



Ferrovie e tranvie in Campania

Dalla Napoli-Portici alla Metropolitana regionale



Giannini Editore

Mobilità e trasporti nelle città europee

Pierre Laconte - Antonio Musso

L'analisi dei nuovi modelli insediativi occidentali, sempre più caratterizzati da fenomeni di urbanizzazione (tendenza della popolazione a concentrarsi nelle città) e di sub-urbanizzazione (formazione di aree metropolitane sempre più estese e di tipo policentrico, con conseguente decentramento delle attività produttive e residenziali e diminuzione della densità abitativa dei nuclei urbani), ha ridefinito la struttura della domanda di mobilità tra i poli sia in termini qualitativi che quantitativi: aumentati gli spostamenti all'interno delle grandi aree urbanizzate e diminuiti quelli aventi come destinazione finale il centro città, non esiste una nuova "massificazione" degli spostamenti nelle ore di punta, ma si assiste ad una loro maggior distribuzione nell'arco della giornata.

Tale evoluzione ha portato ad una sempre più spinta utilizzazione dell'autovettura privata con conseguenze nefaste non solo per la mobilità, ma anche per l'ambiente.

La crescente attenzione sviluppatasi negli ultimi anni per le tematiche legate alla congestione, la sicurezza stradale, l'inquinamento ambientale ed acustico, ha condotto le istituzioni delle differenti nazioni europee ad attuare specifiche strategie d'intervento, volte al riequilibrio modale in termini di miglioramento dell'offerta di trasporto collettivo e di razionalizzazione dell'uso dell'autovettura privata.

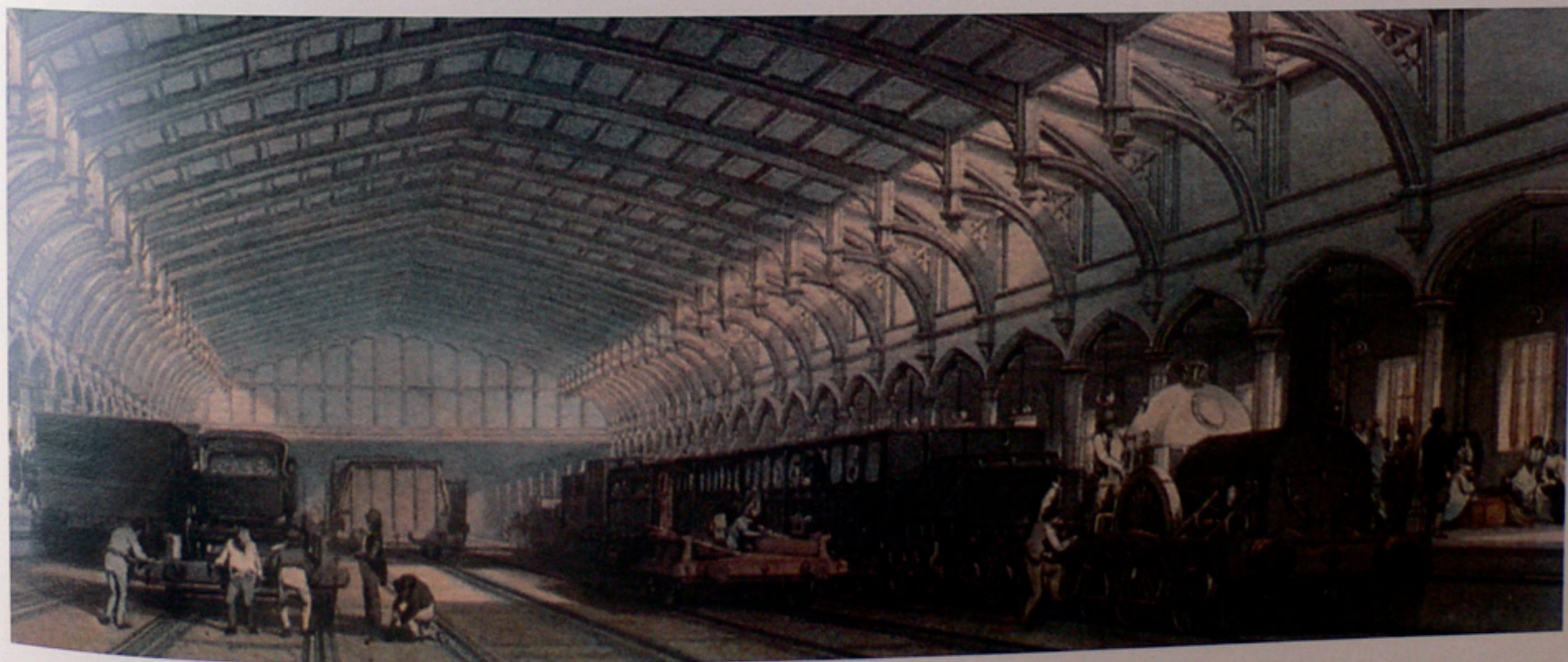
Il saggio illustra inizialmente i principali fenomeni legati

allo sviluppo di nuovi modelli insediativi ed alla domanda di mobilità. Quindi presenta alcune "best practices" di città europee incentrate sulla riorganizzazione del trasporto urbano, in relazione allo sviluppo dei nuovi modelli insediativi. Descrive infine alcune innovazioni nel settore della tecnologia e della gestione del trasporto collettivo sviluppatesi recentemente in Europa.

1. La nascita del trasporto pubblico in Europa

Nel XIX secolo, la maggior parte delle reti stradali extraurbane erano di proprietà privata ed erano amministrate con il regime della concessione; ai concessionari spettava la costruzione e la manutenzione di tali infrastrutture a fronte dell'esazione di adeguati pedaggi. Nel Regno Unito, intorno al 1820, si stima che 30.000 Km di strade erano gestiti in base a contratti di questo tipo.

Le ferrovie invece si espansero gradualmente, partendo dal collegamento fra Liverpool e Manchester nel 1830, rendendo così accessibili alla classe media non solo le grandi aree urbane, ma anche quelle suburbane. Anche in questo caso, la responsabilità di determinare i percorsi, acquistare i terreni, ed investire in tratte ferroviarie spettava esclusivamente alle imprese private.



