



Le modalità di servizio ed i sistemi non convenzionali ed innovativi

Dott. Ing. Agostino CAPPELLI^(*)

1. Premessa e inquadramento

Da alcuni anni, sotto l'impulso del finanziamento garantito dalla Legge 211/1990 per la realizzazione di sistemi ferroviari ed innovativi in campo urbano (sotto la definizione di *trasporti rapidi di massa*), si stanno, finalmente, realizzando in Italia nuovi sistemi di trasporto, in genere a guida vincolata, che presentano diversi elementi di *innovazione*. Si possono citare, ad esempio, le realizzazioni tranviarie su gomma con guida a monorotaia (Padova, Mestre, L'Aquila) o ottica (Bologna), ed i sistemi automatici quali metropolitane e people mover (Torino) ed impianti a fune in funzione di trasporto pubblico urbano (Milano – Poma 2000, Minimetro di Perugia, Venezia Tronchetto – Piazzale Roma).

Questi sistemi vengono chiamati in modo generalmente indifferenziato *innovativi* o *non convenzionali*, intendendo con questi termini, solo genericamente, che presentano *elementi di novità*.

Nel numero di gennaio 2008 di Ingegneria Ferroviaria viene presentato un interessante ed aggiornato *“Riepilogo di sistemi di trasporto innovativi”* (DALLA CHIARA, DEGIOANNI, FUMAROLA, del Politecnico di Torino), cui si rinvia anche per la completa bibliografia. Gli stessi autori propongono una propria definizione, ma segnalano l'uso ambiguo dei due termini⁽¹⁾.

Essendomi occupato molto tempo addietro dei nuovi sistemi di trasporto (CAPPELLI - D'ARMINI, 1985), mi è sembrato attuale ed utile ad una comunicazione scientifica omogenea, riesaminare la *proposta di definizione*, basata sul principio di distinguere nettamente tra *innovazione tecnologica del sistema* e *innovazione del servizio per l'utente*, che a suo tempo fu data.

Nel seguito si espone un aggiornamento di questa *pro-*

posta di definizione aggiornandola ai tempi attuali, inserendola nell'ambito di possibili interventi in campo urbano finalizzati ad uno sviluppo del trasporto collettivo. Tale sviluppo appare, anche in conseguenza degli elevatissimi costi imposti dalla modalità individuale, oramai indispensabile a garantire e supportare gli acquisiti livelli di mobilità, in modo sostenibile per l'ambiente e per la qualità degli spazi urbani in cui viviamo⁽²⁾.

2. I trasporti e la struttura urbana

Per definire nettamente la differenza tra *sistemi non convenzionali* e *innovativi* è utile interpretare la città come articolata in tre diverse parti.

La prima, *la città del futuro* è quella ancora da fare. Essa comincia lì dove, all'attualità, sorgono cantieri di edifici in costruzione; si estende alle aree non urbanizzate, sedi di prevalente attività primaria, di qualche nucleo secondario, di un basso livello di densità residenziale e di limitati servizi.

La seconda, *la città esistente reinfrastrutturabile* fa parte integrante della intera città esistente ed è definita dal fatto che in essa eventuali ristrutturazioni del sistema di trasporto trovano come unici ostacoli i vincoli economici ed in alcuni casi le necessità di demolire fabbricati per costruire nuove infrastrutture.

Ed infine, la terza città, quella *esistente e non re-infrastrutturabile* definita dal vincolo che ogni (o quasi) ristrutturazione infrastrutturale (ancorché fosse superato ogni problema di costi) è vietata. Il che può avvenire per rispetto ai singoli monumenti o a contorno d'uno solo di essi che costituisce la traccia nel tempo di una civiltà trascorsa, oppure per rispetto alle bellezze paesaggistiche o naturali.

^(*) Università IUAV di Venezia.

⁽¹⁾ Gli autori propongono che “non convenzionale” sia definito un sistema di trasporto “non comune” mentre “innovativo” quello che introduce elementi di novità sul veicolo, la tecnologia, l'infrastruttura.

