

SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE FEDERICO II

Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio



Corso di Pianificazione dei Sistemi di Trasporto

*IL PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA EX-ITALSIDER
DI BAGNOLI: STIMA DEGLI IMPATTI TRASPORTISTICI ED ANALISI
COSTI-BENEFICI SECONDO IL RECENTE QUADRO NORMATIVO DI
SETTORE*

RELATORE

Chia.mo Prof. Ing. Biggiero Luigi

Chia.mo Prof. Cartenì Armando

CANDIDATO

Robetti Catello

Matricola M67/330

CORRELATORE

Dott. Ing. Ilaria Henke

Anno accademico 2016/2017

1. Abstract

Il presente lavoro di tesi ha riguardato le analisi trasportistiche relative alla riqualificazione dell'area ex-Italsider di Bagnoli, appartenente ai Siti di Interesse Nazionale. Il lavoro è stato condotto in collaborazione con diversi soggetti, tra cui:

- Invitalia S.p.A.
- Università degli Studi di Napoli "Federico II",
- Università degli Studi della Campania "Luigi Vanvitelli";
- Regione Campania;
- Comune di Napoli.

Nel seguente lavoro, svolto presso l'Università degli studi "Federico II", sono riproposte le analisi condotte per giungere allo scenario trasportistico con il miglior rapporto benefici/costi. Questo è stato possibile grazie alla condivisione delle informazioni con tutti i soggetti coinvolti.

La partecipazione dei diversi soggetti ha dato frutto al progetto per il rilancio di Bagnoli, allo scopo di restituire l'area alla collettività. Lo studio trasportistico si fonda sul concetto dell'accessibilità, ovvero migliorare il collegamento tra l'area di Bagnoli e il resto della città/Regione.

A partire, quindi, dalle criticità attuali sono stati individuati i possibili interventi sul sistema dei trasporti che consentono di raggiungere gli obiettivi prefissati.

Dall'analisi degli studi trasportistici pregressi e in base alle discussioni tenutesi nei Tavoli Tecnici tra i diversi soggetti, sono state determinate le alternative di progetto da confrontare nella successiva analisi economica. In particolare, i possibili interventi hanno riguardato sia modifiche della linea ferro esistente sia modifiche e miglioramento della viabilità stradale.

Sono stati considerati come "invarianti" gli interventi già previsti dai precedenti piani e/o progetti.

Tra le opzioni ferroviarie sono stati individuati i seguenti interventi:

- I) prolungamento della linea 6;
- II) prolungamento "a cappio" della linea 6;
- III) prolungamento della linea 2;
- IV) nuova linea Stand-alone.

Le opzioni stradali hanno riguardato la realizzazione di un sottopasso che collegasse l'area SIN con lo svincolo della Tangenziale di Agnano, aumentando così l'accessibilità verso Bagnoli. Le alternative si distinguono per la lunghezza del sottopasso, ovvero: i) corto; ii) medio; iii) lungo.

La combinazione delle diverse opzioni ha portato all'individuazione di dodici scenari trasportistici (Figura 1).

		INTERVENTI INVARIANTI		OPZIONI FERROVIARIE				OPZIONI STRADALI		
		Fermata Agnano Università	Viabilità interna Area SIN	Linea 6 cappio	Linea 6 prolung.	Linea 2 prolung.	Stand Alone	Sottopasso «Corto»	Sottopasso «Medio»	Sottopasso «Lungo»
SCENARI INFRASTRUTTURALI	Non Intervento	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Riferimento	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x
	1	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	x
	2	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	x
	3	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	✓
	4	✓	✓	x	✓	x	x	✓	x	x
	5	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	x
	6	✓	✓	x	✓	x	x	x	x	✓
	7	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	x
	8	✓	✓	x	x	✓	x	x	✓	x
	9	✓	✓	x	x	✓	x	x	x	✓
	10	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	x
	11	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	x
12	✓	✓	x	x	x	✓	x	x	✓	

Figura 1 Gli scenari trasportistici in relazione ai possibili interventi sulle infrastrutture ferroviarie e sulla viabilità stradale

Per ognuno degli scenari è stata valutata la domanda potenziale di visitatori/anno attratta dai nuovi insediamenti (la cui individuazione esula dagli obiettivi della tesi) previsti nell'area di Bagnoli. Quest'ultima è stata stimata in spostamenti annuali in funzione di macro-attrattori prevalenti, ovvero un insieme di attrattori che rappresentano serie di attività da svolgere nell'area.