5.1 Stazione di Bristol Temple Meads, 1841 (da «Casabella», n. 538, 1987)

Treni pendolari trainati da locomotive a vapore diedero un impulso al trasporto urbano ed a quello suburbano mentre i tram elettrici, entrati in esercizio grazie alla produzione di energia elettrica su scala industriale, consentirono lo sviluppo del trasporto urbano soprattutto sulle brevi distanze.

Ad essi si aggiunsero le metropolitane sotterranee entrate in esercizio nelle città più grandi (Londra, Parigi e Budapest); le quali comparvero quando il traffico di superficie ebbe raggiunto un livello di congestione ed inquinamento altissimo per quel periodo. Con l'accettazione del trasporto sotterraneo da parte dell'utenza, le strade venivano così lasciate disponibili per il trasporto individuale e per i nuovi, attraenti, comodi e poco inquinanti autobus.

Emblematico è il caso della metropolitana di Parigi: realizzata in occasione della celebre Esposizione universale del 1900, fu interamente finanziata da privati e, con più di 16 milioni di passeggeri nei primi 5 mesi di servizio, fu un immediato successo di mercato.

All'inizio del XX secolo, in coincidenza dell'avvento dell'automobile prodotta su scala industriale, le più importanti compagnie petrolifere, insieme ai produttori automobilistici crearono potenti lobby, la cui principale conseguenza fu che strade finanziate, progettate, costruite e gestite dal settore privato, rimpiazzarono le vecchie strade a pedaggio.

Mentre le aziende tranviarie erano costrette a pagare per la costruzione e la manutenzione delle rotaie e a far pagare ai propri passeggeri tariffe sempre più elevate, l'utente dell'autovettura privata usava lo spazio che consumava fra tragitto percorso e parcheggio, praticamente senza alcun esborso; la competizione, in tal modo, divenne ancora più svantaggiosa per il trasporto tranviario, la cui velocità commerciale era divenuta modesta a causa del traffico automobilistico che congestionava i binari e della mancanza di corsie riservate.

Partendo da una tale posizione dominante, l'industria automobilistica acquistò le compagnie tranviarie, interruppe i servizi e li rimpiazzò con i propri autobus, oppure costrinse le compagnie tranviarie in difficoltà, a vendere le proprie concessioni alle municipalità, eliminando così quella concorrenza che aveva inizialmente contraddistinto il mercato del trasporto.

A Parigi, ad esempio, fra il 1932 ed il 1937, la municipalità fu talmente influenzata da una campagna mediatica ben orchestrata, da dismettere l'intero parco di 3.000 tram, sostituendolo con uno di autobus prodotti dall'industria automobilistica nazionale; in Europa poi, diverse nazioni arrivarono ad introdurre detrazioni fiscali per chi andava al lavoro in automobile.

Gli autobus e le automobili, tuttavia, risultarono con il tempo più lenti, più rumorosi, meno confortevoli e più inquinanti del trasporto tranviario che avevano sostituito.

Gli investitori privati abbandonarono infine anche il settore del trasporto collettivo di superficie, sempre meno ambito dall'industria dei trasporti, perché lo sviluppo di vaste aree urbane a bassa densità, notoriamente difficili da servire con un servizio

TABELLA 1. DEMOGRAFIA DI ALCUNE AREE URBANE. 1960-2000

Città	2000			Variazione annua 1960-2000	Variazione annua 1960-2000	Variazione annua 1960-2000
	Pop.	Area	Den.	Pop. [%]	Area [%]	Densità [%]
	[10 ³]	[Km ²]	[ab/Km ²]			
Tokyo	31.797	4.480	7.079	2,4	3,1	-0,6
New York	16.044	7.690	2.086	0,4	1,5	-1,1
Parigi	10.662	2.311	4.614	0,8	2,1	-1,3
Londra	8.000	1.579	5.066	-0,6	0,9	-1,4
S. Francisco	3.630	2.265	1.602	1,3	1,4	-0,1
Washington	3.363	2.449	1.373	2,1	3,5	-1,3
Melbourne	3.023	2.027	1.491	1,4	2,5	-1,0
Amburgo	1.652	415	3.982	-0,3	1,5	-1,8
Vienna	1.540	225	6.830	-0,2	0,8	-1,0
Copenaghen	1.153	333	3.467	-0,5	0,7	-1,2
Amsterdam	805	144	5.591	-0,3	1,6	-1,9
Francoforte	634	136	4.661	-0,2	1,9	-2,1

Fonte: *Demographia* (2001)

di trasporto collettivo, favorì ulteriormente l'utilizzazione dell'autovettura privata e ridusse ancor più il ruolo del trasporto collettivo, portando così ad un incremento dei chilometri percorsi complessivamente ed ad un maggior consumo di carburante, come verrà meglio illustrato ai punti successivi.

2. I nuovi modelli insediativi

Per avere un ordine di grandezza dello sviluppo demografico con cui i territori delle differenti aree geografiche del mondo si sono dovuti "confrontare" negli ultimi cento anni, si consideri che all'inizio del XX secolo la popolazione mondiale era di circa 1,2 miliardi, nei primi 50 anni del secolo si è passati da 1,7 a 2,5 miliardi; tra il 1950 ed il 2000 la crescita è più che duplicata, arrivando a 6,8 miliardi di persone; attualmente si stima un incremento di 75 milioni/anno di persone, dei quali circa il 90 % attribuibile ai Paesi in via di sviluppo.

Nella tabella 1 sono presentati gli andamenti della popolazione, della dimensione dell'area metropolitana e della densità abitativa (anno 2000) in alcune metropoli del mondo e le variazioni annuali negli ultimi 40 anni.

La struttura dei moderni modelli insediativi occidentali si può sinteticamente pensare originata da due fenomeni principali: l'urbanizzazione (tendenza della popolazione a concentrarsi nelle città) e la sub-urbanizzazione (formazione di aree metropolitane, con conseguente decentramento delle attività produttive e residenziali e diminuzione della densità abitativa dei nuclei urbani).

Sebbene l'entità del fenomeno di inurbamento si presenti nel mondo con caratteristiche diverse (in Asia il 37% degli abitanti vive nelle aree urbane contro il 77% del Nord America), esso non tende a diminuire; al contrario tale percentuale nel 2030 potrebbe giungere all'85% nei paesi industrializzati e al 56% nei paesi in via di sviluppo.



