

Progettare gli orari ferroviari e mostrarli su un grafico

Giorgio Stagni

Redatto a febbraio 2015
sulla base di varie presentazioni degli anni scorsi



Contenuto

- I nostri strumenti: orari e grafici
- Progettare l'orario su una linea
- Viaggiatori a bordo: alcuni esempi

...perché il nostro scopo è "muovere persone", non solo treni!

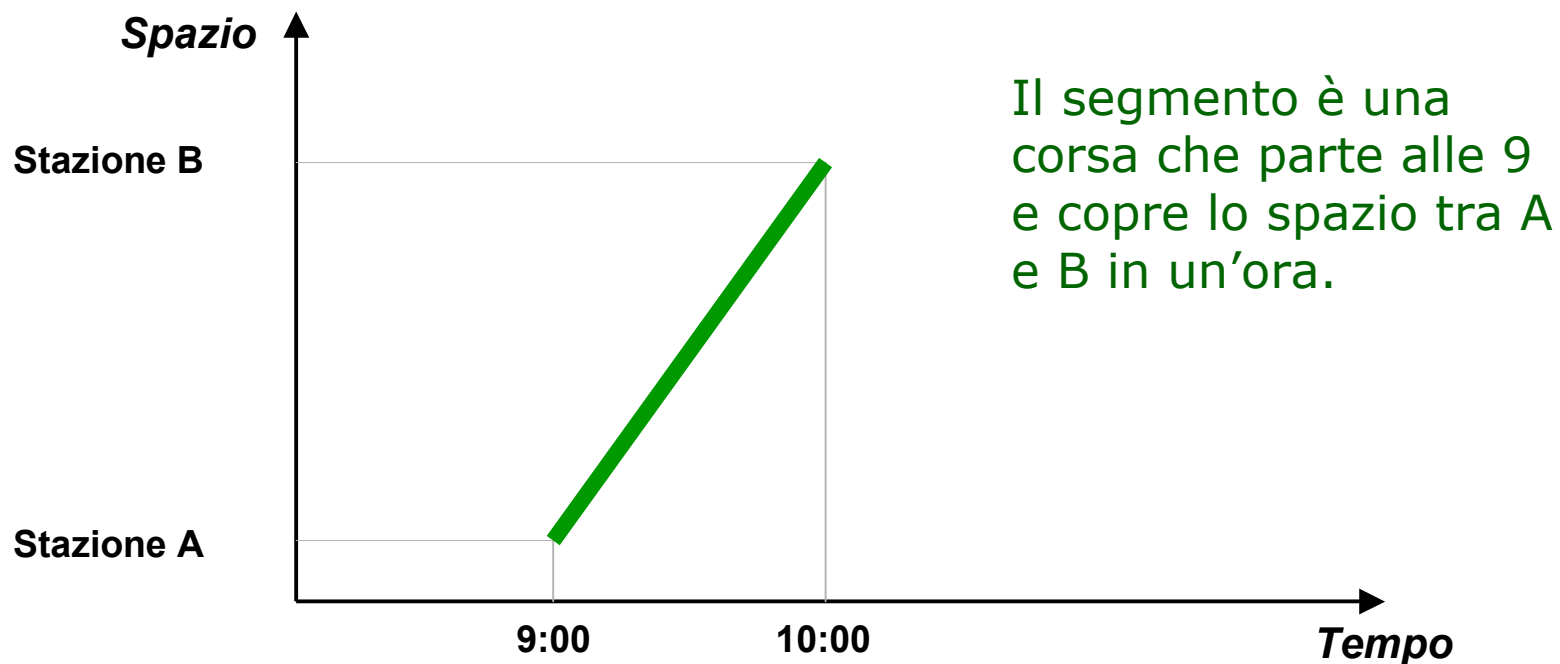


I nostri strumenti: orari e grafici



Orari grafici: nozioni di base

- Lo strumento necessario per programmare e gestire il servizio è l'**orario**.
- L'**orario grafico** è una rappresentazione della corsa in un grafico tempo - spazio.

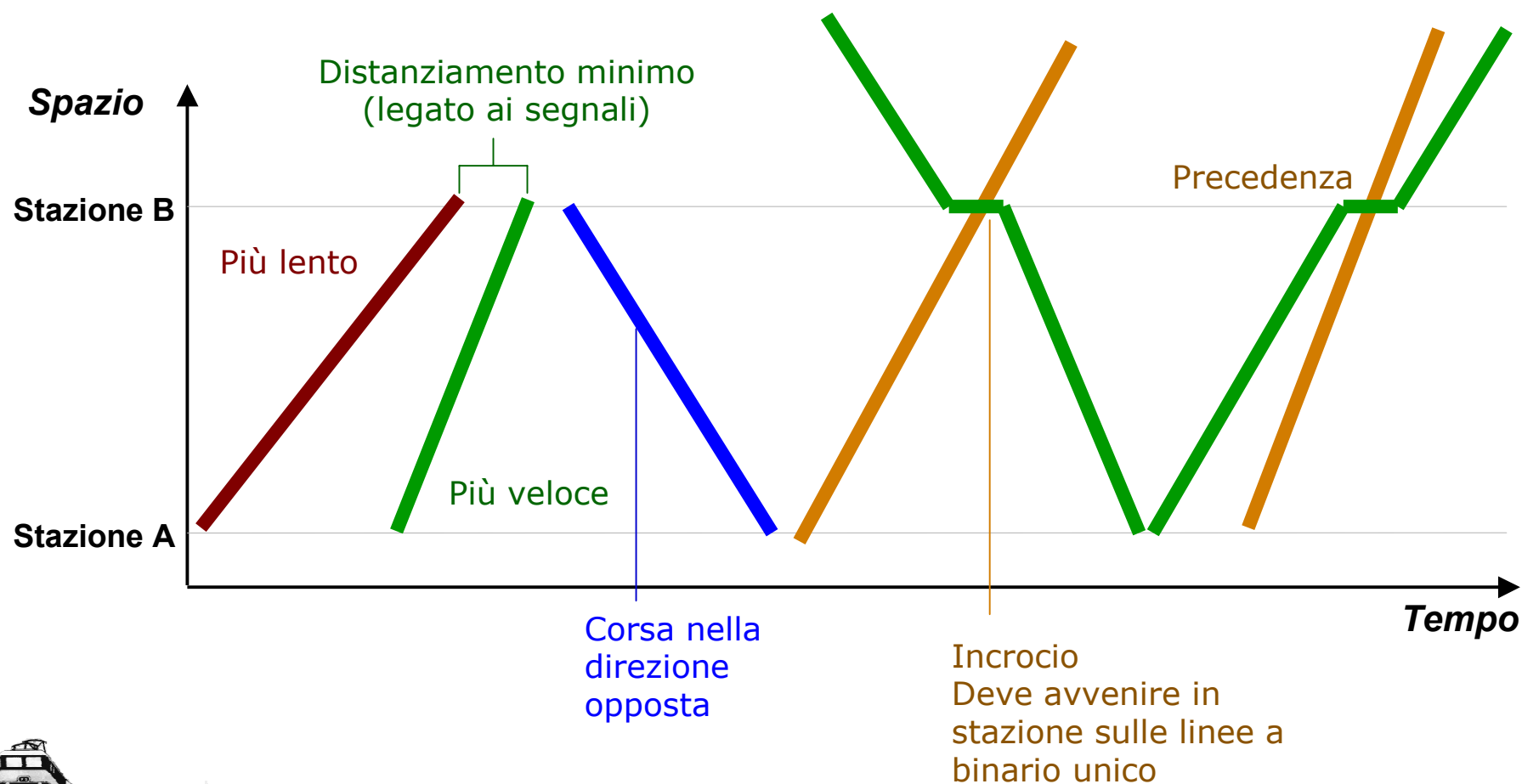


Nei paesi di lingua tedesca in genere il tempo viene messo sull'asse Y e lo spazio sull'asse X.

Orari grafici: nozioni di base 2

➤ Familiarizzare con gli orari grafici

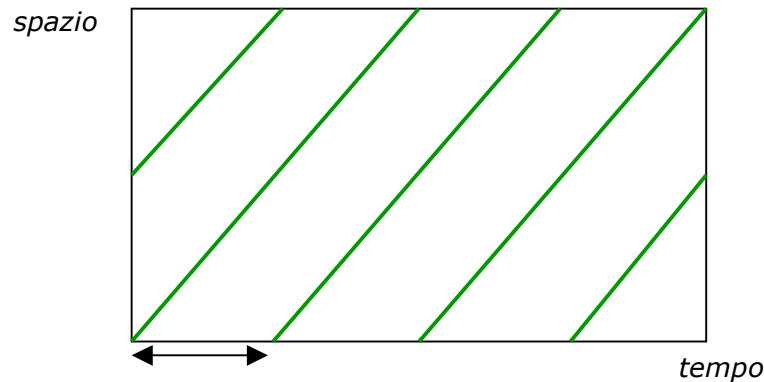
In ferrovia esistono vincoli sul *distanziamento tra treni*, le *precedenze* e (sulle linee a binario unico) gli *incroci*



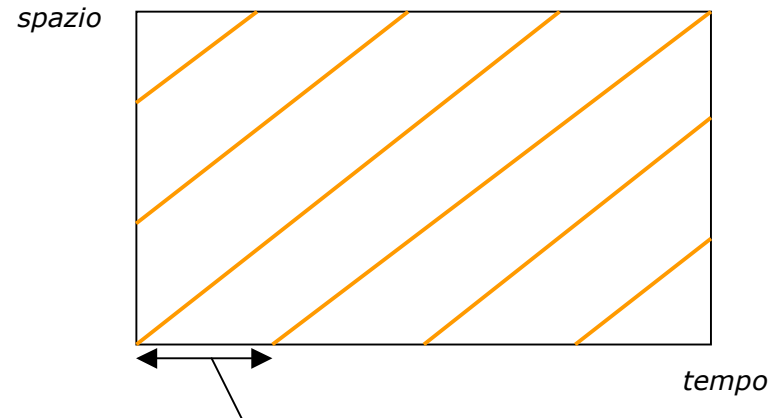
Orari e capacità delle linee

La capacità di una linea ferroviaria dipende (anche) da come l'orario è costruito.

Solo treni veloci

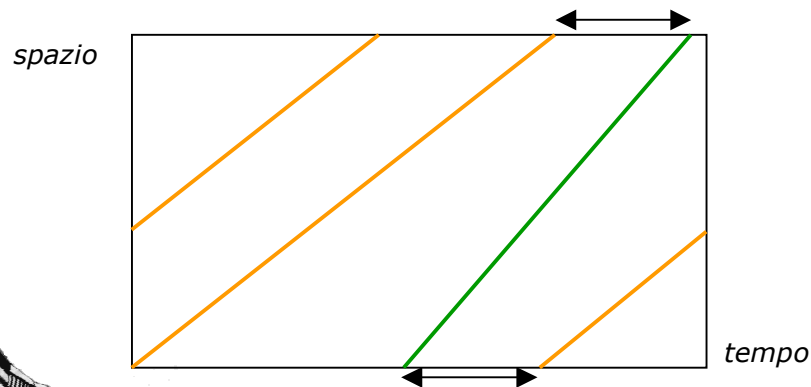


Solo treni lenti



Distanziamento minimo tra due treni

Treni lenti e veloci insieme



La capacità di una linea è massima quando il traffico è "omotachico" (tutti i treni hanno la stessa velocità media).

Ma nella vita reale è necessario trovare un **compromesso** tra servizi lenti e veloci!

Orario tradizionale

Orario "su misura"



Strategia "charter"

Il servizio è attivo solo nelle fasce considerate più remunerative.

Le corse sono concentrate dove ci si aspetta il massimo della domanda di trasporto.

Il treno è dimensionato in base alla domanda prevista.

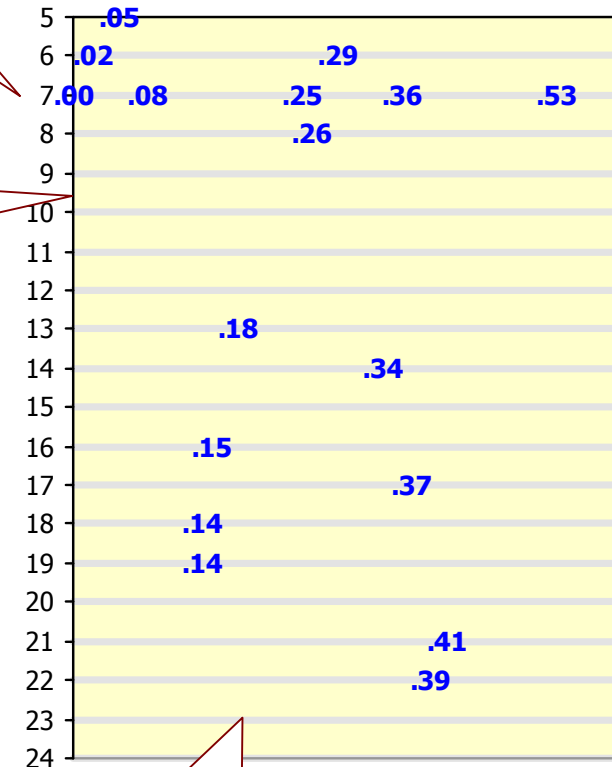
I flussi di traffico secondari vengono trascurati e in alcune fasce orarie il servizio non è disponibile.



Corse dell'ora di punta

Nessun servizio dalle 9 alle 13

Melegnano - 23/10/2009
(verso S. Giuliano Mil.)



Una rappresentazione efficace delle partenze da una fermata!

Orario cadenzato

Orario cadenzato (a frequenza costante)

Approccio globale alla mobilità
(inclusi gli altri modi)

L'orario è costruito in modo da garantire la costante disponibilità del servizio:

- partenze a **intervalli regolari**
- sistema di **appuntamenti** in specifici *nodi di interconnessione*

La sostenibilità economica è valutata *sulla rete nel suo complesso* e non sulle singole corse/linee (che possono anche essere in perdita).

Il vantaggio dell'utente di **avere "sempre" un treno** è superiore al costo di far viaggiare alcune corse più vuote!



Melegnano - 24/10/2011
(verso S. Giuliano Mil.)

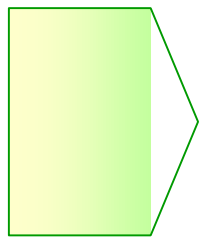
5		
6	.09	.39
7	.09	.39
8	.09	.39
9	.09	.39
10	.05	.39
11	.09	.39
12	.09	.39
13	.09	.39
14	.09	.39
15	.09	.39
16	.09	.39
17	.09	.39
18	.09	.39
19	.09	.39
20	.09	.39
21	.09	.35
22		.35
23		.35
24		

La stessa stazione
un anno dopo ☺
(caso reale,
istituzione linea S1)

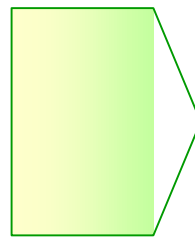
Orario cadenzato: perché?