Il livello di domanda attratta per i dodici scenari di trasporto è stato utilizzato come input per la calibrazione di un modello comportamentale definito *origin-based*. La stima è stata condotta applicando un modello Logit Multinomiale, costruendo delle matrici Origine-Destinazione per ognuno dei dodici scenari di trasporto. I risultati sono state le percentuali di spostamenti attratti verso Bagnoli da ogni zona dell'area di studio, utilizzate per la costruzione di carte tematiche di accessibilità all'area SIN, come indicato in esempio nella Figura 2.

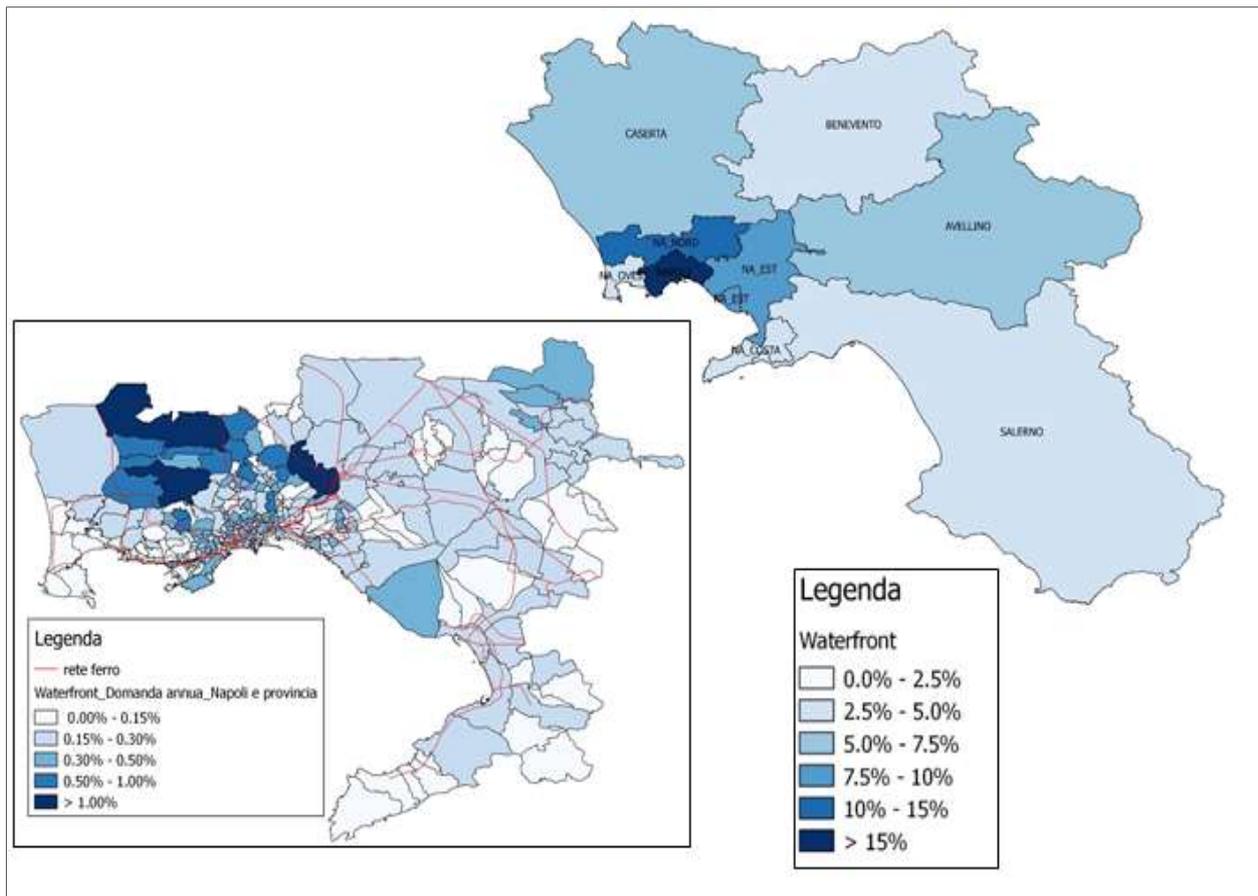


Figura 2 Esempio di distribuzione percentuale annuale degli spostamenti stimati attratti verso Bagnoli per il macro-attractore Waterfront (attività connesse alla balneazione e al porto)

I risultati del modello sono stati usati come dati di input per la valutazione economica attraverso l'Analisi Benefici-Costi. I costi e i benefici sono stati quantificati per ogni categoria prevalente, come indicato dalla Figura 3.

I costi di investimento sono stati stimati a partire da prezzi regionali e da costi sostenuti per la realizzazione di opere simili, mentre i costi di manutenzione come una percentuale di quelli di investimento.

I benefici percepiti sono in funzione del costo generalizzato del trasporto, ovvero del costo "risparmiato" dagli utenti in termini di tempo e di costo effettivamente pagato per il trasporto.

I benefici non percepiti dipendono dai costi operativi, ovvero quelli legati al consumo di lubrificanti e di pneumatici, alla manutenzione e ai costi di deprezzamento del veicolo.

I benefici per i non utenti sono i benefici monetari ottenuti per la riduzione dell'inquinamento ambientale e acustico, degli incidenti e degli impatti sugli altri settori. La stima ha avuto come dati di input le classi di veicoli forniti dall'ACI sul parco veicolare campano e le stime fornite dalle CE sui costi marginali per categoria di veicolo.

