



AnsaldoBreda
Una società finmeccanica

AA03646
[Rev. 1]

Pagina 1
di 3

SIRIO FIRENZE

VERIFICA D'INTERFACCIA VEICOLO BANCHINA

REVISIONE	LIV.CRIT.	DATA
1	1	19/02/08
REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
D.COPEDE' (SIDEPI IMPIANTI)	M.AGNELLI <i>Agelli Paveso</i>	M.ROMANI <i>M. Romani</i>



RIEPILOGO REVISIONI

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE
0	21/11/03	Prima Emissione
1	19/02/08	Revisione Generale
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		



AnsaldoBreda
Una società finmeccanica

AA03646
[Rev. 1]

SEZIONE 1

Pagina 1

di 13

SEZIONE 1

VERIFICA D'INTERFACCIA VEICOLO BANCHINA



AnsaldoBreda
Una società finmeccanica

AA03646
[Rev. 1]

SEZIONE 1

Pagina 3

di 13

RIEPILOGO REVISIONI.....	2
1. OGGETTO.....	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
3. CONDIZIONI DI CIRCOLABILITA'.....	5
3.1 GENERALITA'.....	5
3.2 VEICOLO CON SPOSTAMENTI CONTRAPPOSTI ALL' ASSE DEL BINARIO E BANCHINA IN RETTILINEO	6
3.3 CALCOLO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE	6
4. CALCOLO SPOSTAMENTI LATERALI	8
4.1 CIRCOLABILITA' IN BANCHINA IN RETTILINEO CON VEICOLO A 30 Km/h.....	8
4.2 VERIFICA D'INTERFACCIA CON LA BANCHINA A VEICOLO FERMO IN CONDIZIONI LIMITE PER LA VERIFICA DELL' APERTURA DELLE PORTE.....	11
5 CALCOLO SPOSTAMENTI VERTICALI	13
6 CONCLUSIONI	13



1. OGGETTO

Lo scopo del presente documento è quello di definire i parametri, le condizioni e determinare gli spostamenti del veicolo per le seguenti verifiche:

1. Verifica di circolabilità in banchina in rettilineo con veicolo in movimento a 30 Km/h.
2. Verifiche d'interfaccia veicolo ÷ banchina, in corrispondenza delle porte e della parte più sporgente della cassa motrice.

Le verifiche descritte ai punti 1 e 2 sono verifiche di sicurezza in quanto effettuate in accordo al punto 5.1.4 della UNI 11174:

- nel punto 1 viene analizzata la condizione di veicolo marciante vicino alla banchina (a velocità ridotta di 30 km/h) nelle condizioni più sfavorevoli in modo da evitare contatti relativi,
- nel punto 2 viene verificato che l'apertura delle porte a veicolo fermo posto nelle condizioni più sfavorevoli non sia ostacolata da interferenze con la banchina.

Pertanto le verifiche precedenti, implicando la sicurezza per i passeggeri, terranno conto degli spostamenti massimi possibili nelle condizioni analizzate, ossia saranno effettuate nelle condizioni più sfavorevoli.


2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

BOStrab: "Regolamento per la costruzione e l' esercizio di sistemi Light Rail Transit nella Germania Federale") pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale tedesca alla pagina 2648 il giorno 11/12/1987.

Dis. ATM T1003346 del 27/02/'98: Consumo Massimo rotaia e bordino Cerchione

Dis. AA07EJD: Interfaccia veicolo banchina

UNI 11174:2005 Materiale rotabile per tranvie e tranvie veloci – caratteristiche generali e prestazioni.

 <p>AnsaldoBreda Una società finmeccanica</p>	<p>AA03646 [Rev. 1]</p> <p>SEZIONE 1</p>	<p>Pagina 5 di 13</p>
---	--	---------------------------

3. CONDIZIONI DI CIRCOLABILITA'

3.1 GENERALITA'

La determinazione degli ingombri, dovuti al *comportamento dinamico* dei tram, allo stato attuale, non è definita secondo metodi codificati in norme emesse dagli enti normativi ufficiali (UIC, UNI, DIN ecc), in mancanza di tutto questo, onde procedere alle verifiche, come quelle oggetto del presente documento e in particolar modo per individuare tutti i fattori da considerare nella valutazione degli ingombri si è fatto riferimento al "Regolamento per la costruzione e l' esercizio di sistemi Light Rail Transit nella Germania Federale" (BOStrab) pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale tedesca alla pagina 2648 il giorno 11/12/1987.

