POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Il cadenzamento integrato: applicazione alla rete ferroviaria piemontese

Original
Il cadenzamento integrato: applicazione alla rete ferroviaria piemontese / DALLA CHIARA, Bruno; Anselma, S; DI FELICE, D; Deflorio, FRANCESCO PAOLO. - In: INGEGNERIA FERROVIARIA. - ISSN 0020-0956. - STAMPA. - LXII - n. 6:(2007), pp. 491-500.

Availability:
This version is available at: 11583/1640583 since:

Publisher:
CIFI (Collegio Ingegneri Ferroviari Italiani)

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

12 October 2024

Il cadenzamento integrato: applicazione alla rete ferroviaria piemontese

Ing. Simone ANSELMA, *Prof. Ing. Bruno* DALLA CHIARA(*), *Dott. Ing. Francesco* DEFLORIO(*), *Ing. Davide* DI FELICE(**)

SOMMARIO – Nell'articolo viene proposta una procedura, con riferimento alla rete ferroviaria del Piemonte sud-occidentale, per la definizione di un modello di esercizio basato sull'orario cadenzato integrato, considerato uno dei più flessibili ed efficaci. L'aggettivo cadenzato rimanda all'idea di ripetitività, ovvero al fatto che le corse si susseguano con frequenza o cadenzamento costante; l'aggettivo integrato invece permette di sottolineare la possibilità di ottimizzare nei nodi le coincidenze fra le linee ferroviarie ed automobilistiche che vi confluiscono.

1. Premessa

Storicamente, nell'ambito del trasporto ferroviario italiano, si è manifestata la tendenza ad enfatizzare le esigenze del flusso pendolare, quindi con forti concentrazioni nelle ore di punta ed ampi intervalli privi o carenti di servizio per buona parte della giornata, con conseguenti diseconomie gestionali.

La struttura dell'offerta calibrata sulle esigenze della domanda limita notevolmente la fruibilità del servizio all'utenza numericamente meno consistente, rendendo non attrattiva la qualità del servizio nelle fasce orarie di morbida e favorendo la propensione al mezzo privato; allo scopo di evitare che questa domanda di tipo elastico si rivolga verso altre modalità di trasporto è necessario promuovere politiche di sviluppo innovative e modelli di offerta competitivi.

Nel lavoro dal quale è tratto questo articolo è stata sviluppata una procedura, con riferimento alla rete ferroviaria del Piemonte sud-occidentale, per la definizione di un modello di esercizio basato sull'*orario cadenzato integrato*, considerato uno dei più flessibili ed efficaci. L'aggettivo *cadenzato* rimanda all'idea di ripetitività, ovvero al fatto che le corse si susseguano con frequenza o cadenzamento costante [2, 3]; l'aggettivo *integrato* invece permette di sottolineare la possibilità di ottimizzare nei *nodi* le coincidenze fra le linee ferroviarie ed automobilistiche che vi confluiscono, realizzando una rete di trasporto pubblico locale concorrenziale al mezzo privato, sia per quanto riguarda la qualità dell'offerta sia l'accessibilità nel territorio [1, 5].

2. L'orario cadenzato integrato: aspetti teorici principali

Le condizioni sulle quali si deve basare un orario di questo tipo sono essenzialmente due:

1) la *ripetitività*, ossia tracce con partenze ad intervalli regolari e minuti fissi, distanziate del periodo di cadenzamento *T*;

2) la *simmetria*, che permette, una volta stabiliti il minuto di partenza della traccia diretta e il tempo di percorrenza *P* (posto uguale per entrambi i sensi di marcia), di costruire la traccia del percorso inverso come immagine speculare del viaggio di andata secondo un asse verticale prefissato (fig. 1).

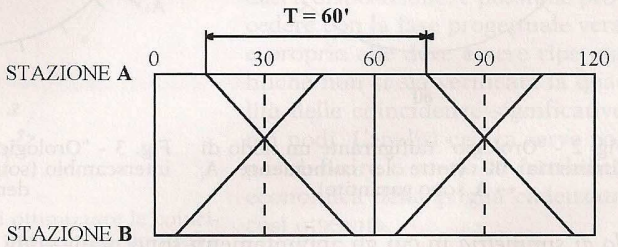

Fig. 1 - Esempio di griglia cadenzata con periodo T pari a 60' (ripetitività più simmetria).

Tale *asse di simmetria* viene fatto coincidere con lo "zero" del periodo *T*; in questo modo gli estremi del servizio

(*) Politecnico di Torino, Dipartimento DITIC – Trasporti.
(**) RFI.

su un generico arco AB della rete sono identificabili dall'unica variabile y:

minuto di partenza da A verso B → y *esempio, 13'*

minuto di arrivo in A da B → $T - y$ *60' - 13' = 47'*

minuto di arrivo in B da A → $y + P$ *13' + 40' = 53'*

minuto di partenza da B verso A → $T - (y + P)$

60' - (13' + 40') = 7'

La simmetria applicata nella stesura dell'orario grafico si riscontra anche in corrispondenza di ogni *nodo* della rete; per poter evidenziare le partenze e gli arrivi nella stazione considerata e tutte le possibili coincidenze, esso in genere viene raffigurato tramite un *"orologio"*.

Data una rete ferroviaria, le linee che la costituiscono possono essere percorse da treni aventi cadenze diverse secondo il tipo di servizio offerto. Di regola una rete di servizi percepibile come cadenzata non considera intervalli inferiori a 120'; questo valore di T viene assunto quindi anche nella schematizzazione dei nodi (si confronti oltre la fig. 11).

2.1. Il problema delle coincidenze

Per garantire tutte le coincidenze in un nodo, basterebbe avere una situazione nella quale gli arrivi si collocano a sinistra dell'asse di simmetria e di conseguenza le partenze a destra. In questo modo si viene a creare un *nodo di simmetria* in cui gli appuntamenti sono realizzabili con tempi di attesa compresi tra un valore minimo ed uno massimo, funzione della planimetria o *layout* di stazione e della tipologia di interscambio.

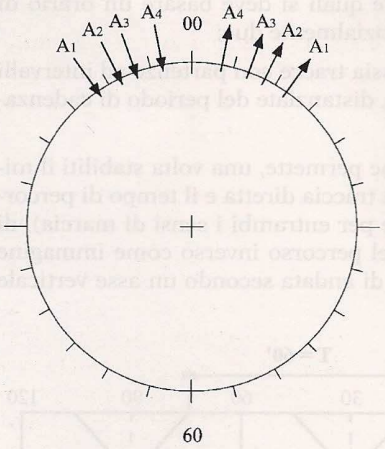

Fig. 2 - "Orologio" raffigurante un nodo di simmetria 00 (tutte le coincidenze $A_i \leftrightarrow A_j$ sono garantite).