⁽²⁾ Su questo tema è doveroso un ringraziamento al prof. Franco DE FALCO, i cui insegnamenti hanno condotto, a suo tempo, alla proposta, al prof. Corrado GUZZANTI, a cui si deve l'interpretazione degli spazi urbani di seguito riportata, ed al prof. Roberto D'ARMINI che mi ha introdotto allo studio dei nuovi sistemi di trasporto e con il quale è stata formulata l'idea iniziale.

Dunque, le possibilità di intervento mutano da luogo a luogo nella città ed i metodi di risoluzione saranno diversi a seconda dell'area di intervento.

A completare il quadro è opportuno ricordare che lo spazio necessario per circolare è variabile in relazione al modo di trasporto: minimo per i sistemi su ferro (tranvie, ferrovie, metropolitane), massimo per l'autovettura, intermedio per l'autobus. La scienza dei trasporti propone quindi un accorto dosaggio tra modo e modo di trasporto, variabile a seconda di quale delle tre città stiamo considerando.

L'obiettivo è ineccepibile, ma per avere possibilità di successo deve essere supportato da due condizioni. In primo luogo che si prenda piena coscienza della necessità di considerare, nell'analisi della situazione di fatto e nello studio dei provvedimenti da attuare, la struttura insediativa urbana; non è pensabile, infatti, pretendere di regolare la mobilità soltanto attraverso la pianificazione dei trasporti, lasciando che logiche di governo di tipo diverso definiscano la dinamica degli insediamenti che determinano modi e volumi di mobilità. In secondo luogo che si prenda coscienza da un lato delle attuali esigenze e peculiarità della domanda di mobilità, di come queste si siano modificate nel tempo e dall'altro che la possibilità di poter scegliere quasi sempre tra trasporto individuale e collettivo ha fatto lievitare il livello di servizio richiesto.

Queste due condizioni impongono che la soluzione del problema vada ricercata mediante provvedimenti di modifica della struttura urbana complessiva (insediamenti e trasporto). E' inoltre essenziale una attenta valutazione delle nuove peculiarità della domanda di mobilità: accessibilità e tempi di viaggio appaiono oggi, nel contesto urbano, le prestazioni che assumono importanza primaria nelle valutazioni condotte dagli utenti sul livello di servizio offerto e quindi nella scelta tra modi di trasporto concorrenti. L'importanza relativa delle due prestazioni è anche connessa alla lunghezza dello spostamento: in campo urbano e metropolitano è preponderante la variabile accessibilità al modo di trasporto, in ambito suburbano ed intercity prevalgono considerazioni inerenti il tempo di viaggio assicurato.

Si deve tener conto che la *prestazione di accessibilità* è naturalmente connaturata con il sistema di trasporto basato sull'uso dell'autovettura privata. Questa infatti assicura all'utente piena flessibilità di orario, di percorso, di attestamento ed, inoltre, non richiede trasbordi o *rottture di carico*. Sono caratteristiche che eliminano o riducono al minimo una somma di tempi cui l'utente è assai ostile: di approccio al sistema di trasporto, di attesa per salire sul sistema, di trasbordo (eventuale), di spostamento finale dal punto di uscita dal sistema alla destinazione.

Di contro il sistema di trasporto basato sull'autovettura privata presenta notevoli svantaggi. La capacità dipende quasi esclusivamente dalle dimensioni della infrastruttura di supporto, poiché i veicoli sono poco capaci e ne-

cessitano, per assicurare una buona qualità di servizio⁽³⁾, di bassa densità di deflusso e di ampi spazi per la sosta; quindi il sistema è forte consumatore di suolo pubblico e male si adatta alle fluttuazioni periodiche della domanda.

Ne consegue che strutturare lo spazio urbano a misura dell'autovettura privata non è possibile, né pensabile⁽⁴⁾. Tuttavia non appare credibile operare senza tenere conto che il servizio *porta a porta* offerto, perlomeno potenzialmente, dall'autovettura privata è ormai considerato una conquista dell'utente viaggiatore e che le sue resistenze psicologiche alla rinuncia sono, tuttora, molto rilevanti. Anche i recenti forti incrementi dei costi dei carburanti per autotrazione stanno spostando quote di domanda sul trasporto pubblico solo nelle aree centrali delle città di più grandi dimensioni dove la qualità del servizio offerto è ritenuta accettabile.