I fattori determinanti l' ingombro del veicolo, sono suddivisi in due fasce, quelle definiti con *nz* e quelli con *z*, il cui significato è di seguito riportato:

nz: fattori non accidentali; sono da considerare come tali, quelli che si verificano simultaneamente nelle condizioni di esercizio permesse e che raggiungono il massimo valore nella stessa direzione.

z: fattori accidentali; sono da considerare come tali quelli che con sufficiente certezza non si verificano simultaneamente e non raggiungono il massimo valore nella stessa direzione.

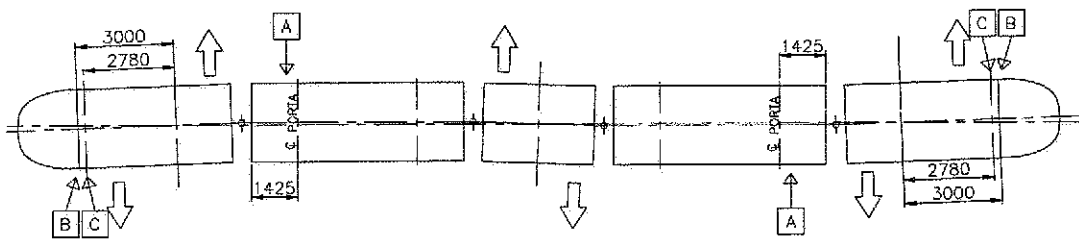
I fattori definiti come **nz** si sommano aritmeticamente, mentre quelli definiti come **z** si sommano sotto radice quadrata sulla base delle legge Gaussiana della generazione dell' errore.

In assenza di indicazioni specifiche relative all'infrastruttura per la linea di Sirio Firenze, abbiamo considerato i parametri di usura e tolleranza, relative al binario, in accordo a quanto utilizzato per i veicolo di Sirio Atene.

Per i valori relativi alla massima usura del bordino della ruota e del gioco ruota rotaia si è assunto quanto riportato nel disegno ATM T1003346 del 27/02/1998 riportato in allegato (ATM : Azienda trasporti milanesi) ed utilizzati per il veicolo di Sirio Milano.



3.2 VEICOLO CON SPOSTAMENTI CONTRAPPOSTI ALL' ASSE DEL BINARIO E BANCHINA IN RETTILINEO



I punti "A", "B" e "C" si riferiscono alle sezioni di veicolo per le quali si procede alla verifica di ingombro e corrispondono:

Il punto A corrisponde alla porta adibita all'incarrozzamento dei passeggeri portatori di handicap;

Il punto B corrisponde alla zona di massimo ingombro del veicolo nella zona della cassa motrice;

Il punto C corrisponde alla zona porta della cassa motrice.

Nel dis. AA07EJD è rappresentata l'interfaccia veicolo banchina e la verifica di circolabilità a 30 Km/h.

3.3 CALCOLO DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE

In questo paragrafo verranno calcolati i fattori di amplificazione degli spostamenti, derivanti dalla configurazione dei veicoli riportata nello scenario del paragrafo precedente.

Tali fattori di amplificazione saranno calcolati sulla base degli spostamenti del carrello riportati sugli assili e sui tamponi laterali delle sospensioni secondarie.

I parametri che influenzano tali fattori sono:

- Passo del carrello ($p = 1700$ mm)
- Distanza longitudinale tra i tamponi delle sospensioni secondarie ($a = 2830$ mm)
- Distanza della sezione oggetto di studio dall'asse del carrello (n_a)



Fattori di amplificazione in corrispondenza dello snodo dell' articolazione "punto A":

$$f_1'(A) = [(n_a + p/2)/p] = [(2000 + 1700/2)/1700] = 1,676$$

$$f_1''(A) = [(n_a - p/2)/p] = [(2000 - 1700/2)/1700] = 0,676$$

Fattori di amplificazione in corrispondenza dello snodo dell' articolazione per le spostamento dovuto alla sospensione secondaria "punto A":

$$f_2'(A) = [(n_a + a/2)/a] = [(2000 + 2830/2)/2830] = 1,207$$

$$f_2''(A) = [(n_a - a/2)/a] = [(2000 - 2830/2)/2830] = 0,207$$

Fattori di amplificazione in corrispondenza dell'estremità della cassa motrice "punto B":

$$f_1'(B) = [(n_a + p/2)/p] = [(3000 + 1700/2)/1700] = 2,265$$

$$f_1''(B) = [(n_a - p/2)/p] = [(3000 - 1700/2)/1700] = 1,265$$

Fattori di amplificazione in corrispondenza dell'estremità della cassa motrice per le spostamento dovuto alla sospensione secondaria "punto B":

$$f_2'(B) = [(n_a + a/2)/a] = [(3000 + 2830/2)/2830] = 1,560$$

$$f_2''(B) = [(n_a - a/2)/a] = [(3000 - 2830/2)/2830] = 0,560$$

Fattori di amplificazione in corrispondenza dell'estremità della cassa motrice "punto C":

