

Monitoraggio Area C

Velocità commerciali dei mezzi pubblici di superficie

16 gennaio – 30 giugno 2012

<i>elaborato:</i>		RELAZIONE		<i>codifica:</i>	120010021_00
				<i>revisione:</i>	00
<i>data:</i> 13/07/2012	<i>redatto:</i> Davide Nuccio Francesco Tartaglia	<i>verificato:</i> Luca Tosi	<i>approvato:</i> Luca Tosi		

Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio Srl

Sede Legale e Uffici: Via G. Deledda, 9/A – 20127 Milano

Telefono +39 02 8846 7298

Fax + 39 02 8846 7349

e-mail: info@amat-mi.it

Amministratore Unico

Arch. Maria Berrini

Tutti i diritti sono riservati

Tutti i diritti di riproduzione e rielaborazione anche parziale dei testi sono riservati; l'eventuale utilizzo e pubblicazione anche di parti di testo, delle tavole o delle tabelle dovrà prevedere la citazione della fonte.

Sommario

<u>1. PREMESSA</u>	<u>4</u>
<u>2. VELOCITÀ COMMERCIALI TPL IN AREA C.....</u>	<u>5</u>
2.1 COMMENTO SINTETICO	6
<u>3. DISTRIBUZIONE ORARIA DELLE VELOCITÀ COMMERCIALI DEL TPL</u>	<u>7</u>
3.1 LINEE AUTOMOBILISTICHE	7
3.2 LINEE TRANVIARIE	8
3.3 VARIAZIONI VELOCITÀ TPL 2012-2011 PER AMBITO TERRITORIALE.....	9
3.4 COMMENTO SINTETICO	13
<u>4. VARIAZIONE DELLE VELOCITÀ COMMERCIALI PER LINEA.....</u>	<u>14</u>
4.1 COMMENTO SINTETICO	14
<u>5. APPLICAZIONE DEL TEST STATISTICO T-STUDENT SUI DATI DI VELOCITÀ COMMERCIALE DEL TPL</u>	<u>16</u>
<u>6. EFFETTI SULLA PUNTUALITÀ E REGOLARITÀ DEL TRASPORTO PUBBLICO DI SUPERFICIE</u>	<u>18</u>

1. PREMESSA

Il presente documento espone le analisi dei dati di velocità commerciali dei mezzi pubblici.

L'analisi è stata condotta per il periodo dal 16 gennaio al 30 giugno 2012, confrontato con lo stesso periodo 2011, e considerando solo i giorni feriali dal lunedì al venerdì, in cui è stato attivo Ecopass nel 2011 e Area C nel 2012. Le linee prese in considerazione sono solo urbane.

I dati utilizzati per le elaborazioni sono quelli rilevati dai sistemi di bordo dei mezzi di superficie (AVM), trasmessi da ATM al Comune di Milano nel quadro del monitoraggio del Contratto di Servizio.

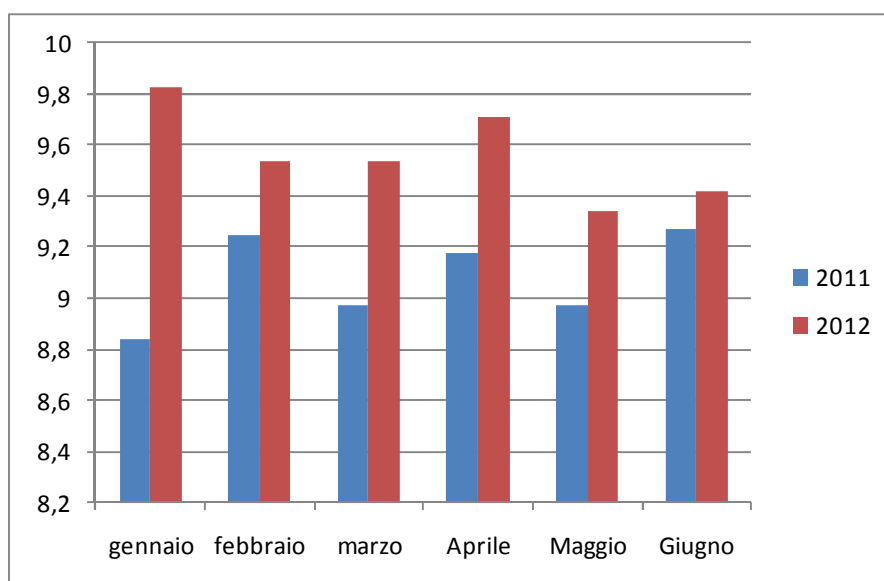
2. VELOCITÀ COMMERCIALI TPL IN AREA C

	Area C					
	velocità commerciale media [km/h]					
	Autobus Urbano			Tram Urbano		
anno	2011	2012	variazione	2011	2012	Variazione
fascia oraria						
dalle 6:00 al 23:59	12,16	12,59	3,5%	9,34	9,71	4,0%
dalle 8:00 alle 18:59	10,9	11,52	5,7%	8,67	9,08	4,7%
punta mattina (dalle 8:00 alle 9:59)	10,19	10,76	5,6%	8,31	8,63	3,9%