5.2 Caratteristiche della Domanda di Mobilità nel Tempo (fonte: Database Schafer 2000)

2.1 La domanda di mobilità

L'analisi della domanda di mobilità ha evidenziato un altro fattore interessante: pur aumentando le distanze coperte all'interno delle aree metropolitane (+2,8% i Km percorsi/pro-capite/anno), il tempo medio di viaggio è rimasto pressoché costante. Ad esempio, in Olanda e negli Stati Uniti, dove la distanza percorsa varia rispettivamente dai 40 Km/giorno ai 62 Km/giorno, lo spostamento richiede mediamente poco più di 1 ora/giorno (figura 5.2).

Tale andamento, nei paesi industrializzati è il risultato dell'impiego di modalità di trasporto più veloci ed affidabili, per l'utilizzo delle quali si è disposti a pagare più che in passato e, naturalmente, in proporzione alle proprie possibilità economiche. L'autovettura privata, pur imponendo costi maggiori rispetto alle altre modalità di trasporto, per le sue caratteristiche di flessibilità, comfort ed affidabilità, ha assunto nel tempo un ruolo predominante. Attualmente le percentuali di utilizzo sono:

- 10% nei paesi in via di sviluppo;
- 50% in Europa;
- 90% negli Stati Uniti.

Ciò è confermato dal dato che gli abitanti dei paesi industrializzati spendono in media dall'11% al 16% della propria disponibilità economica per gli spostamenti (fa eccezione il Giappone, densamente popolato ma con una rete integrata e sviluppata di metropolitane e ferrovie suburbane, per il quale tale valore è del 7-8%).

Nel 1950 il parco automobilistico mondiale ammontava a 50 milioni di vetture, di cui il 76% negli stati Uniti; oggi si contano circa 600 milioni di veicoli con un impressionante rateo di crescita di 10 milioni di veicoli/anno che, stante l'aumento e le nuove tipologie di spostamenti (diversificati per destinazioni e motivazioni) nonché l'incremento del reddito pro-capite, non accenna a diminuire.

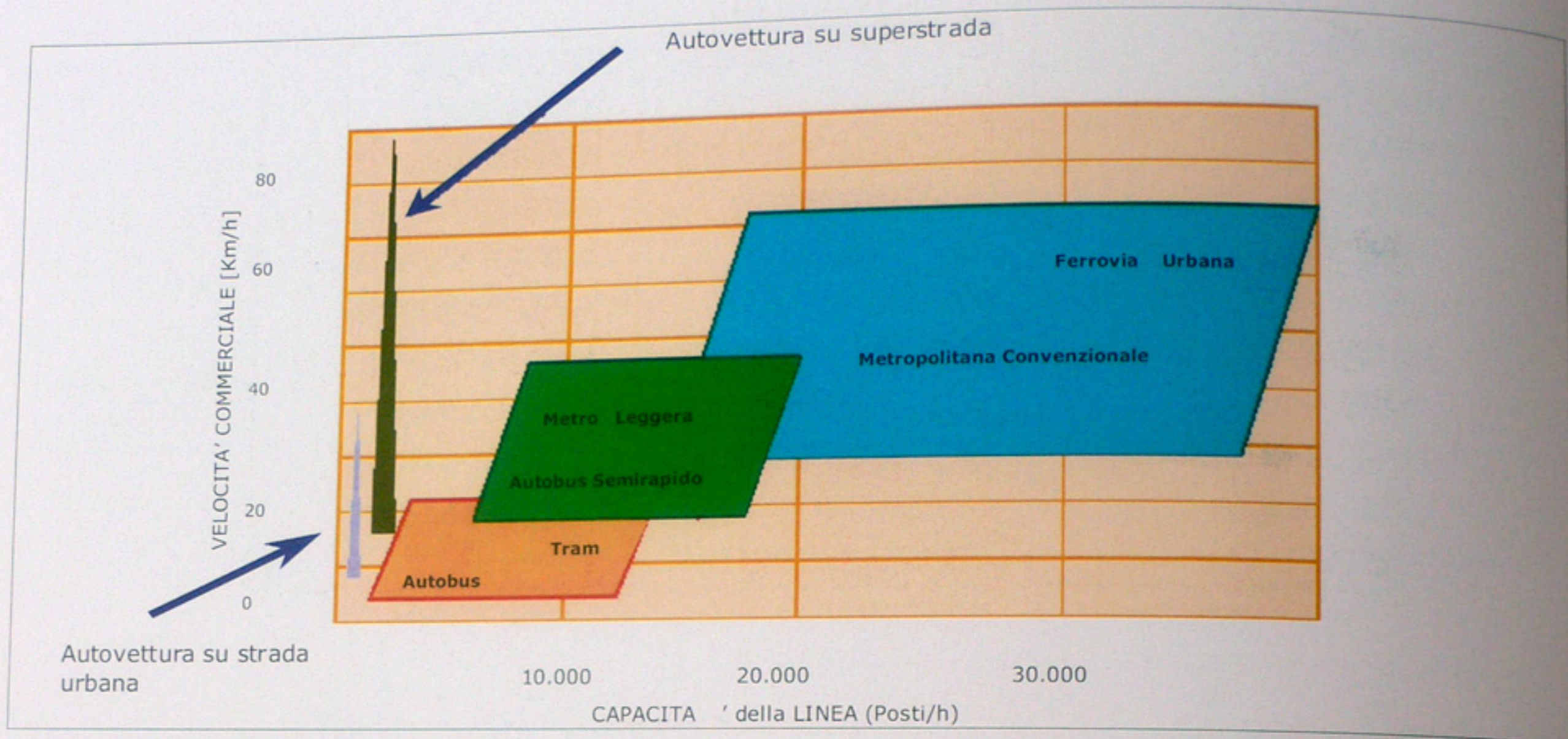
2.2 Mobilità urbana e sostenibilità

Una mobilità orientata all'uso del mezzo individuale ha generato negli anni una serie di problematiche che hanno coinvolto, ed in molti casi sopraffatto, le aree urbane e metropolitane che, a loro volta, sono state obbligate a confrontarsi con esternalità quali la congestione, la sicurezza stradale, l'inquinamento ambientale ed acustico.

L'attenzione per tali tematiche, ormai non più trascurabili, ha condotto le istituzioni ad attuare specifiche strategie di intervento volte al riequilibrio modale in termini di miglioramento dell'offerta di trasporto collettivo e razionalizzazione dell'uso dell'autovettura privata. Quest'ultima strategia si concretizza in una nuova politica fiscale dei trasporti tesa a valutare le esternalità e quindi a ripartire i costi del trasporto in funzione della scelta modale e del livello di mobilità delle classi di utenza.