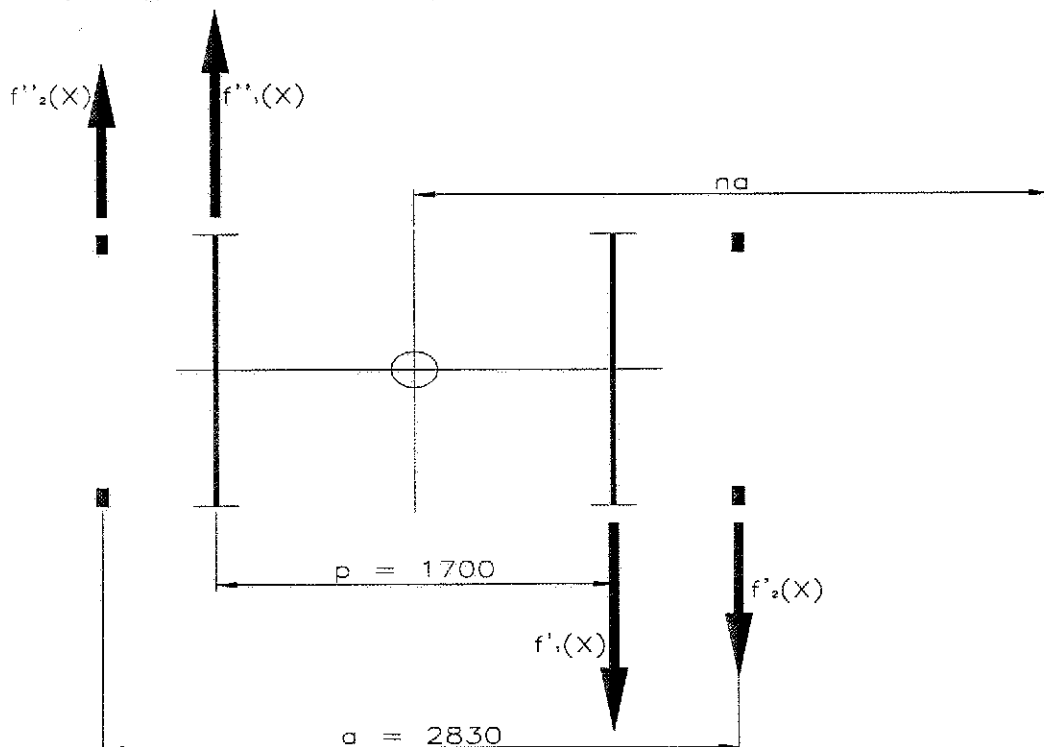
$$f_1'(C) = [(n_a + p/2)/p] = [(2780 + 1700/2)/1700] = 2,135$$

$$f_1''(C) = [(n_a - p/2)/p] = [(2780 - 1700/2)/1700] = 1,135$$

Fattori di amplificazione in corrispondenza dell'estremità della cassa motrice per le spostamento dovuto alla sospensione secondaria "punto C":

$$f_2'(C) = [(n_a + a/2)/a] = [(2780 + 2830/2)/2830] = 1,480$$

$$f_2''(C) = [(n_a - a/2)/a] = [(2780 - 2830/2)/2830] = 0,480$$





4. CALCOLO SPOSTAMENTI LATERALI

4.1 CIRCOLABILITA' IN BANCHINA IN RETTILINEO CON VEICOLO A 30 Km/h

La verifica di circolabilità in banchina con veicolo in transito alla velocità di 30 Km/h, viene eseguita sommando usure, giochi e tolleranze del sistema ai cedimenti laterali delle sospensioni, come mostrato nelle tabelle seguenti:

CALCOLO SPOSTAMENTO LATERALE ZONA "A" CASSA APPESA A VELOCITA' DI 30 Km/h				
DESCRIZIONE	VALORE [mm]	Fattore di Amplificazione	SPOSTAMENTO [mm]	
EFFETTO DOVUTO AL GIOCO RUOTA / ROTAIA				
Gioco ruota/rotaia	3,00	$f_1'(A) + f_1''(A)$	7,05	nz
Usura bordino	8,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	18,8	nz
Usura rotaia	5,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	11,8	nz
EFFETTO DOVUTO ALLA STRUTTURA DI BINARIO				
Spostamento di binario per $r > 800$ m	2,0	-	2,0	z
Tolleranza sul semiscartamento	2,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	4,7	z
Spostamento elastico di binario	1,0	-	1,0	nz
EFFETTO DOVUTO ALLA STRUTTURA TECNICA DI VEICOLO				
Spostamento laterale - ruota elastica	1,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	2,35	nz
Sospensione primaria	1,2	$f_1'(A) + f_1''(A)$	2,8	nz
Sospensione secondaria	7,5	$f_2'(A) + f_2''(A)$	10,6	nz
Giochi e usure	2,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	4,7	nz
Tolleranze costruttive sala	1,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	2,4	z
Tolleranze costruttive boccola	0,1	$f_1'(A) + f_1''(A)$	0,235	z
Tolleranze assemblaggio cassa-carrello	2,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	4,7	z
Tolleranza laterale giostra	0,5	-	0,5	z
Tolleranze assemblaggio sospensione primaria	0,5	$f_1'(A) + f_1''(A)$	1,2	z
Tolleranze costruttive semilarghezza cassa	4,0	-	4,0	z
Totale Spostamento Laterale in corrispondenza del "punto A"			67,6 mm	
$\sum nz + \sqrt{\sum z^2}$				

- Veicolo a velocità di 30 Km/h in rettilineo su binario senza sopraelevazione
- Usure ruota e bordino in accordo al disegno ATM T1003346 (valore assunto in mancanza di informazioni in merito indicate a capitolato)
- Usura rotaia in corrispondenza della banchina: equivalente a quella utilizzata per i veicoli Sirio Atene (il valore è stato assunto in mancanza di informazioni in merito indicate a capitolato)



CALCOLO SPOSTAMENTO LATERALE ZONA "B" CASSA MOTRICE A VELOCITA' DI 30 Km/h				
DESCRIZIONE	VALORE [mm]	Fattore di Amplificazione	SPOSTAMENTO [mm]	
EFFETTO DOVUTO AL GIOCO RUOTA / ROTAIA				
Gioco ruota/rotaia	3,00	$f_1'(B) + f_1''(B)$	10,59	nz
Usura bordino	8,0	$f_1'(B) + f_1''(B)$	28,24	nz
Usura rotaia	5,0	$f_1'(B) + f_1''(B)$	17,65	nz
EFFETTO DOVUTO ALLA STRUTTURA DI BINARIO				
Spostamento di binario per $r > 800$ m	2,0	-	2,0	z
Tolleranza sul semiscartamento	2,0	$f_1'(B) + f_1''(B)$	7,06	z
Spostamento elastico di binario	1,0	-	1,0	nz
EFFETTO DOVUTO ALLA STRUTTURA TECNICA DI VEICOLO				
Spostamento laterale - ruota elastica	1,0	$f_1'(B) + f_1''(B)$	3,53	nz
Sospensione primaria	1,2	$f_1'(B) + f_1''(B)$	4,24	nz
Sospensione secondaria	7,5	$f_2'(B) + f_2''(B)$	15,9	nz
Giochi e usure	2,0	$f_1'(B) + f_1''(B)$	7,06	nz
Tolleranze costruttive sala	1,0	$f_1'(B) + f_1''(B)$	3,53	z
Tolleranze costruttive boccola	0,1	$f_1'(B) + f_1''(B)$	0,35	z
Tolleranze assemblaggio cassa-carrello	2,0	$f_1'(B) + f_1''(B)$	7,06	z
Tolleranze assemblaggio sospensione primaria	0,5	$f_1'(B) + f_1''(B)$	1,77	z
Tolleranze costruttive semilarghezza cassa	4,0	-	4,0	z
Totale Spostamento Laterale in corrispondenza del "punto B"			99,8 mm	
$\sum nz + \sqrt{\sum z^2}$				