COSTI		C1. Costi investimento (progettazione e costruzione)
		C2. Costi gestione e manutenzione ordinaria e straordinaria
		C3. Valore residuo dell'investimento
		TOTALE COSTI (C1+C2+C3)
BENEFICI	UTENTI	B1. Benefici percepiti (costo generalizzato trasporto)
		B2. Benefici non percepiti (costi operativi)
	NON UTENTI	B3. Riduzione gas dimalteranti
		B4. Riduzione emissioni inquinanti
		B5. Riduzione emissioni sonore
		B6. Riduzione incidentalità
		B7. Impatti su altri settori
	TOTALE BENEFICI (B1+B2+B3+B4+B5+B6+B7)	

Figura 3 Costi e Benefici suddivisi per categorie

Per il confronto sono stati utilizzati gli indicatori economici tipici dell'analisi Benefici-Costi, indicati in Tabella 1, adottando un tasso di sconto r pari al 3%.

Valore Attuale Netto (VAN)	“Guadagno” netto attualizzato avente al termine della vita utile dell'opera	$VAN_i(r) = \sum_{t=0}^T \left(\frac{\sum_j B_j^t - \sum_j C_j^t}{(1+r)^t} \right)$
Saggio di Rendimento Interno (SRI)	Valore del tasso di sconto che annulla il VAN	$SRI = r_0 \quad VAN(r_0) = 0$
Rapporto Benefici/Costi (B/C)	Rapporto assoluto attualizzato tra i benefici totali e i costi totali	$B_i / C_i = \sum_{t=0}^T \left \frac{\sum_j B_j^t}{(1+r)^t} \right \bigg/ \sum_{t=0}^T \left \frac{\sum_j C_j^t}{(1+r)^t} \right $

Tabella 1 Indicatori sintetici utilizzati nell'Analisi Benefici-Costi

Dal confronto tra gli scenari è emerso che l'alternativa che offre il maggior rapporto costi/benefici, oltre il maggior guadagno in termini di VAN, è lo scenario 6, coincidente con il prolungamento della linea 6 della metropolitana di Napoli e la realizzazione del sottopasso lungo in termini di viabilità, come indicato in Figura 4. Sono previste lungo il tracciato quattro nuove fermate: Deposito Campegna, Neghelli, Acciaieria e Nisida, quest'ultima come capolinea.