Tale valutazione è stata oggetto di molti studi di settore ed ha consentito di evidenziare come le prestazioni dei veicoli privati – in termini di consumi energetici, fattore di occupazione medio del veicolo e tipologia dei fattori inquinanti – appaiano scadenti rispetto a quelle dei sistemi di trasporto su rotaia. A tal proposito si riportano nella Tabella 2 i costi delle esternalità attribuibili alla mobilità urbana, suddivisi per modalità di trasporto.

Nella Figura 5.3 è rappresentato il confronto tra le capacità offerte dai differenti sistemi di trasporto rispetto alle proprie velocità commerciali. Il confronto, da un punto di vista qualitativo, può intendersi esteso anche alle prestazioni in funzione dei costi di investimento. Da esso si evince che, a fronte di ingenti costi infrastrutturali, la metropolitana è il sistema di trasporto collettivo che offre le prestazioni più elevate in termini di: capacità, velocità commerciale, frequenza, regolarità di esercizio, affidabilità e sicurezza del servizio.



5.3 Capacità dei Sistemi di Trasporto

TABELLA 2. COSTI ESTERNI PRODOTTI DA MEZZI DI TRASPORTO URBANI IN ITALIA. 1999

	Gas Serra	Inquinamento Ambientale	Inquinamento Acustico	Incidentalità	Congestione	TOTALE [Eurocent /PaxKm]
TRASPORTO PRIVATO						
Autovetture	1,56	5,92	1,39	6,43	6,31	21,61
Motocicli	0,57	1,57	7,54	4,08		13,76
Ciclomotori	0,47	2,55	7,54	6,07		16,64
TRASPORTO COLLETTIVO						
Autobus	0,55	5,69	1,19	0,75	1,89	10,07
Pullman	0,26	3,11	0,57	0,16	0,90	5,00
Tramvia	0,23	0,19		0,56	0,88	1,87
Metro	0,16	0,13				0,28

Fonte: elaborazione «Amici della terra» su dati ACI e STA (2001)

distributiva senza sminuire quella cardine di collettore dorsale. I risultati di tali sviluppi sono stati, oltre ad una riorganizzazione del tessuto urbano esistente:

- l'avvio della terziarizzazione dei nuclei urbani e lungo le principali direttrici di trasporto;
- l'orientamento dei nuovi processi di crescita metropolitana;
- la riqualificazione delle aree in stato di degrado;
- l'integrazione con reti di altre modalità di trasporto (bus, tram, filobus);
- la valorizzazione delle preesistenti cinture ferroviarie suburbane.

Vengono qui di seguito presentati i casi di Lione e Madrid come esempi di "best practices", legate alla riorganizzazione del trasporto collettivo in relazione allo sviluppo dei nuovi modelli insediativi.

3. La riorganizzazione del trasporto collettivo in Europa

L'attuale morfologia dei centri urbani in Europa ha senza dubbio risentito della presenza delle reti metropolitane più antiche (Londra 1863, Berlino 1882, Parigi 1900) che, seppure vincolate alla struttura urbanistica dei nuclei storici cittadini, hanno indirizzato e controllato negli anni l'espansione territoriale.

Con lo sviluppo dei moderni assetti insediativi e l'estensione delle aree metropolitane a diametri superiori ai 30 Km, le reti metropolitane hanno spesso modificano la propria struttura da radiocentrica a reticolare, valorizzando, in tal modo, la funzione

3.1 Lo sviluppo del trasporto collettivo a Lione

L'area metropolitana di Lione, seconda città francese per estensione dopo Parigi, ha una superficie di circa 600 Km² ed una popolazione di 1,33 milioni di abitanti. La realizzazione delle 4 linee della rete metropolitana è avvenuta progressivamente, a partire dagli anni '70, e si è conclusa nel 1992 con il completamento dell'ultimo tratto della linea D (la linea automatica *Magally*).

Gli assi portanti della nuova rete (figura 5.4) sono stati collocati all'interno dei corridoi più congestionati della città, in alcuni casi sovrappoendosi a linee tranviarie che erano state

TABELLA 3. LUNGHEZZA DELLA RETE DEI TRASPORTI PUBBLICI NELL'AREA DI LIONE. 1975-2000

SISTEMI	1975	1986	1992	2000	Variazione 1975-2000
AUTOBUS					
Lunghezza rete [Km]	816	822	814,8	1078	32,10%
N° linee	68	77	80	100	47,06%
FILOBUS					
Lunghezza rete [Km]	58	62	52,4	37	-36,21%
N° linee	7	8	8	8	14,26%
METROPOLITANA					
Lunghezza rete [Km]	0	14,5	26,3	31	-
N° linee	0	3	4	4	-
TOTALE					
Lunghezza rete [Km]	874	898,5	893,5	1141,3	30,58%
N° linee	75	88	92	112	49,33%

TABELLA 4. RIPARTIZIONE MODALE DELLA MOBILITÀ NELL'AREA METROPOLITANA DI LIONE. 1975-2000

MODI di TRASPORTO	1975	2000
Autovettura privata	38%	45%
Trasporto Collettivo	11%	20%
Altri modi	51%	35%
TOTALE	100	100

smantellate negli anni '60 per far posto al trasporto su gomma.

Lo sviluppo della rete, attualmente lunga 31 Km ed alla quale è stato affidato il compito di collettore dorsale e di penetrazione, ha comportato la riorganizzazione ed il potenziamento del trasporto urbano di superficie che, in tal modo, ha assunto la funzione di drenaggio e redistribuzione capillare dell'utenza (tabella 3).

Tale ristrutturazione ha portato ad un incremento degli spostamenti giornalieri (+2,6%) e ad un aumento della quota modale relativa al trasporto collettivo del 9% negli ultimi venticinque anni (tabella 4). La nuova rete ha contribuito inoltre a modificare profondamente la struttura funzionale delle aree più periferiche attraversate dalle nuove linee; un esempio è proprio la stazione di *Part-Dieu*: inizialmente situata in un'area fortemente degradata, è divenuta, in pochi anni, un cardine del terziario avanzato della città, perfettamente integrata con il nodo di interscambio della linea ferroviaria AV Lione-Parigi, con la rete di autobus e, in virtù di un'ampia area riservata al parcheggio delle autovetture, anche con il trasporto privato.

