

$\frac{A\omicron I}{II4}$

Renato De Leone / Nadia Di Girolamo  
Gian Piero Di Muro / Emilia Marchitto

# **Pianificazione, programmazione e gestione innovativa per il Trasporto Pubblico Locale**



Copyright © MMVIII  
ARACNE editrice S.r.l.

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)  
[info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

via Raffaele Garofalo, 133 A/B  
00173 Roma  
(06) 93781065

ISBN 978-88-548-1981-8

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento anche parziale,  
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie  
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: agosto 2008

Giudica il tuo successo  
in relazione a ciò  
a cui dovresti rinunciare  
per ottenerlo,  
e ammira chi pensa  
di non rinunciare a niente  
per vivere la vita.

# Indice

<b>Prefazione</b>	<b>1</b>
<b>1 TPL: Il quadro di riferimento Comunitario</b>	<b>5</b>
1.1 Introduzione . . . . .	5
1.2 Il quadro di riferimento Comunitario . . . . .	7
1.3 Il quadro normativo di base . . . . .	10
1.3.1 Le norme riguardanti le caratteristiche, la struttura e la gestione del TPL . . . . .	10
1.3.2 Le norme che descrivono le procedure di aggiudicazione degli appalti . . . . .	13
1.4 La liberalizzazione del mercato . . . . .	19
1.5 La proposta della commissione del 2000, modifica nel 2002	20
1.5.1 La sentenza TECKAL e sue conseguenze . . . . .	22
1.5.2 La sentenza ALTMARK . . . . .	23
1.5.3 Il nuovo approccio proposto dalla Commissione . . . . .	27
1.6 Risoluzione legislativa per il nuovo regolamento UE . . . . .	30
1.7 Il TPL nei documenti programmatici comunitari e nazionali: l'importanza riconosciuta e crescente . . . . .	33
1.7.1 Il Libro Bianco dei Trasporti e il riesame intermedio	34
1.7.2 Il Libro Verde del 2007 della Comunità Europea . . . . .	37
1.7.3 I Fondi Strutturali . . . . .	45
1.7.4 La programmazione 2000-2006 . . . . .	46
1.7.5 Il Quadro Strategico Nazionale 2007-2013 . . . . .	50
1.7.6 Il Documento di Programmazione Economica Finanziaria 2008-2011 . . . . .	55
1.7.7 Il Piano Generale della Mobilità: le Linee Guida . . . . .	57
Riferimenti bibliografici . . . . .	65

<b>2</b>	<b>TPL: il quadro di riferimento nazionale</b>	<b>69</b>
2.1	Norme relative alle procedure di aggiudicazione degli appalti	69
2.1.1	Il quadro normativo nazionale vigente alla vigilia del recepimento delle Direttive . . . . .	69
2.1.2	La Legge delega: i criteri di recepimento delle Direttive comunitarie e la definizione di un quadro normativo unitario . . . . .	71
2.1.3	Il D.Lgs 163 del 12 Aprile 2006 . . . . .	75
2.2	Norme riguardanti le caratteristiche, la struttura e la gestione del TPL . . . . .	76
2.2.1	L'evoluzione nella normative del TPL fino alla riforma Bassanini-Burlando . . . . .	76
2.3	Il processo di riforma del TPL . . . . .	83
2.3.1	La Legge Delega N.59/1997 e il D. Lgs. n.422/1997	83
2.3.2	Il D. Lgs. n. 400/1999 . . . . .	85
2.3.3	Il Rapporto tra il D. Lgs. N. 422/1997 ed art. 113 D. Lgs. N. 267/2000 . . . . .	85
2.3.4	Le proposte legislative per lo sviluppo del TPL . .	86
2.4	Gli obiettivi della riforma . . . . .	92
2.4.1	Le Leggi Regionali successive . . . . .	93
2.4.2	La riforma del Titolo V della Costituzione . . . . .	93
2.4.3	I poteri speciali delle città . . . . .	103
2.4.4	La pianificazione dei trasporti e della mobilità . . .	111
2.4.5	Il superamento degli assetti monopolistici ed il sistema delle gare . . . . .	130
2.5	Gli elementi del Programma Triennale dei Servizi . . . . .	135
2.5.1	La Programmazione dei Servizi Minimi . . . . .	137
2.5.2	L'integrazione modale tariffaria . . . . .	142
2.5.3	L'erogazione delle risorse finanziarie . . . . .	142
2.5.4	Lo strumento del Contratto di Servizio . . . . .	143
2.5.5	La Carta dei Servizi e l'importanza del monitoraggio	149
2.6	Le esperienze degli enti di regolazione nel settore del TPL	156
2.6.1	Modello "Holding" . . . . .	156
2.6.2	Modello "Autorità di Regolazione" . . . . .	157
	Riferimenti bibliografici . . . . .	162