Da queste considerazioni negli anni sessanta del secolo scorso è partito un filone di ricerca di *nuovi sistemi di trasporto*, che presenta come obiettivo la sostituzione dell'autovettura privata, eliminandone in tutto o in parte gli svantaggi [RICHARDS, 1969, DE FALCO, 1974].

Tali sistemi di trasporto sono in primo luogo classificabili in funzione della tipologia del servizio offerto:

- *sistemi operanti su breve distanza*, di tipo prevalentemente urbano, che richiedono media capacità e velocità commerciale non rilevante, ma forniscono un servizio *porta a porta* tra residenza e attività terziarie oppure tra più punti di un unico organismo complesso (centri direzionali, aeroporti, fiere, ecc.).
- *sistemi operanti su media distanza*, di tipo suburbano - urbano, ad alta capacità e medio-alta velocità commerciale, aventi come scopo principale il collegamento tra residenza e luoghi di lavoro.

Per quanto riguarda i valori di capacità la maggior parte di tali sistemi finora pensati o progettati e, in qualche caso, realizzati, presenta un valore variabile tra 8.000 e 24.000 passeggeri/ora; si collocano quindi tra l'autobus (6.000 passeggeri/ora) e la metropolitana (20.000 - 60.000 passeggeri/ora) e vanno ad inserirsi proprio in quel campo in cui opera l'autovettura privata, se teniamo conto che una strada a due corsie per senso di marcia è in grado di

⁽³⁾ La qualità del servizio è fortemente variabile con il flusso e a parità di infrastruttura di supporto, decade rapidamente all'aumentare della domanda (cfr. Transportation Research Board (TRB) (1965): Highway Capacity Manual. Washington, D.C., U.S.A.; Transportation Research Board (TRB) (2004): Transit Capacity and Quality of Service Manual [TCRP]. Washington, D.C., U.S.A.).

⁽⁴⁾ Non è possibile in particolare in Italia dove il carattere storico della città ed il livello di urbanizzazione lascia ben pochi margini all'espansione fisica del sistema di mobilità. Pur tuttavia è da rilevare come anche i sistemi nati attorno ad una mobilità automobilistica, come la maggior parte degli insediamenti negli USA, presentano oggi una situazione di crisi e di ripensamento.

trasportare da 6.500 a 10.000 passeggeri/ora, in funzione del coefficiente di riempimento dei veicoli⁽⁵⁾.

3. Una “definizione di sistema”

I nuovi sistemi che, in particolare in Europa, negli ultimi venti anni sono stati proposti dall'industria meccanica, resi efficienti ed affidabili dalle nuove tecnologie di controllo automatico, risultano diversi fra loro per svariati aspetti, caratterizzati talvolta unicamente dalla presenza di qualche elemento innovativo in alcune modalità del sistema stesso.

Appare allora necessario tentare una sistematizzazione ed a tal fine premettere che un qualsiasi sistema di trasporto è caratterizzato dalla presenza di tre soggetti ad esso interessati:

- il costruttore, che realizza il sistema (via e/o veicolo);
- l'esercente, che gestisce il sistema (veicolo e/o infrastruttura);
- l'utente, che utilizza il sistema per soddisfare il proprio bisogno di mobilità.

A questi tre soggetti corrispondono tre modalità del sistema:

- la modalità di realizzazione, che regola il rapporto tra sistema e costruttore;
- la modalità di esercizio, che regola il rapporto tra sistema ed esercente;
- la modalità di servizio, che regola il rapporto tra sistema ed utente.

Si propone che un nuovo sistema di trasporto venga ritenuto *non convenzionale* soltanto nel caso che esso presenti, come una delle sue caratteristiche, una diversa modalità di servizio.

Poiché, come detto in precedenza, la maggior parte di questi nuovi sistemi appartengono alla sfera del pubblico-collettivo e tendono a fornire prestazioni assimilabili a quelle del trasporto individuale privato (autovettura), è opportuno evidenziare le differenze delle *modalità di servizio* nei due casi.

