cost</i>	€ 2.040.000
Costo energia di trazione		Costo energia di trazione		Costo energia di trazione	
<i>Energy traction cost</i>	€ 1.759.817	<i>Energy traction cost</i>	€ 2.511.303	<i>Energy traction cost</i>	€ 2.511.303
Costo personale staff		Costo personale staff		Costo personale staff	
<i>Staff cost</i>	€ 1.721.850	<i>Staff cost</i>	€ 2.008.346	<i>Staff cost</i>	€ 1.693.522
Costo personale controlleria		Costo personale controlleria		Costo personale controlleria	
<i>Train controllers cost</i>	€ 675.482	<i>Train controllers cost</i>	€ 1.106.784	<i>Train controllers cost</i>	€ 1.106.784
Total	€ 15.683.596	Total	€ 19.079.740	Total	€ 17.044.233
Area Infrastruttura Infrastructure Area		Area Infrastruttura Infrastructure Area		Area Infrastruttura Infrastructure Area	
Costo personale di manutenzione		Costo personale di manutenzione		Costo personale di manutenzione	
<i>Maintenance staff cost</i>	€ 4.290.127	<i>Maintenance staff cost</i>	€ 5.036.530	<i>Maintenance staff cost</i>	€ 5.036.530
Altri costi di manutenzione		Altri costi di manutenzione		Altri costi di manutenzione	
<i>Other maintenance cost</i>	€ 2.048.819	<i>Other maintenance cost</i>	€ 2.405.276	<i>Other maintenance cost</i>	€ 2.405.276
Costo personale presentamento		Costo personale presentamento		Costo personale presentamento	
<i>Control personnel cost</i>	€ 7.574.911	<i>Control personnel cost</i>	€ 7.574.911	<i>Control personnel cost</i>	€ 6.498.759
Costo staff		Costo staff		Costo staff	
<i>Staff cost</i>	€ 2.975.476	<i>Staff cost</i>	€ 3.156.785	<i>Staff cost</i>	€ 2.882.117
Total	€ 16.889.333	Total	€ 18.173.502	Total	€ 16.822.682
Staff in Comune Common Staff		Staff in Comune Common Staff		Staff in Comune Common Staff	
Costo personale		Costo personale		Costo personale	
<i>Staff cost</i>	€ 4.147.301	<i>Staff cost</i>	€ 4.592.398	<i>Staff cost</i>	€ 4.044.401
Altri Costi Other costs		Altri Costi Other costs		Altri Costi Other costs	
Spese generali		Spese generali		Spese generali	
<i>Overhead cost</i>	€ 5.508.034	<i>Overhead cost</i>	€ 6.277.000	<i>Overhead cost</i>	€ 5.686.697
IRAP (3,9% costi del personale)		IRAP (3,9% costi del personale)		IRAP (3,9% costi del personale)	
<i>Taxation staff (3,9% staff costs)</i>	€ 1.213.352	<i>Taxation staff (3,9% staff costs)</i>	€ 1.360.673	<i>Taxation staff (3,9% staff costs)</i>	€ 1.207.235
Utile (10%)		Utile (10%)		Utile (10%)	
<i>Profit (10%)</i>	€ 4.344.161	<i>Profit (10%)</i>	€ 4.948.316	<i>Profit (10%)</i>	€ 4.480.525
Total	€ 11.065.547	Total	€ 12.585.989	Total	€ 11.374.457
Costo totale Total cost		Costo totale Total cost		Costo totale Total cost	
Treno x km		Treno x km		Treno x km	
<i>Train x km</i>	1.684.258	<i>Train x km</i>	2.759.674	<i>Train x km</i>	2.759.674
Costo totale/(Treno x km)		Costo totale/(Treno x km)		Costo totale/(Treno x km)	
<i>Total cost/(Train x km)</i>	€ 28,37	<i>Total cost/(Train x km)</i>	€ 19,72	<i>Total cost/(Train x km)</i>	€ 17,86

Fig. 2 - Costi relativi ai diversi scenari.
Fig. 2 - Costs relating to different scenarios.

- contratto di servizio: 30.412.000;
- traffico: 6.723.000;
- altro: 4.000.000.

C'è da sottolineare che il contratto di servizio non prevede alcun compenso per 'deficienza di tecnologia'.