Tabella 1 - Velocità commerciale dei mezzi pubblici in Area C: media giorni feriali dal 16 gennaio al 30 giugno

	2011	2012	Var %
Gennaio	8,84	9,83	11,2%
Febbraio	9,25	9,54	3,1%
Marzo	8,97	9,54	6,4%
Aprile	9,18	9,71	5,8%
Maggio	8,97	9,34	4,1%
Giugno	9,27	9,42	1,6%

Tabella 2 - Velocità commerciale dei mezzi pubblici in Area C: confronto medie mensili ora di punta del mattino



2.1 COMMENTO SINTETICO

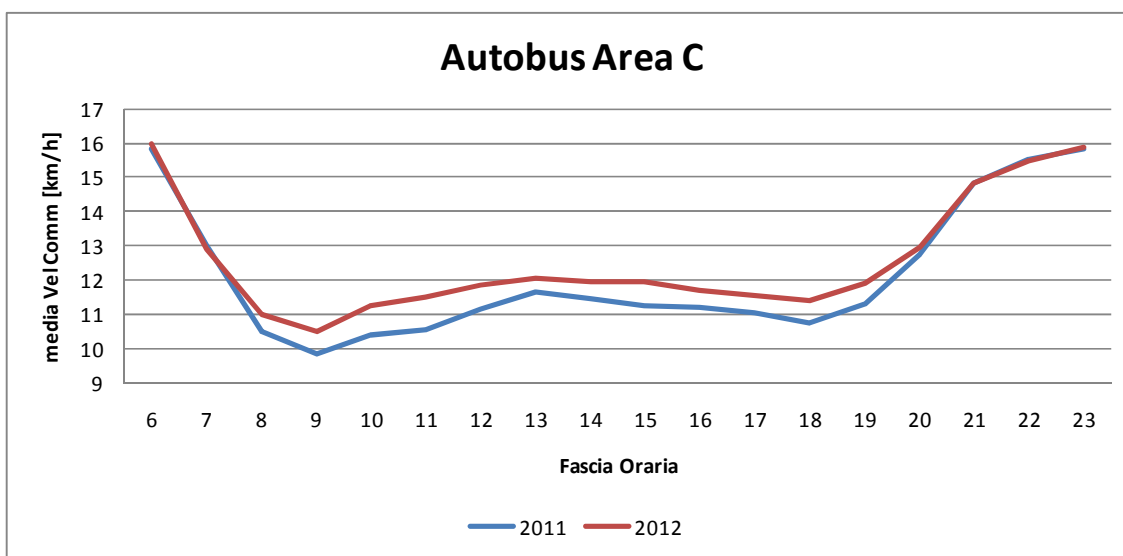
- Il Confronto tra i giorni feriali del 2012 con Area C attiva e i giorni feriali del 2011 con Ecopass attivo, mostra un generale consistente incremento delle velocità commerciali dei mezzi di superficie del TPL all'interno di Area C;
- Gli incrementi sono più marcati per le linee automobilistiche, dove raggiungono circa il 6% per tutta la fascia oraria di applicazione di Area C. Importante è l'incremento del 5,7% nella fascia di punta del mattino fra le h 8:00 e le h 10:00. Leggermente meno forti, ma sempre significativi, i guadagni delle velocità commerciali delle linee tranviarie, pari al 4% sia per l'intero arco temporale di Area C sia per le ore di punta del mattino. L'incremento è più alto, pari circa al 5%, nella fascia di applicazione di Area C.
- L'analisi delle velocità per singolo mese, nella fascia di punta del mattino, mostra un leggero calo progressivo fra gennaio e giugno (da 9,8 a 9,4 km/h), con un picco ad Aprile. Le variazioni rispetto al 2011 raggiungono il massimo nel mese di gennaio, con un incremento del 13%, per scendere nel mese di Giugno quando l'incremento è pari all' 1,6%. Tale valore è influenzato dall'alta velocità media registrata nel 2011 nel mese di Giugno.