Il servizio *pubblico collettivo* presenta tre elementi peculiari tutti riconducibili ad un concetto di discontinuità:

1) Discontinuità nello spazio

Il sistema è caratterizzato da una limitazione di accessibilità nel territorio in quanto esso è fruibile solo a partire da punti definiti (stazioni, fermate, ecc.).

2) Discontinuità nel tempo

Il sistema è caratterizzato da una frequenza di servizio

comunque finita e limitata nel tempo.

3) Discontinuità di rete

Il sistema è caratterizzato da itinerari rigidi e predefiniti, che utilizzano in modo parziale i cammini possibili nel territorio (rete) ed impongono una ulteriore discontinuità nel tempo e nello spazio a causa della necessità di trasbordo.

All'opposto l'*autovettura privata* si caratterizza per l'assenza di queste tre discontinuità:

- è sempre accessibile senza discontinuità nel territorio;
- ha frequenza di servizio infinita in quanto è sempre disponibile;
- presenta completa flessibilità di itinerario.

Le limitazioni allo spazio di circolazione che possono derivare dal livello di saturazione sia delle aree di sosta che della rete, pur penalizzando le prestazioni dell'autovettura, comunque non modificano le caratteristiche del sistema in se stesso.

A completamento si fa notare che le altre due categorie di trasporto tradizionale, quello pubblico individuale (il taxi) e quello collettivo privato (autobus turistici, aziendali e scolastici) presentano comunque forme di discontinuità, certamente nel tempo e, a seconda della modalità di uso, anche nello spazio, mentre eliminano o riducono esclusivamente la terza, quella di rete.

Ne discenderebbe una nuova definizione di *sistemi non convenzionali* applicabile a tutti i nuovi sistemi pubblici in grado di realizzare una diversa modalità di servizio intervenendo su una o più delle tre discontinuità, in modo da ridurre al minimo le penalizzazioni per l'utente e migliorare il livello di qualità offerto dal sistema collettivo.

Di conseguenza, tutti i sistemi di trasporto in cui non si modifica la modalità di servizio (rapporto utente-sistema), ma solo il modo di attuarlo (rapporto esercente-sistema) oppure la modalità di realizzazione (rapporto costruttore-sistema) non dovrebbero esser definiti non convenzionali, ma *sistemi innovativi* (fig. 1).

Alla luce di tale definizione, numerosi sistemi spesso presentati come *non convenzionali*, ricadono piuttosto nella categoria dei *sistemi innovativi* in quanto presentano soltanto modifiche tecnologiche sul veicolo, sul sistema di regolazione della circolazione, sulle caratteristiche della infrastruttura, sul rapporto veicolo-via. Occorre, dunque, non confondere l'innovazione tecnologica, spesso presente nei sistemi non convenzionali, con l'elemento reale che li caratterizza come tali: la modifica della modalità di servizio. Tutti gli interventi sui sistemi di trasporto tendenti a ridurre i consumi, ad aumentare l'automazione (per ridurre i costi di esercizio) a modificare in definitiva la componente tecnologica, possono determinare la realizzazione di sistemi nuovi cioè innovativi ma non necessariamente non convenzionali.

⁽⁵⁾ Tutti i valori di capacità sono espressi con riferimento ai due sensi di marcia.



(Fonte: www.funivie.org, www.ropeways.eu e www.personalrapidtransit.com)

Fig. 1 – Minimetro di Perugia (Gruppo Leitner), definibile come “Sistema Innovativo”.

PROPOSTA DI CLASSIFICAZIONE DEI NUOVI SISTEMI DI TRASPORTO IN RELAZIONE AL LORO INSERIMENTO NELLE DIVERSE PARTI DI CITTÀ

La terza città (centri storici)		La prima e la seconda città (periferie, zone di espansione, sistemi policentrici diffusi)	
Sistemi Innovativi	Sistemi non convenzionali	Sistemi Innovativi	Sistemi non convenzionali
Metropolitane automatiche (no driver)	Electric Micro Car	Metropolitane automatiche (no driver)	PRT (Personal Rapid Transit)
Tram su pneumatici a guida vincolata su monorotaia o a guida ottica	Car Sharing	People Mover (automatici o semiautomatici)	GRT (Group Rapid Transit) o Transit Express Way
Group Taxi (Taxi Collettivo)	M.W.T (Moving Way Transit - sistemi a nastro)	Tram su pneumatici a guida vincolata su monorotaia o a guida ottica	Dial - a - bus (autobus a chiamata)
	Dial - a - bus (autobus a chiamata)	Metropolitane con guida a monorotaia	