I ricavi previsti nello scenario base a partire dal 2017 (primo anno di esercizio) saranno rispettivamente pari a:

- contratto di servizio: 61.541.000;

- service contracts:* 61.541.000;
- traffic:* 8.131.000;
- other:* 4.000.000.

With these assumptions the FPNV calculated is of 29.556.966 and the project is convenient from a financial point of view. The FIRR expresses the actualization rate that clears the FPNV then the profitability of the project and is equal to 75% much higher than the actualization's rate.



POLITICA E ECONOMIA

- traffico: 8.131.000;
- altro: 4.000.000.

Con tali ipotesi il VANF calcolato è pari a 290.556.966 e quindi il progetto risulta conveniente da un punto di vista finanziario. Il tasso di rendimento interno esprime il tasso di attualizzazione che annulla il VANF, ossia la redditività del progetto ed è pari al 75% ampiamente superiore al tasso di sconto.

5. Analisi economica per l'investimento sulle linee ex Sepsa

All'interno dell'analisi economica i costi considerati sono: costi di investimento economici, costi di esercizio economici (costi relativi all'area trasporto, costi relativi all'area infrastruttura e costi inerenti ad altre voci) e benefici economici.

Per il progetto in esame il costo di investimento è stato fornito dall'azienda in base a studi precedenti ed è pari a 86.215.722. Le voci del costo di investimento (fig. 3) suddivise per quattro anni sono raggruppati nei due capitoli: i costi degli impianti di sicurezza, separati per ogni linea, e i costi per il sistema di controllo marcia treno (ETCS livello uno).

I costi economici sono ottenuti da quelli finanziari applicando opportuni fattori di conversione indicati in [13].

I prezzi di mercato sono stati tradotti in costi economici depurandoli dai trasferimenti positivi alla pubblica amministrazione (imposte dirette ed oneri sociali della manodopera) e da quelli negativi (sussidi e altre forme di agevolazione finanziaria).

I benefici considerati nell'analisi sono:

- risparmio di tempo degli utenti del sistema di trasporto;
- riduzione dei costi sostenuti;
- riduzione di inquinamento;
- riduzione di incidenti stradali;
- riduzione congestionamento.

5. Economic analysis for the investment on the lines ex Sepsa

Concerning the economic analysis: economic investment costs, operating cost (costs related to the transportation area, infrastructure area and other costs) and economic benefits are considered.

The investment costs have been provided by the company on the basis of previous studies and is equal to 86.215.722. The investment's cost (fig. 3) are divided for four years and are grouped into two clusters: the costs of safety systems (separate for each line) and costs for the train control system (ETCS level 1).

Economic costs was obtained by the financial ones applying some conversion factors provided by [13].

Market costs has been translated in economic costs by subtracting the positive transfers to the government (direct taxes and social security costs workforce), and negative transfers (subsidies and other forms of financial accommodation).

The benefits considered in the analysis are:

- save time users of the transportation system;
- reduction of costs incurred;
- reduction of pollution;
- reduction of road accidents;
- reduction of congestion.

For the direct benefits, in order to assess the increase in the consumer surplus, differential generalized costs for all scenarios have been considered. Those are the sum of the different costs items incurred by users during their trips (time, out of pocket costs, stress, accident risk) homogenized through appropriate coefficients. As showed in the followings, total direct benefits relative to the project scenario results greater than the base scenario ones. Indirect benefits have been assessed computing the changes in externalities (accidents, air pollution, etc..) for all the interested people. The environmental benefit has been based on indicators provided in the literature and computed through the comparison between the road and rail modality.

Tipo di intervento Kind of intervention	Anno Year					
	2012	2013	2014	2015	2016	Totale Total
Rinnovo impianto di Sicurezza e Segnalamento Cumana <i>Renovation of safety and signaling system Cumana line</i>	€ 9.250.000	€ 8.460.497	€ 789.500	-	-	€ 18.499.997
Rinnovo impianto di Sicurezza e Segnalamento Circumflegrea <i>Renovation of safety and signaling system Circumflegrea line</i>	-	€ 10.779.875	€ 10.000.000	€ 10.000.000	-	€ 30.779.875
Sistema di controllo marcia treni (ETCS livello 1) <i>Train control system (ETCS level 1)</i>	-	€ 9.935.850	€ 15.000.000	€ 12.000.000	-	€ 36.935.850
Totale Costi Total Costs	€ 9.250.000	€ 29.176.222	€ 25.789.500	€ 22.000.000	-	€ 86.215.722

Fig. 3 - Tabella dei costi di investimento.
Fig. 3 - Table of investment's costs.