- Veicolo a velocità di 30 Km/h in rettilineo su binario senza sopraelevazione
- Usure ruota e bordino in accordo al disegno ATM T1003346 (valore assunto in mancanza di informazioni in merito indicate a capitolato)
- Usura rotaia in corrispondenza della banchina: equivalente a quella utilizzata per i veicoli Sirio Atene (il valore è stato assunto in mancanza di informazioni in merito indicate a capitolato)



**CALCOLO SPOSTAMENTO LATERALE
ZONA "C" CASSA MOTRICE A VELOCITA' DI 30 Km/h**

DESCRIZIONE	VALORE [mm]	Fattore di Amplificazione	SPOSTAMENTO [mm]	
EFFETTO DOVUTO AL GIOCO RUOTA / ROTAIA				
Gioco ruota/rotaia	3,00	$f_1'(C)+f_1''(C)$	9,81	nz
Usura bordino	8,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	26,16	nz
Usura rotaia	5,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	16,35	nz
EFFETTO DOVUTO ALLA STRUTTURA DI BINARIO				
Spostamento di binario per $r > 800$ m	2,0	-	2,0	z
Tolleranza sul semiscartamento	2,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	6,54	z
Spostamento elastico di binario	1,0	-	1,0	nz
EFFETTO DOVUTO ALLA STRUTTURA TECNICA DI VEICOLO				
Spostamento laterale - ruota elastica	1,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	3,27	nz
Sospensione primaria	1,2	$f_1'(C)+f_1''(C)$	3,92	nz
Sospensione secondaria	7,5	$f_2'(C)+f_2''(C)$	14,7	nz
Giochi e usure	2,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	6,54	nz
Tolleranze costruttive sala	1,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	3,27	z
Tolleranze costruttive boccola	0,1	$f_1'(C)+f_1''(C)$	0,33	z
Tolleranze assemblaggio cassa-carrello	2,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	6,54	z
Tolleranze assemblaggio sospensione primaria	0,5	$f_1'(C)+f_1''(C)$	1,64	z
Tolleranze costruttive semilarghezza cassa	4,0	-	4,0	z
Totale Spostamento Laterale in corrispondenza del "punto C"			92,7 mm	
$\sum nz + \sqrt{\sum z^2}$				

- Veicolo a velocità di 30 Km/h in rettilineo su binario senza sopraelevazione
- Usure ruota e bordino in accordo al disegno ATM T1003346 (valore assunto in mancanza di informazioni in merito indicate a capitolato)
- Usura rotaia in corrispondenza della banchina: equivalente a quella utilizzata per i veicoli Sirio Atene (il valore è stato assunto in mancanza di informazioni in merito indicate a capitolato)

4.2 VERIFICA D'INTERFACCIA CON LA BANCHINA A VEICOLO FERMO IN CONDIZIONI LIMITE PER LA VERIFICA DELL'APERTURA DELLE PORTE

La verifica di interfaccia a veicolo fermo nelle sezioni delle porte di salita viene eseguita considerando la somma dei giochi, delle tolleranze e delle usure del sistema, come mostrato nelle tabelle seguenti:

CALCOLO SPOSTAMENTO LATERALE "LIMITE" A VEICOLO FERMO ZONA "A" CASSA APPESA				
DESCRIZIONE	VALORE [mm]	Fattore di Amplificazione	SPOSTAMENTO [mm]	
EFFETTO DOVUTO AL GIOCO RUOTA / ROTAIA				
Gioco ruota/rotaia	3,00	$f_1'(A) + f_1''(A)$	7,05	nz
Usura bordino	8,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	18,8	nz
Usura rotaia	5,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	11,8	nz
EFFETTO DOVUTO ALLA STRUTTURA DI BINARIO				
Spostamento di binario per $r > 800$ m	2,0	-	2,0	z
Tolleranza sul semiscartamento	2,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	4,7	z
Spostamento elastico di binario	0,0	-	0,0	nz
EFFETTO DOVUTO ALLA STRUTTURA TECNICA DI VEICOLO				
Spostamento laterale - ruota elastica	0,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	0,0	nz
Sospensione primaria	0,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	0,0	nz
Sospensione secondaria	0,0	$f_2'(A) + f_2''(A)$	0,0	nz
Giochi e usure	2,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	4,7	nz
Tolleranze costruttive sala	1,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	2,4	z
Tolleranze costruttive boccola	0,1	$f_1'(A) + f_1''(A)$	0,235	z
Tolleranze assemblaggio cassa-carrello	2,0	$f_1'(A) + f_1''(A)$	4,7	z
Tolleranza laterale giostra	0,5	-	0,5	z
Tolleranze assemblaggio sospensione primaria	0,5	$f_1'(A) + f_1''(A)$	1,2	z
Tolleranze costruttive semilarghezza cassa	4,0	-	4,0	z
Totale Spostamento Laterale in corrispondenza del "punto A"			50,7 mm	
$\sum nz + \sqrt{\sum z^2}$				