---

<b>3</b>	<b>La Programmazione del servizio</b>	<b>165</b>
3.1	Fasi della turnazione . . . . .	167
3.1.1	Vehicle Scheduling . . . . .	171
3.1.2	Il Crew Scheduling . . . . .	177
3.1.3	Integrazione tra turnazione dei veicoli e dei conducenti . . . . .	183
3.1.4	La fase di Rostering . . . . .	185
3.2	Analisi comparativa tra il sistema di trasporto terrestre su gomma, su ferro e aereo . . . . .	194
	Riferimenti bibliografici . . . . .	196
<b>4</b>	<b>Sistemi di trasporto intelligenti per la gestione del TPL</b>	<b>203</b>
4.1	Introduzione . . . . .	203
4.2	I Sistemi di Trasporto Intelligenti (ITS) . . . . .	207
4.2.1	Il ruolo degli ITS . . . . .	209
4.2.2	Le applicazioni ITS . . . . .	209
4.2.3	Gli standard esistenti . . . . .	210
4.3	Gli ITS dedicati alla gestione del TPL . . . . .	213
4.3.1	Sistema AVL e AVM . . . . .	213
4.3.2	I Sistemi di Localizzazione automatica . . . . .	216
4.3.3	Tecnologie dedicate alla localizzazione via satellite . . . . .	220
4.3.4	Sistema di priorità . . . . .	225
4.3.5	Il sistema di telecontrollo degli accessi . . . . .	228
4.3.6	Le paline elettroniche e i chioschi informativi . . . . .	230
4.3.7	Sistemi per il conteggio dei passeggeri . . . . .	234
4.3.8	Sistemi elettronici per annuncio audiovisivo di prossima fermata . . . . .	237
4.3.9	Altri sistemi . . . . .	237
4.4	La struttura di un Sistema di Tariffazione Integrata (STI): il ruolo della bigliettazione elettronica . . . . .	240
4.4.1	Introduzione . . . . .	240
4.4.2	Gli obiettivi . . . . .	241
4.4.3	Le caratteristiche del sistema di tariffazione unica . . . . .	244
4.4.4	L'importanza della comunicazione di un nuovo piano tariffario . . . . .	249
4.4.5	Il ruolo del Biglietto Elettronico . . . . .	250
4.4.6	Il caso di Unico Campania . . . . .	256

4.5	Il ruolo dell'architettura ITS nazionale ARTIST . . . . .	261
4.5.1	Le origini dell'architettura ITS . . . . .	261
4.5.2	L'Architettura Europea . . . . .	264
4.5.3	L'Architettura Telematica Italiana per il Sistema dei Trasporti (ARTIST) . . . . .	268
4.6	TRIM . . . . .	278
4.7	Lo standard TRANSMODEL . . . . .	278
4.7.1	La nascita di TRANSMODEL . . . . .	279
4.7.2	Gli elementi caratterizzanti . . . . .	279
	Riferimenti bibliografici . . . . .	281
<b>5</b>	<b>Modelli Matematici per sistemi di trasporto innovativi</b>	<b>285</b>
5.1	Il Dial-a-Ride (DaR) . . . . .	289
5.1.1	Architettura di un sistema di trasporto a chiamata	292
5.1.2	Lo stato dell'arte: il DaR singolo-veicolo . . . . .	295
5.1.3	Lo stato dell'arte: il DaR multi-veicolo . . . . .	300
5.1.4	Il modello matematico . . . . .	313
5.1.5	Alcune realizzazioni del sistema DaR . . . . .	319
5.2	Car Pooling . . . . .	327
5.2.1	Architettura di un sistema di car pooling . . . . .	328
5.2.2	Lo stato dell'arte . . . . .	330
5.2.3	Il modello matematico . . . . .	334
5.2.4	Alcune applicazioni e realizzazioni di Car Pooling .	345
5.3	Il car sharing . . . . .	348
5.3.1	Architettura di un sistema di car sharing . . . . .	348
5.3.2	Alcune applicazioni e realizzazioni di Car Sharing .	350
5.4	Altri Sistemi Innovativi di Trasporto . . . . .	355
	Riferimenti bibliografici . . . . .	355
<b>6</b>	<b>Tecniche di valutazione nel settore dei trasporti</b>	<b>359</b>
6.1	L'analisi Costi-Benefici . . . . .	360
6.1.1	Introduzione . . . . .	360
6.1.2	Gli elementi preliminari per una corretta analisi Costi-Benefici . . . . .	362
6.1.3	Gli elementi caratteristici di una analisi Costi-Benefici	363
6.2	L'analisi multicriteria . . . . .	373
6.2.1	Gli elementi caratteristici . . . . .	375
6.2.2	Le tipologiche di tecniche di analisi . . . . .	377