Perché l'orario cadenzato è importante, specialmente nel trasporto pubblico locale?

- permette la creazione di una **rete gerarchica** (treno - bus - trasporto urbano)
- introduce **nodi di corrispondenza** mono e multi-modali
- permette al viaggiatore di presentarsi alla sua fermata allo stesso minuto indipendentemente dalla fascia oraria ed **evita di dover conoscere gli orari** anche quando si usano più linee in sequenza.



Aumenta la qualità del viaggio
Riduce il costo percepito



Aumenta il numero di utenti della rete di trasporto
Influenza le scelte insediative della popolazione



Slogan: **è sufficiente conoscere il minuto di partenza alla fermata sottocasa per poter arrivare ovunque**

Orario simmetrico

La **simmetria** è, insieme con il cadenzamento, una delle caratteristiche principali degli orari “moderni”

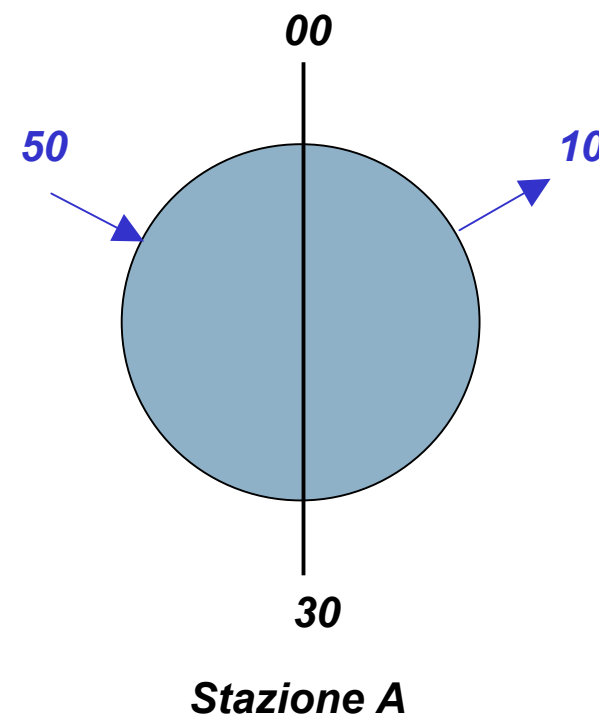
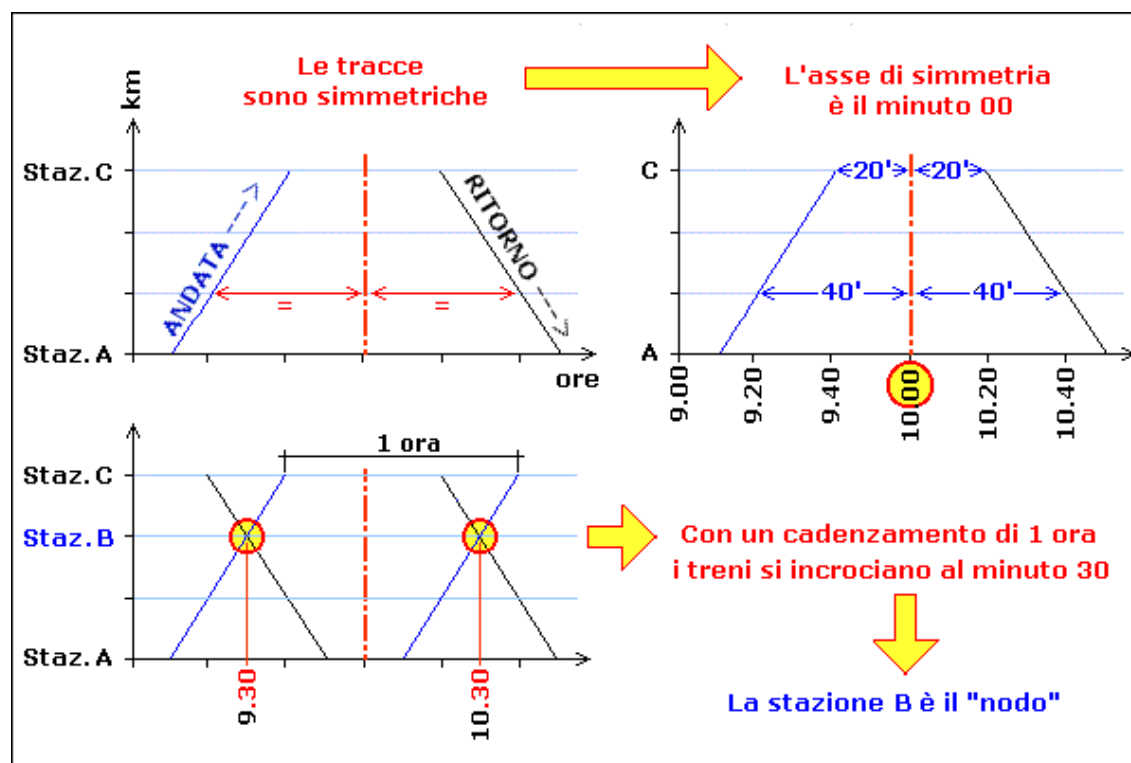
- L'uso di orari cadenzati comporta automaticamente la presenza di un **asse di simmetria**, cioè di un minuto rispetto al quale le corse di andata sono simmetriche rispetto a quelle di ritorno
- Tra tutti i possibili assi di simmetria, è logico e pratico scegliere l'asse del **minuto 00**: se un treno parte da una stazione al minuto **x**, il treno nella direzione opposta arriva nella stessa stazione al minuto **60 - x**
- Se si conosce l'orario in una direzione, si può *calcolare quello nella direzione opposta*: se all'andata il treno parte al minuto .10, al ritorno arriverà (nella stessa stazione) al minuto .50. Se parte a .17 arriverà a .43 e così via.
- La simmetria può essere considerata semplicemente come l'*artificio tecnico* grazie al quale **le coincidenze** tra più linee **funzionano in entrambe le direzioni** (come è *necessario* affinché siano utilizzabili)



Asse di simmetria

Se il treno parte da A verso B al minuto **10**, il treno corrispondente da B verso A arriverà al minuto **50** (**simmetria** intorno al minuto 00).

Con una simmetria 00 e la frequenza di **1h**, **i treni si incrociano sempre ai minuti 00 e 30**.

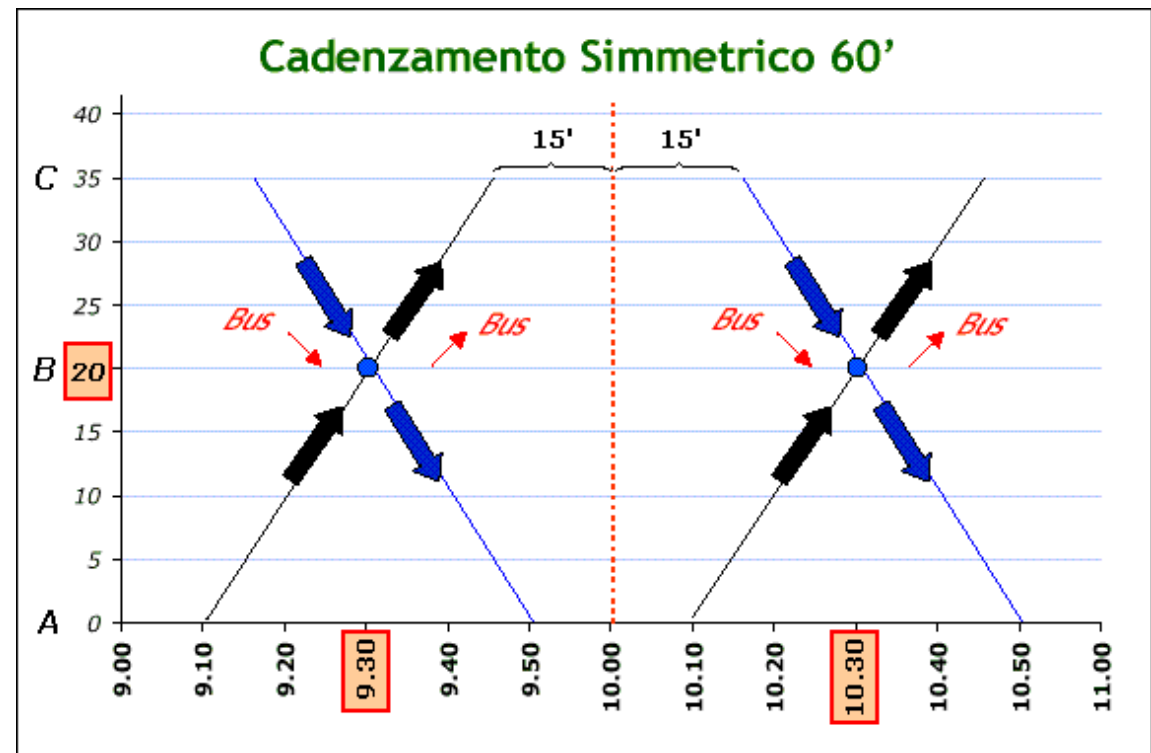


Orari simmetrici e punti di incrocio

La progettazione degli orari deve cercare di far sì che i treni ai minuti in cui si incrociano (00 e 30) si trovino in località in cui è possibile realizzare delle **corrispondenze**: *stazioni principali, stazioni di diramazione, capolinea di linee bus ecc.*

In questo modo un **servizio afferente** che *arriva poco prima del minuto 00 o 30 e parte poco dopo* permette di **fare coincidenza** con la linea principale *in entrambe le direzioni.*

Il "servizio afferente" può essere un bus (come in figura) o qualunque altra linea in coincidenza.

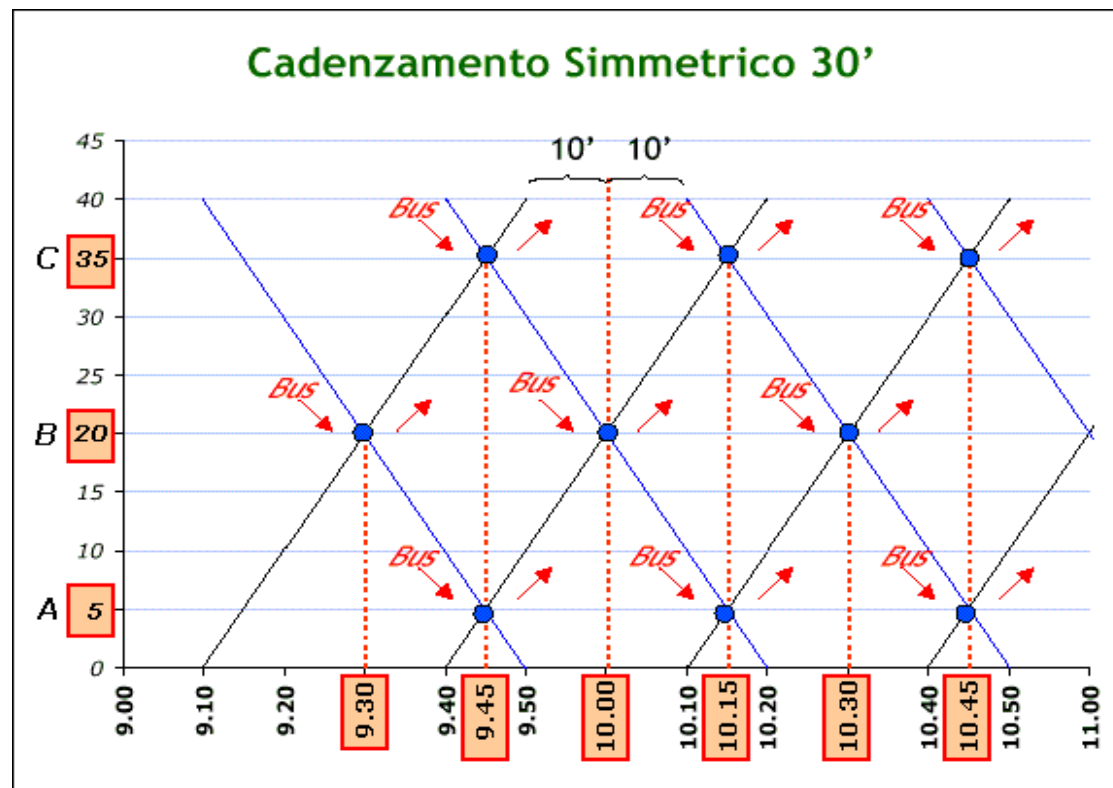


Orari simmetrici con frequenza 30

Con una **frequenza di 30 minuti**, c'è un incrocio ogni quarto d'ora e quindi **i treni si incrociano sempre ai minuti 00, 15, 30 e 45**.

Anche in questo caso si deve cercare di avere i punti di incrocio in località dove realizzare coincidenze utili.

Con una frequenza 30, i punti di incrocio si moltiplicano: essi sono i "**nodi**" su cui organizzare la rete di trasporto pubblico



Sulle *linee a semplice binario* il punto di incrocio è necessariamente una stazione, ma anche su *linee a due binari* è importante cercare di far cadere gli incroci in nodi utili.