3. DISTRIBUZIONE ORARIA DELLE VELOCITÀ COMMERCIALI DEL TPL

3.1 LINEE AUTOMOBILISTICHE

Fascia Oraria	Velocità commerciale km/h		
	2011	2012	Variazione %
6 – 7	15,82	15,96	0,9%
7 – 8	12,99	12,91	-0,6%
8 – 9	10,52	11	4,6%
9 – 10	9,86	10,52	6,7%
10 – 11	10,4	11,23	8,0%
11 – 12	10,56	11,51	9,0%
12 – 13	11,17	11,87	6,3%
13 – 14	11,67	12,04	3,2%
14 – 15	11,44	11,98	4,7%
15 – 16	11,23	11,93	6,2%
16 – 17	11,22	11,71	4,4%
17 – 18	11,05	11,54	4,4%
18 – 19	10,73	11,41	6,3%
19 – 20	11,31	11,9	5,2%
20 – 21	12,77	12,94	1,3%
21 – 22	14,84	14,84	0,0%
22 – 23	15,51	15,49	-0,1%
23 – 24	15,8	15,85	0,3%

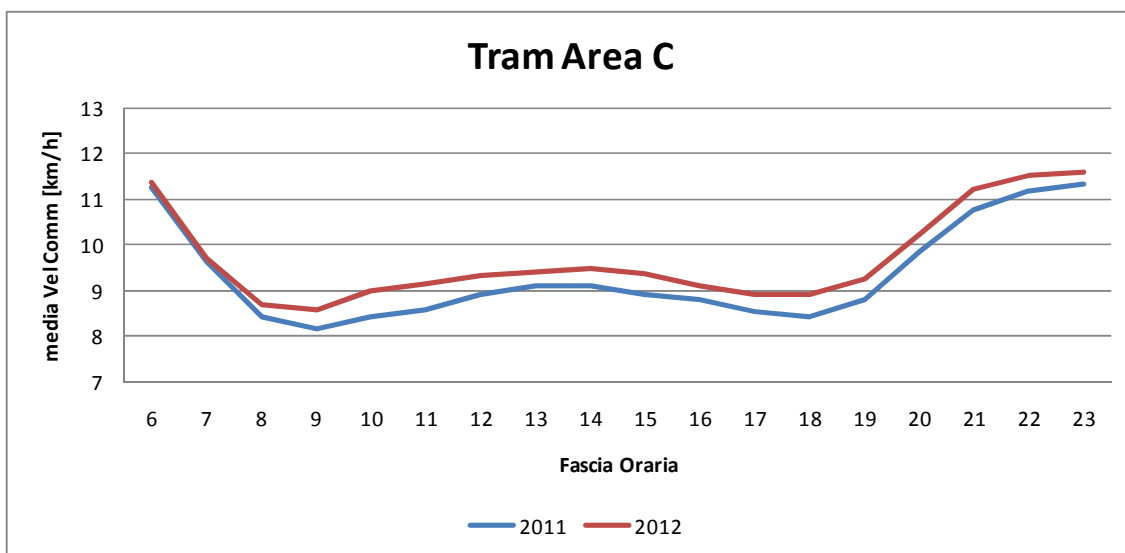
Tabella 3 – Distribuzione oraria della velocità commerciale dei mezzi pubblici in Area C: linee automobilistiche, media giorni feriali dal 16 gennaio al 30 giugno



3.2 LINEE TRANVIARIE

Fascia Oraria	Velocità commerciale km/h		
	2011	2012	Variazione %
6 – 7	11,24	11,37	1,2%
7 – 8	9,63	9,72	0,9%
8 – 9	8,44	8,7	3,1%
9 – 10	8,17	8,57	4,9%
10 – 11	8,42	9	6,9%
11 – 12	8,58	9,14	6,5%
12 – 13	8,91	9,32	4,6%
13 – 14	9,09	9,39	3,3%
14 – 15	9,11	9,48	4,1%
15 – 16	8,92	9,38	5,2%
16 – 17	8,81	9,09	3,2%
17 – 18	8,53	8,91	4,5%
18 – 19	8,42	8,9	5,7%
19 – 20	8,81	9,24	4,9%
20 – 21	9,87	10,25	3,9%
21 – 22	10,76	11,21	4,2%
22 – 23	11,19	11,53	3,0%
23 – 24	11,34	11,59	2,2%

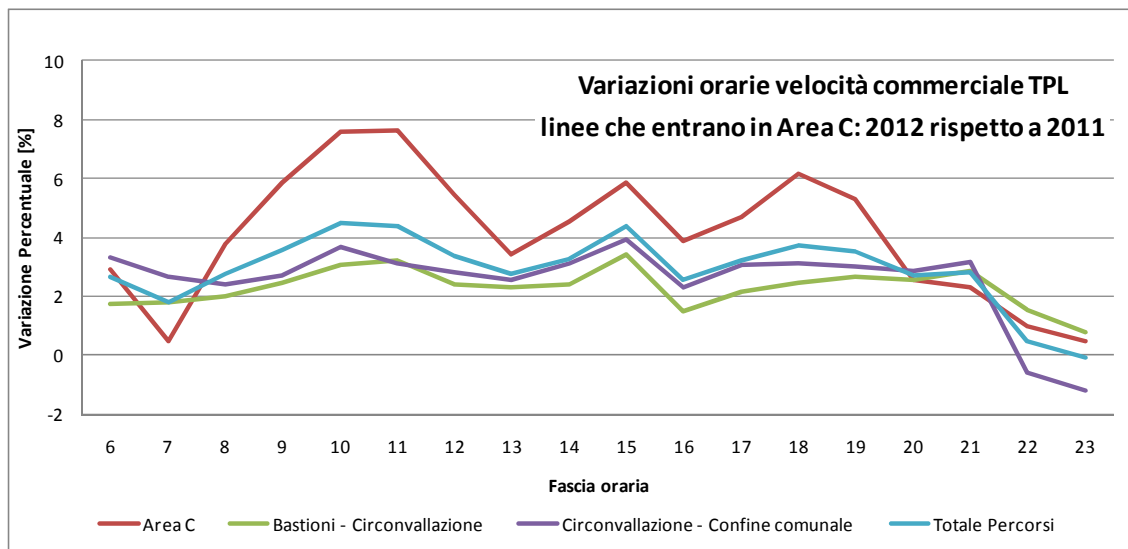
Tabella 4 – Distribuzione oraria della velocità commerciale dei mezzi pubblici in Area C: linee tranviarie, media giorni feriali dal 16 gennaio al 30 giugno