3.2 Mobilità e trasporto collettivo a Madrid

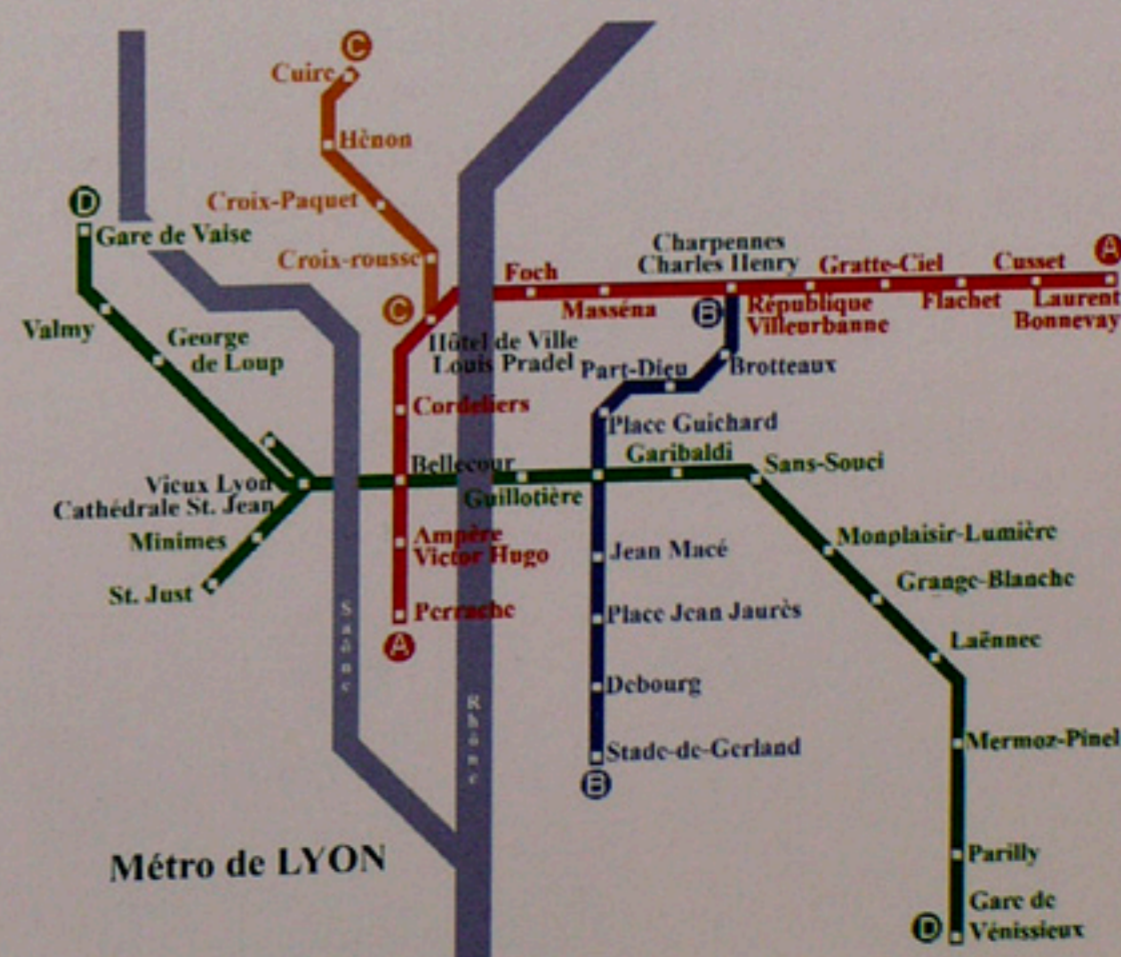
La regione metropolitana di Madrid si estende su una superficie di 8.066 Km², ha una popolazione di circa 5,2 milioni di abitanti ed una densità di 638 Abitanti/Km².

La costruzione della prima linea metropolitana risale al 1919, ma è a partire dalla seconda metà degli anni '80 che la rete ha iniziato a subire profonde trasformazioni; sono state realizzate quattro nuove linee (L6, L7, L8, L9); gallerie più ampie per consentire il passaggio di treni con maggior sagoma e, quindi, più capienti; stazioni ad oltre 40 m di profondità con un aumento della loro distanza media (da 630 m a 850 m), al fine di ottenere una maggiore velocità commerciale.

Gli anni '90 sono stati determinanti per l'ammodernamento e l'ampliamento di una rete metropolitana che può annoverarsi tra le più efficienti e moderne al mondo: oltre all'estensione di sei linee, è stata migliorata l'accessibilità alla rete e molte stazioni sono divenute nodi di interscambio (figura 5.5a).

In quegli anni si iniziano ad intraprendere azioni volte al potenziamento dell'integrazione del trasporto collettivo sul territorio (metropolitana/ferrovia urbana *Cercanias*), tenendo ben presente la struttura radiale dell'area metropolitana e le sue differenti caratteristiche in termini di densità abitativa e modelli di mobilità. A tal proposito emblematico è il caso del Corridoio N-III (figura 5.5b), uno degli accessi stradali alla capitale, che ha costituito il fulcro di nuovi e rapidi sviluppi territoriali nella regione di Madrid.

Al fine di bilanciare la ripartizione modale lungo tale corridoio, che presentava un'elevata domanda potenziale, e di favorire uno sviluppo controllato di nuovi insediamenti abitativi, il Governo ha promosso la realizzazione della ferrovia suburbana tra le aree periferiche di *Argandas/Rivas* ed il centro di Madrid, da progettarsi come estensione della Linea 9 della metropolitana.