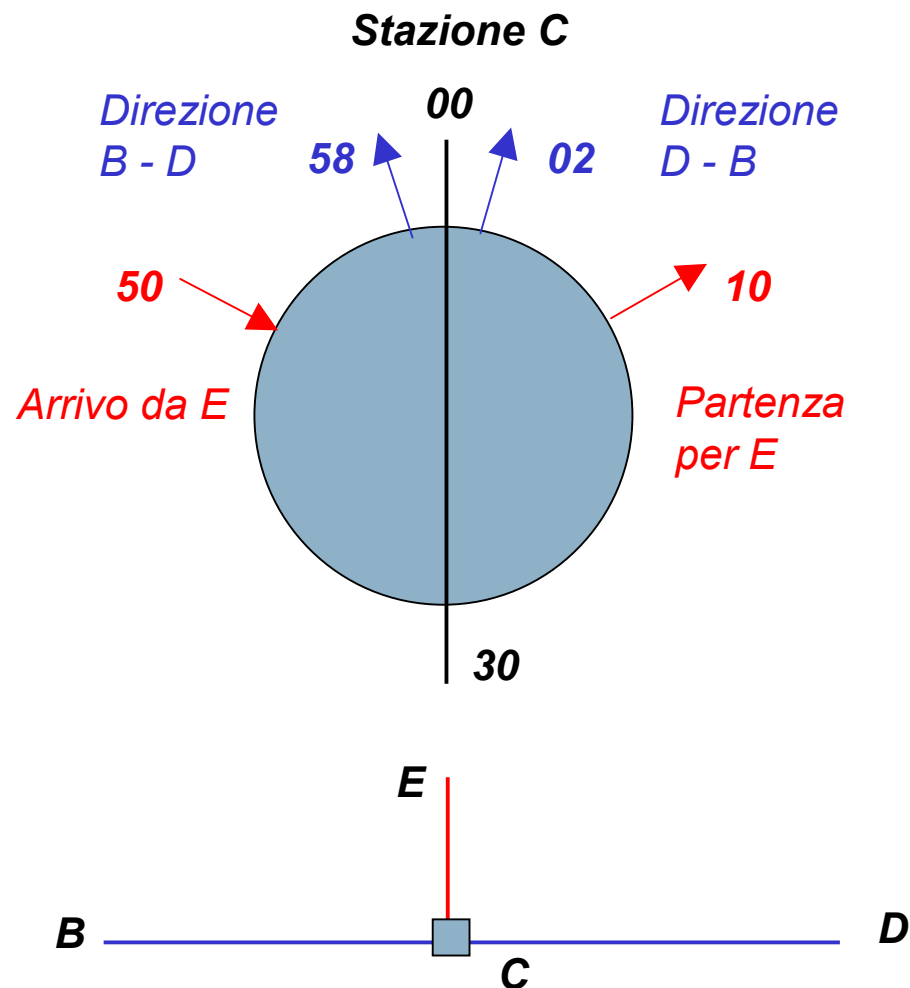


Orari simmetrici nei nodi

E' importante che tutti i servizi di una rete condividano **la stessa simmetria**. Altrimenti le corrispondenze funzionano solo in una direzione.

Esempio (stessa simmetria):

- Linea B – D: treno Intercity
- Linea C – E: treno regionale
- **Possiamo andare da B a E (arrivo a 58, partenza a 10) e anche da E a B (arrivo a 50, partenza a 02) *sempre con lo stesso tempo di interscambio***
- Analogamente per/da D



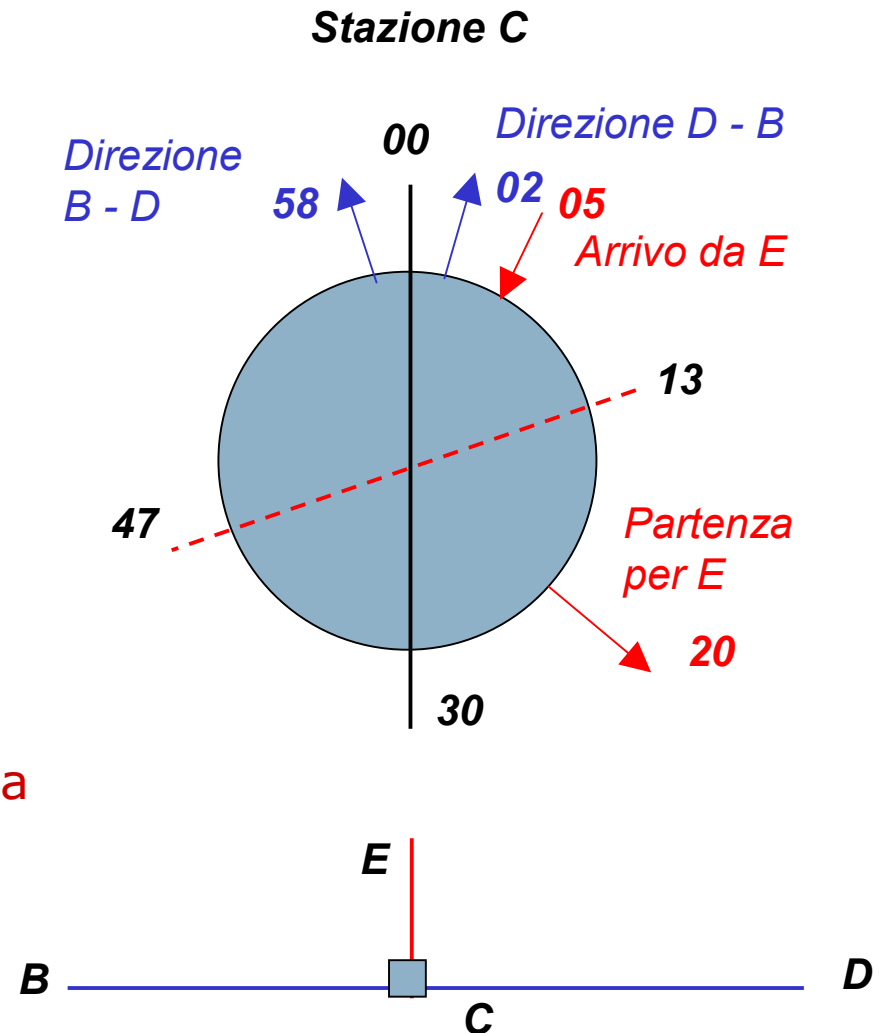
Orario asimmetrico: al ritorno la corrispondenza non funziona più!

Se ad esempio il servizio regionale è disegnato con **un'altra simmetria** (in figura, intorno al minuto 13-47*), la corrispondenza **funziona solo in una direzione**.

- Linea B – D: treno Intercity
- Linea C – E: treno regionale
- Possiamo andare da D a E (con un tempo di attesa più lungo)
- **NON possiamo andare da E a D**

Il treno regionale arriva "troppo tardi", quando l'Intercity è appena partito!

(*) esempio reale! Cfr. slide della Bologna - Porretta più avanti.



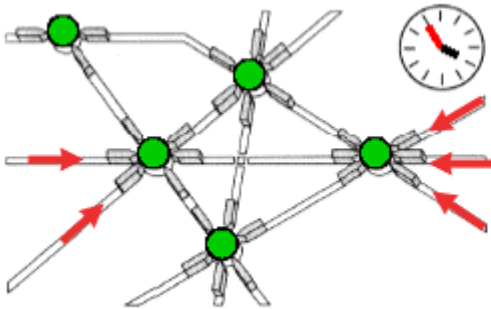
Orario simmetrico: la rete

L'**orario cadenzato** insieme alla **simmetria** permette la creazione di una **rete** a scala regionale (o addirittura nazionale)

Poco prima del minuto 00:

ARRIVI

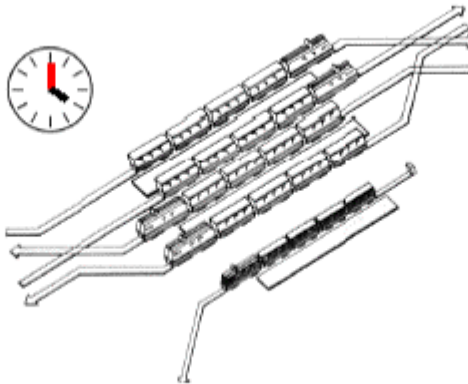
Convergenza dei treni nelle stazioni-nodo



Minuto 00 (oppure 30, 15, 45):

INTERSCAMBIO

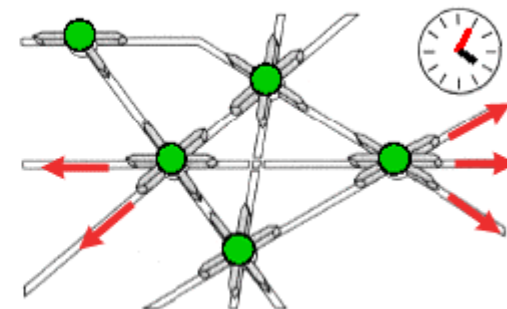
Tutti i treni in stazione



Poco dopo il minuto 00:

PARTENZE

I treni lasciano le stazioni



Questo può far **aumentare il numero di binari necessari in stazione**, perché tutti i treni vi "convergono" quasi contemporaneamente intorno ai minuti 00, 30, ecc.

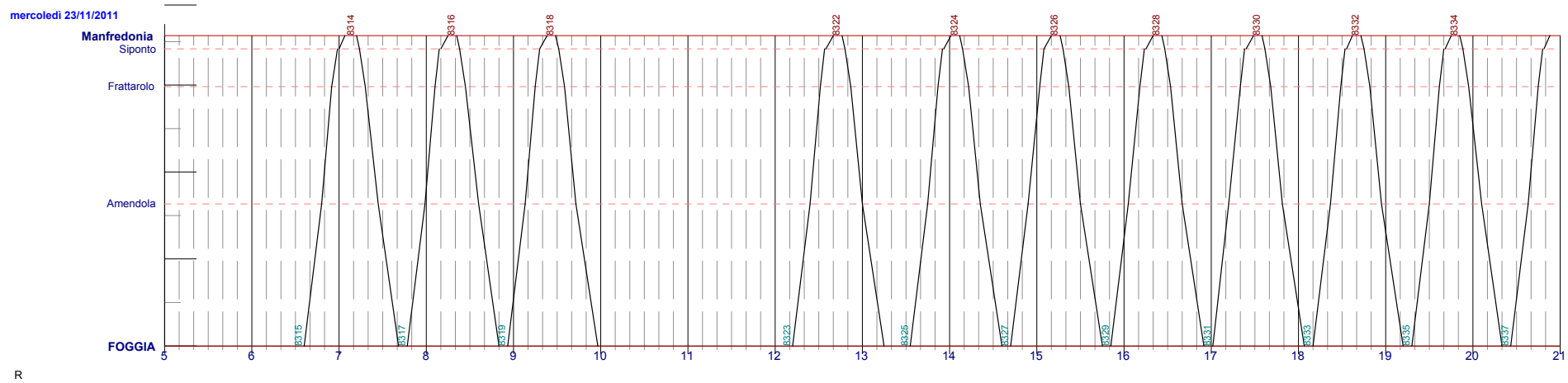
Naturalmente il rispetto della simmetria ha tanto più senso *quanto più la frequenza non è intensa*. In una metropolitana con un treno ogni 3 minuti, cadenzamento e simmetria non sono più essenziali.



Progettare l'orario su una linea



Il modo "facile"... fin troppo!



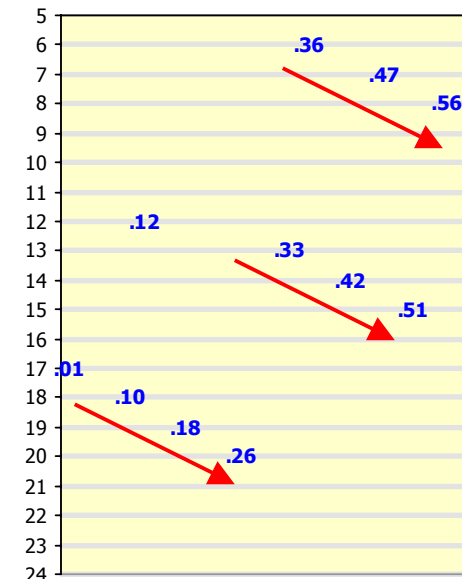
Linea Foggia-Manfredonia

- Un unico treno va avanti e indietro a Manfredonia, con una sosta di pochi minuti in ciascun capolinea
- Massima efficienza nell'uso dei rotabili
- Caso peggiore per i viaggiatori: **è impossibile garantire una frequenza costante**, salvo il caso fortunato in cui il tempo di viaggio è leggermente inferiore a 30 (o 60) minuti (e questo non è il caso!)



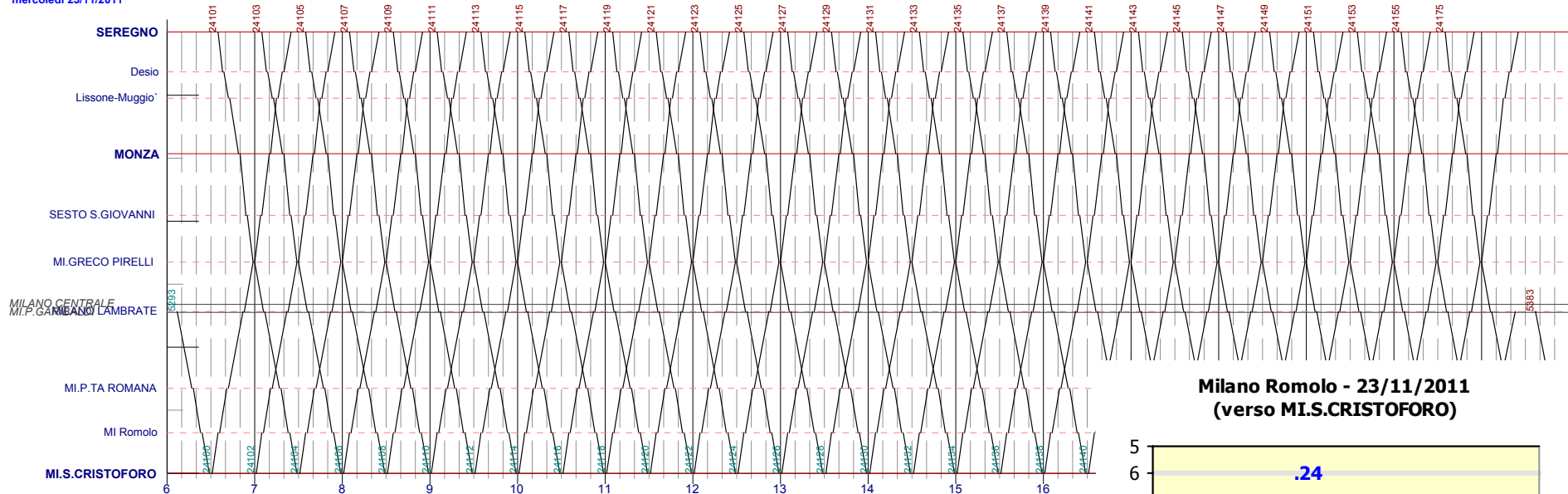
L'ora di partenza "perde"
circa 10 minuti ogni corsa

FOGGIA - 23/11/2011
(verso Amendola)



Il modo migliore (secondo noi)

mercoledì 23/11/2011



Milano Romolo - 23/11/2011
(verso M.I.S.CRISTOFORO)

5		
6	.24	
7	.24	.54
8	.24	.54
9	.24	.54
10	.24	.54
11	.24	.54
12	.24	.54
13	.24	.54
14	.24	.54
15	.24	.54
16	.24	.54
17	.24	.54
18	.24	.54
19	.24	.54
20	.24	.54
21	.24	.54
22		
23		
24		