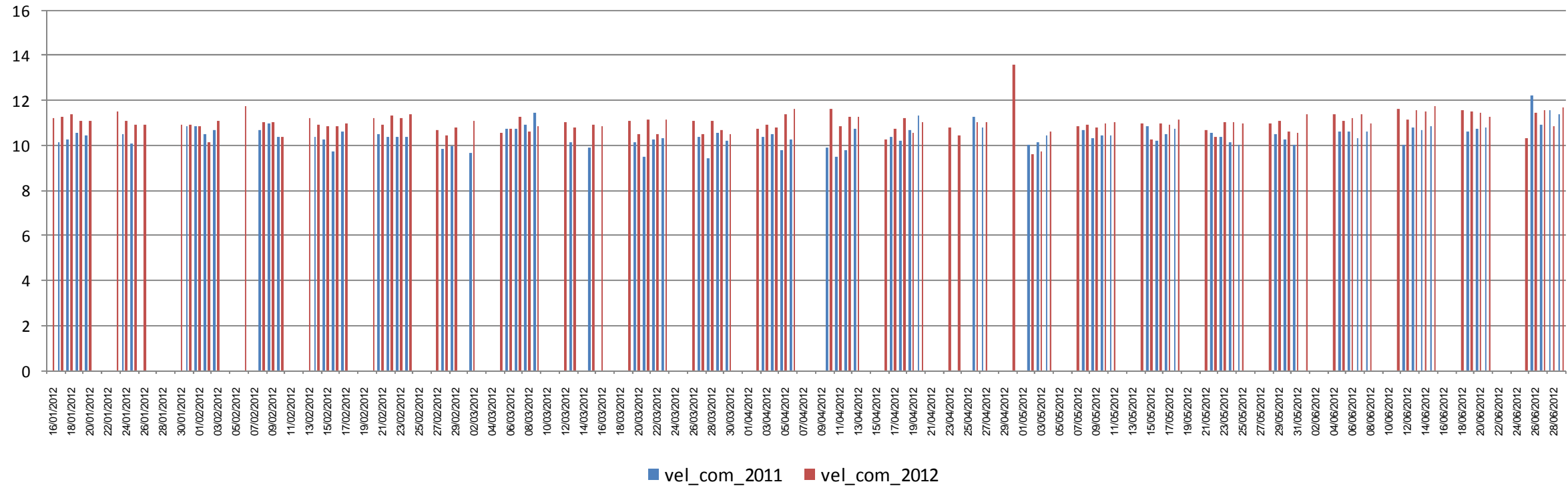
3.3 VARIAZIONI VELOCITÀ TPL 2012-2011 PER AMBITO TERRITORIALE

	Area C	Bastioni- Circonvallazione	Circonvallazione - confine comunale	Totale
	Var %	Var %	Var %	Var %
Fascia oraria	2011 - 2012	2011 - 2012	2011 - 2012	2011 - 2012
6 – 7	2,9%	1,7%	3,3%	2,7%
7 – 8	0,5%	1,8%	2,7%	1,8%
8 – 9	3,8%	2,0%	2,4%	2,8%
9 – 10	5,9%	2,5%	2,7%	3,6%
10 – 11	7,6%	3,1%	3,7%	4,5%
11 – 12	7,6%	3,2%	3,1%	4,4%
12 – 13	5,5%	2,4%	2,8%	3,4%
13 – 14	3,4%	2,3%	2,6%	2,8%
14 – 15	4,6%	2,4%	3,1%	3,3%
15 – 16	5,9%	3,4%	3,9%	4,4%
16 – 17	3,9%	1,5%	2,3%	2,6%
17 – 18	4,7%	2,1%	3,1%	3,2%
18 – 19	6,2%	2,5%	3,1%	3,8%
19 – 20	5,3%	2,7%	3,0%	3,5%
20 – 21	2,5%	2,6%	2,8%	2,7%
21 – 22	2,3%	2,9%	3,2%	2,8%
22 – 23	1,0%	1,5%	-0,6%	0,5%
23 – 24	0,5%	0,8%	-1,2%	-0,1%