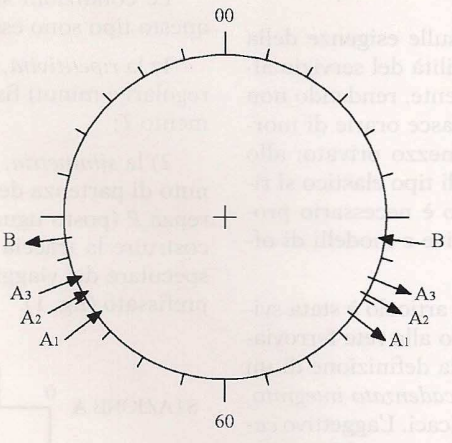

Fig. 3 - "Orologio" raffigurante un nodo di interscambio (sono garantite solo le coincidenze $A_i \leftrightarrow B$).

Nell'esempio di fig. 2 viene rappresentato un *nodo di simmetria 00*, nel quale cioè gli arrivi e le partenze precedono/seguono l'asse di simmetria passante per il minuto 00; tale rappresentazione è comune per tutti i periodi di cadenzamento (30' - 60' - 120') e per questa ragione è quella preferibile.

Qualora questa soluzione non sia attuabile, è possibile comunque realizzare un *nodo di interscambio* nel quale gli appuntamenti sono mirati, ovvero solo una parte di tutte le possibili coincidenze viene garantita. Nell'esempio di figura 3 le coincidenze fra i treni A ed il treno B sono garantite sia in andata che in ritorno, mentre le coincidenze A_i - A_j non sono garantite (tempi di attesa troppo elevati).

2.2. Vincoli da rispettare in fase di progettazione

La realizzazione di un orario cadenzato richiede il rispetto di una serie di vincoli che appartengono a due grandi categorie [4, 6, 9, 10]:

- i vincoli di stazione;
- i vincoli di rete.

I *vincoli di stazione* sono determinati dalla sua configurazione e dimensione. Ad esempio, nei piccoli piazzali, posti sulle linee a semplice binario, si svolge in genere un unico movimento per volta, pertanto nella fase iniziale della progettazione è buona norma lasciare degli intertempi minimi; negli impianti più complessi possono invece effettuarsi più movimenti simultanei, quindi si riescono a diminuire i tempi morti inerenti alle operazioni di circolazione.

I *vincoli di rete* riguardano più da vicino il dimensionamento della rete; essi sono rappresentati dalla rigidità delle percorrenze, dal distanziamento dei treni in linea, dall'esigenza di garantire determinate coincidenze nei nodi; inoltre per le linee a semplice binario si presenta il problema dell'incrocio tra treni che percorrono la tratta in senso opposto.

2.2.1. La definizione dei tempi di percorrenza

Il primo passo per la redazione di una griglia cadenzata è quello di definire il *tempo di percorrenza P*, ovvero il tempo impiegato – generalmente espresso in minuti – dal convoglio per percorrere una tratta di lunghezza L compresa fra due località di servizio; l'ipotesi di base è che questo valore sia costante per tutte le corse e soprattutto sia uguale per la traccia di andata e di ritorno.

Il calcolo del valore di P dovrebbe essere effettuato sulla base dei diagrammi di trazione per le varie fasi di avviamento, regime e frenatura. In alternativa è possibile calcolare tale valore, in modo empirico, come sommatoria dei seguenti contributi:

– lunghezza L della tratta e velocità V di impostazione (raggiunta dal treno in piena linea);

– perditempo per l'effettiva fermata, pari a 1' o 30" a seconda dell'importanza della stazione e del numero di saliti e discesi;

– perditempo q corrispondente ai transitori di accelerazione o decelerazione, pari di regola a 1'30" per ciascuna stazione intermedia (sufficientemente approssimato per velocità superiori a 100 km/h);

– perditempo p che si verifica in corrispondenza dei nodi terminali (da 1' a 2');

– allungamenti di percorrenza, nella misura di 1' ogni 10 km (è possibile in alternativa incrementare i valori di percorrenza del 10%).

$$P = \sum \frac{L \cdot 60}{V} + n \cdot 30'' + m \cdot 1' + (n+m) \cdot q + p + \frac{L}{10}$$

dove:

– n → numero di fermate intermedie con sosta da 30";

– m → numero di fermate intermedie con sosta da 1';

Se idealmente una rete fosse costituita da archi di medesima percorrenza (fig. 4), di poco inferiore ai multipli del semiperiodo considerato, allora le coincidenze sarebbero garantite in ciascun nodo; infatti i punti di simmetria che si avrebbero su ciascuna linea coinciderebbero con stazioni reali, ovvero con i nodi di interscambio della rete.

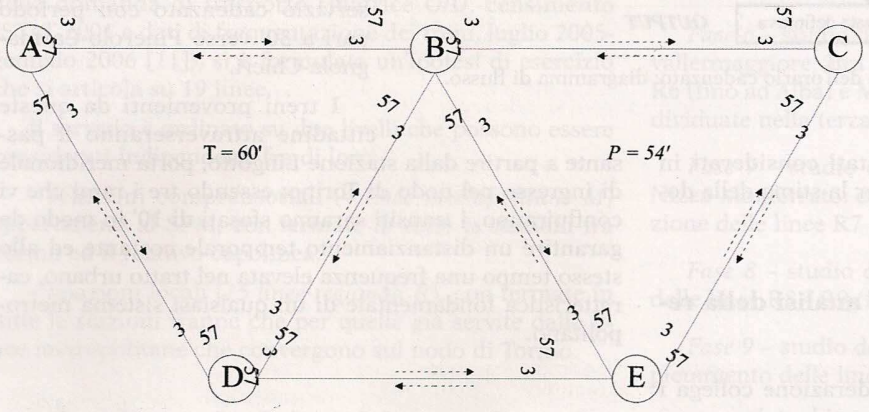

Fig. 4 - Soluzione ideale tramite triangoli equilateri che consente di ottimizzare le coincidenze in ciascun nodo; per ciascun arco viene indicato il minuto di partenza (a sinistra) e quello di arrivo nel nodo (a destra).

Nel caso in cui l'obiettivo prefissato sia quello di garantire tutte le coincidenze ai nodi ed i punti di simmetria che escono da un progetto di orario non corrispondono a stazioni reali, sarà necessario ridurre o aumentare la percorrenza, a seconda dei casi, intervenendo sulle variabili disponibili: è possibile ad esempio sopprimere alcune fermate, alternarne due consecutive, ridurre/aumentare il tempo di sosta nelle stazioni, ridistribuire il materiale rotabile, intervenire sull'infrastruttura, ecc.

In base alla configurazione attuale della rete ferroviaria, la soluzione più semplice e ragionevole per ridurre i tempi di percorrenza è quella di eliminare fermate; qualora invece sia necessario un allungamento, è possibile aumentare il tempo di sosta nelle stazioni senza comunque sfavorire eccessivamente i viaggiatori presenti sul treno.

2.2.2. Gli incroci sulle linee a semplice binario

Per una linea a semplice binario l'incrocio tra due treni deve avvenire in corrispondenza di una *stazione*. Poiché in un orario tradizionale non cadenzato i treni hanno posizione casuale nell'arco della giornata, è necessaria l'introduzione del binario di incrocio in tutte (o quasi) le stazioni (fig. 5); il cadenzamento invece, prevedendo una distribuzione regolare dei convogli, permette che gli incroci avvengano sempre al medesimo minuto e nel medesimo punto della linea.