In Tabella 2 sono riportati la somma dei costi e dei benefici totali, mentre in Tabella 3 sono indicati i valori degli indicatori sintetici che confermano quanto detto sopra. In più, secondo quanto definito dal MIT nelle “Linee Guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche”, la priorità per l'inserimento nei Documenti Pluriennali di Pianificazione è alta, segno che è elevata la possibilità di finanziamento dell'opera e dunque la sua realizzazione.



Figura 4 Scenario trasportistico migliore emerso dall'analisi Benefici-Costi: prolungamento linea 6 + sottopasso lungo

Scenario	Interventi invariati		OPZIONI FERRO	OPZIONI TUNNEL	(prezzi 2017)	
					Somma costi	Somma benefici (utenti + non utenti)
6	Viabilità SIN	Fermata Agnano	Linea 6 "Prolungamento"	Lungo	€ 350.000.000	€ 630.000.000
9	Viabilità SIN	Fermata Agnano	Linea 2 "Prolungamento"	Lungo	€ 300.000.000	€ 360.000.000
12	Viabilità SIN	Fermata Agnano	Nuova linea Stand Alone	Lungo	€ 220.000.000	€ 330.000.000

Tabella 2 Costi e benefici totali degli scenari ritenuti significativi per il confronto

Scenario	Valore Attuale Netto (VAN)	Saggio Rendimento Interno (SRI)	Rapporto Benefici/Costi	Livello priorità secondo Linee Guida Ministero (2017)
6	€ 280.000.000	7,2%	1,8	ALTA
9	€ 60.000.000	4,5%	1,2	MEDIA
12	€ 110.000.000	6,7%	1,5	MEDIA

Tabella 3 Indicatori sintetici per i tre scenari significativi

Per verificare la robustezza dei risultati, è stata condotta un'analisi di sensitività, applicando delle variazioni positive e negative sui parametri significativi. Lo scenario 6 è risultato essere il più robusto, presentando valori di VAN meno sensibili alle variazioni dei costi e dei benefici totali (Tabella 4). In più, è stato valutato l'andamento del VAN in relazione al tasso di sconto, confermando la minore sensibilità dello scenario 6 (Figura 5)

		Scenario		
Delta%		Sc. 6	Sc. 9	Sc. 12
	+0%	€ 280.000.000	€ 60.000.000	€ 110.000.000
COSTO TOTALE	+15%	€ 227.500.000	€ 15.000.000	€ 77.000.000
	+30%	€ 175.000.000	-€ 30.000.000	€ 44.000.000
BENEFICI UTENTI (Δore risparmiate/anno)	-15%	€ 185.500.000	€ 6.000.000	€ 60.500.000
	-30%	€ 91.000.000	-€ 48.000.000	€ 11.000.000

Tabella 4 Analisi di sensitività sui parametri sensibili (costi e benefici)