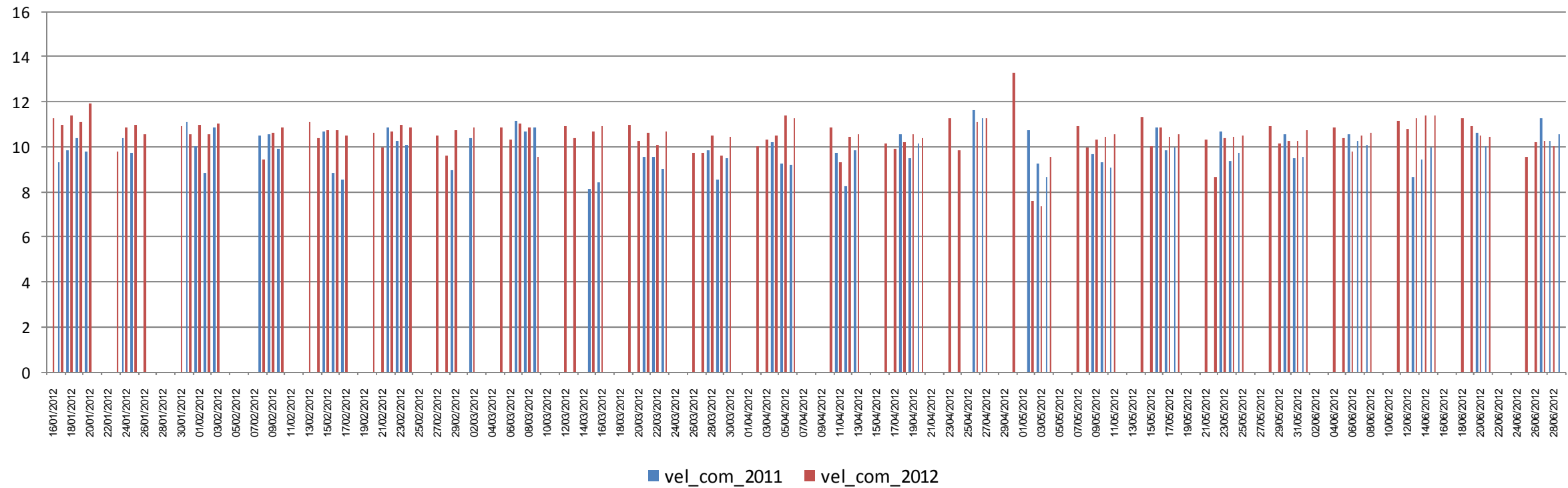
Tabella 5 – Distribuzione oraria e territoriale delle variazioni della velocità commerciale delle linee TPL che transitano in Area C: media giorni feriali dal 16 gennaio al 30 giugno



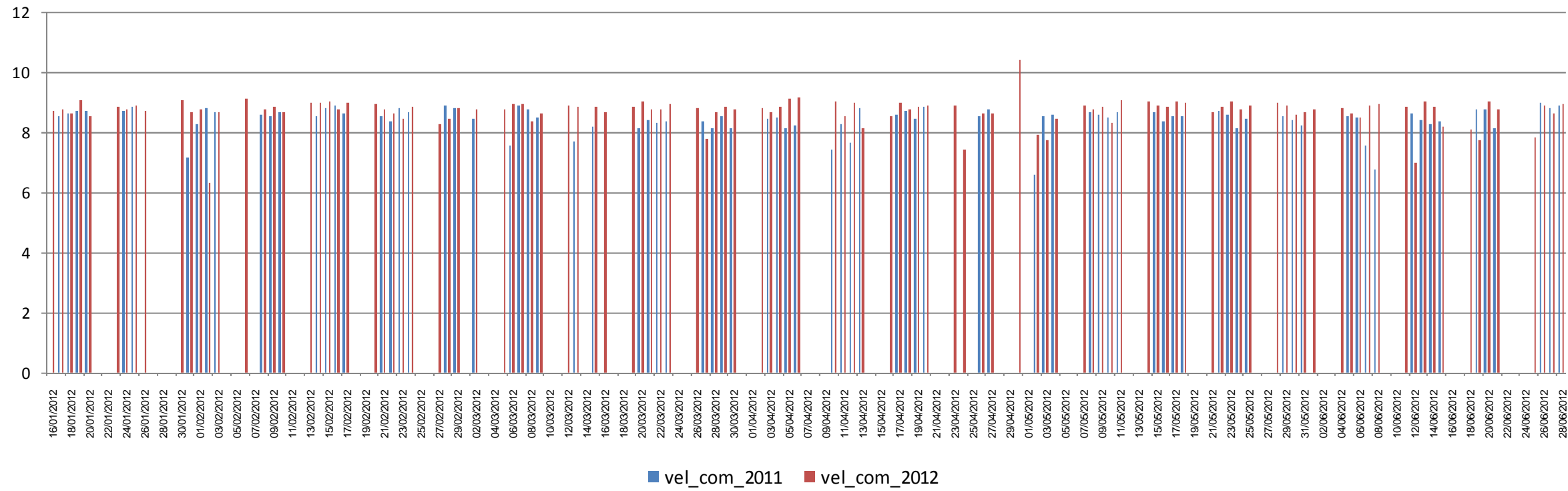
Confronto Vel Comm 2011-2012 - linee automobilistiche Tpl in AreaC - fascia oraria 8:00-9:00