La configurazione proposta, alla quale si è fatto riferimento nel lavoro (fig. 6), prevede tempi di sosta in stazione uguale per entrambi i treni e consente quindi di salvaguardare il concetto di simmetria.

2.3. La progettazione dell'orario cadenzato: diagramma di flusso

La progettazione dell'orario cadenzato e la sua valutazione operativa sono state attuate con una semplice procedura schematizzata dal diagramma di flusso di fig. 7.

La fase iniziale comprende la raccolta di informazioni tecniche sulla rete ferroviaria e di altri input, riguardanti la domanda e l'offerta di trasporto; una volta effettuata l'elaborazione analitica dei dati a disposizione, è possibile procedere con la fase progettuale vera e propria che deve essere ripetuta finché non si sia verificata la qualità delle coincidenze significative nei nodi. L'analisi critica serve poi per definire o meno la fattibilità economica della griglia cadenzata così ottenuta.

In questo lavoro, l'analisi critica ha riguardato il confronto fra la struttura dell'offerta dell'orario attualmente in vigore e quella dell'orario cadenzato proposto, evidenziando le conseguenti variazioni della qualità del servizio offerto; i

benefici derivanti dall'impatto del miglioramento della qualità del servizio offerto sull'incremento di utenza, in

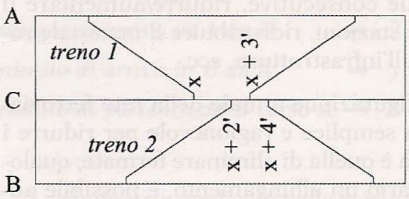

Fig. 5 - Soluzione generalmente utilizzata.

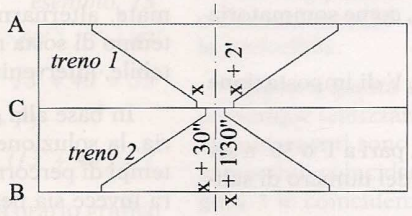

Fig. 6 - Soluzione proposta con orario cadenzato.

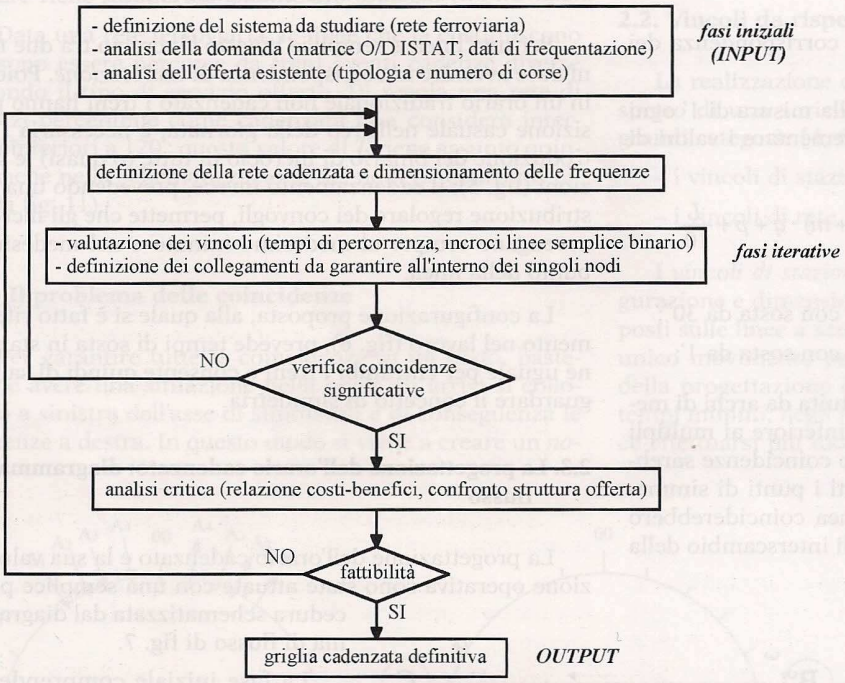

Fig. 7 - Procedura per la progettazione dell'orario cadenzato: diagramma di flusso.

questa fase dello studio non sono stati considerati in quanto non disponibile un modello per la stima della domanda a scala regionale.

3. Il Piemonte Sud-Occidentale: analisi della rete ferroviaria

La rete ferroviaria presa in considerazione collega i principali comuni del Piemonte sud-occidentale e comprende, oltre alle direttrici ferroviarie che convergono nel nodo di Torino da sud – incluse le linee locali verso Pinerolo e Chieri – anche le varie linee secondarie che attraversano le province di Cuneo, Asti ed Alessandria.

Dei 690 km che costituiscono la rete assegnata, 509 km sono a semplice binario dei quali il 37% non è elettrificato; nel tratto Torino Lingotto - Trofarello sono presenti 4 binari che si disgiungono in due linee a doppio binario (linee "Savona" e "Genova"). Il tratto Alessandria – Cantalupo (di circa 7 km) è caratterizzato dal doppio binario in quanto vi confluiscono 2 linee a semplice binario, provenienti rispettivamente da Nizza Monferrato ed Acqui Terme.

Per quanto riguarda la direttrice verso Savona, oltre la stazione di Ceva la linea è caratterizzata dal semplice binario; il tratto terminale San Giuseppe di Cairo – Savona presenta comunque due percorsi differenti che permettono di oltrepassare questa fascia alpina (via *Altare* e via *Ferrania*).

L'orario ferroviario cui si è pervenuto in questo studio si riferisce ad uno scenario futuro nel quale sarà in servizio il passante torinese (2010-2011) ed attivo un *Servizio Ferroviario Metropolitano* (SFM), che consentirà di migliorare i collegamenti con le aree periferiche e regionali gravitanti sulla città.

La *Direzione Trasporti* della Regione Piemonte nel 1999 ha redatto a proposito un documento programmatico sul passante in cui si analizza un modello di esercizio [7] per il futuro SFM della città di Torino; tale proposta prevede un servizio cadenzato con periodo pari a 30' verso Pinerolo-Carmagnola-Chieri.

I treni provenienti da queste cittadine attraverseranno il passante a partire dalla stazione Lingotto, porta meridionale di ingresso nel nodo di Torino; essendo tre i rami che vi confluiranno, i transiti saranno sfasati di 10' in modo da garantire un distanziamento temporale costante ed allo stesso tempo una frequenza elevata nel tratto urbano, caratteristica fondamentale di un qualsiasi sistema metropolitano.

4. Formulazione del modello di esercizio ferroviario

La progettazione della rete cadenzata ha richiesto la conoscenza dell'offerta in vigore sulle linee considerate [8, 11]; il computo delle corse giornaliere ha permesso di ottimizzare la riorganizzazione dell'orario, avente tra i vin-

coli di progetto quello di mantenere grossomodo invariato il numero totale di corse.