POLITICA E ECONOMIA

Per i benefici diretti, al fine di valutare l'incremento del surplus del consumatore, sono stati calcolati i costi generalizzati per tutti gli scenari considerati. Questi sono dati dalla somma dei differenti costi sostenuti dagli utenti durante i loro viaggi (tempo, esborsi monetari, stress, rischio incidentale) opportunamente omogeneizzati attraverso coefficienti. Inoltre, come verrà indicato in seguito, i benefici diretti dello scenario di progetto risultano maggiori rispetto a quelli dello scenario base. Alcuni benefici indiretti sono stati valutati calcolando le variazioni di esternalità (incidenti, inquinamento atmosferico, ecc.) per tutte le persone interessate. Il beneficio ambientale è stato calcolato in base ad indicatori forniti in letteratura e calcolati attraverso un confronto tra modalità strada e ferrovia.

5.1. Risultati dell'analisi economica

Per il calcolo dei fattori di conversione ci si è riferiti ai seguenti valori [13]:

- per i costi di investimento si è applicato un fattore di conversione mediato tra quelli afferenti alle diverse voci (manodopera, acquisti, servizi) che è pari a 0,710.
- per i costi di esercizio sono stati utilizzati i seguenti fattori di conversione: per i costi relativi all'area trasporto 0,599; per i costi relativi all'infrastruttura 0,648; per i costi relativi a tutte le altre voci 0,714.

I benefici diretti sono stati ottenuti come surplus tra lo scenario da base e quello di progetto. Sono dati dalla somma del risparmio di tempo su treno rispetto all'auto. Il risparmio di tempo dovuto a un aumento di frequenza della linea per lo scenario di progetto è pari a 8.345.550 /anno. Tale valore è stato ottenuto considerando il differenziale tra il numero di passeggeri prima e dopo l'implementazione del progetto e attribuendo un valore del tempo pari a 10 /h. L'aumento di domanda è stato stimato attraverso un modello di scelta modale [14] calcolando la probabilità di scegliere il treno anziché l'auto al variare delle frequenze del servizio.

Ulteriore risparmio è dato dal decremento dell'uso dell'auto ed è pari a 5.294.325 /anno ottenuto supponendo che tutti i nuovi utenti del trasporto ferroviario utilizzavano in precedenza l'auto e facendo la differenza in termini di costo tra le due alternative di viaggio.

Infine non si può trascurare la diminuzione del costo di viaggio dovuto alla riduzione di congestione stradale dato il costo esterno medio della congestione delle nuove auto vendute che rispettano la soglia di CO₂ è pari a 0,135 /km, si può calcolare il costo per la riduzione della congestione che risulta essere pari a 4.455.000 /anno. Si riporta la tabella riepilogativa (fig. 4) di tutti i benefici economici.

I costi sostenuti con l'utilizzo dell'auto sono relativi a carburante e parcheggio, mentre il costo del treno è dato dal solo biglietto.

5.1. Results of economic analysis

The above mentioned conversion factor have been taken into account referring to the literature [13]:

- for investment costs it has been applied an average conversion factor among labor, purchases and services. This factor is considered to be equal to 0.710;
- for operating cost were used conversion factors, in particular for the costs related to the transportation 0.599, for infrastructure costs 0.648, for costs related to all other entries 0.714.

The direct benefits have been obtained computing changes in surplus value between base and project scenarios. Those are the sum of the time saving both on train and car.

The time saving due to frequency on the line in the project scenario is equal to 8.345.550 / year. This value was obtained taking into account the difference of passengers between the two scenarios and assigning a value of time equal to 10 / h. The increase in demand was estimated using a model of modal [14] choice by calculating the probability of choosing the train instead of the car varying the frequency of the service.

The further time savings is given by the decrease in car use and it is equal to 5.294.325 /year obtained assuming that all new users of the rail car used previously.