5.4 Metropolitana di Lione

simbología

- Transbordo entre líneas de Metro
- Transbordo largo entre líneas de Metro
- Estación con horario restringido
- Estación con acceso para personas con movilidad reducida. Ascensor
- Acceso con rampa
- Estación de Cercanías - Periferia
- Estación de largo recorrido - Renfe

- Terminal de autobús interurbano
- Aeropuerto de Madrid - Barajas
- Aparcamiento Libre en estación
- Aparcamiento de Pago en estación
- Oficina de Información al Cliente



Mayo 2003

Metro Sur



leyenda

- 1 Plaza de Castilla / Congreso
- 2 Ventas / Cuatro Cameros
- 3 Legación / Mendis
- 4 Argales / Parque de Santa María
- 5 Castellana / Casa de Campo
- 6 Circular
- 7 Las Mineras / Pío
- 8 Nuevos Ministerios / Barajas
- 9 Herrera Oria / Argota del Rey
- 10 Fuencarral / Puerta del Sur
- 11 Plaza Elíptica / Plan Sordo
- 12 MetroSur
- 13 Opera / Príncipe Pío

SPAIN AND MADRID REGION



MADRID REGION

a)

b)

5.5 a) Metropolitana di Madrid; b) Area di Madrid ed il Corridoio N III

In meno di cinque anni, oltre alla riqualificazione dell'area ed agli sviluppi commerciali e residenziali, che hanno portato ad un sensibile incremento degli abitanti di Rivas (+45%) e di Argandas (+13%), si sono registrati positivi effetti anche sull'intero sistema di trasporto collettivo, generati anche dalla ristrutturazione del sistema di trasporto su gomma (tabella 5).

Il Piano di ampliamento della rete metropolitana, programmato per il quinquennio 1995-1999 e realizzato nei tempi prestabiliti, ha portato alla costruzione di 56 Km di linea (di cui 37,7 Km in galleria) e 39 nuove stazioni.

Un secondo Piano di ampliamento, relativo al periodo 1999-2003, ha previsto la realizzazione di tre progetti principali, per un totale di 54,30 Km di linea e 36 stazioni, comprendenti l'estensione della linea L8 fino all'aeroporto, della L10 e la costruzione della MetroSur (tabella 6).

È stato inoltre ammodernato il parco veicolare con l'acqui-

sto di 84 treni di ultima generazione, di cui 17 bitensione (600V e 1500V), in grado di raggiungere i 110 Km/h (tabella 6).

Particolarmente importante è la funzione svolta dalla linea MetroSur (figura 5.6): realizzata su un percorso ad anello completamente sotterraneo, collega le principali aree urbane poste alla periferia sud della capitale (servendo circa 820.000 ab.) ed alimenta tre linee ferroviarie suburbane (C1, C4 e C5). Attualmente la rete, composta da 12 linee, si estende per 228 Km (è la terza per dimensione in ambito europeo, dopo Londra e Mosca) e serve in media 545 milioni di passeggeri/anno.

L'effetto sinergico prodotto dalla ristrutturazione del servizio di trasporto collettivo e l'integrazione del servizio metropolitana/linee di autobus (181 linee e 1900 veicoli) ha comportato il più alto tasso di crescita della domanda degli ultimi 8 anni: +9,5% trasporto ferroviario suburbano; +6,5 % trasporto su gomma suburbano e +3,7% metropolitana.

Nel 2001 il volume totale del trasporto pubblico nella regione di Madrid è stato di 1.549 milioni di passeggeri, 12.611

TABELLA 5: RIPARTIZIONE MODALE DELLA MOBILITÀ MOTORIZZATA NELL'AREA METROPOLITANA DI MADRID. 1996-2001

SISTEMI	1996		2001	
	Spost./giorno	[%]	Spost./giorno	[%]
Autovettura	8.601	57	8.912	51
Bus	6.332	43	2.417	14
Metropolitana	0	0	6.160	35
Totale	14.933	100	17.489	100

Fonte: EDM/96 e studi di settore 2001

TABELLA 6. SECONDO PIANO DI AMPLIAMENTO DELLA METROPOLITANA DI MADRID. 1999-2003

Sezioni	Km Linea	Stazioni	Entrata in servizio
L 8	5,85	2	2-02
L 10	7,7	6	2-03
MetroSur (L 12)	40,75	28	2-03
TOTALE	54,3	36	



5.6 La Linea della MetroSur

milioni di passeggeri/km, di cui circa il 25% servito dalla metropolitana.

4. L'innovazione tecnologica nel trasporto collettivo in Europa

Il progresso tecnologico nell'uso dei materiali, nelle tecniche costruttive e nel materiale rotabile ha consentito di realizzare, negli ultimi anni, sistemi di trasporto collettivo con prestazioni intermedie fra le metropolitane tradizionali e la tranvia, caratterizzati da costi di investimento contenuti, flessibilità elevata nella progettazione del tracciato, un impatto ambientale basso e capaci d'integrarsi facilmente con le altre modalità di trasporto collettivo esistenti.

Vengono qui di seguito presentati alcuni di tali sistemi entrati recentemente in esercizio.

4.1 Il tram-treno

È un sistema che utilizza linee ferroviarie tradizionali, quale prolungamento di linee tranviarie urbane, su cui viaggiano tram opportunamente modificati. La complessità della progettazione del servizio nasce dalla necessità di rispondere contemporaneamente ai requisiti restrittivi caratteristici dei due sistemi dai quali è composto ovvero: da una parte, le limitate dimensioni dei veicoli tranviari che, progettati per l'inserimento in contesti urbani, impongono un vincolo sul massimo numero di posti disponibili per vettura; dall'altra, il limite di capacità delle tratte ferroviarie che, dipendendo dal tipo di controllo della circolazione, vincola il numero di vetture in linea per unità di tempo.

A fronte di numerosi problemi di natura tecnica, i vantaggi dettati dall'interoperabilità dei due sistemi sono comunque molteplici:

- utilizzo di infrastrutture esistenti con conseguente riduzione dei costi di investimento;
- incremento della domanda di mobilità grazie ad una migliore integrazione del servizio sul territorio;
- possibilità di modificare la composizione dei convogli secondo la fluttuazione della domanda;
- costi di esercizio dei veicoli tranviari inferiori a quelli del materiale rotabile ferroviario tradizionale;
- elevato livello di servizio offerto ai passeggeri: tempi di viaggio paragonabili a quelli dell'autovettura privata (eliminazione dei tempi di trasbordo e di attesa tra i due sistemi, maggiore frequenza del servizio tranviario);
- miglioramento dell'accessibilità con realizzazione di numerose stazioni su percorsi precedentemente serviti solo dalla ferrovia.

Nel Nord Europa vi sono numerosi esempi di sistemi integrati tram-treno, il primo e più famoso dei quali è quello realizzato a Karlsruhe (1992) (figura 5.7a), seguito da Kassel (1995) e Saarbrücken (1997) in Germania (figura 5.7b) e Sunderland in Gran Bretagna.