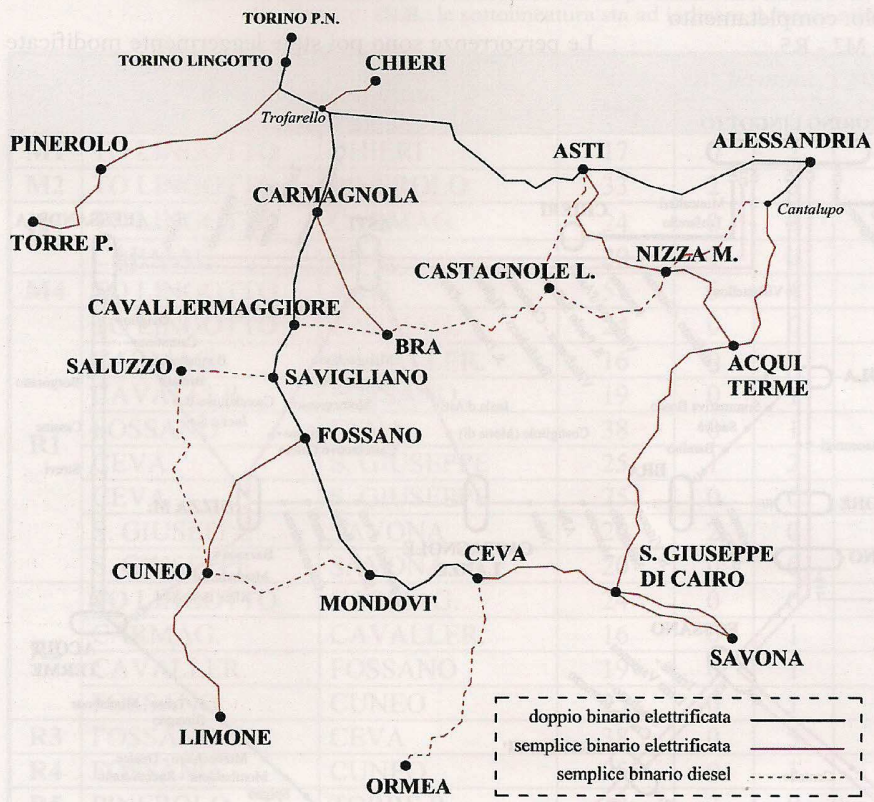

Fig. 8 - Schematizzazione della rete analizzata con evidenziati i nodi ferroviari, le caratteristiche infrastrutturali (semplice/doppio binario) e i sistemi di trazione (elettrica/diesel).

Alla luce delle considerazioni emerse dall'analisi dell'orario regionale *TRENITALIA* attualmente in vigore e della domanda di trasporto (matrice O/D, censimento ISTAT 2001 e dati di frequentazione dei treni, luglio 2005-gennaio 2006 [11]), si è formulata un'ipotesi di esercizio che si articola su 19 linee.

Il servizio è ordinato su due livelli che possono essere considerati indipendenti fra di loro:

– relazioni comprensoriali (*4 linee metropolitane M*) appartenenti al SFM, con fermate in tutte le stazioni fra Torino ed il relativo capolinea;

– relazioni locali (*15 linee regionali R*), con fermate in tutte le stazioni tranne che per quelle già servite dalle linee metropolitane che convergono sul nodo di Torino.

4.1. Metodologia adottata

Nella definizione del modello di esercizio ferroviario per la rete assegnata si è seguito uno schema che privilegia gli spostamenti verso Torino ma anche verso i relativi capoluoghi provinciali (Cuneo, Asti, Alessandria); l'idea di base è stata infatti quella di creare una rete nella quale le relazioni con trasbordo siano garantite all'interno dei nodi dove confluiscono una o più linee. Un modello reticolare di questo tipo si sovrappone al classico modello centrato su Torino ed è sicuramente più consono all'idea di una possibile integrazione fra le varie modalità di trasporto.

La progettazione dell'orario è stata articolata tramite 14 fasi successive; si è trattato di un processo piuttosto lungo poiché si è operato con iterazioni manuali successive.

Fase 1 – individuazione, sulla tratta Torino - Pinerolo (linea M2), della stazione nella quale realizzare l'incrocio fra treni provenienti da direzioni opposte;

Fase 2 – scelta della tipologia di simmetria in tale stazione e definizione del minuto di arrivo a Torino Lingotto (linea M2);

Fase 3 – calcolo dei minuti di arrivo/partenza dalla stazione di Torino Lingotto per le altre linee che costituiscono il SFM (M1-M3-M4) ed illustrazione delle possibili configurazioni;

Fase 4 – definizione dei regionali R1 (fino a Ceva) - R2 (fino a Fossano);

Fase 5 – studio del nodo di Fossano: completamento della linea R2 (oltre Fossano) e definizione delle linee R3-R4;

Fase 6 – studio della maglia delimitata dai nodi di Cavallermaggiore, Bra e Carmagnola: definizione delle linee R6 (fino ad Alba) e M3 (scelta definitiva tra le soluzioni individuate nella terza fase);

Fase 7 – studio dei nodi di Castagnole delle Lanze e Nizza Monferrato: completamento della linea R6 e definizione delle linee R7 - R10;

Fase 8 – studio del nodo di Acqui Terme: definizione delle linee R8 - R9 (fino ad Acqui);

Fase 9 – studio del nodo di S. Giuseppe di Cairo: completamento delle linee R1- R9;

Fase 10 – studio dei nodi di Cuneo e Mondovì: definizione dei regionali R14-R13;

Fase 11 – studio del nodo di Trofarello: definizione della linea M1 e valutazione delle coincidenze con le linee M3-M4;

Fase 12 – studio dei nodi di Asti e Alessandria: definizione delle linee R12 - R15;

Fase 13 – studio dei nodi di Saluzzo e Savigliano: definizione della linea R11;

Fase 14 – studio del nodo di Pinerolo: completamento della rete con la definizione delle linee M2 - R5.

adottata e il *tempo di sistema*, ovvero l'arrotondamento di P al semiperiodo o relativo multiplo immediatamente superiore.