4. Alcuni esempi di sistemi non convenzionali e innovativi secondo la definizione proposta

Gli esempi che si presentano nella tabella 1 sono stati selezionati al solo scopo di chiarire il significato della definizione proposta e in base alle loro caratteristiche vengono associati alle diverse parti della città così come precedentemente indicate⁽⁶⁾.

⁽⁶⁾ Per una descrizione esaustiva si rinvia all'articolo già citato di DALLA CHIARA e Altri [1] ed alla relativa bibliografia tra cui si veda in particolare [5] e [6]. Una ampia descrizione dei nuovi sistemi di trasporto è rintracciabile sul web [7], [8].

4.1. La terza città (centri storici)

I sistemi di nuova concezione utilizzabili nei centri storici sono in genere (o dovrebbero essere) finalizzati a ridurre o eliminare la circolazione privata dalle aree pregiate della città, per ridurre l'inquinamento ambientale attraverso forme di pedonalizzazione il più possibile spinte.

E' interessante notare come, nella definizione data, sistemi già in uso possano rientrare nell'ambito dei *non convenzionali*, mentre altri, cui si attribuiscono alti valori di innovazione, appaiano ininfluenti alla modifica del servizio (unica variabile cui l'utente è sensibile), in quanto solo innovativi nella tecnologia di esercizio o di costruzione.

I nuovi servizi di *Car Sharing* (ormai diffusi in molte città italiane) o le *microautovetture*, (Electric Micro Car) rientrano nei *sistemi non convenzionali* in quanto, basandosi sull'uso collettivo di una stessa autovettura, eliminano tutte e tre le discontinuità indicate tranne che per l'accessibilità iniziale e terminale ai parcheggi cui è possibile prendere possesso del mezzo. La diffusione e l'accessibilità ai terminali è condizione determinante per il successo del sistema.

A differenza del *Car Sharing*, le microautovetture possono circolare soltanto nell'area in cui è istituito il servizio e pertanto

TABELLA 1

risulta conseguente l'opportunità di chiusura quasi totale dell'area medesima alle autovetture private ed un livello massimo possibile di separazione tra il flusso di microautovetture ed il flusso di altri mezzi pubblici, individuali o collettivi.

Il sistema di pagamento del noleggio è oggi molto semplice. Per il *Car Sharing* occorre abbonarsi al servizio e prenotarlo a mezzo telefono, per le microautovetture (come oggi già si fa per il bike sharing in numerose città) è sufficiente acquisire una scheda a microchip (prepagata o con addebito su conto corrente) munita di codice

che registra i dati dell'utente e dell'uso del mezzo e abilita all'uso di tutte le autovetture del servizio.

I *sistemi a nastro* (M.W.T - Moving Way Transit) sono, tra i *non convenzionali*, i più interessanti per applicazioni in centro storico. Questi sistemi, di tipo continuo, eliminano la discontinuità di tempo (in quanto, giunti al punto di accesso al sistema, sono sempre disponibili). Si pensi alle scale mobili e ai tappeti mobili così diffusi in tutte le aree ad alta intensità di movimenti delle nostre città, come le stazioni ferroviarie, gli aeroporti e i centri commerciali, ma anche come sistema di collegamento con parcheggi di scambio e con fermate di sistemi a medio alta capacità operanti su media distanza.

I sistemi a nastro possono essere composti a formare linee estese con stazioni di testa e fermate intermedie oppure servire percorsi limitati, come aiuto pedonale su lunghi tragitti o per superare pendenze. Come sistema di trasporto urbano l'applicazione storica più significativa è quella delle scale mobili di Perugia (anni ottanta), che consentono la salita dai parcheggi di scambio al centro storico, attraverso un percorso in parte all'aperto ed in parte interno agli edifici storici della città. Esempio più recente, ma di pari interesse e di analoga funzione è quello di Potenza, dotato anche di stazioni intermedie e realizzato negli anni novanta.