4.2 La Metropolitana leggera (LTR - Light Rail Transit)

Il sistema *Light Rail Transit* (LRT) si è sviluppato dapprima negli Stati Uniti ed in Germania quindi, a partire dagli anni '70, si è diffuso su scala mondiale.

Attualmente esistono varie tipologie di metropolitane leggere, differenti in termini di prestazioni: alcuni sistemi hanno caratteristiche simili ai tram, altri prossimi alle metropolitane tradizionali (figura 5.9 e tabella 7);

A partire dai primi anni '90 molte città francesi, tra cui Nantes, Grenoble, Rouen e Marsiglia, hanno adottato sistemi LRT seguite poi, agli inizi degli anni 2000, da Montpellier, Lione, Orleans, Valenciennes e Bordeaux.

Nell'ultimo triennio anche le città di Tolone, Le Mans, Mulhouse e Nizza hanno deciso di implementare i propri sistemi, la cui entrata in esercizio è prevista nei prossimi due anni (tabella 8).

In generale, si può sottolineare come più di 100 città nel Nord America ed in Europa hanno realizzato o stanno progettando sistemi di metropolitana leggera completamente nuovi, mentre altre nazioni come Svizzera e Belgio hanno ammodernato i sistemi tranviari già



a)



b)

5.7 Tram-Treno a) Karlsruhe; b) Saarbrücken



5.8 LRT a Calgary

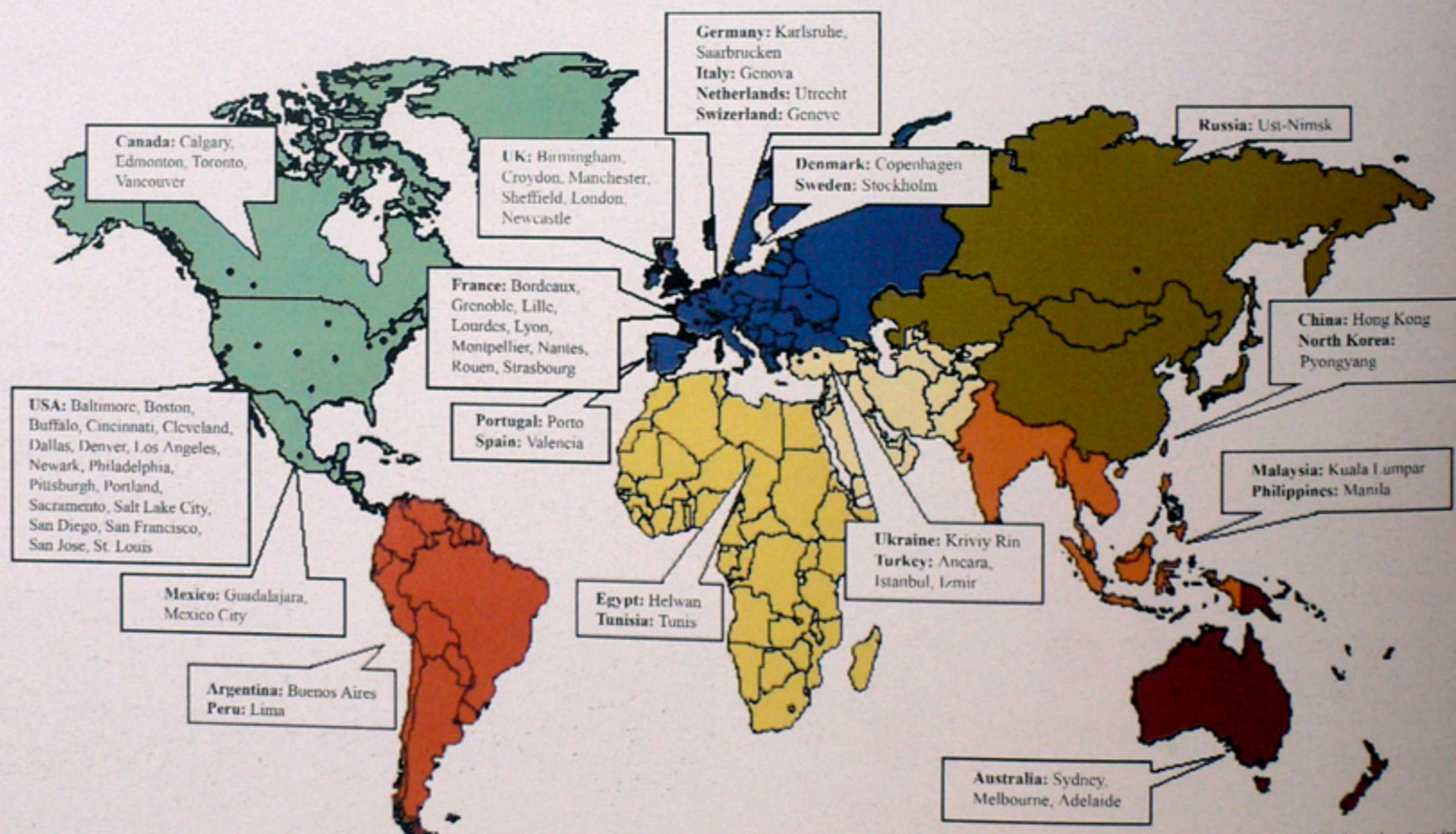
esistenti; i finanziamenti per la loro realizzazione provengono sia da contributi pubblici sia, come nel caso del Regno Unito, dal settore privato.

In molti casi, la costruzione di un nuovo sistema di metropolitana leggera è stata l'occasione per riqualificare gli spazi pubblici di tutta la città. Nantes e Grenoble, ad esempio, hanno portato avanti questo approccio; Strasburgo ha combinato la realizzazione del

nuovo sistema con un programma di rinnovamento del parco di materiale rotabile esistente e degli arredi urbani localizzati lungo la linea; la nuova metropolitana leggera di Barcellona, invece, utilizza nel suo percorso, una delle arterie principali della città (*Diagonal*), con benefici effetti sulla domanda potenziale; a Bilbao la linea collega nuovi insediamenti, come il museo Guggenheim, con la città vecchia, seguendo il percorso di un canale navigabile esistente che, al momento, è oggetto di completo rinnovamento. Rouen, infine, ha realizzato un sistema integrato di trasporto costituito da una combinazione di tram, autobus (classici autobus articolati guidati da un sistema ottico) e "tram su gomma" (autobus) progettati come linee tranviarie, che beneficiano di un assoluto diritto di precedenza per aumentare la propria velocità commerciale.