Le percorrenze sono poi state leggermente modificate

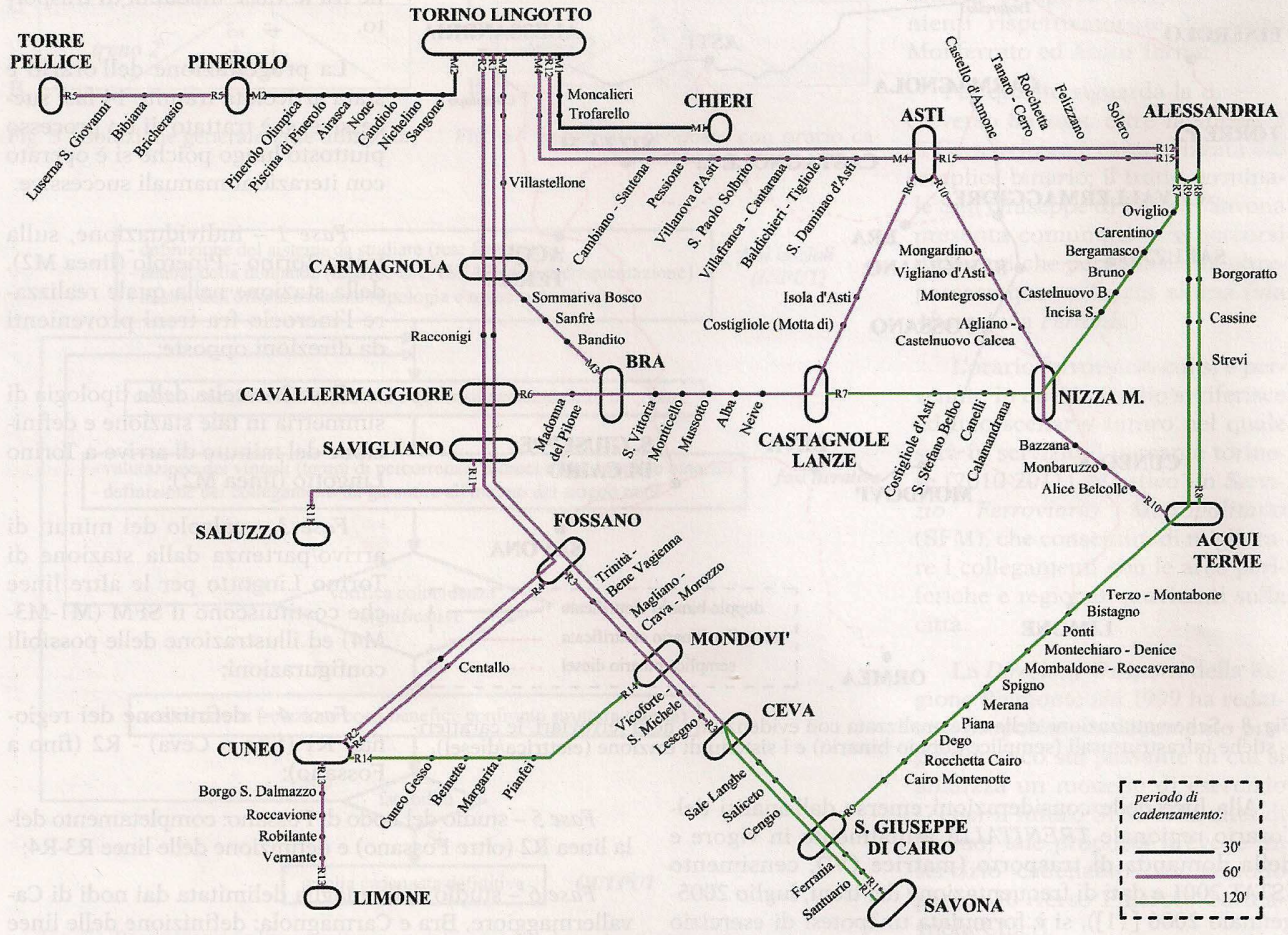

Fig. 9 - Schematizzazione rete cadenzata.

4.2. Percorrenze di prima iterazione

I tempi di percorrenza di prima iterazione relativi ai singoli archi della rete si sono calcolati facendo riferimento direttamente agli *Orari Generali di Servizio* del 1999; è stato poi applicato un coefficiente di sicurezza pari a 1.1 per compensare scostamenti accidentali di diversa natura.

Nella tabella 1 le singole linee vengono suddivise in tratte, a seconda dei nodi considerati; per ciascuna di esse vengono definite, oltre alla lunghezza, al numero di fermate[1] e al periodo di cadenzamento, la percorrenza

[1] In prima approssimazione coincidono con tutte quelle in cui oggigiorno viene effettuato il servizio viaggiatori.

per migliorare le coincidenze ai nodi o per poter rispettare i vincoli, sia di stazione sia di rete (ad esempio gli incroci sulle linee a semplice binario).

Nel seguito viene riportato l'orario grafico della tratta Torino-Fossano-Cuneo, su cui sono presenti le linee R1 Torino P.N.-Savona (in rosso), R2 Torino P.N.-Cuneo (in blu) e R4 Fossano-Cuneo (in verde), e *l'orologio* riferito al nodo di Cavallermaggiore; in entrambi i casi risultano evidenti i concetti di ripetitività e simmetria.

5. Analisi critica

Volendo realizzare un confronto fra la situazione ante e quella post-cadenzamento, si è condotta un'analisi criti-

TABELLA 1

PERCORRENZE DI PRIMA ITERAZIONE ADOTTATE PER CIASCUNA TRATTA CONSIDERATA
(N.B.: la sottolineatura sta ad indicare il mezzo minuto)

rif.	*denominazione tratta*		*L [km]*	*n° fermate*		*percorrenza P [min]*	*t.d.s. [min]*	*periodo T [min]*
				30"	*1'*			
M1	TO LINGOTTO	CHIERI	17	0	2	21	-	30
M2	TO LINGOTTO	PINEROLO	33	2	5	39	-	30
M3	TO LINGOTTO	CARMAG.	24	0	3	22	-	60
	CARMAG.	BRA	20	3	0	18	30	
M4	TO LINGOTTO	ASTI	51	5	4	47	-	60
R1	TO LINGOTTO	CARMAG.	24	0	0	14	15	60
	CARMAG.	CAVALLER.	16	0	1	12	15	
	CAVALLER.	FOSSANO	19	0	1	15	15	
	FOSSANO	CEVA	38	0	1	26	30	
	CEVA	S. GIUSEPPE	25	1	2	28	30	
	CEVA	S. GIUSEPPE	25	0	0	23	30	
	S. GIUSEPPE	SAVONA	20	2	0	26	30	
	S. GIUSEPPE	SAVONA	20	0	0	21	30	
R2	TO LINGOTTO	CARMAG.	24	0	0	14	15	60
	CARMAG.	CAVALLER.	16	0	1	12	15	
	CAVALLER.	FOSSANO	19	0	1	15	15	
	FOSSANO	CUNEO	25	0	1	19	30	
R3	FOSSANO	CEVA	38	0	5	37	60	60
R4	FOSSANO	CUNEO	25	0	1	20	30	60
R5	PINEROLO	TORRE P.	16	3	0	23	30	60
R6	ASTI	CASTAGNOLE	20	1	1	20	30	60
	CASTAGNOLE	ALBA	13	0	1	14	30	
	ALBA	BRA	17	3	0	20	30	
	BRA	CAVALLER.	13	1	0	12	*15*	
R7	ALESSANDRIA	NIZZA M.	30	5	1	36	60	120
	NIZZA M.	CASTAGNOLE	23	2	2	26	30	
R8	ALESSANDRIA	ACQUI T.	34	3	0	29	30	120
R9	ALESSANDRIA	ACQUI T.	34	3	0	29	30	120
	ACQUI T.	S. GIUSEPPE	48	10	1	53	60	
R10	ASTI	NIZZA M.	25	4	0	28	30	60
	NIZZA M.	ACQUI T.	21	3	0	22	30	
R11	SAVIGLIANO	SALUZZO	15	0	0	12	30	60
R12	TO LINGOTTO	ASTI	51	0	0	26	30	60
	ASTI	ALESSANDRIA	34	0	0	20	30	
R13	CUNEO	LIMONE	28	0	4	35	60	60
R14	MONDOVI'	CUNEO	30	2	2	35	60	120
R15	ASTI	ALESSANDRIA	34	4	0	27	30	60

ca con riferimento alla struttura dell'offerta; si sono presi in considerazione due tipologie di indici, a livello *di linea* o *di rete*, che hanno permesso di quantificare i vantaggi che la nuova struttura dell'orario apporterà all'utenza.