Si possono distinguere due categorie.

La prima presenta come via di trasporto un elemento a nastro od a catena, a velocità costante o variabile, ma in ogni caso in movimento continuo, di supporto a cabine o sedili, che fanno da veicolo per l'utente. La velocità di traslazione della via di trasporto varia da 10 a 20 km/ora e la capacità del sistema è in genere intorno ai 10.000 passeggeri/ora. Per quanto riguarda le fermate intermedie, in alcuni casi è la via di trasporto che rallenta alle fermate, permettendo così agli utenti di salire o di scendere dal sistema, in altri casi la via di trasporto marcia a velocità costante ed esistono dei nastri integratori che con progressive accelerazioni/decelerazioni si portano alla stessa velocità della via di trasporto, permettendo così la salita e la discesa dell'utente. Questa prima categoria si configura dunque come una vera e propria strada pedonale mobile e rappresenta un sistema di trasporto complesso con cui si possono realizzare linee anche assai estese. La realizzazione in un centro storico di particolari caratteristiche ambientali è pensabile soltanto ponendo il sistema in sotterraneo.

La seconda categoria comprende, sostanzialmente i tappeti mobili nelle loro diverse versioni. Il sistema ha due stazioni di estremità in cui avviene la salita o la discesa. Nel caso di velocità del nastro intorno a 5-6 km/ora l'accesso o la discesa avviene direttamente; per valori maggiori della velocità (in genere 10-12 km/ora) avviene mediante nastri acceleratori e deceleratori. La capacità è compresa tra 7.000-10.000 passeggeri/ora ed il campo di

applicazione utile è variabile tra 100 e 800 metri. Possono essere installati a livello di pavimentazione e dato che, in genere, sono di dimensioni accettabili, l'inserimento nell'ambiente urbano, anche storico, può essere preso in considerazione. Per le loro caratteristiche possono formare una rete discontinua composta da elementi lineari di lunghezza variabile, collocabili in modo da realizzare dei percorsi pedonali, in parte ottenibili anche mediante l'apertura degli spazi interni degli isolati e/o degli edifici.

L'*autobus a chiamata* (dial-a-bus) è un sistema non convenzionale, utilizzabile nelle aree urbane centrali in particolare nelle fasce orarie di morbida della domanda (ottima esperienza è quella serale e notturna a Milano). Dato che le prime e più significative esperienze sono relative agli spazi della prima e seconda città, se ne parla più diffusamente in quella sede.

Gli altri sistemi che in questi anni si stanno inserendo nei nostri spazi urbani (ma diffusi nel mondo già a partire dagli anni settanta), tipo, le *metropolitane* a media o alta capacità a guida automatica, le *tramvie su pneumatici* ed i *people mover* sono tutti sistemi innovativi, in quanto presentano modifiche alle forme di costruzione o di gestione, ma non cambiano le regole di esercizio per l'utente (figg. 2a, 2b, 2c).

Il *taxi collettivo* può essere classificato come innovativo quando si tratta di servizio a navetta su itinerari predeterminati e fissi nel tempo e accesso libero a più utenti in punti determinati del percorso; in questo caso modifica solo forme di gestione e pur migliorando l'accessibilità presenta comunque le tre tipiche discontinuità dei sistemi collettivi. Se invece il percorso è libero anche se coerente con le esigenze dei diversi passeggeri che salgono a bordo assume le caratteristiche di non convenzionale.

4.2. La prima e seconda città (zone periferiche e semiperiferiche)

In queste aree urbane, i sistemi non convenzionali che possono trovare reale applicazione sono quelli appartenenti ai Personal & Group Rapid Transit (PRT e GRT), che



Fig. 2a - "H" BAHN" Gruppo Siemens.



Fig. 2b - "M" BAHN" Gruppo AEG.



Fig. 2c - "ARLT" Gruppo Bombardier.