- Veicolo a fermo su binario in rettilineo senza sopraelevazione
- Usure ruota e bordino in accordo al disegno ATM T1003346 (valore assunto in mancanza di informazioni in merito indicate a capitolato)
- Usura rotaia in corrispondenza della banchina: equivalente a quella utilizzata per i veicoli Sirio Atene (il valore è stato assunto in mancanza di informazioni in merito indicate a capitolato)



**CALCOLO SPOSTAMENTO LATERALE "LIMITE" A VEICOLO FERMO
ZONA "C" CASSA MOTRICE**

DESCRIZIONE	VALORE [mm]	Fattore di Amplificazione	SPOSTAMENTO [mm]	
EFFETTO DOVUTO AL GIOCO RUOTA / ROTAIA				
Gioco ruota/rotaia	3,00	$f_1'(C)+f_1''(C)$	9,81	nz
Usura bordino	8,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	26,16	nz
Usura rotaia	5,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	16,35	nz
EFFETTO DOVUTO ALLA STRUTTURA DI BINARIO				
Spostamento di binario per $r > 800$ m	2,0	-	2,0	z
Tolleranza sul semiscartamento	2,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	6,54	z
Spostamento elastico di binario	0,0	-	0,0	nz
EFFETTO DOVUTO ALLA STRUTTURA TECNICA DI VEICOLO				
Spostamento laterale - ruota elastica	0,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	0,0	nz
Sospensione primaria	0,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	0,0	nz
Sospensione secondaria	0,0	$f_2'(C)+f_2''(C)$	0,0	nz
Giochi e usure	2,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	6,54	nz
Tolleranze costruttive sala	1,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	3,27	z
Tolleranze costruttive boccola	0,1	$f_1'(C)+f_1''(C)$	0,33	z
Tolleranze assemblaggio cassa-carrello	2,0	$f_1'(C)+f_1''(C)$	6,54	z
Tolleranze assemblaggio sospensione primaria	0,5	$f_1'(C)+f_1''(C)$	1,64	z
Tolleranze costruttive semilarghezza cassa	4,0	-	4,0	z
Totale Spostamento Laterale in corrispondenza del "punto C"			69,8 mm	
$\sum nz + \sqrt{\sum z^2}$				

- Veicolo a fermo su binario in rettilineo senza sopraelevazione
- Usure ruota e bordino in accordo al disegno ATM T1003346 (valore assunto in mancanza di informazioni in merito indicate a capitolato)
- Usura rotaia in corrispondenza della banchina: equivalente a quella utilizzata per i veicoli Sirio Atene (il valore è stato assunto in mancanza di informazioni in merito indicate a capitolato)



5 CALCOLO SPOSTAMENTI VERTICALI

CALCOLO SPOSTAMENTO VERTICALI	
DESCRIZIONE	VALORE [mm]
USURE	
Usura ruota	25,0
Usura e tolleranza rotaia	10,0
EFFETTI DOVUTI ALLA STRUTTURA TECNICA DEL VEICOLO	
Cedimento sospensione primaria e secondaria	26,0
TOLLERANZE	
Tolleranze di costruzione cassa carrello	4,0
Tolleranze banchina	4,0
Totale spostamento verticale	69,0

- Veicolo fermo in rettilineo su binario senza sopraelevazione
- Ammortizzatori usurati
- Condizione di carico 4 pass/mq
- Usure rotaia in accordo al disegno ATM T1003346 (valore assunto in mancanza di informazioni in merito indicate a capitolato).

6 CONCLUSIONI

Dalle analisi svolte risulta che la distanza minima tra il centro del binario e il bordo della banchina, in modo da evitare interferenze con il veicolo a velocità di 30 km/h e durante l'apertura della porta a veicolo fermo, è 1330 mm.



AnsaldoBreda
Una società finmeccanica

AA03646
[Rev. 1]

ALLEGATO "A"

Pagina 1

di 2

ALLEGATO "A"

Disegno ATM T1003346 del 27/02/98

Usura Bordino e Rotaia