Gli indicatori di rete appaiono più significativi nel confrontare lo scenario attuale rispetto a quello futuro in quanto permettono di tenere in considerazione le relazioni con trasbordo; ciò che si è ritenuto importante valuta-

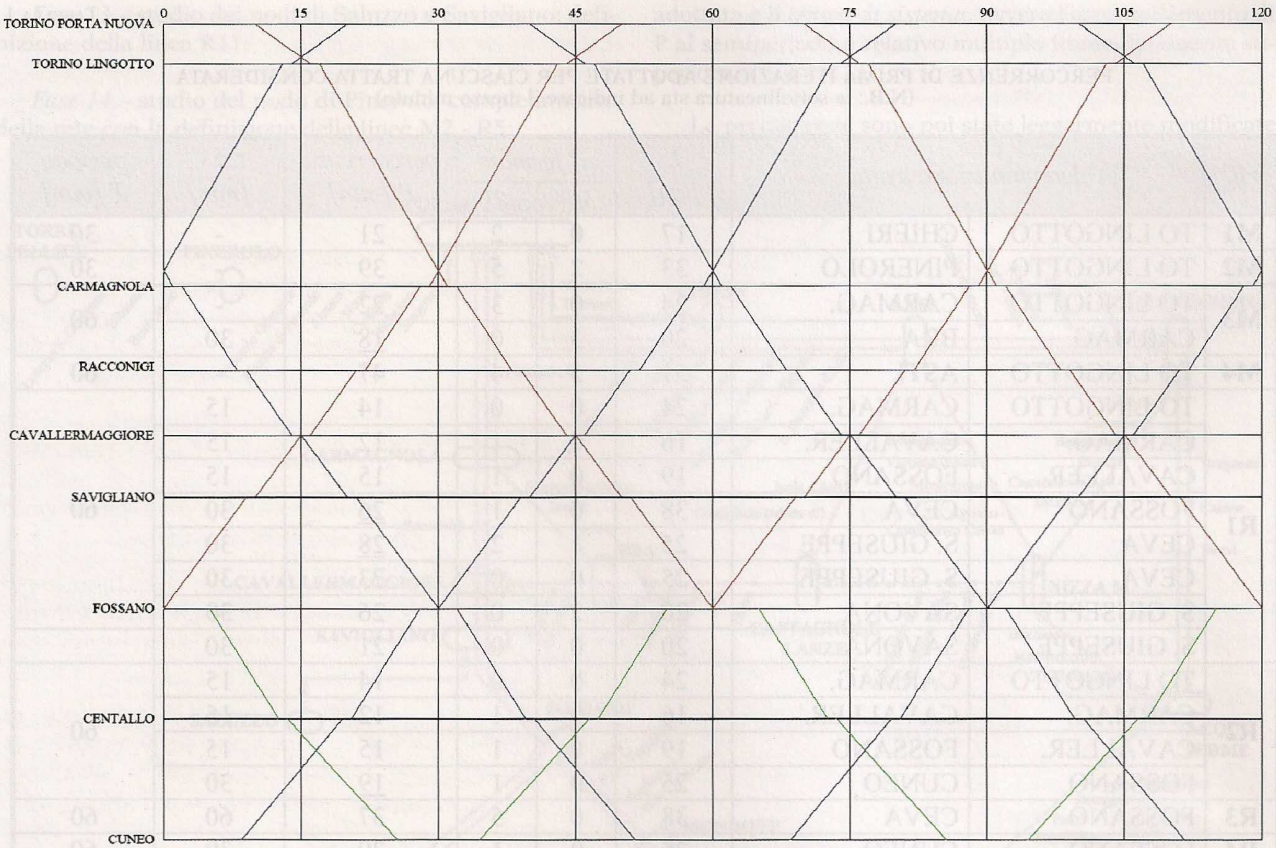

Fig. 10 - Orario grafico tratta Torino-Fossano-Cuneo.

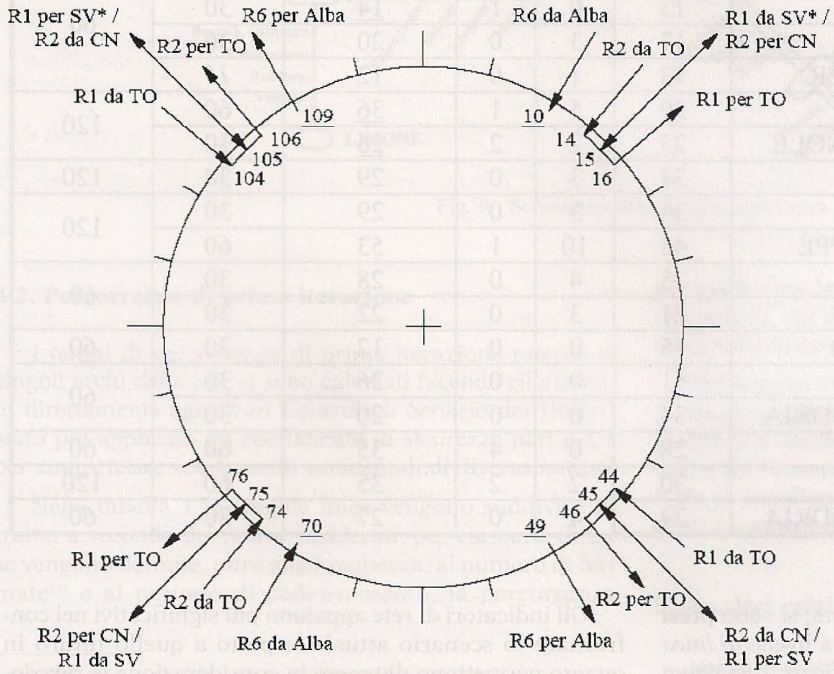

Fig. 11 - Il nodo di Cavallermaggiore.

re è stato infatti il tempo di viaggio totale percepito dall'utente, comprensivo cioè dei tempi di attesa ai nodi per le coincidenze e dei tempi di percorrenza di ciascun tratto di linea.

Si sono valutati quattro differenti tipi di spostamento:

1) di *primo livello*, fra un punto generico della rete e il nodo di Torino (stazione di riferimento → Torino Lingotto);

2) di *secondo livello*, fra due località presenti nell'area metropolitana torinese e servite dal SFM;

3) di *terzo livello*, fra due nodi *Movicentro* (fig. 12);

4) di *quarto livello* fra due qualsiasi punti della rete.