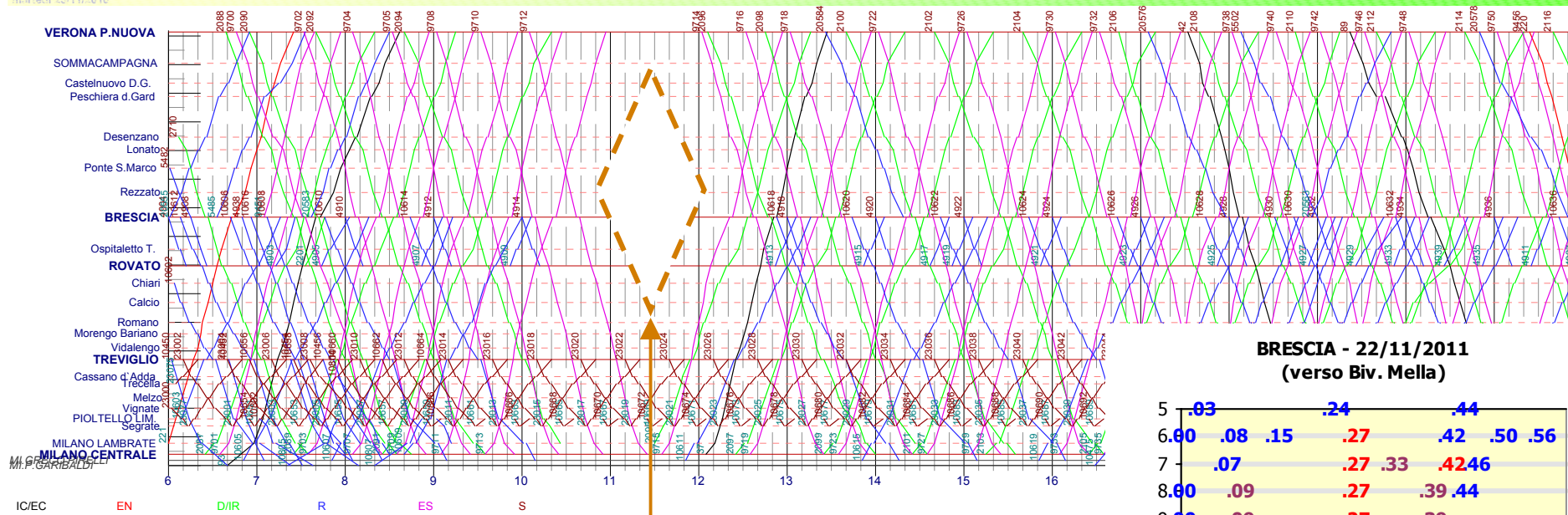
Linea S9 Milano S.Cristoforo-Seregno

- Frequenza costante di 30' per l'intera giornata
- Buona efficienza nell'uso del materiale rotabile
- Caso migliore per i viaggiatori
- L'ora di punta può essere gestita utilizzando composizioni doppie (facile con elettromotrici, più complesso con Locomotiva+Carrozze)



Un mondo complesso (le linee principali)

martedì 22/11/2011



Chiusa per manutenzione!

Linea Milano-Verona

- Eurostarcity Milano-Venezia, Interregio Milano-Verona, traffico locale Brescia-Rovato (per Bergamo) e Brescia-Milano **devono condividere gli stessi binari**
- Anche se possono esistere treni "fuori sistema", una buona struttura è importante per standardizzare il traffico (*utile sia agli utenti sia agli operatori!*)
- Nella tratta suburbana (Treviglio-Milano) sono necessari **4 binari** per avere anche le Linee S (S5-S6)

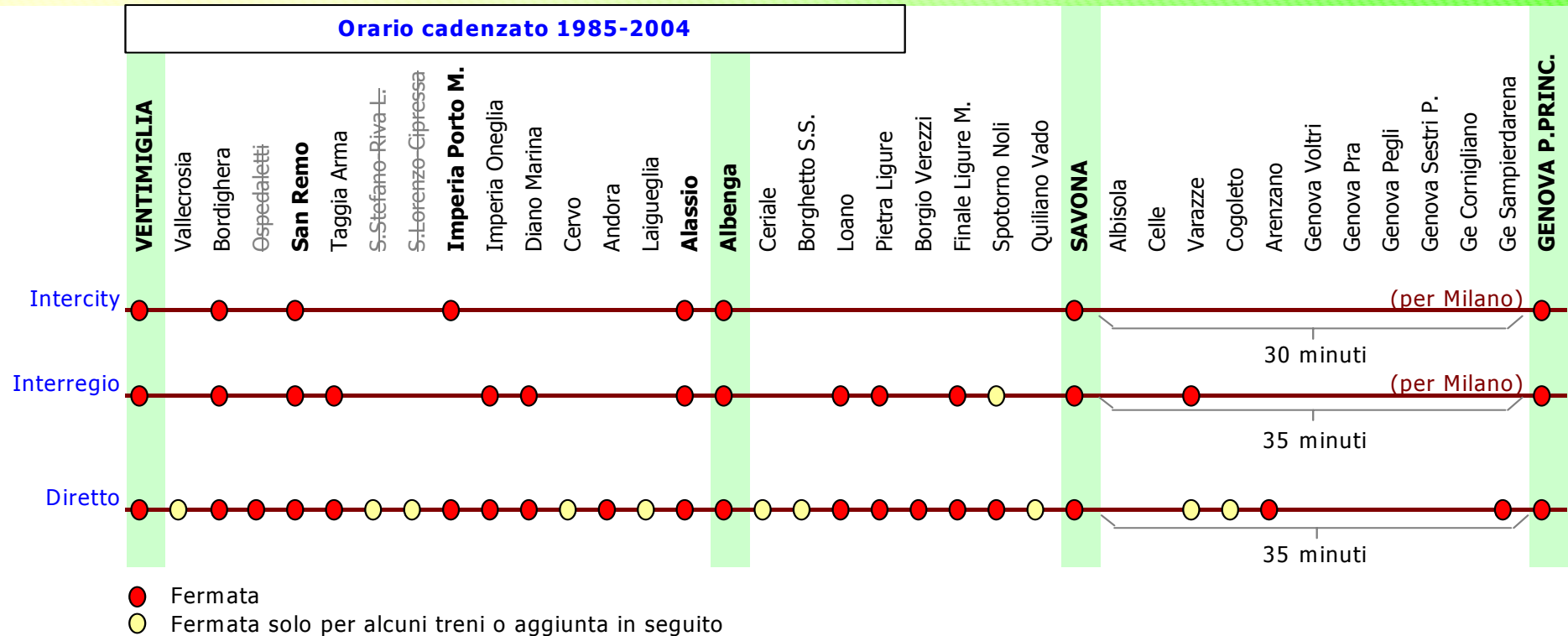


BRESCIA - 22/11/2011
(verso Biv. Mella)

5	.03		.24	.44		
6	.80	.08	.15	.27	.42	.50 .56
7		.07		.27 .33	.42	.46
8	.80	.09		.27	.39	.44
9	.80	.09		.27	.39	
10	.80	.09			.39	
11						
12					.39	.49.53
13	.80	.09		.27	.39	.44
14	.80			.27	.39	.44
15	.80			.27	.39	.44
16	.80			.27	.39	.44
17	.80	.09		.27	.44	
18	.80	.09		.27.31	.39	.44
19	.80	.09		.27	.39	.53
20	.80	.09	.17	.27	.39	
21	.80			.27	.39	.44
22	.06	.18	.27			
23						
24						

R D/IR S IC/EC ES EN

Mettere ordine in un mondo complesso



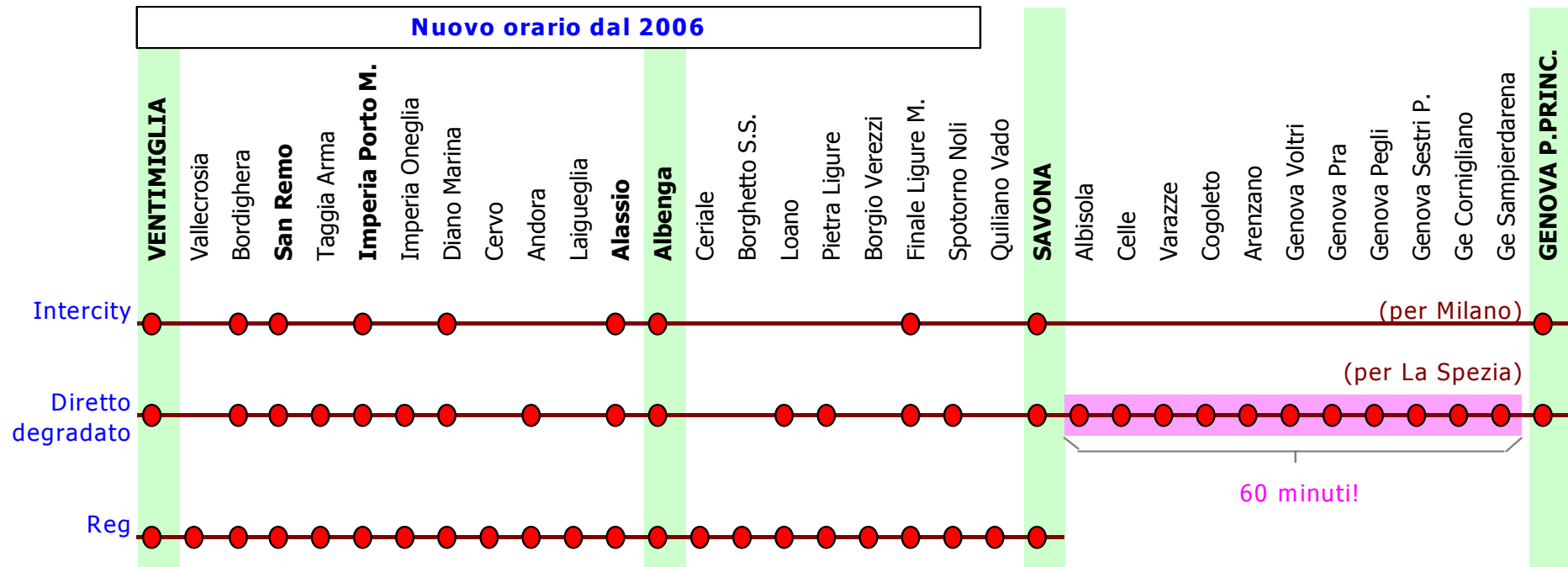
Linea Genova-Ventimiglia

Nel **1985** entra a far parte della progettazione di orario più "rivoluzionaria" di tutta la storia delle FS: il primo **sistema cadenzato ordinato** Torino-Venezia + Milano-Ventimiglia

Ad ogni tipo di treno corrisponde un "lavoro" diverso e coerente: lento/veloce, vicino/lontano



In un orario degradato ogni treno "perde il suo mestiere"



Linea Genova-Ventimiglia

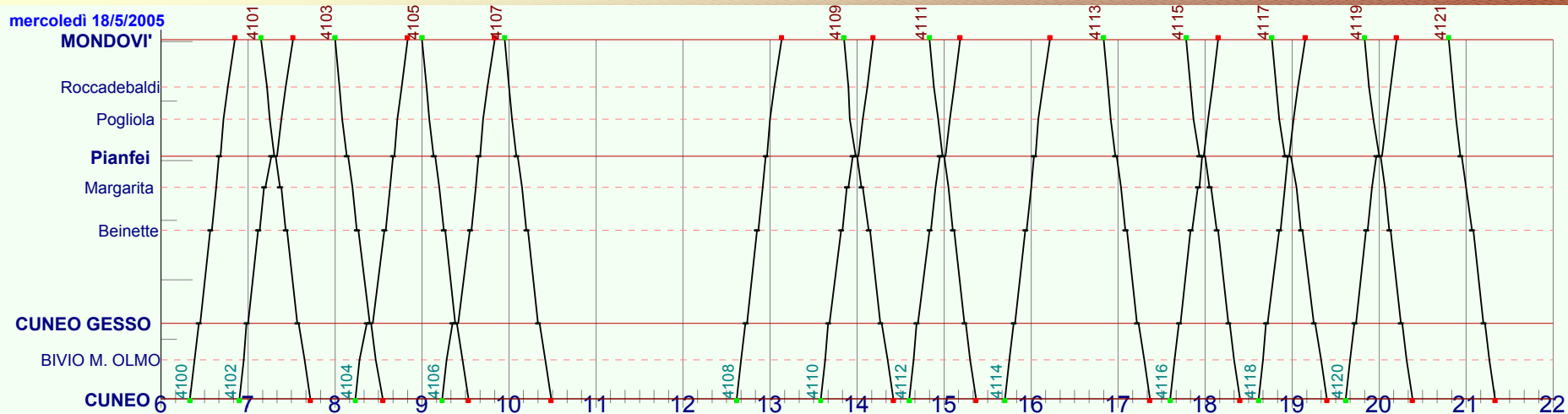
A partire dal 2003 il servizio viene progressivamente "degradato" con l'aumento del numero di fermate

Dal 2006 i treni da Ventimiglia **fanno tutte le fermate** tra Genova e Savona: non c'è più coerenza tra lento/veloce, vicino/lontano

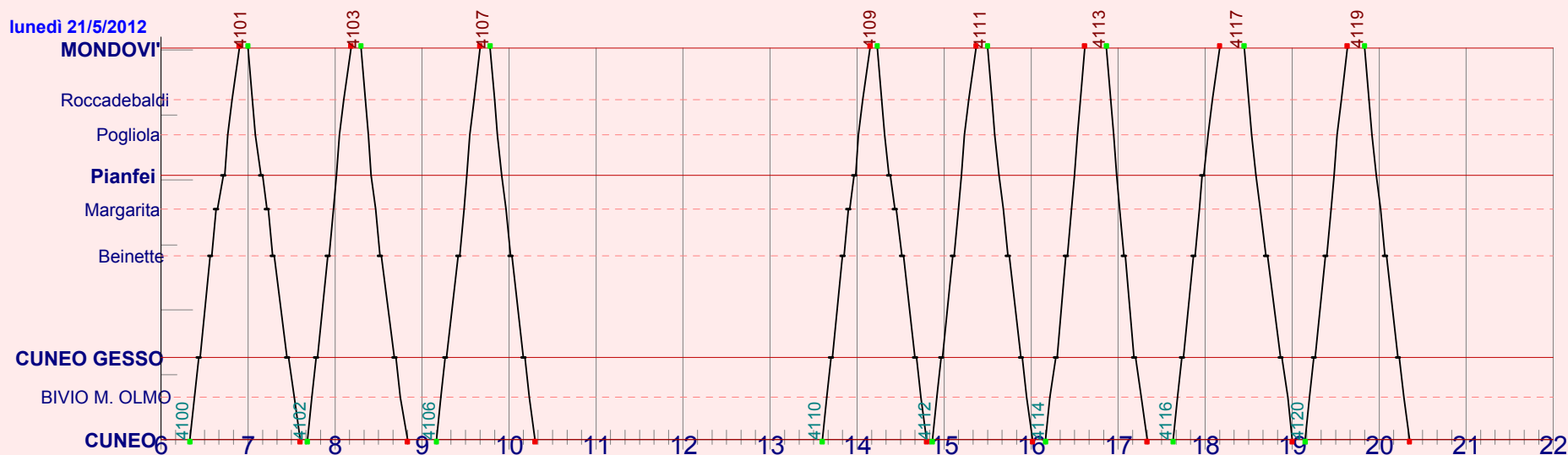
- Il diretto degradato non è più competitivo per chi deve raggiungere Genova da oltre Savona



Cuneo - Mondovì: la simmetria è solo un fatto estetico?