(Fonte: www.funivie.org, www.ropeways.eu e www.personalrapidtransit.com)

Fig. 2a, 2b, 2c - Alcuni esempi di sistemi innovativi (con guida tipo monorotaia e su pneumatici).

uniscono la guida vincolata con infrastruttura leggera e l'automazione integrale (elementi di innovazione) a diverse forme di "personalizzazione" tendenti a ridurre o eliminare le discontinuità di rete e di tempo (non convenzionalità) (fig. 3).

Quasi tutte le alternative disponibili si basano su veicoli di piccole dimensioni (4-6 posti) che hanno a disposizione una rete, con un numero limitato di punti di accesso, in base alla quale l'utente può selezionare la propria destinazione finale. Il sistema ottimizza i diversi itinerari impostati dagli utenti presenti nello stesso veicolo e imposta le compatibilità delle percorrenze tra veicoli differenti. In tal modo tende ad essere il più possibile *personalizzato* o addirittura del tipo *porta a porta*; per questo motivo tali mezzi vengono spesso definiti anche come *taxi automatici*. Il loro funzionamento permane tuttavia nel campo dei trasporti pubblici collettivi a guida vincolata e densità controllata con veicoli generalmente dotati di motori elettrici oppure connessi all'infrastruttura attraverso motori lineari (levitazione magnetica – MAGLEV).

Group Rapid Transit (GRT) o Transit Express Way. In questa categoria vengono inseriti in genere dei sistemi ad automazione integrale che sono intermedi tra i PRT e le metropolitane leggere (Light Transit) ed in questo senso si possono classificare solo come *innovativi*. Tuttavia lo *Skybus* sperimentato a Pittsburgh negli anni sessanta e il *Metrol* di Costa nel suo progetto iniziale (Rimini-Riccione) possono essere classificati come non convenzionali. Infatti in questi ultimi due progetti ogni veicolo si può muovere singolarmente sulla rete stradale ordinaria come un autobus tradizionale mentre sulle direttrici fondamentali si possono accoppiare diversi veicoli, a formare "treni di autobus" che si muovono su sede riservata e a guida vincolata regolati con un sistema di controllo automatico in grado di gestire in maniera integrale il movimento dei treni, la sicurezza di linea e la sicurezza del veicolo. Tale organizzazione del sistema lo fa divenire *non convenzionale*, in quanto, quando i treni di autobus si separano ogni veicolo tende verso diverse destinazioni riducendo la discontinuità di spazio e di rete (fig. 4).



Fig. 3a – Inserimento di un Personal Rapid Transit in un ambiente urbano (tra seconda città e terza città).

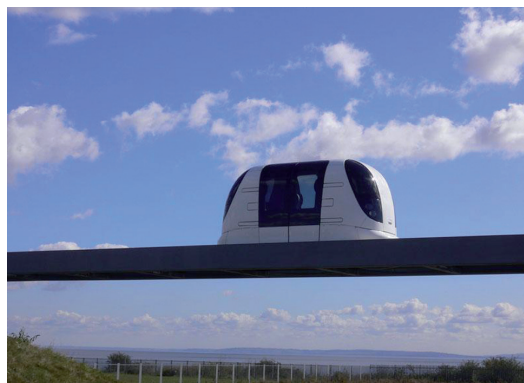


Fig. 3b – Inserimento di un Personal Rapid Transit in un ambiente urbano periferico o rurale (prima città).

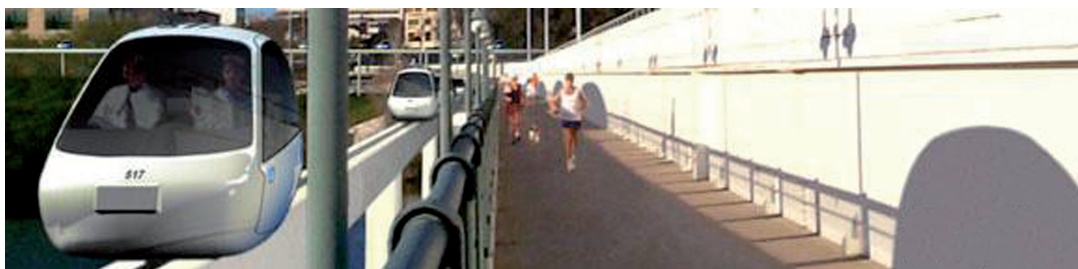


Fig. 3c – Inserimento di un Personal Rapid Transit in nuovi spazi urbani tra prima e seconda città.