Per quanto riguarda l'orario cadenzato si sono riportati sia il percorso via Bra che quello via Cavallermaggiore per poter effettuare un confronto più veritiero con la situazione attuale. Il

TABELLA 2

ESEMPIO: SPOSTAMENTO DI PRIMO LIVELLO
(ALBA-TORINO-LINGOTTO)

	orario non cadenzato			*orario cadenzato*	
stazioni di cambio	Bra / Carmagnola	Cavaller.	Asti	Bra	Cavallermaggiore
n° coincidenze AND.	13	6	9	15	15
n° coincidenze RIT.	6	10	8	15	14
tempo di viaggio AND.	72'	87'	91'	20 + (4.5) + 41.5 = 66'	31.5 + (5.5) + 27 = 64'
tempo di viaggio RIT.	68'	80'	84'		

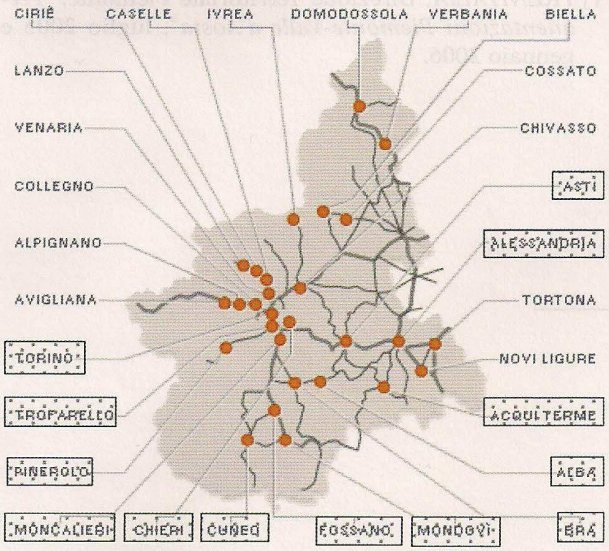

Fig. 12 - Nodi Movicentro in Piemonte (Fonte: Regione Piemonte).

risparmio medio del tempo di viaggio è pari al 7.0% per il primo itinerario e al 21.9% per il secondo; per quest'ultimo un'incidenza di circa l'8.5% è dovuta all'aver istituito un servizio diretto nel tratto Carmagnola-Torino Lingotto. Il percorso via Asti non è stato più preso in considerazione poiché il tempo di viaggio risulterebbe troppo elevato (99').

Sul totale di 20 spostamenti considerati, in 16 casi si è conseguita una riduzione dei tempi di viaggio (in media del 23%) mentre nei rimanenti 4 casi si è avuto un leggero peggioramento (in media del 5%) dovuto a particolari esigenze sorte in fase di redazione.

6. Conclusioni

I vantaggi conseguibili con l'introduzione di un orario cadenzato integrato in una rete ferroviaria sono:

– la *struttura periodica* dell'orario, che ne consente una migliore progettazione e lo rende facilmente memorizzabile per gli utenti;

– la *continuità di viaggio*, caratterizzata da un'offerta sistematica di coincidenze che consentono di raggiungere località non direttamente collegate fra di loro con tempi di attesa minimi;

– l'*integrazione* con altri servizi cadenzati (principalmente le autolinee extraurbane), che permette di organizzare la mobilità su un sistema plurimodale interconnesso e rende possibile qualunque spostamento in tempi accettabili.

Occorre comunque sottolineare l'esistenza di due requisiti indispensabili affinché esso funzioni correttamente:

– la *regolarità di esercizio*, ovvero treni rigorosamente puntuali;

– il ruolo dei *nodi di interscambio*, i quali devono essere attentamente progettati offrendo sicurezza, comfort e servizi in modo da far percepire all'utente la continuità di viaggio indipendentemente dal numero di trasbordi che dovrà effettuare; a tal proposito riveste un ruolo determinante il progetto *Movicentro* portato avanti dalla Regione Piemonte [7].

Piuttosto che cercare di inseguire la domanda, con il cadenzamento si realizza un'offerta ordinata cui sarà poi la domanda stessa ad adeguarsi, entro certi limiti; i servizi dedicati a favore dei pendolari rimangono pur sempre necessari.

L'orario cadenzato è comunque in grado di gestire la variabilità della domanda nelle ore di punta aumentando ad esempio la frequenza, ossia dimezzando il periodo di cadenzamento previsto (ad esempio un treno ogni 15' invece che ogni 30' o 60'), ed ampliando il numero di carrozze (soluzione possibile solo se si usano composizioni modulari e non bloccate). La costruzione di queste tracce aggiuntive rimane pur sempre regolare e quindi non comporta particolari ostacoli né in fase di redazione né per quanto riguarda la memorizzazione.

BIBLIOGRAFIA

[1] F. CIUFFINI, *"Ottimizzazione di un sistema di orario cadenzato dal punto di vista dei costi"*, Ingegneria Ferroviaria, anno LIV, numero 4, aprile 1999.

[2] D. DI FELICE, R. CALABRESE, P. SIMINI, D. NOBILE, *"Primi passi verso una rete intercity cadenzata"*, La Tecnica Professionale, n. 4, maggio 1994.

[3] M.G. LIMONGELLI, S. VILLA, *"Il cadenzamento dell'orario ferroviario: aspetti metodologici ed applicativi"*, Tesi di laurea, Politecnico di Milano, A.A. 1993-1994, relatore: C. PODESTÀ, correlatore: D. DI FELICE.

[4] F. MARTINI, F. FOLLESA, G.A. CAMPISANO, *"Sviluppo di*

TABELLA 2

ESEMPIO: SPOSTAMENTO DI PRIMO LIVELLO
(ALBA-TORINO-LINGOTTO)

	orario non cadenzato			*orario cadenzato*	
stazioni di cambio	Bra / Carmagnola	Cavaller.	Asti	Bra	Cavallermaggiore
n° coincidenze AND.	13	6	9	15	15
n° coincidenze RIT.	6	10	8	15	14
tempo di viaggio AND.	72'	87'	91'	20 + (4.5) + 41.5 = 66'	31.5 + (5.5) + 27 = 64'
tempo di viaggio RIT.	68'	80'	84'		

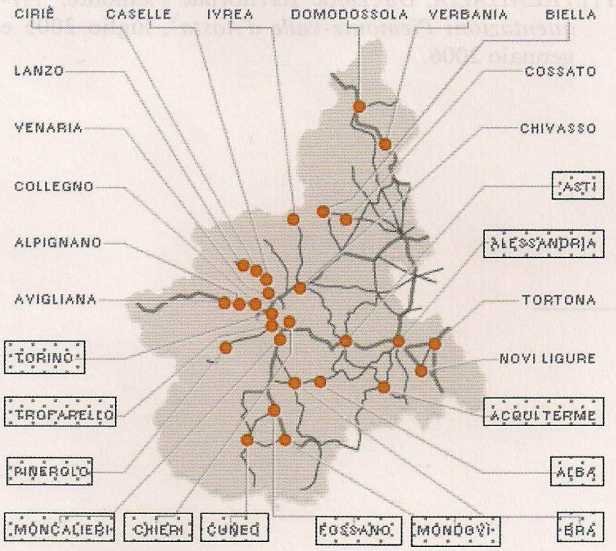

Fig. 12 - Nodi Movicentro in Piemonte (Fonte: Regione Piemonte).

risparmio medio del tempo di viaggio è pari al 7.0% per il primo itinerario e al 21.9% per il secondo; per quest'ultimo un'incidenza di circa l'8.5% è dovuta all'aver istituito un servizio diretto nel tratto Carmagnola-Torino Lingotto. Il percorso via Asti non è stato più preso in considerazione poiché il tempo di viaggio risulterebbe troppo elevato (99').