Anno 2005 - 2 treni in turno - Orario cadenzato simmetrico



Dal 2007 al 2012 - 1 treno in turno - Orario non strutturato

Collegamento Cuneo - Mondovì - Savona (2007-2012)

lunedì 24/9/2007

SAVONA

S. Giuseppe di C.

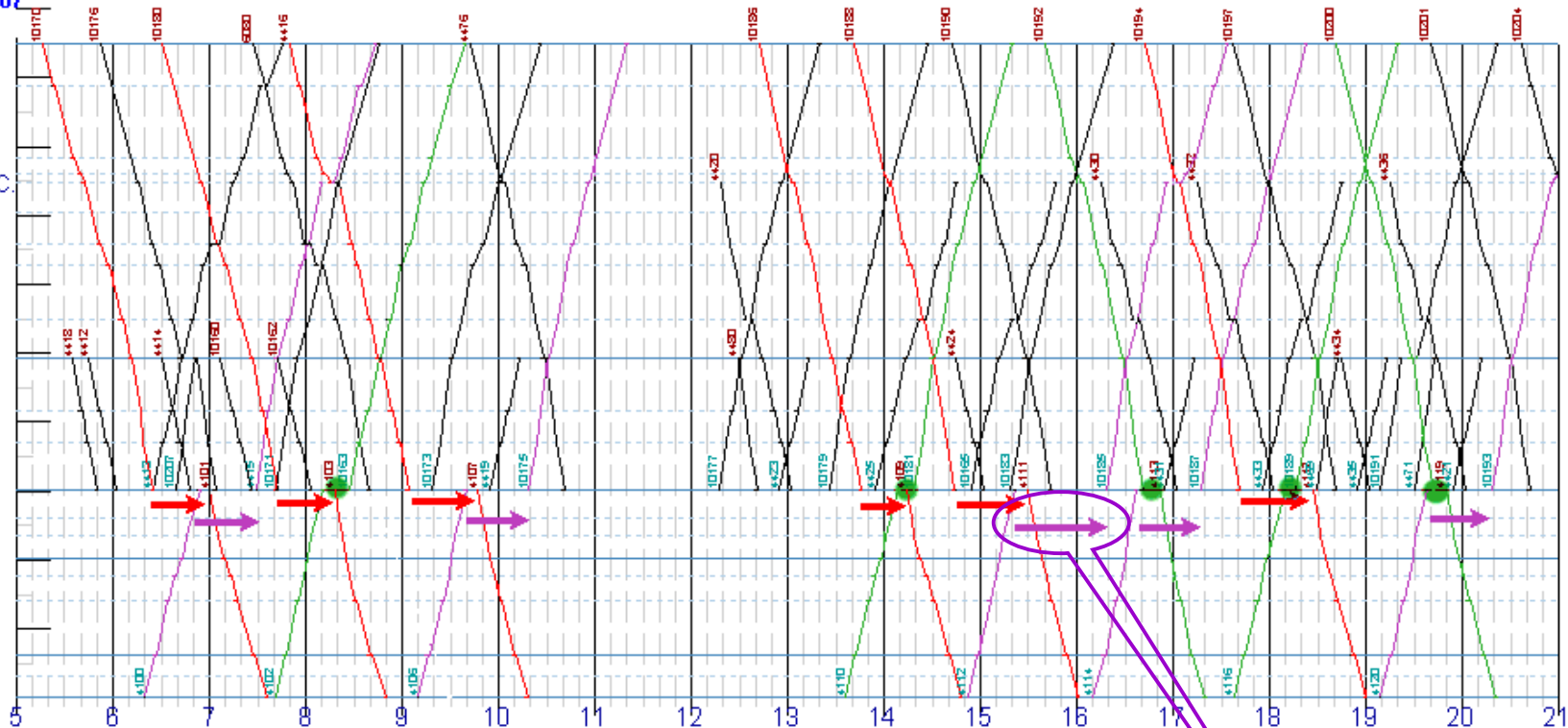
CEVA

MONDOVI'

Pianfei

CN GESSO

CUNEO

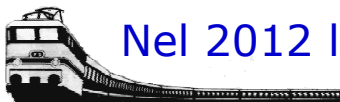


→ Relazione Savona - Cuneo con tempo di attesa superiore a 20 minuti

→ Relazione Cuneo - Savona con tempo di attesa superiore a 20 minuti

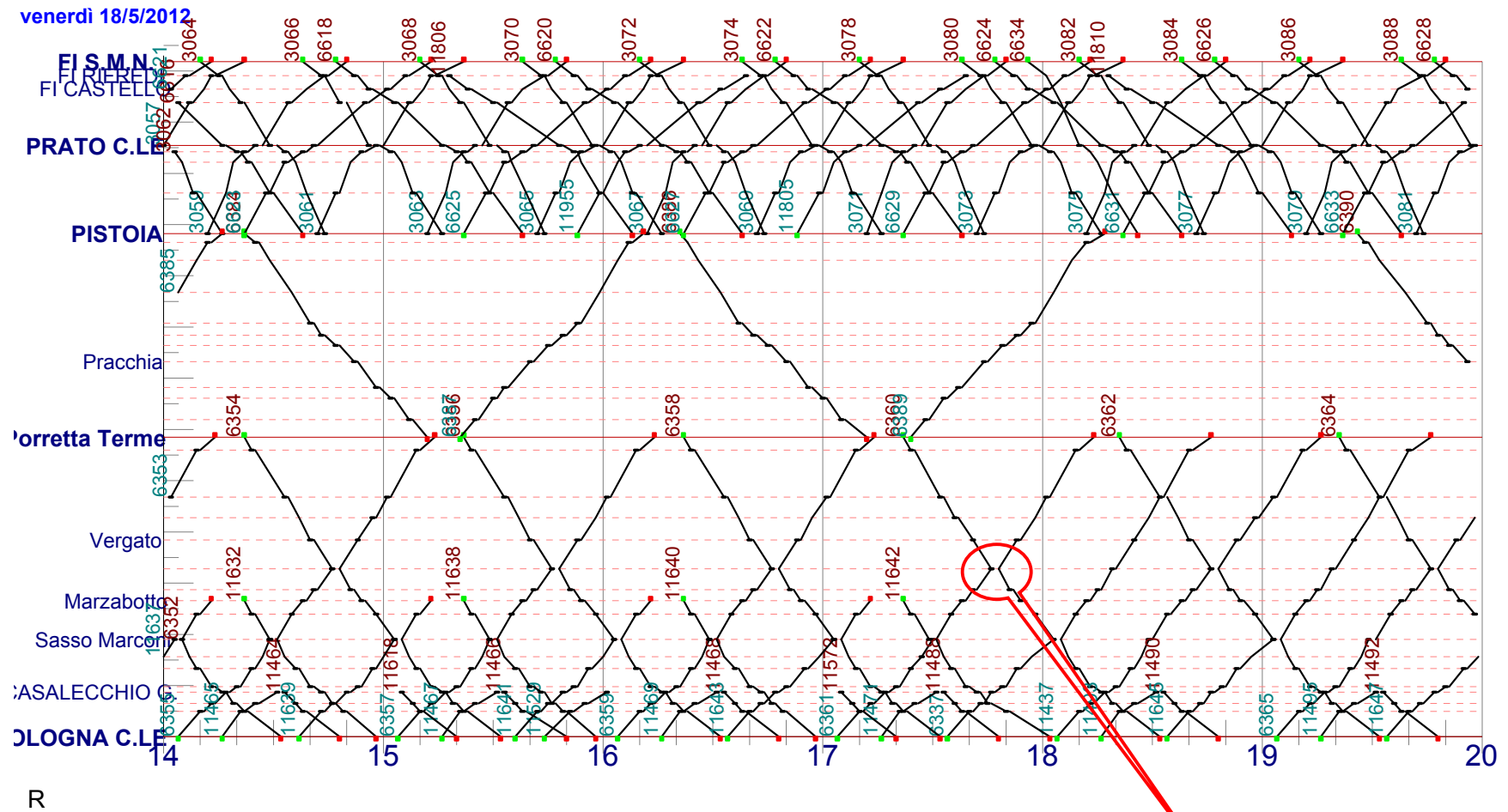
• Relazione con coincidenza inferiore a 20 minuti

Mondovì è un nodo 15/45 sulla Torino-Savona. **L'orario non cadenzato della Cuneo-Mondovì rende del tutto aleatorie le coincidenze da/per Savona**
Caso limite: alle 15.22 si arriva 4 minuti dopo la partenza per Savona!



Nel 2012 la Cuneo-Mondovì è stata chiusa. Era davvero l'unica alternativa?

Linea Porrettana (Bologna - Porretta)



La linea è ben cadenzata ma **non è simmetrica rispetto al minuto 00** (i treni si incrociano intorno al minuto **47**).

Eventuali coincidenze a Bologna funzioneranno in modo differente in un senso rispetto all'altro.



vettura	I	II	I	II
Moncalvo	12.15	13.15	14.15	15.15
Penango	12.18	13.18	14.18	15.18
Tonco	12.26	13.26	14.26	15.26
Castell'Alfero	12.28	13.28	14.28	15.28
Portacomaro	12.33	13.33	14.33	15.33
Asti Madre Teresa	12.36	13.36	14.36	15.36
Asti Pilone	12.40	13.40	14.40	15.40
Asti Principale a	12.42	13.42	14.42	15.42
Asti	12.51	13.52	14.51	15.51
Torino P.N.	13.40	14.40	15.40	16.40
Asti Principale p	12.50	13.50	14.50	15.50
Asti Corso Savona	12.53	13.53	14.53	15.53
San Marzanotto	12.55	13.55	14.55	15.55
Molini	12.57	13.57	14.57	15.57
Isola d'Asti	12.59	13.59	14.59	15.59
Motta di Costigliole	13.04	14.04	15.04	16.04
Castagnole Lanze	13.12	14.12	15.12	16.12
Castagnole Lanze	13.15	14.15	15.15	16.15
Motta di Costigliole	13.23	14.23	15.23	16.23
Isola d'Asti	13.28	14.28	15.28	16.28
Molini	13.30	14.30	15.30	16.30
San Marzanotto	13.32	14.32	15.32	16.32
Asti Corso Savona	13.34	14.34	15.34	16.34
Asti Principale a	13.37	14.37	15.37	16.37
Asti	13.52	14.51	15.51	
Torino P.N.	14.40	15.40	16.40	
Asti Principale p	13.43	14.43	15.43	16.43
Asti Pilone	13.45	14.45	15.45	16.45
Asti Madre Teresa	13.49	14.49	15.49	16.49
Portacomaro	13.52	14.52	15.52	16.52
Castell'Alfero	13.57	14.57	15.57	16.57
Tonco	13.59	14.59	15.59	16.59
Penango	14.05	15.05	16.05	17.05
Moncalvo	14.11	15.11	16.11	17.11

Un esercizio "artigianale": ipotesi di orario Moncalvo-Asti-Castagnole

Un cittadino volonteroso propone di riaprire la linea interrotta **Asti-Moncalvo**(-Casale) collegandola con la **Asti-Castagnole**(-Alba).

L'orario è **cadenzato** e le due automotrici in turno si incrociano ad Asti.

Il quadro orario mostra che sia da Moncalvo sia da Castagnole **si trova coincidenza PER Torino in 9-14 minuti**.

L'orario **non è simmetrico** sul minuto 00.

Ma lo è invece la Torino-Genova: il treno **DA Torino** arriva intorno al minuto **08**.

La mancanza di simmetria fa sì che, al ritorno, chi arriva da Torino debba aspettare 35-40 minuti!

Una corrispondenza monodirezionale è **inefficace**, perché chi va dovrà anche tornare.

L'unico modo per avere coincidenze bidirezionali è usare sempre la stessa simmetria: arrivare intorno a 45 e ripartire intorno a 15. In questo modo tra l'altro ci sono "automaticamente" anche le coincidenze **per/da Genova**.