(Fonte: www.funivie.org, www.ropeways.eu e www.personalrapidtransit.com)

Fig. 3a, 3b, 3c – Sistemi non convenzionali (PRT).

Il *Dial-a-bus* (autobus a chiamata), già richiamato per l'impiego nelle ore notturne nelle aree centrali, riduce le discontinuità di rete e di tempo e quindi è *non convenzionale* secondo la definizione data.

Il sistema ha avuto interessanti applicazioni in alcune città italiane (Cremona, Firenze, Genova, Milano, Parma, Trento), anche se non tutte le applicazioni hanno avuto successo. L'organizzazione prevede un servizio che si colloca a metà tra l'autobus convenzionale ed il servizio di taxi, provvedendo al trasporto porta a porta (su itinerari prestabiliti ma con raggi d'azione limitati), su chiamata telefonica o telematica dell'utente.

Il dial-a-bus è dunque un sistema personalizzato e flessibile di trasporto pubblico collettivo che presenta significativi vantaggi per l'utenza offrendo un servizio capillare, la quasi totale assenza di attese, di percorsi a piedi e di trasbordi. Questo uso non convenzionale dell'autobus può risolvere efficientemente il problema del trasporto per servizi non radiali, in aree a bassa densità o in situazioni di bassa domanda di trasporto, ad esempio di notte.

Come si è mostrato nelle analisi esposte, secondo la definizione proposta, buona parte degli interventi di nuovi sistemi di trasporto realizzati ed in atto in Italia si presentano come innovativi, con nuove tecnologie di realizzazione e di esercizio, ma le modalità del servizio rimangono quelle dei sistemi tradizionali. L'utente potrà ovviamente apprezzare la novità e la comodità dei veicoli, la bellezza architettonica delle stazioni e delle opere d'arte, ma per i suoi bisogni di mobilità avrà a disposizione comunque sistemi collettivi caratterizzati dalle tre caratteristiche di discontinuità, forse migliorata quella di tempo se le frequenze dei nuovi servizi, dato l'automatismo, saranno minori. A fianco di questi esistono però tutta una serie

di sperimentazioni di sistemi non convenzionali che anche se di minor impatto nell'immaginario collettivo (in quanto a invasività e costi di realizzazione) pur tuttavia si presentano come maggiormente rispondenti a specifiche esigenze degli utenti in determinate aree del paese.

BIBLIOGRAFIA

- [1] B. DALLA CHIARA, P. DEGIOANNI, F.P. FUMAROLA, "Riepilogo di sistemi di trasporto innovativi", *Ingegneria Ferroviaria*, gennaio 2008,
- [2] A. CAPPELLI, R. D'ARMINI, "Sistemi di trasporto passeggeri non convenzionali ed innovativi", *Nuovi Trasporti*, n. 3 (1985), pp. 155, 179.
- [3] B. RICHARDS, "Città futura e traffico urbano", Marsilio Editore, Padova 1969.
- [4] F. DE FALCO, "Fattibilità reale di nuovi sistemi di trasporto urbano", *Ingegneria Ferroviaria* luglio-agosto 1974.
- [5] L.J. FABIAN, "The word market for automated people movers", *Jane's*, March 1999.
- [6] V.R. VUCHIC, "Urban Transit Systems and Technology", John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey 2007.
- [7] www.funivie.org, www.ropeways.eu
- [8] www.personalrapidtransit.com



Fig. 4a - "TRANSLOHR" Gruppo Lohr.



Fig. 4b - "N6141" Gruppo Neoplan.

(Fonte: www.funivie.org, www.ropeways.eu e www.personalrapidtransit.com)

Fig. 4a, 4b - Nuovi sistemi inseriti recentemente in Italia di tipo "innovativo" (seconda e terza città).