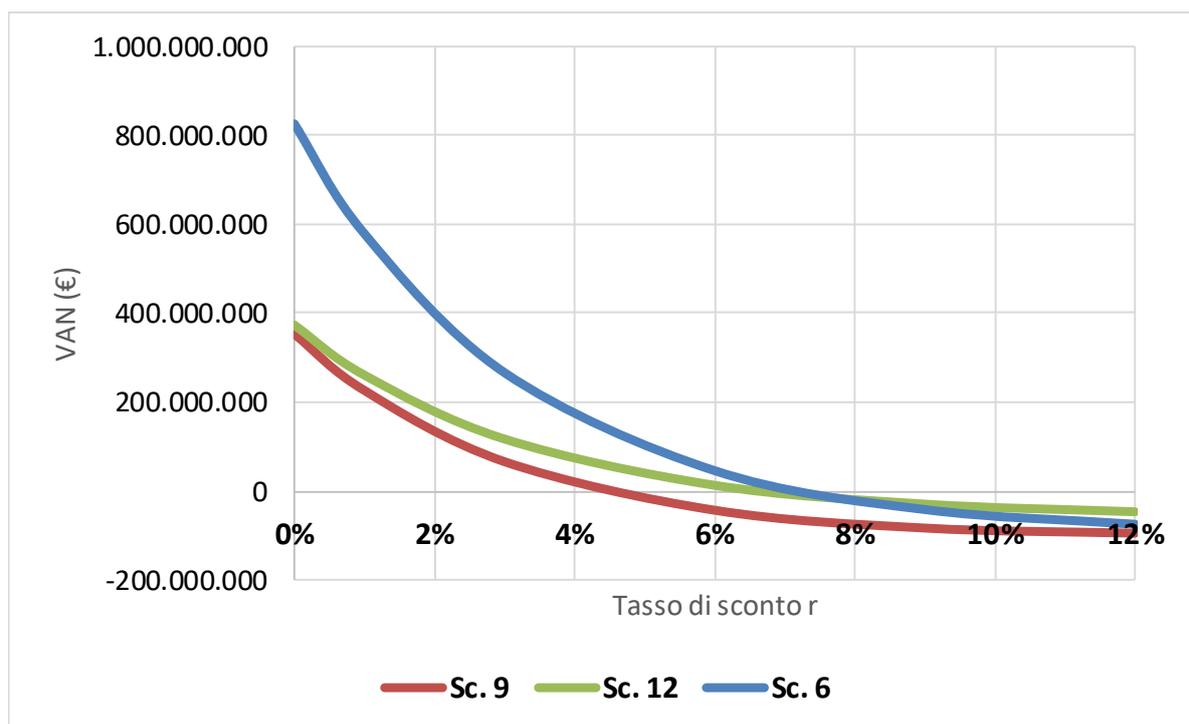


Figura 5 Andamento del VAN in relazione alle variazioni del tasso di sconto

Bibliografia elaborato di tesi

- Bifulco G.N., Carteni A. e Papola A. (2010);** *An activity-based approach for complex travel behaviour modeling*; European Transport Research Review Vol. 2, Issue 4; pp. 209-221; Springer; ISSN 1867-0717.
- Carteni A. (2010);** *Inter-modal transport terminals accessibility analysis: application to a real case*; Lulu Enterprises, Inc.; USA. ISBN 978-1-4452-6754-8.
- Carteni, A. (2014).** Accessibility indicators for freight transport terminals. Arabian Journal for Science and Engineering DOI: 10.1007/s13369-014-1333-y
- Carteni, A. (2016);** *Processi decisionali e Pianificazione dei trasporti*, Lulu International. ISBN 978-1-326-46240-6
- Carteni A. e de Luca S. (2005);** *Riqualificazione e potenziamento della tratta: "Salerno-Fisciano-Mercato San Severino-Avellino": simulazione ed analisi degli impatti sul sistema di trasporto*; Area Vasta numero 10/11. ISSN 1825-7526.
- Carteni, A., Henke, I. (2016);** *Consensus pubblico ed analisi economico-finanziaria nel "progetto di fattibilità"*: Linee guida ed applicazione al progetto di riqualificazione della Linea ferroviaria Formia-Gaeta, Lulu International. ISBN 978-1-326-86678-5
- Carteni, A., Henke, I. (2017);** *The Influence of Travel Experience within Perceived Public Transport Quality*. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index 129, International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering, 11(9), pp. 2077 - 2081.
- Carteni A. e Russo F. (2009);** *A tour-based model for the simulation of a distributive freight system*; in *The Expanding Sphere of Travel Behaviour Research; selected papers from the 11th International Conference Travel Behaviour Research*; Ryuichi Kitamura, T. Yoshii (Eds.). Emerald Group Publishing Limited; Bingley, UK. ISBN 978-1-84855-936-3.
- Cascetta E., Carteni A. (2014);** *A quality-based approach to public transportation planning: theory and a case study*; *International Journal of Sustainable Transportation*, Taylor & Francis, Volume 8, Issue 1; ISSN: 1556-8318. DOI:10.1080/15568318.2012.758532.
- Cascetta E., Carteni A., Carbone M. (2013);** *La progettazione quality-based nel trasporto pubblico locale. Il sistema di metropolitana regionale della Campania*; *Ingegneria Ferroviaria*, 68 (3), pp. 241-261. ISSN: 0020-0956.
- Cascetta, E., Carteni, A., Montanino, M. (2013)** *A new Measure of Accessibility based on perceived Opportunities*. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, volume 87, pp. 117-132. DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.10.598