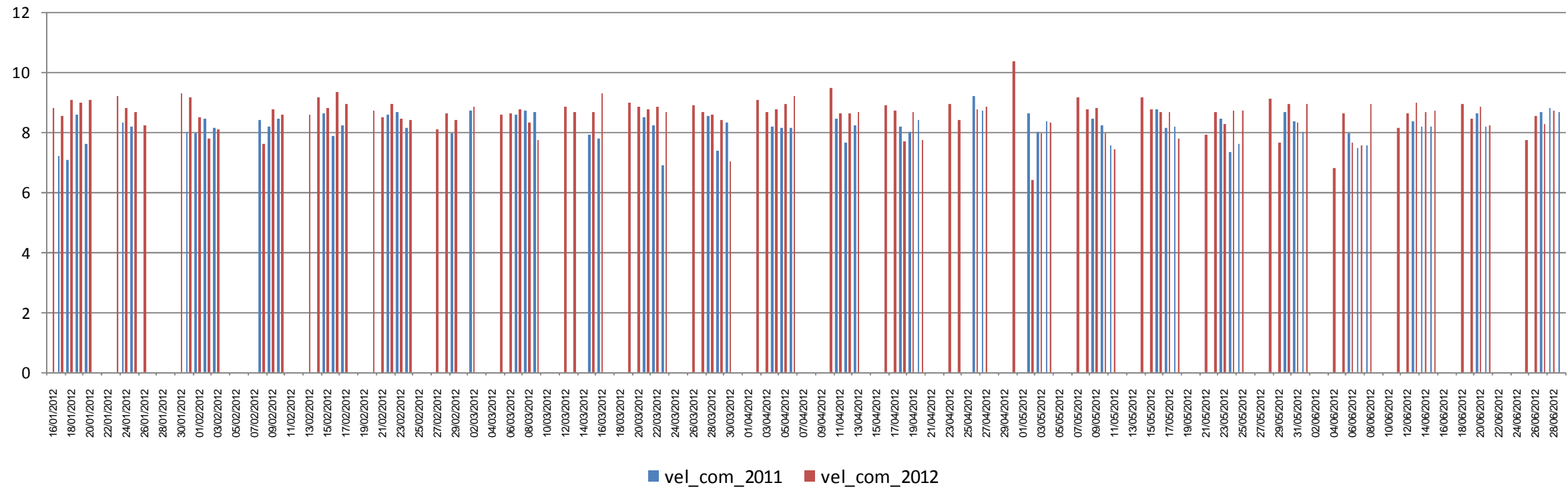
Confronto Vel Comm 2011-2012 - linee automobilistiche Tpl in AreaC - fascia oraria 9:00-10:00



Confronto Vel Comm 2011-2012 - linee tranviarie Tpl in AreaC - fascia oraria 8:00-9:00



Confronto Vel Comm 2011-2012 - linee tranviarie Tpl in AreaC - fascia oraria 9:00-10:00



3.4 COMMENTO SINTETICO

- Le variazioni delle velocità commerciali per fascia oraria e per mezzo, evidenziano come i guadagni massimi di velocità si siano prodotti per le linee automobilistiche, per le quali si raggiungono incrementi in velocità media dell' 8%-9% nella fascia oraria fra le 10 e le 12. Non meno significativo l'incremento del 4,6% e 6,7% nella fascia di punta caratterizzata in Area C dal più intenso traffico veicolare.
- Incrementi di velocità leggermente inferiori, ma con la stessa distribuzione oraria, si registrano per le linee tranviarie, con un massimo dell' 7% nella fascia oraria tra le 10 e le 11.
- Confrontando le variazioni di velocità delle linee che entrano in Area C, anche nei tratti di percorso esterni alla Cerchia dei bastioni (Tabella e grafico 5), si evidenzia che:
 - Gli incrementi di velocità più consistenti si producono dentro Area C e nelle ore di maggior traffico;
 - Fuori da Area C; le variazioni di velocità fra il 2011 e il 2012 oscillano fra il 2% e il 3%, senza particolare differenza nei due ambiti territoriali considerati: corona Bastioni-Circonvallazione filoviaria e ambito esterno alla circonvallazione filoviaria). I leggeri guadagni di velocità fuori da Area C possono essere spiegati con una diminuzione complessiva del traffico automobilistico, solo in parte correlabile con Area C.
- Gli incrementi, seppur limitati, delle velocità commerciali dei mezzi pubblici fuori da Area C confermano che non si è prodotta alcuna criticità sensibile legata al potenziale trasferimento verso altri ambiti territoriali del traffico di attraversamento del centro cittadino, scoraggiato a seguito dell'introduzione di Area C.
- Confrontando il dato per giorno, nelle fascia oraria di punta, si nota che nel 2012 le velocità commerciali medie sono quasi sempre maggiori, per entrambe le tipologie modali.