Sul totale di 20 spostamenti considerati, in 16 casi si è conseguita una riduzione dei tempi di viaggio (in media del 23%) mentre nei rimanenti 4 casi si è avuto un leggero peggioramento (in media del 5%) dovuto a particolari esigenze sorte in fase di redazione.

6. Conclusioni

I vantaggi conseguibili con l'introduzione di un orario cadenzato integrato in una rete ferroviaria sono:

– la *struttura periodica* dell'orario, che ne consente una migliore progettazione e lo rende facilmente memorizzabile per gli utenti;

– la *continuità di viaggio*, caratterizzata da un'offerta sistematica di coincidenze che consentono di raggiungere località non direttamente collegate fra di loro con tempi di attesa minimi;

– l'*integrazione* con altri servizi cadenzati (principalmente le autolinee extraurbane), che permette di organizzare la mobilità su un sistema plurimodale interconnesso e rende possibile qualunque spostamento in tempi accettabili.

Occorre comunque sottolineare l'esistenza di due requisiti indispensabili affinché esso funzioni correttamente:

– la *regolarità di esercizio*, ovvero treni rigorosamente puntuali;

– il ruolo dei *nodi di interscambio*, i quali devono essere attentamente progettati offrendo sicurezza, comfort e servizi in modo da far percepire all'utente la continuità di viaggio indipendentemente dal numero di trasbordi che dovrà effettuare; a tal proposito riveste un ruolo determinante il progetto *Movicentro* portato avanti dalla Regione Piemonte [7].

Piuttosto che cercare di inseguire la domanda, con il cadenzamento si realizza un'offerta ordinata cui sarà poi la domanda stessa ad adeguarsi, entro certi limiti; i servizi dedicati a favore dei pendolari rimangono pur sempre necessari.

L'orario cadenzato è comunque in grado di gestire la variabilità della domanda nelle ore di punta aumentando ad esempio la frequenza, ossia dimezzando il periodo di cadenzamento previsto (ad esempio un treno ogni 15' invece che ogni 30' o 60'), ed ampliando il numero di carrozze (soluzione possibile solo se si usano composizioni modulari e non bloccate). La costruzione di queste tracce aggiuntive rimane pur sempre regolare e quindi non comporta particolari ostacoli né in fase di redazione né per quanto riguarda la memorizzazione.

BIBLIOGRAFIA

[1] F. CIUFFINI, *"Ottimizzazione di un sistema di orario cadenzato dal punto di vista dei costi"*, Ingegneria Ferroviaria, anno LIV, numero 4, aprile 1999.

[2] D. DI FELICE, R. CALABRESE, P. SIMINI, D. NOBILE, *"Primi passi verso una rete intercity cadenzata"*, La Tecnica Professionale, n. 4, maggio 1994.

[3] M.G. LIMONGELLI, S. VILLA, *"Il cadenzamento dell'orario ferroviario: aspetti metodologici ed applicativi"*, Tesi di laurea, Politecnico di Milano, A.A. 1993-1994, relatore: C. PODESTÀ, correlatore: D. DI FELICE.

[4] F. MARTINI, F. FOLLESA, G.A. CAMPISANO, *"Sviluppo di*

un orario cadenzato coordinato per la Toscana: Memorario", Ingegneria Ferroviaria, anno LIX, numero 10, pp. 851-864, ottobre 2004.

[5] G. PELLANDINI, *"Orario cadenzato integrato"*, Ingegneria Ferroviaria, anno LVIII, numero 7-8, pp. 661-680, luglio-agosto 2003.

[6] Regione del Veneto, Segreteria regionale per il territorio – Direzione per la viabilità e i trasporti, *"Modello di esercizio completo del S.F.M.R. e progetto esecutivo del sistema di informazione all'utenza per le sole linee della prima fase"*, relazione tecnica del 27-06-2000, NET Engineering.

[7] Regione Piemonte, Direzione Trasporti, *"Servizio Ferroviario Metropolitano"*, gennaio 1999.

[8] RFI-Torino/Genova, *"Fascicoli Linea"*, edizione dicembre 2003.

[9] W. STOHLER, *"An overview of European developments in service planning"*, 5 febbraio 2002.

[10] W. STOHLER, *"Integrale Taktfahrpläne und S-Bahnen"*, ETR, Eisenbahntechnische Rundschau, Januar/Februar 1997.

[11] *TRENITALIA*, Direzione Territoriale Piemonte, *"Frequentazioni Piemonte-Valle d'Aosta"*, luglio 2005 e gennaio 2006.

Sommaire

LA CADENCE HORAIRE INTÉGRÉE: APPLICATION AU RÉSEAU FERROVIAIRE PIÉMONTAIS

Dans cet article on propose une procédure, en référence au réseau ferroviaire du Piémont sud occidentale, pour la définition d'un modèle d'exercice basé sur l'horaire à cadence intégrée, considéré un des plus flexibles et efficaces. Le mot cadence est lié à l'idée de répétition, ça veut dire au fait que les départs des trains se succèdent à cadence ou fréquence constante. L'adjectif intégré par contre permet de souligner la possibilité d'optimiser dans les nœuds les correspondances entre les lignes ferroviaires et routières qu'y confluent.

Summary

INTEGRATED HEADWAY: AN APPLICATION TO THE PIEDMONT RAILWAY NETWORK

This paper proposes a procedure, regarding the South-West Piedmont railway network, for the definition of an operation model based on the integrated-headway timetable that is considered one of the most flexible and efficient. The word "headway" refers to the idea of repetition, that is to the fact that railway runs are repeated at a constant frequency or headway; the adjective "integrated" refers to the possibility to optimize, in the railway centers, the connections between railway and road transport services converging in the railway centers.

Zusammenfassung

INTEGRIERTER TAKTFAHRPLAN IM PIEMONTESISCHEN NAHVERKEHR

Vorschlag eines Betriebmodells für das Piemontesischen Regienetz – Der Taktfahrplan der Eisenbahn wird in Zusammenhang mit dem des Busbetriebs in Bahnhöfen konzipiert, um die Fahrzeiten der Fahrgasten optimal zu verringern.