Assuming that all new users of the lines ex Sepsa previously used the car, the savings due to the reduction of accidents is estimated at around 238.000 / year, while as regards the reduction of pollution savings is estimated at about 84.000 / year.

Finally, the decrease in the cost of travel due to the reduction of road congestion given the average external cost of congestion of the new cars sold that meet the threshold of CO₂ is equal to 0.135 / km, we can calculate the cost of reducing congestion that is equal to 4.455.000 / year. It shows the summary table (fig. 4) all of the economic benefits.

Benefici Attesi (€/anno) Expected Benefits (€/year)	
Risparmio di tempo <i>Time saving</i>	€ 8.347.550
Risparmio costi sostenuti <i>Costs Saving</i>	€ 5.294.325
Riduzione incidentali <i>Reduction of car incidents</i>	€ 237.996
Riduzione inquinamento <i>Reduction of pollution</i>	€ 84.078
Riduzione congestione <i>Reduction of congestion</i>	€ 4.454.914

Fig. 4 - Benefici attesi.
Fig. 4 - Expected benefits.



POLITICA E ECONOMIA

Per l'analisi economica è stato calcolato il VANE pari a 286.558.183 mentre il TIRE pari al 24%. Gli indicatori di performance economica mostrano la bontà del progetto: il VANE è positivo e il TIRE è molto prossimo al tasso di sconto scelto ma comunque superiore. Inoltre analizzando i benefici e i costi il loro rapporto risulta essere maggiore di uno e in definitiva si può affermare che tutti gli indicatori economici indicano l'ammissibilità del progetto.

6. Conclusioni

Generalmente si ritiene che gli investimenti nel settore dei trasporti sono "a perdere" in quanto i ricavi che si hanno non riescono a coprire i costi di investimento. Pertanto gli interventi di ammodernamento delle infrastrutture di trasporto sono realizzati solo se necessario, come nel caso di modifiche normative. In questo lavoro è stato dimostrato che un investimento può avere effetti positivi sia da un punto di vista finanziario che economico e inoltre tali interventi possono essere realizzati prima del necessario.

È stata effettuata un'analisi finanziaria e un'analisi economica per verificare la fattibilità dell'ammodernamento delle due linee sub-urbane di Napoli: Cumana e Circumflegrea. I costi sono stati forniti dal gestore, sulla base di studi recenti mentre i ricavi sono calcolati in funzione dell'aumento della domanda stimata.

La tecnica adottata è la classica costi-benefici i cui indicatori sono il Valore Attuale Netto e il Tasso di Rendimento Interno, entrambi calcolati sia in termini finanziari sia economici. In particolare, nell'analisi finanziaria il VANF positivo (circa 300 milioni) e il TIRF (75%) indicano che il progetto non solo è fattibile, ma anche ampiamente conveniente per l'azienda ferroviaria.

Anche l'analisi economica risulta positiva con un VANE pari a 285 milioni di euro e un TIRE pari al 24% quindi superiore al prescelto tasso di sconto.

Infine, il rapporto tra benefici e costi risulta essere maggiore di uno e il progetto sembra fattibile anche da questo punto di vista.

Costs incurred with the use of the car are related to fuel and parking, while the cost of the train is given by ticket only.

As indicators was calculated EPNV equal to 286,558,183 and the EIRR 24%. Performance indicators show positive economic values for the project: the EPNV is positive and the EIRR is very near to the actualization rate chosen but still higher.

In addition, analysing the benefits and costs of their relationship appears to be greater than one and therefore all the economic indicators indicate admissibility of the project.

6. Conclusions

It is generally assumed that investments in transport are "loosing" because their impacts are often outside the transport operators that is revenues cannot cover costs. Thus most transport infrastructures are realised of upgraded only if necessary due, for example, to changes in the rules. In this paper it has been demonstrated that some kind of investments can have both financial and economic positive effects and can be realised before it will be necessary. Indeed, a financial and an economic analysis have been carried out to verify the feasibility of a planned modernization of two sub-urban lines in the area of Naples: Cumana and Circumflegrea. The costs included the analyses were provided by the operator on the basis of recent studies. Impacts for the users are calculated as a function of the increase in the demand estimated.