4. VARIAZIONE DELLE VELOCITÀ COMMERCIALI PER LINEA

Linea	2011	2012	Var %
50	9,33	10,48	12,3%
61	9,78	10,9	11,5%
2	7,73	8,44	9,2%
14	7,55	8,16	8,1%
15	7,6	8,19	7,8%
77	9,57	10,25	7,1%
1	9,21	9,78	6,2%
973	14,71	15,59	6,0%
23	7,52	7,96	5,9%
43	8,96	9,48	5,8%
58	10,01	10,46	4,5%
27	7,95	8,3	4,4%
16	9,35	9,76	4,4%
94	11,1	11,56	4,1%
73	8,6	8,92	3,7%
54	9,52	9,71	2,0%
4	8,63	8,75	1,4%
12	7,99	8,1	1,4%
60	8,68	8,71	0,3%
84	10,35	10,26	-0,9%
57	12,69	12,24	-3,5%
3	8,4	8,09	-3,7%
24	8	7,54	-5,8%
70	10,77	10,14	-5,8%

Tabella 6 - Confronto fra le velocità commerciali delle singole linee, all'interno di Area C e nella fascia di punta del mattino (h 8:00-10:00)

Il confronto è stato effettuato considerando solo le linee che transitano all'interno di Area C e per le quali sia possibile un confronto fra i dati del 2011 e del 2012.

4.1 COMMENTO SINTETICO

- Si può osservare una variabilità molto marcata della variazione delle velocità commerciali valutate per singola linea. Su 24 linee considerate, 2 presentano incrementi superiori al 10%, fino a raggiungere un massimo del 12,3% per la linea 50. 8 linee presentano un incremento superiore al 5%. All'estremo opposto della distribuzione, 5 linee mostrano addirittura leggeri peggioramenti della velocità commerciale media, comunque sempre contenuti entro il 6%.

- La spiegazione di tale distribuzione richiede un approfondimento puntuale che potrà anche portare all'individuazione di azioni specifiche, per esempio sulla regolazione semaforica in grado di ottenere ulteriori miglioramenti.

5. APPLICAZIONE DEL TEST STATISTICO T-STUDENT SUI DATI DI VELOCITÀ COMMERCIALE DEL TPL

Il test T-student consente di verificare se la differenza tra le medie di due campioni è significativa, e quindi se i due campioni appartengono a popolazioni differenti.

Nel caso specifico la variabile considerata è la velocità commerciale dei mezzi transitanti in Area C di cui si è confrontata la media per fascia oraria e tipologia di mezzo. I due campioni fanno riferimento ai dati di velocità commerciale del 2011 (Ecopass) e del 2012 (Area C). Si è mantenuta la disaggregazione per modo e fascia oraria per mantenere i campioni il più omogenei possibile. Quindi l'applicazione del test permette di verificare se le differenze evidenziate nei capitoli precedenti sono dovute al caso oppure all'applicazione del provvedimento Area C.

Condizione necessaria per l'applicazione del test è che i dati seguono una distribuzione Normale. Tale ipotesi è stata verificata utilizzando un software di analisi statistica.

Con lo stesso software si è effettuato il Test sulla serie di dati. Il parametro ricavato è il P-value cioè la probabilità dell'ipotesi nulla, quindi la probabilità che le medie siano uguali.

Fascia oraria	linee automobilistiche	linee tranviarie
	p-value	p-value
6 – 7	0,0136	0,004579
7 – 8	0,2136	0,03395
8 – 9	4,95E-11	4,42E-05
9 – 10	1,40E-07	2,24E-07
10 – 11	2,60E-11	2,26E-12
11 – 12	2.2e-16	2,10E-13
12 – 13	7.12e-14	3,58E-10
13 – 14	2,14E-06	1,76E-05
14 – 15	2.2e-14	1,07E-12
15 – 16	1,32E-12	2,58E-10
16 – 17	0,001381	0,004597
17 – 18	2,19E-09	3,99E-12
18 – 19	3,49E-11	8,61E-12
19 – 20	1,07E-08	2,12E-11
20 – 21	0,2005	4,59E-08
21 – 22	0,9936	1,63E-08
22 – 23	0,8481	0,0001441
23 – 24	0.7153	0,01831

Tabella 7 – Andamento del p-value risultante dall'applicazione del test t-student

La differenza tra le medie si considera significativa per un p-value $<0,01$. Ciò significa che esiste una probabilità inferiore all'1% che la differenza tra i due campioni non sia dovuta al caso.