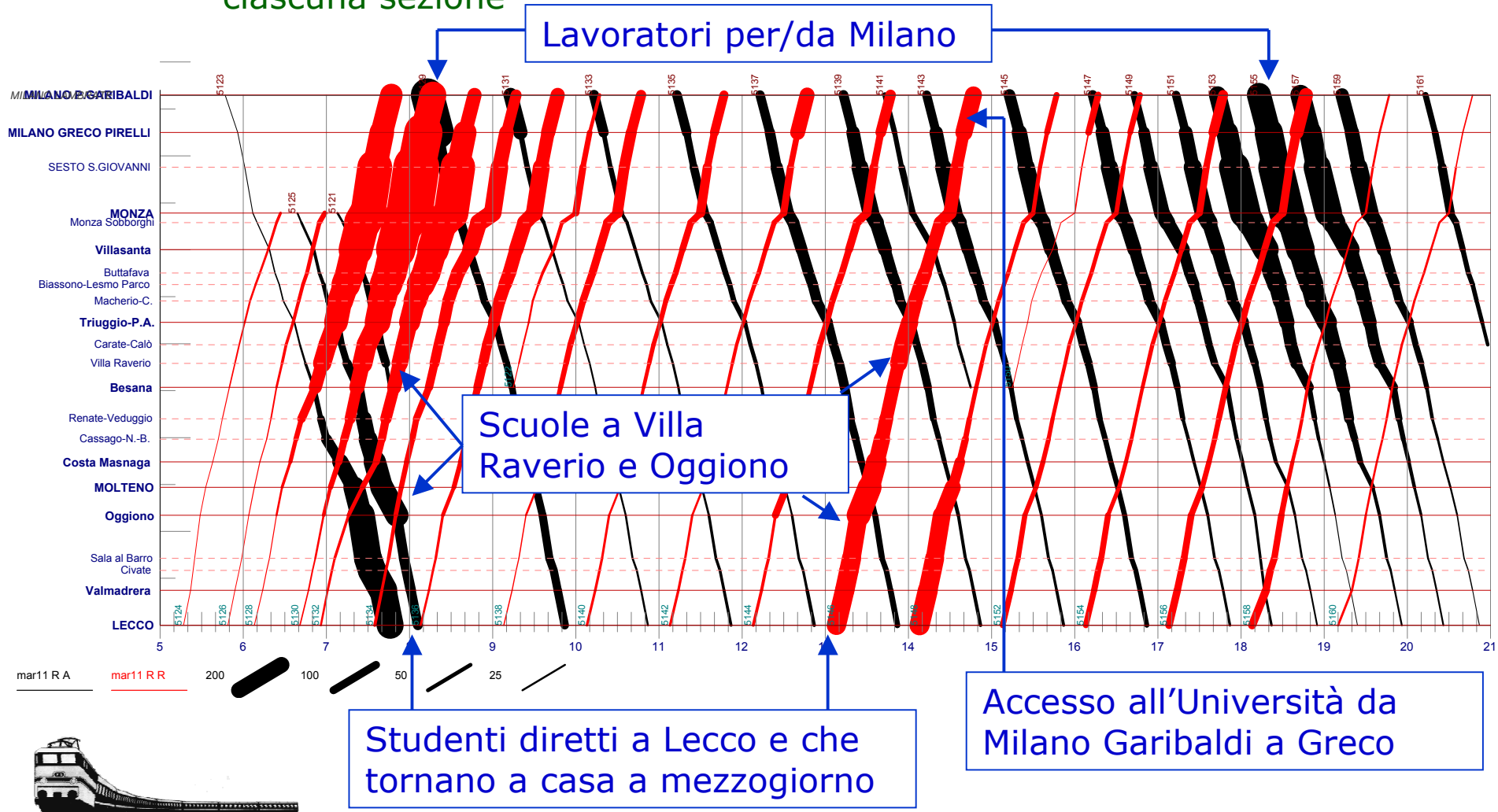
Viaggiatori a bordo: alcuni esempi



Viaggiatori a bordo (un utile uso degli orari grafici)

Linea Milano-Molteno-Lecco (S7)

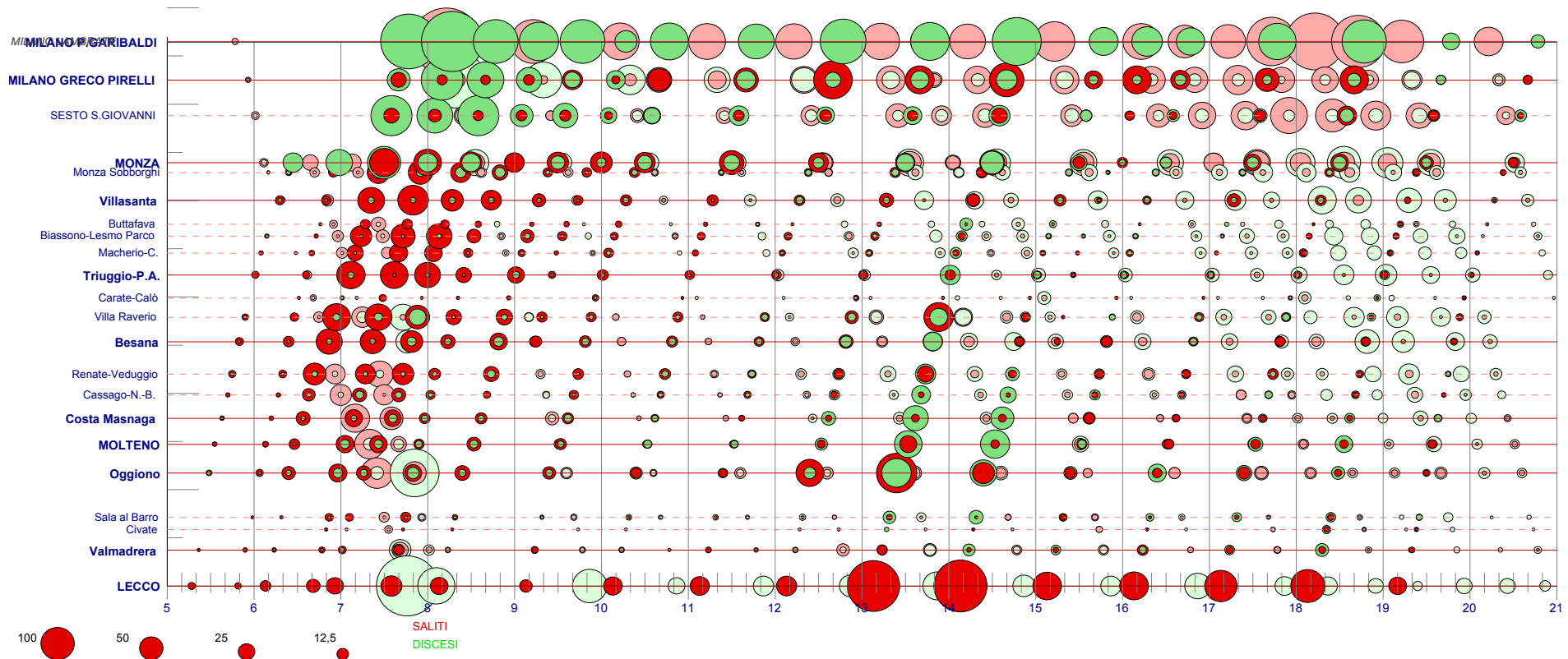
- Lo spessore delle tracce rappresenta il numero di viaggiatori in ciascuna sezione



Viaggiatori a bordo: salire e scendere dal treno

Linea Milano-Molteno-Lecco

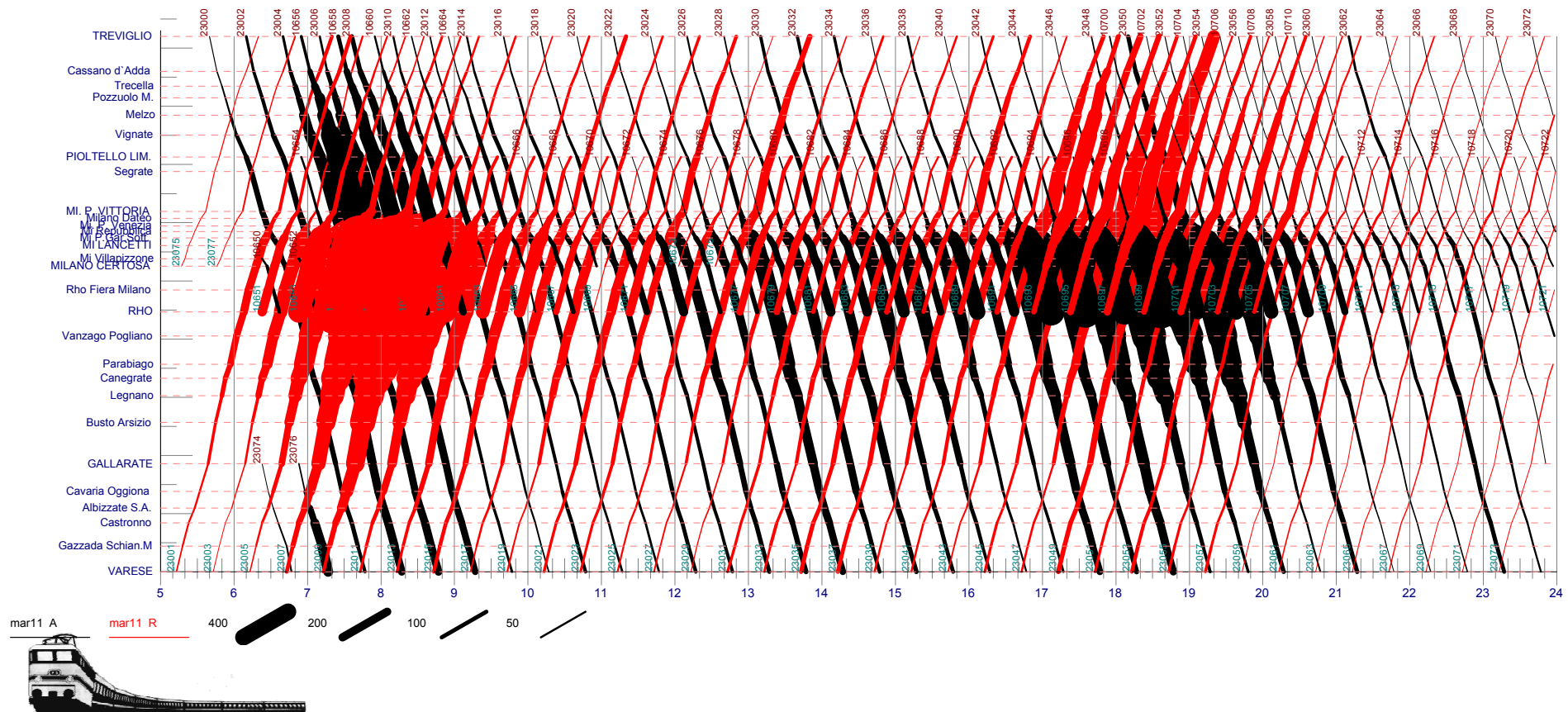
- Le aree dei cerchi sono proporzionali ai viaggiatori **saliti** e **discesi** dal treno



Viaggiatori a bordo: le linee S

Linea **S5** Varese-Treviglio attraverso il *Passante* (ogni 30 minuti dalle 6 mezzanotte)
Nella tratta Rho-Passante-Pioltello(-Treviglio in ora di punta), la frequenza è di 15 minuti grazie alla sovrapposizione con la S6

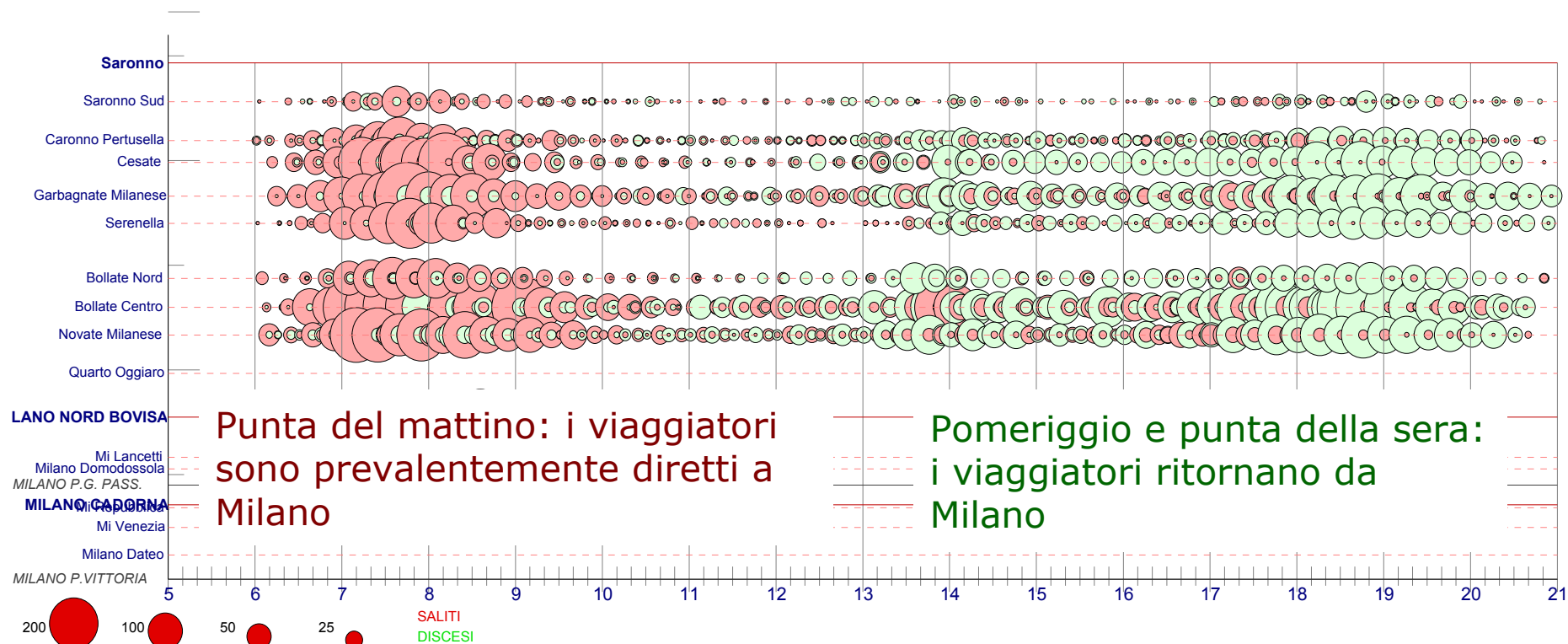
- Nelle ore di punta i treni sono affollati in entrambe le direzioni (effetto Passante)
- La frequentazione è molto buona durante tutta la giornata



Salire e scendere dai treni: le linee S

Linee **S1+S3** Milano-Saronno, frequenza di 15 minuti tutto il giorno

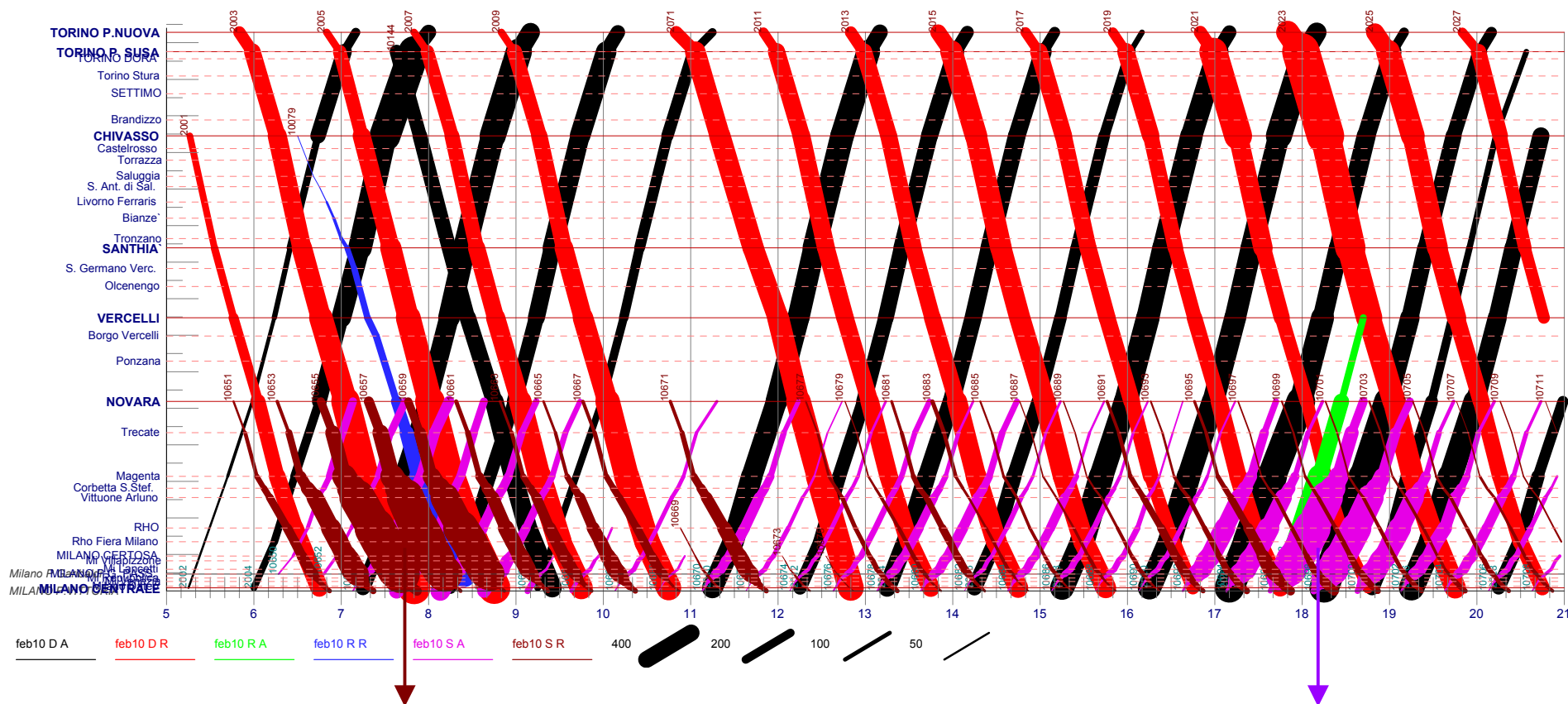
- Le punte sono rilevanti, ma ci sono passeggeri lungo tutta la giornata



Viaggiatori a bordo: traffico Interregio

Linea Torino-Milano, un **Interregio** ogni ora. Fermate circa ogni 15' in ciascun nodo (Chivasso, Santhià, Vercelli, Novara, Magenta, Rho):

- Eccellente frequentazione dal primo mattino a tarda sera!