5. I nuovi modelli gestionali

Accanto alle positive esperienze realizzate nell'ambito dell'innovazione tecnologica e dell'integrazione tra le differenti modalità di trasporto collettivo, sono stati introdotti in Europa alcuni strumenti di politica dei trasporti quali l'integrazione tariffaria e la politica dei parcheggi, mirati a garantire una maggiore integrazione modale tra trasporto pubblico e privato e, più in generale, una maggiore attrattività del trasporto collettivo.



Current light rail systems internationally
Source: Light Rail Transit Association, 2001

5.9 Diffusione dei Sistemi LRT nel Mondo

TABELLA 7 - CARATTERISTICHE DI ALCUNI SISTEMI LRT

Sistemi LRT	Lungh. [Km]	N° Veicoli	Pass./giorno	Pass./Km	N° stazioni	Stazioni *[Km]	Vcom [Km/h]
Baltimora	46,7	53	30.000	642	28	1,7	35
Calgary	29,3	85	137.000	4676	31	0,9	29
Dallas	32,2	95	42.000	1304	20	1,6	34
Denver	22,5	31	25.000	1111	17	1,3	23
Edmonton	12,3	37	36.000	2927	10	1,3	30
Portland	52,5	72	62.000	1181	46	1,1	30
Salt Lake City	24,1	23	20.000	830	16	1,5	40

(*) Distanza fra le Stazioni Fonte: John Schumann (LKT Engineering Service)

TABELLA 8 - I SISTEMI LRT ENTRATI RECENTEMENTE IN ESERCIZIO O IN FASE DI REALIZZAZIONE IN FRANCIA

Città	Operatività	Linea [Km]	N° Veicoli
Montpellier	lug-00	15,2	28
Orleans	ott-00	18	23
Lione	dic-00	18,7	43
Valenciennes	2003	10,9	17
Bordeaux	2003	22,5	38
Tolone	2004	10,5	18
Le Mans	2005	13,5	n.d.
Mulhouse	2004	19,2	n.d.
Nizza	2004	8,5	n.d.



5.10 La nuova stazione di Waterloo a Londra (da «ArQ», n. 13, 1994)

Alcuni esempi vengono qui di seguito riportati.

5.1 Integrazione tariffaria (il caso di Manchester)

Poco tempo dopo l'introduzione delle politiche di deregolamentazione nel Regno Unito degli anni '80, il Direttivo per il Trasporto Passeggeri dell'Area di Manchester (GMPTE) e l'Autorità per il Trasporto Pubblico (PTA) adottarono un nuovo titolo di viaggio per il trasporto collettivo, detto *Travelcard*, ad uso illimitato ed accettato da tutti gli operatori nell'area di Manchester (ferrovie ed autobus). L'unicità della *Travelcard* risiede nel modo in cui gli introiti vengono suddivisi fra gli operatori. Infatti le entrate provenienti dai titoli di viaggio vengono suddivise secondo la domanda soddisfatta piuttosto che secondo l'offerta, mediante un modello stocastico che utilizza i risultati di un'indagine a campione effettuata sugli utenti del sistema. Sebbene il costo del sondaggio permanente sia piuttosto alto (circa il 2% delle entrate), il nuovo titolo è stato un notevole successo di marketing; chiedendo ad ogni passeggero il nodo di entrata e quello di uscita, le interviste hanno permesso inoltre di identificare anche nuovi profili di domanda.

5.2 Parcheggi nel Centro storico (il caso di Zurigo)

Dopo un'indagine sul numero di parcheggi pubblici occupati da automobilisti pendolari, le autorità comunali di Zurigo, nel 1985, decisero di introdurre una "zona blu" che, coprendo l'intera circoscrizione elettorale di Zurigo, consentiva il parcheggio illimitato ai soli residenti, mentre a tutti gli altri utenti veniva consentito il parcheggio gratuito solo nei primi 90 minuti.

Questa misura creò istantaneamente un nuovo mercato per il trasporto pubblico, aumentò il valore delle concessioni sui parcheggi di proprietà del comune ed importanti aree vicino alla stazione centrale furono recuperate.

Il piano dei parcheggi fu inserito in un piano dei trasporti ad ampio respiro che prevedeva, insieme ad una riorganizzazione dei cicli semaforici, anche un efficiente diritto di precedenza per tram ed autobus.

Bibliografia

- V.R. Vuchic, *Transportation for livable cities*, New Brunswick, 1999.
EMTA, *Towards a sustainable mobility in the European metropolitan area*, 2000.
CEMT/ECMT, *Implementing sustainable urban transport policies*, Paris, 2002.
A. Musso, *Innovazione tecnologica e grandi infrastrutture nel processo di riorganizzazione del trasporto collettivo urbano*. Atti del IV Seminario scientifico SIDT, Torino, 1997.
EU Directorate General Transport, *New market orientated transport systems*, Luxembourg, 1996.

Amici della Terra, *Valutazione del vantaggio, in termini di minori costi ambientali e sociali, di un forte sviluppo del trasporto collettivo in ambito urbano*, Programma ENEA- MINAMB, 2003.

World Business Council for Sustainable Development, *World mobility at the end of the Twentieth century and its sustainability*, 2001.

A. Monzon, *The role of the modal split-integrated policies for improving modal split in urban areas*, Atti del 16th International symposium on Theory and practice in transport economics, Budapest, 2003.

M. Novales, M.R. Bugarin, A. Orro, *Un nuovo concetto nel trasporto urbano: il tram-treno*, in "Ingegneria ferroviaria", 2001.

G. Bottoms, *Recent developments in light rail transit in western europe - France and Italy*, Federal Transit Administration, 2000.

La Ville de Lyon (www.mairie-lyon.fr).

Metro Maps di Robert Schwandl (www.metropla.net).

Consorcio de Transportes de Madrid (www.ctm-madrid.es).

The LRT Transit Association (www.lrta.org).

Etudes et Documentation Ferroviaires (www.rail.lu/edftoc.html).

The Light Rail Atlas (www.xs4all.nl/~rajvdb/lra/index.html).



5.11 Stazione di Stadelhofen, Zurigo, 1983-90. Veduta del piano interrato con gli elementi di risalita (da «ArQ», n. 13, 1994)