---

6.3	La valutazione di impatto ambientale . . . . .	379
6.3.1	Il contesto di riferimento . . . . .	379
6.3.2	Il quadro di riferimento normativo . . . . .	382
6.3.3	La Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) . . .	385
6.3.4	La Valutazione Ambientale Strategica (VAS) . . .	390
6.3.5	La Valutazione di Incidenza Ambientale (VInCA) .	391
6.4	Una metodologia matematica per la valutazione dell'efficienza del TPL: DEA . . . . .	394
6.4.1	Data Envelopment Analysis . . . . .	396
6.4.2	Formulazione Canonica di DEA . . . . .	397
6.4.3	Modelli classici di DEA . . . . .	399
6.5	DEA nel Trasporto Pubblico Locale . . . . .	404
	Riferimenti bibliografici . . . . .	411

# Prefazione

In un'epoca di rapidi cambiamenti legati alle nuove tecnologie e di mercati sempre più globalizzati il settore dei trasporti sia passeggeri che merci riveste un ruolo di sempre maggiore importanza.

In questo libro ci occuperemo del trasporto passeggeri. Da una parte il trasporto passeggeri e la mobilità è un diritto garantito dalla Costituzione e dall'altra le aziende di trasporto sono andate incontro negli ultimi anni a una importante ristrutturazione legata anche alla diversa modalità di finanziamenti. In questo contesto diviene fondamentale l'ottimizzazione del servizio e il miglior utilizzo delle risorse quali autobus, personale, etc. a disposizione delle aziende di trasporto. Questo libro nasce a seguito del Master in Trasporti ed Infomobilità organizzato dall'Università di Camerino, Dipartimento di Matematica e Informatica, in collaborazione con la Regione Marche e in ATS con Talete Soc. Coop, finanziato dal Fondo Sociale Europeo, di cui era direttore il prof. De Leone.

Il libro è organizzato in sei capitoli con tre filoni di competenza:

- Pianificazione del sistema/servizio
- Programmazione del servizio
- Gestione dei sistemi/servizi.

Per quanto riguarda la pianificazione questa affronterà gli aspetti di carattere normativo.

In particolare, il primo e il secondo capitolo daranno un inquadramento a livello comunitario e nazionale per quanto riguarda l'intero Trasporto Pubblico Locale. Nel Capitolo 1 verranno discussi i documenti programmatici comunitari e nazionali, il Libro Bianco dei Trasporti e il Libro

Verde del 2007 della Comunità Europea. A livello nazionale, invece, il Capitolo 2 tratterà del processo di riforma del TPL a seguito delle modifiche normative del 1997, gli obiettivi della riforma, gli elementi del programma triennale dei servizi e le esperienze degli enti di regolazione del settore del TPL.

La programmazione del servizio con i vari modelli per Vehicle Scheduling, Crew Scheduling e Crew Rostering è l'argomento del Capitolo 3. Questo capitolo, di aspetto più chiaramente matematico, presenta i differenti modelli disponibili nella letteratura scientifica per queste tre classi di problemi. In particolare, il Vehicle Scheduling a partire dal servizio che l'azienda di trasporto intende fornire definisce la schedulazione ottima dei veicoli. Questa schedulazione diventa input per la successiva fase di Crew Scheduling con cui si determina la schedulazione ottima dei conducenti ed, infine, la fase di rostering calcola i programmi di lavoro individuali necessari per l'intero servizio.

I Capitoli 4 e 5 sono dedicati ai nuovi sistemi di trasporto; il Capitolo 4 tratterà gli aspetti più propriamente tecnologici, e quindi il ruolo dei nuovi sistemi di trasporto intelligenti (ITS, Intelligent Transportation System) e le tecnologie a disposizione sia per l'identificazione del posizionamento in tempo reale dei veicoli (sistemi di localizzazione automatica dei veicoli), sia per il telecontrollo degli accessi, sia per l'informazione (tesserine elettroniche e chioschi informativi), sia sistemi per conteggio dei passeggeri a bordo degli autobus e il pagamento automatizzato.

Il Capitolo 4 si chiude con due paragrafi sulla struttura di un sistema di tariffazione integrata e alcune note sul ruolo dell'architettura ITS nazionale ARTIST. Il Capitolo 5 è, invece, dedicato ai sistemi di trasporto innovativi quali Dial a Ride, Car Pooling e Car Sharing. Per ciascuno di questi vengono identificati i vantaggi e caratteristiche particolari e vengono presentati vari modelli matematici ed algoritmi risolutivi proposti in letteratura.

L'ultimo capitolo è invece dedicato alla valutazione, nel settore dei trasporti, sia attraverso un'analisi dei Costi/Benefici, un'analisi multicriteriale, una valutazione anche dell'impatto ambientale e una metodologia basata su Data Envelopment Analysis (DEA) per la valutazione dell'efficienza relativa nei sistemi di trasporto. Anche per quest'ultimo aspetto sono presentati alcuni modelli matematici e alcuni risultati recenti della letteratura scientifica.