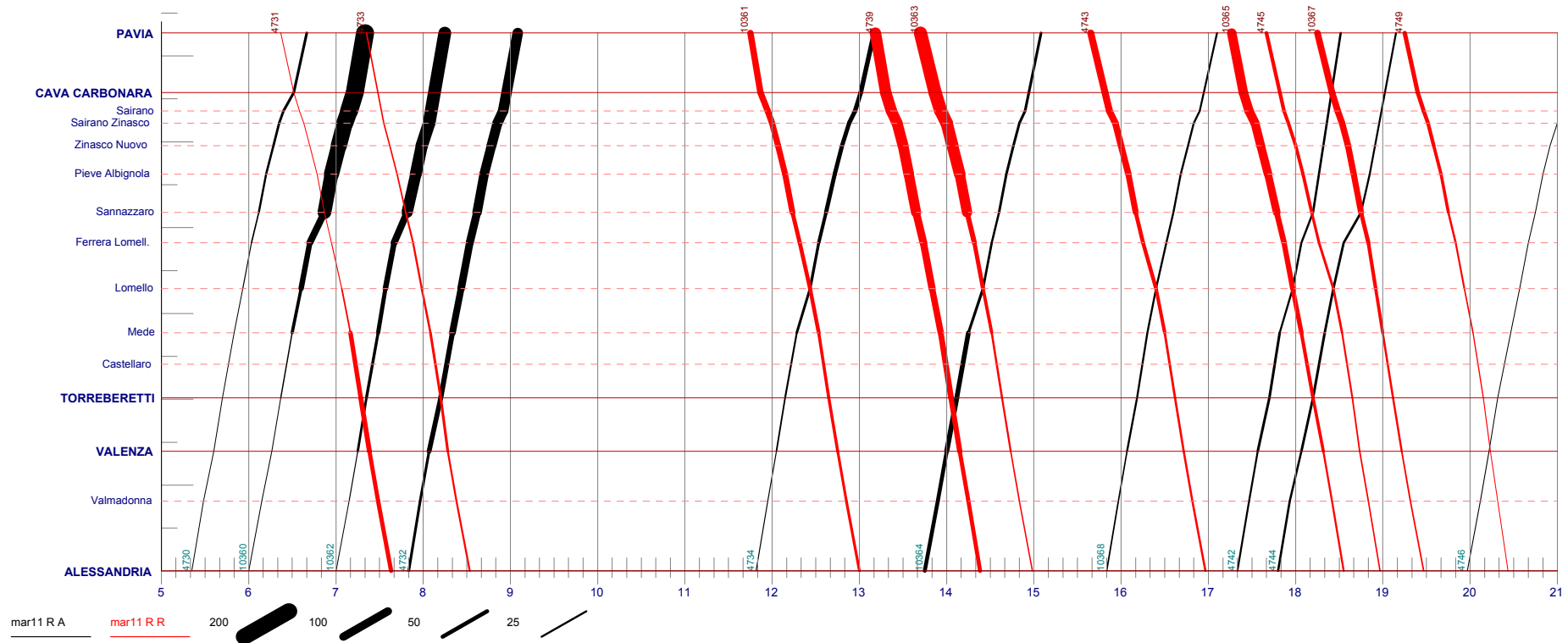


Novara-Milano: Linea **S6** (affollata soprattutto nelle ore di punta)

Viaggiatori a bordo: linee non strutturate

Linea Pavia-Alessandria (automotrici diesel)

- Orario tradizionale non strutturato. Utilizzata soprattutto da studenti (cfr. i viaggiatori tra le 13 e le 14). E' difficile ottenere frequentazioni significative.



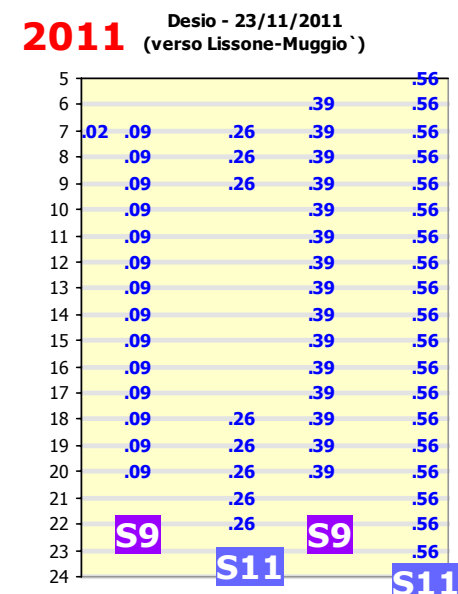
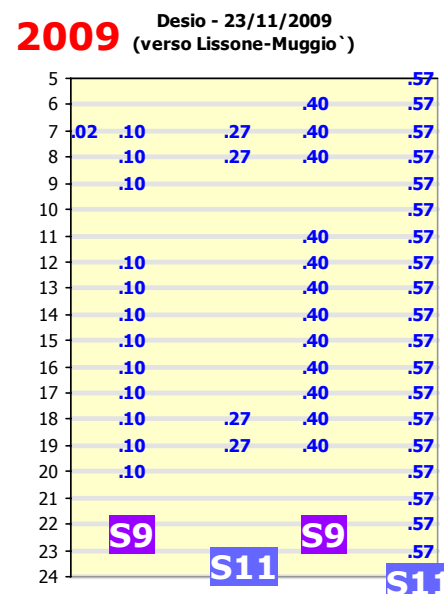
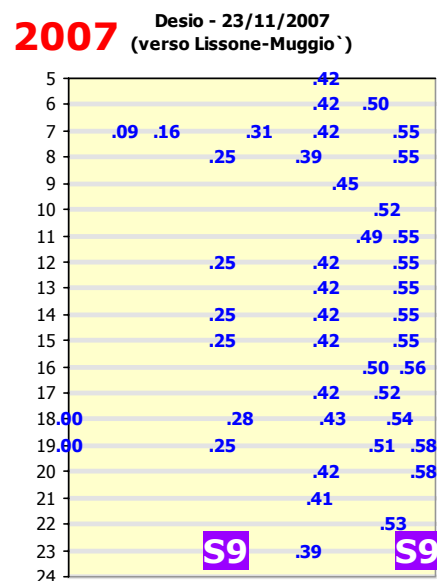
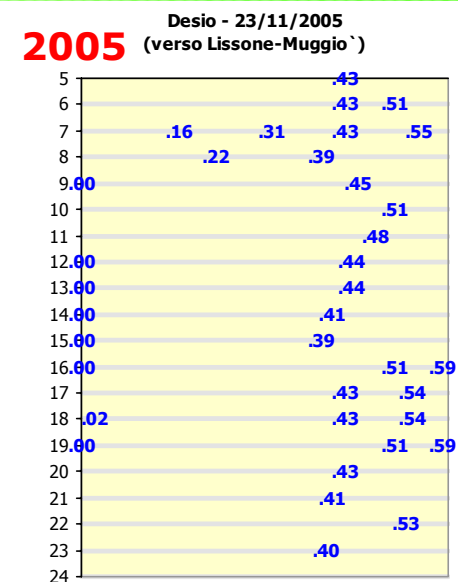
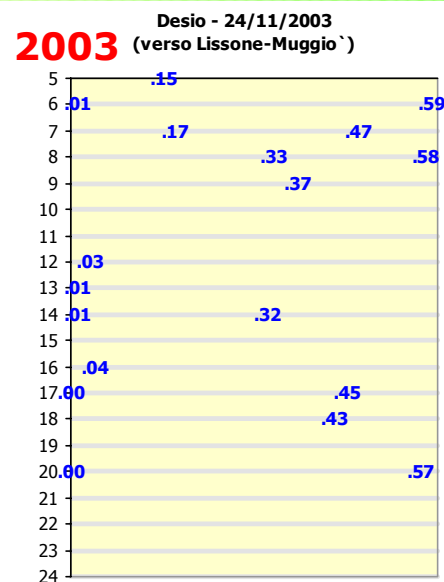
Nel 2012 è stato attivato un nuovo orario cadenzato sulle linee afferenti a Pavia. I primi dati mostrano una crescita dei viaggiatori del 15-20%.



Strutturare il servizio - Anno dopo anno

Linea Milano-Chiasso 2003-2011

Non serve nemmeno commentare!

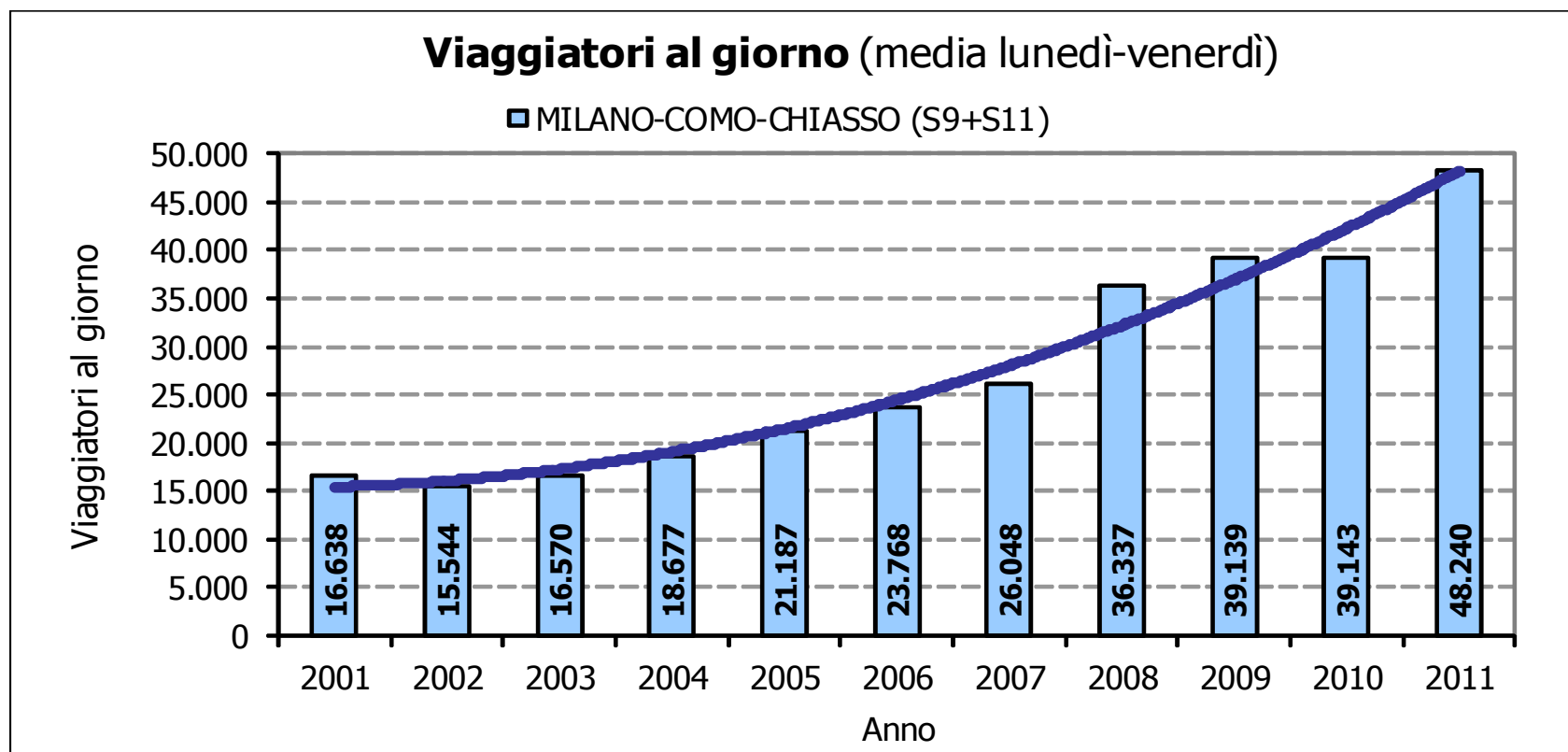


Strutturare il servizio - Anno dopo anno

Il risultato:

Linea Milano-Chiasso 2001-2011:

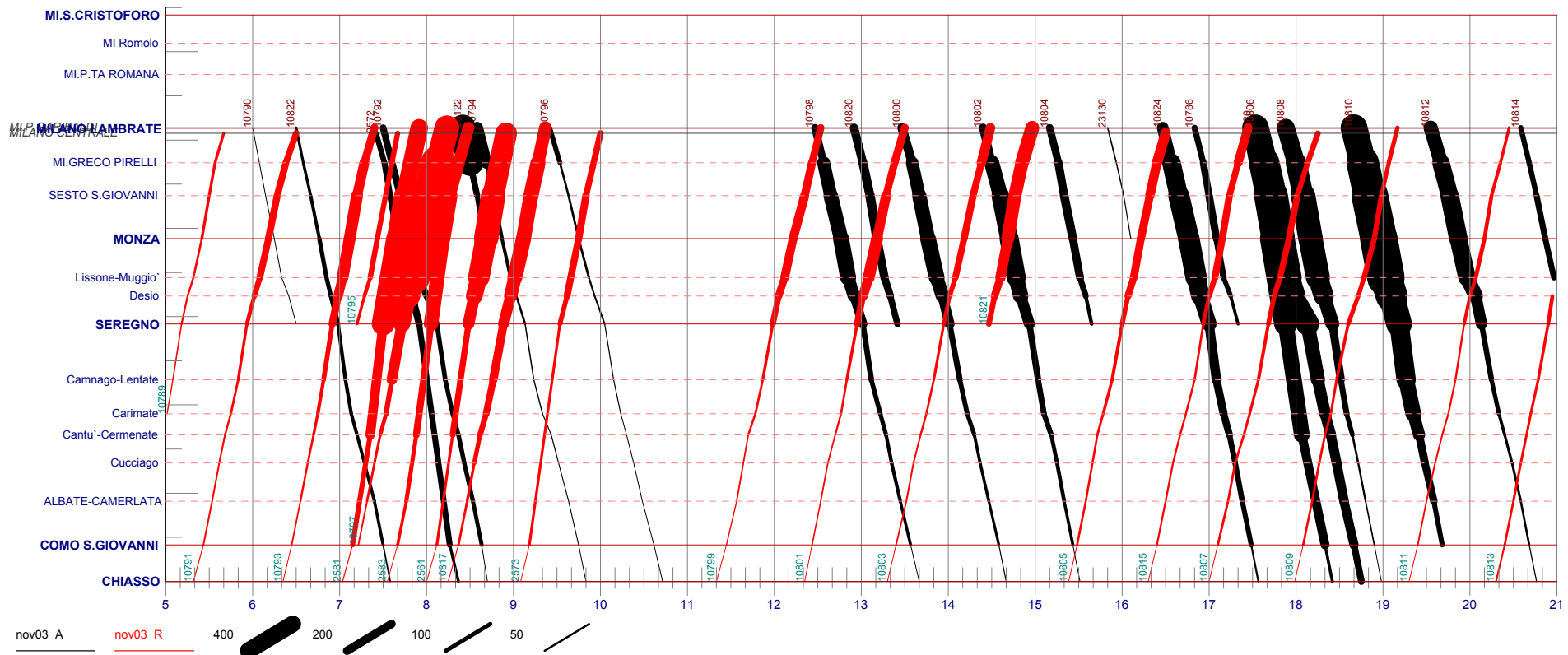
- da 16000 a 47000 passeggeri al giorno = **+185%**



Viaggiatori a bordo - Prima

Lineo Milano-Chiasso, **novembre 2003**

- La linea ha traffico internazionale a lunga percorrenza (Gottardo) ma il servizio regionale non è strutturato.

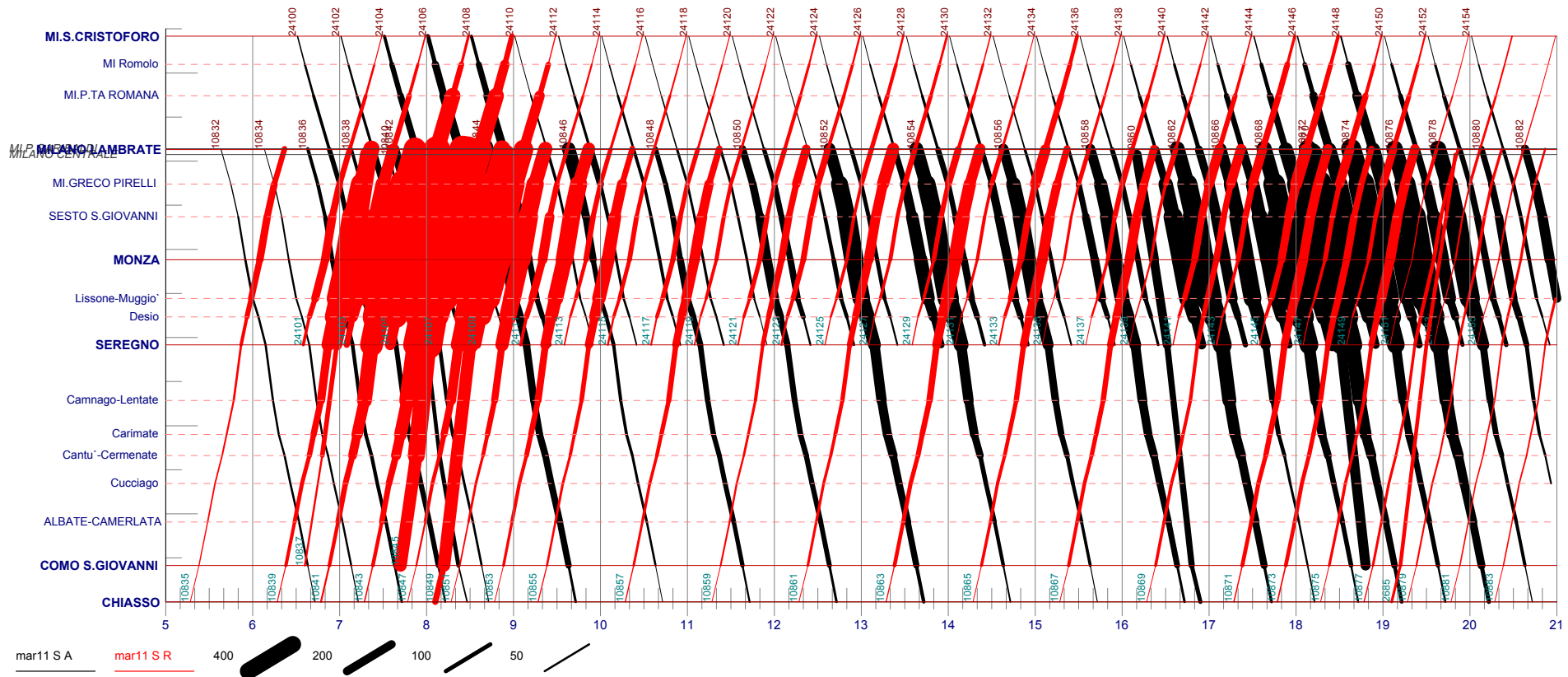


- Treni solo nelle fasce di punta. Assolutamente nulla a metà mattina. Servizio rivolto solo ai "pendolari tradizionali"
- E' difficile aumentare il numero di passeggeri



Viaggiatori a bordo - Dopo

Linea Milano-Chiasso, 8 anni dopo (**marzo 2011**)



- **S9** Milano-Seregno ogni 30' tutto il giorno + **S11** Milano-Chiasso ogni 60' (30' nella punta) + Diretti Milano-Chiasso-Bellinzona
- Un'utenza notevole

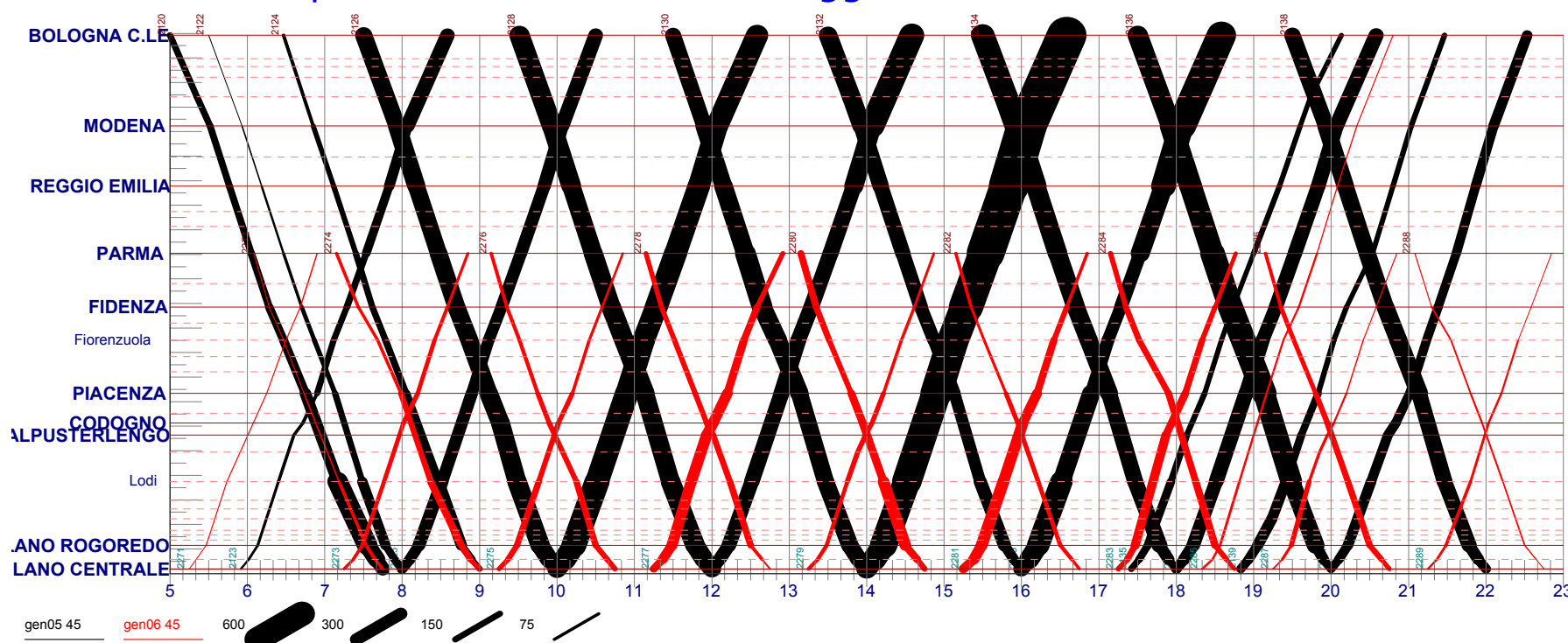


Il percorso del treno è correlato al numero di fermate

Nel 1987-2005, un sistema di treni Interregio collegava Milano a Bologna, con risultati eccezionalmente buoni per numero di passeggeri

Nel 2005, i treni sono stati limitati alla tratta Milano-Parma, per spingere artificialmente i viaggiatori sui più costosi servizi Intercity (oggi Frecciabianca). Il numero di passeggeri sulla tratta superstite è crollato.

- Più un treno è diretto (fa meno fermate), più richiede un "percorso minimo" per catturare sufficienti viaggiatori



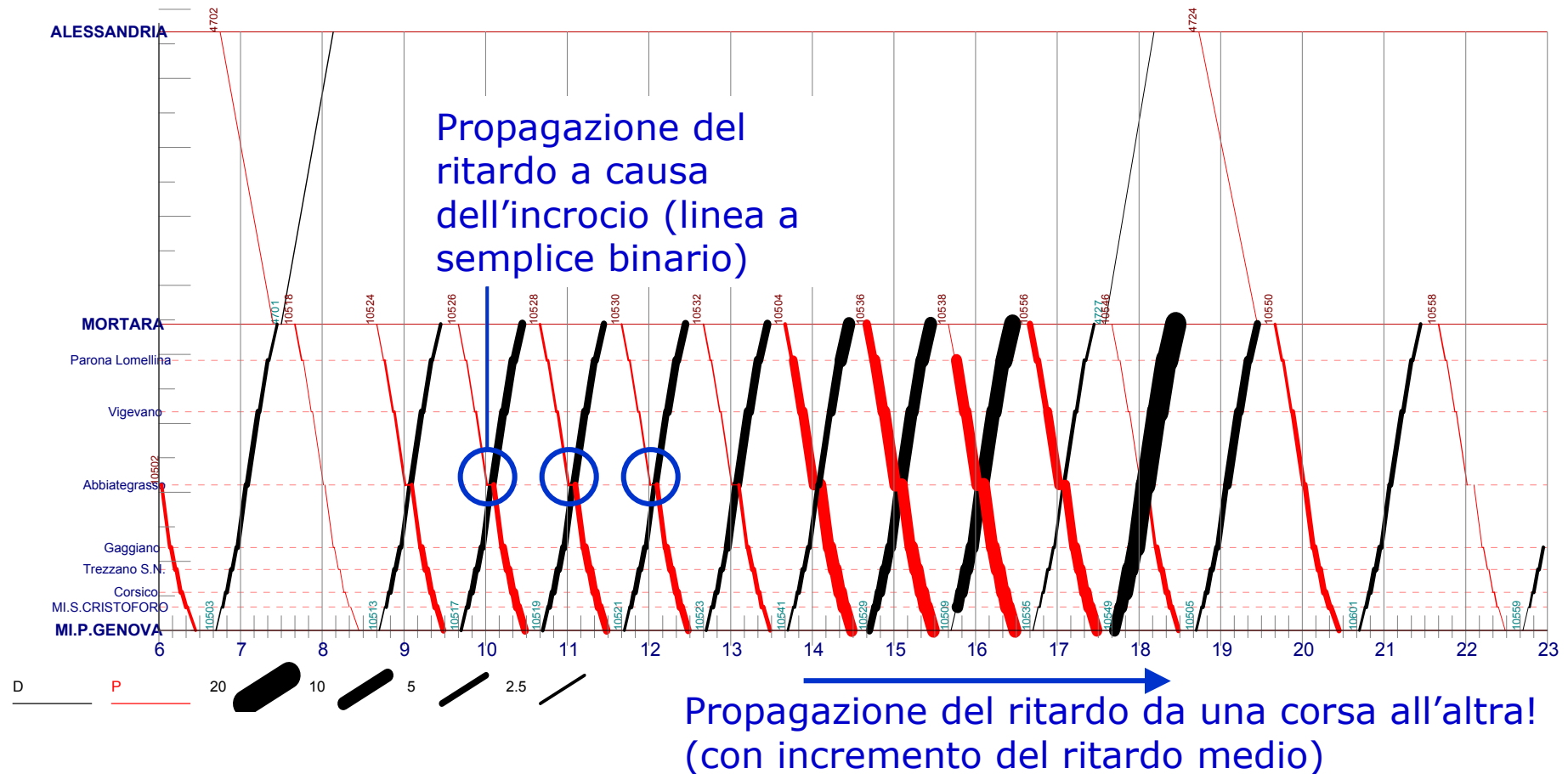
Sabato, 2005, orario
invernale: Milano-Bologna

Sabato, 2006, orario
invernale: Milano-Parma

Ritardi (un altro uso degli orari grafici)

Linea Milano-Mortara, giugno 2004, domenica

- Lo spessore rappresenta il ritardo medio (minuti)



Grazie dell'attenzione **e... buon viaggio!**

Per saperne di più:



www.stagniweb.it