The adopted technique is the classic costs-benefits are whose indicators are Net Present Value and Internal Rate of Return, both computed in both financial and economic terms. In particular, in the financial analysis the NPVF is positive (approximately 300 million) and the IRRF (75%) indicate that the project appears not only feasible, but also widely convenient for the rail's operator.

Even the economic analyses provides a positive result with a NPVE equal to 285 milion of euro and a NPVE equal to 24% above the actualized rate chosen.

Finally, the relationship between discounted benefits and costs appears greater than one and the project appears feasible also from this point of view.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] MITCHELL P. A., RUBINFELD D. (1977), "Property Values and the Benefits of Environmental Improvements: Theory and Measurement", *Public Policy and The Quality of Life in Cities*, pp. 154-180.
- [2] HAMMERMANN W.M. (1994), "Valuing the Environment through Contingent Valuation", *8 J. Econ. Persp.* 19, pp. 21-26.
- [3] XINZHEN GAO, YU LI (2009), "Cost-benefit analysis and public project decision, *Industrial Engineering and Engineering Management*", *IEEE International Conference*, 2009, pp. 2295-2299.
- [4] DE RUS G., INGLADA V. (2006), "Cost-benefit analysis of the high-speed train in Spain", *Transportation Research Record*, pp. 135-141.



POLITICA E ECONOMIA

- [5] TAO R., LIU S., HUANG C., TAM C.M. (2011), "Cost-Benefit Analysis of High-Speed Rail Link between Hong Kong and Mainland China", Journal of Engineering, Project, and Production Management 1(1), pp. 36-45.
- [6] MURTY M.N., DHAVALA K.K., GHOSH M., SINGH R. (2006), "Social Cost-Benefit Analysis of Delhi Metro", MPRA Paper.
- [7] RAJU S. (2008), "Project NPV, Positive Externalities, Social Cost-Benefit Analysis - The Kansas City Light Rail Project", Journal of Public Transportation 11 (4), pp. 59-88.
- [8] CORAPI G., SANZARI D., DE MARTINIS V., D'ACIERTNO L., MONTELLA B. (2013), "A simulation-based approach for evaluating train operating costs under different signaling systems", WIT Transactions on the Built Environment 130, pp. 149-161.
- [9] DE MARTINIS V., GALLO M., D'ACIERTNO L. (2013), "Estimating the benefits of energy-efficient train driving strategies: a model calibration with real data", WIT Transactions on the Built Environment 130, pp. 201-211.
- [10] Davis Langdon Management Consulting (2007), "Life-cycle costing (LCC) as a contribution to sustainable construction: towards a common methodology".
- [11] GALLO M., MONTELLA B., D'ACIERTNO L. (2011), "The transit network design problem with elastic demand and internalization of external costs: An application to rail frequency optimization", Transportation Research Part C 19 (6), pp. 1276-1305.
- [12] D'ACIERTNO L., GALLO M., MONTELLA B., PLACIDO A. (2013), "The definition of a model framework for managing rail systems in the case of breakdowns", Proceedings of IEEE ITSC 2013 – 16th International IEEE Annual Conference on Intelligent Transportation Systems, The Hague, The Netherlands, pp. 1059-1064.
- [13] European Commission Directorate General Regional Policy (2008), "Guide to cost-benefit analysis of investment projects".
- [14] CASCETTA E. (2009), "Transportation system analysis: models and application", New York: Springer.

Orologio "FRECCIAROSSA 1000"

Il CIFI in collaborazione con la società Perseo ha realizzato (prossima uscita) l'orologio "Frecciarossa 1000". Il costo è di € 270,00 iva inclusa + spese di spedizione*.

Ai Soci CIFI ed a tutti quelli che si iscriveranno al Collegio contestualmente all'acquisto, viene praticato uno sconto di € 54,00 per un costo a orologio di € 216,00 + spese di spedizione*.

Agli Abbonati alle riviste "La Tecnica Professionale" e "Ingegneria Ferroviaria" (ed anche per coloro che sottoscriveranno l'abbonamento ad una delle due riviste verrà praticato uno sconto € 27,00 per un costo ad orologio di € 243,00 + spese di spedizione*).

(*) € 10,00

Per informazioni contattare il Sig. Leonetti
Tel: 06 47 42 986 - FS 970/66825 - mail: amministrazione@cifi.it