Per le linee automobilistiche si nota chiaramente come , esattamente nelle ore di attivazione di Area C, il p-value è sì molto inferiore allo 0,01 e quindi il test può essere accettato. Tale risultato consente di affermare che la differenza delle medie è quasi sicuramente influenzata da un fattore esterno, quindi il provvedimento di attivazione di Area C. E' interessante notare come al di fuori delle ore di applicazione del provvedimento il test non può essere accettato.

Anche per i tram il test è significativo anche se in questo caso al di fuori dell'ora di applicazione di area C il p-value si mantiene inferiore allo 0,01.

6. EFFETTI SULLA PUNTUALITÀ E REGOLARITÀ DEL TRASPORTO PUBBLICO DI SUPERFICIE

Accanto al miglioramento delle velocità commerciali, la riduzione della congestione da traffico in Area C ci si attende possa avere ripercussioni positive anche sulla regolarità e puntualità del servizio di trasporto pubblico di superficie.

Tali effetti costituivano un obiettivo dell'Amministrazione, influenzando significativamente sull'efficienza e sulla qualità percepita del servizio, determinando una distribuzione più regolare delle corse e il superamento delle situazioni di attesa prolungata alle fermate per effetto degli incagli.

L'analisi deve essere approfondita, discriminando con maggior dettaglio, per ogni linea, i risultati conseguiti all'interno di Area C e nei tratti di percorso esterni alla stessa.

Di seguito si riporta un primo confronto fra gli scostamenti fra gli orari attesi di arrivo al capolinea e gli orari effettivi registrati, per le corse delle linee che transitano da Area C.

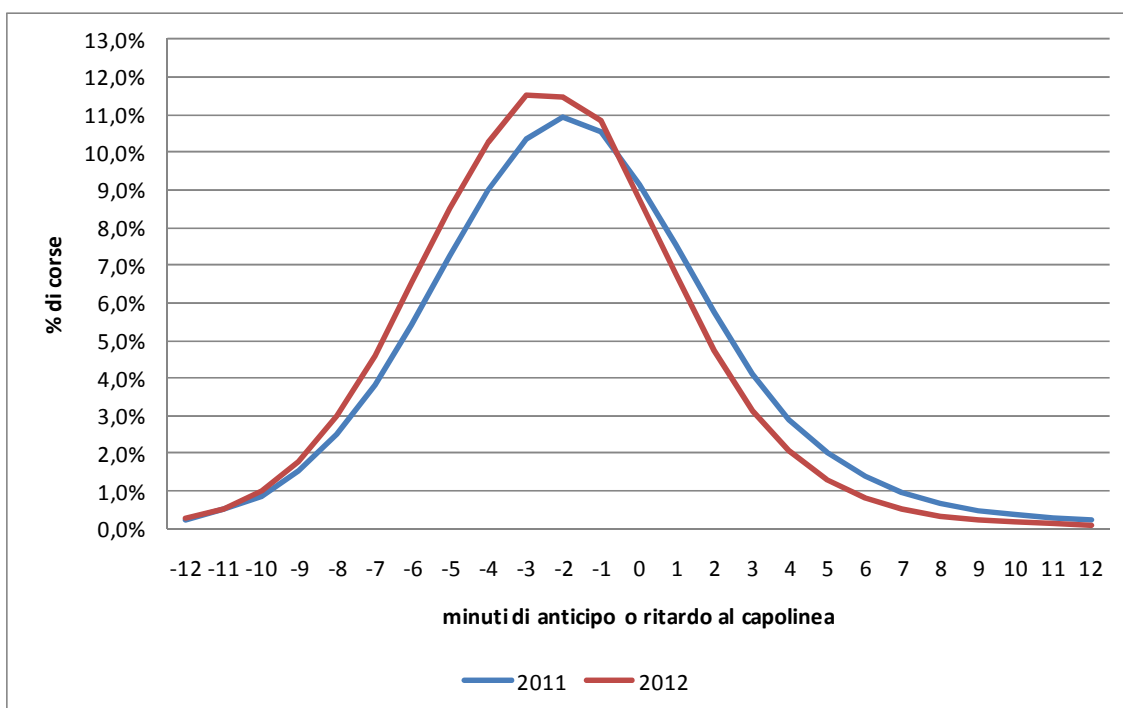


Figura 1 - distribuzione degli anticipi o ritardi al capolinea delle linee che transitano per Area C

Si nota come nel 2012, si registri un leggero spostamento della distribuzione, con un aumento della quota di corse arrivate in orario o in anticipo e una riduzione dei ritardi, particolarmente evidente per i ritardi superiori ai 2 minuti.

Il numero di corse con ritardi compresi fra 2 e 5 minuti si riduce di oltre il 20%, mentre la riduzione raggiunge circa il 50% se si considerano i ritardi superiori ai 5 minuti.