- Cascetta, E., Carteni, A., Montanino, M. (2016);** *A behavioral model of accessibility based on the number of available opportunities*. *Journal of Transport Geography* 51, pp. 45–58. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2015.11.002
- Cascetta, E., Carteni, A., Pagliara F., Montanino, M. (2015);** *A new look at planning and designing transportation systems as decision-making processes*; *Transport Policy* 38. pp. 27–39. DOI: 10.1016/j.tranpol.2014.11.005
- De Luca, S., Carteni, A. (2013).** *A multi-scale modelling architecture for estimating of transport mode choice induced by a new railway connection: The Salerno-University of Salerno-Mercato San Severino Route [Un'architettura modellistica multi-scala per la stima delle ripartizioni modali indotte da un nuovo collegamento ferroviario: il caso studio della tratta Salerno-Università di Salerno-Mercato San Severino]*. *Ingegneria Ferroviaria*, 68 (5), pp. 447-473. ISSN: 0020-0956.
- Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n° 50 – Codice dei Contratti Pubblici**; Gazzetta Ufficiale n° 91 del 19 aprile 2016.
- Direzione Generale per lo sviluppo del territorio, la programmazione ed i progetti internazionali e del Nucleo di Valutazione e Verifica degli Investimenti Pubblici (2017) -**

Linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche nei settori di competenza del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ai sensi del D.lgs. 228/2011;

Ministero dell'Economia e delle Finanze (2016); Documento di Economia e Finanza, allegato "Strategie per le infrastrutture di trasporto e logistica".
[www.mit.gov.it/comunicazione/news/def-allegato-infrastrutture/strategie-le-infrastrutture-di-trasporto-e-logistica]

Ministero dell'Economia e delle Finanze (2017); Documento di Economia e Finanza, allegato "Connettere l'Italia: fabbisogni e progetti di infrastrutture".
[http://www.dt.tesoro.it/modules/documenti_it/analisi_progammazione/documenti_programmatici/def_2017/Allegato_3_AL_DEF_217.pdf]

Russo. F e Carteni A. (2006); *Application of a tour-based model to simulate freight distribution in a large urbanized area*; in Recent Advances in City Logistics: Proceedings of the 4th International Conference on City Logistics, Langkawi, Malaysia, 12-14 July, 2005; E. Taniguchi, R.G. Thompson (Eds.). Elsevier B.V.; Kidlington, UK; pp. 31-46, ISBN: 978-0-08-044799-5.

Valanzano F., *Metodi per l'analisi di accessibilità con applicazione al trasporto aereo [Methods for accessibility analysis with air transport application]*, Dottorato di Ricerca in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio, XI ciclo – Nuova Serie (2010 – 2013), Dipartimento di Ingegneria Civile, Università degli Studi di Salerno.