

**REVAMPING AUTOMOTRICI
FERROVIA A CREMAGLIERA PRINCIPE-GRANAROLO**

PROGETTO ESECUTIVO

**M4708-101
rev. 02**

Data: 22/06/2012

Documento composto da 33 pagine

Committente

AMT

Data	Redatto	Verificato	Approvato
03/08/11	 Ing. T. Ambrogi Lorenzini	Oda '96	AMT
20/09/11	 Ing. T. Ambrogi Lorenzini	Oda '96	AMT
22/06/12	 Ing. T. Ambrogi Lorenzini	Oda '96	AMT

PAGINE	0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	X	X	X						
2	X	X	X						
3	X	X							
4	X	X							
5	X	X							
6	X	X							
7	X	X							
8	X	X							
9	X	X							
10	X	X							
11	X	X	X						
12	X	X							
13	X	X							
14	X	X							
15	X	X	X						
16	X	X	X						
17	X	X	X						
18	X	X							
19	X	X							
20	X	X	X						
21	X	X	X						
22	X	X							
23		X	X						
24		X							
25		X							
26		X	X						
27		X	X						
28		X	X						
29		X	X						
30		X							
31		X							
32		X	X						
33			X						

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE.....	5
2	ELENCO DELLE ATTIVITA'	6
3	DISPOSITIVO FRENATURA ELETTRICA DI EMERGENZA	8
4	NUOVE CORONE DENTATE	11
5	MODIFICHE PEDANE DI SALITA	12
6	VOLANTINO FRENO A CONTRAPPESO	14
7	COMBINATORI DI MARCIA	18
8	BRONZINE RUOTE PORTANTI.....	23
9	RIPRISTINO CARROZZERIA ED INTERNI VETTURA 1	23
10	IMPIANTI ELETTRICI	26
11	PORTE MOTORIZZATE.....	26
12	POSTI GUIDA	26
13	DISPOSITIVO ANTISVIO	27
14	MODIFICA REOSTATO TRAZIONE	30
15	COMPORTAMENTO FUOCO-FUMI DEI MATERIALI	32
16	NORME DI RIFERIMENTO	32
17	ALLEGATI.....	33

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Tacche su selettore motori	18
Tabella 2 – Combinazione in discesa.....	19
Tabella 3 – Combinazione in salita.....	19

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Figurino D4708-001	5
Figura 2 – Schema uscita sensore di velocità.....	8
Figura 3 – Posizionamento sensore.....	9
Figura 4 – Circuito dispositivo frenatura elettrica di emergenza, D4708-011 gruppo 080 tav 03....	10
Figura 5 – Ruota dentata - disegno AMT 1654	11
Figura 6 – Montaggio ruota dentata - disegno AMT 1655	11
Figura 7 – Pedane mobili D4708-009	12
Figura 8 – Banchina tipo	13
Figura 9 – Estratto disegno banchina – quote soglie vettura.....	13
Figura 10 – Schema meccanico freno a contrappeso con servomeccanismo.....	14
Figura 11 – Schema montaggio servomeccanismo.....	15
Figura 12 – Posizione pulsante freno a contrappeso.....	16
Figura 13 – Circuito servomeccanismo freno a contrappeso, D4708-011 gruppo 080 tav 01.....	17
Figura 14 – Schema circuito impianto di trazione, D4708-011 gruppo 040 tav 04	21
Figura 15 – Disposizione leve manovra su banco	22
Figura 16 – Disposizione componenti banco	22
Figura 17 – Struttura metallica fiancata - disegno AMT 1561.....	23
Figura 18 – Struttura metallica testata a monte - disegno AMT 1562.....	24
Figura 19 – Struttura metallica testata a valle - disegno AMT 1563.....	24
Figura 20 – Struttura metallica, pianta- disegno AMT 1564	25
Figura 21 – Dispositivo antisvio D4708-013	27
Figura 22 – Dispositivo antisvio in condizioni di marcia normale.....	28
Figura 23 – Spessoramento supporto ruotino di scorta.....	28
Figura 24 – Dispositivo antisvio in condizioni di intervento ruotino di scorta	29
Figura 25 – Disposizione resistenze trazione - D4708-012	30
Figura 26 – Schema distribuzione energia, D4708-011 gruppo 040 tav. 04.....	31
Figura 27 – Curva assorbimento motori.....	31

1 INTRODUZIONE

Nel presente documento sono descritti gli interventi che saranno compiuti sulle due elettromotrici a cremagliera della ferrovia Principe-Granarolo.

Solo la vettura 1 è attualmente in condizioni di esercizio mentre la vettura 2, già sottoposta a revamping nel 2003, necessita del completamento di tali interventi oltre di quant'altro descritto di seguito.

In generale gli interventi saranno tali da uniformare, per quanto possibile, le strutture e gli impianti delle due vetture a vantaggio dell'immagine aziendale e della manutenzione, pur mantenendo lo spirito di vetture d'epoca.

Le principali dimensioni e caratteristiche dei veicoli sono rappresentate nel figurino, disegno D4708-001.

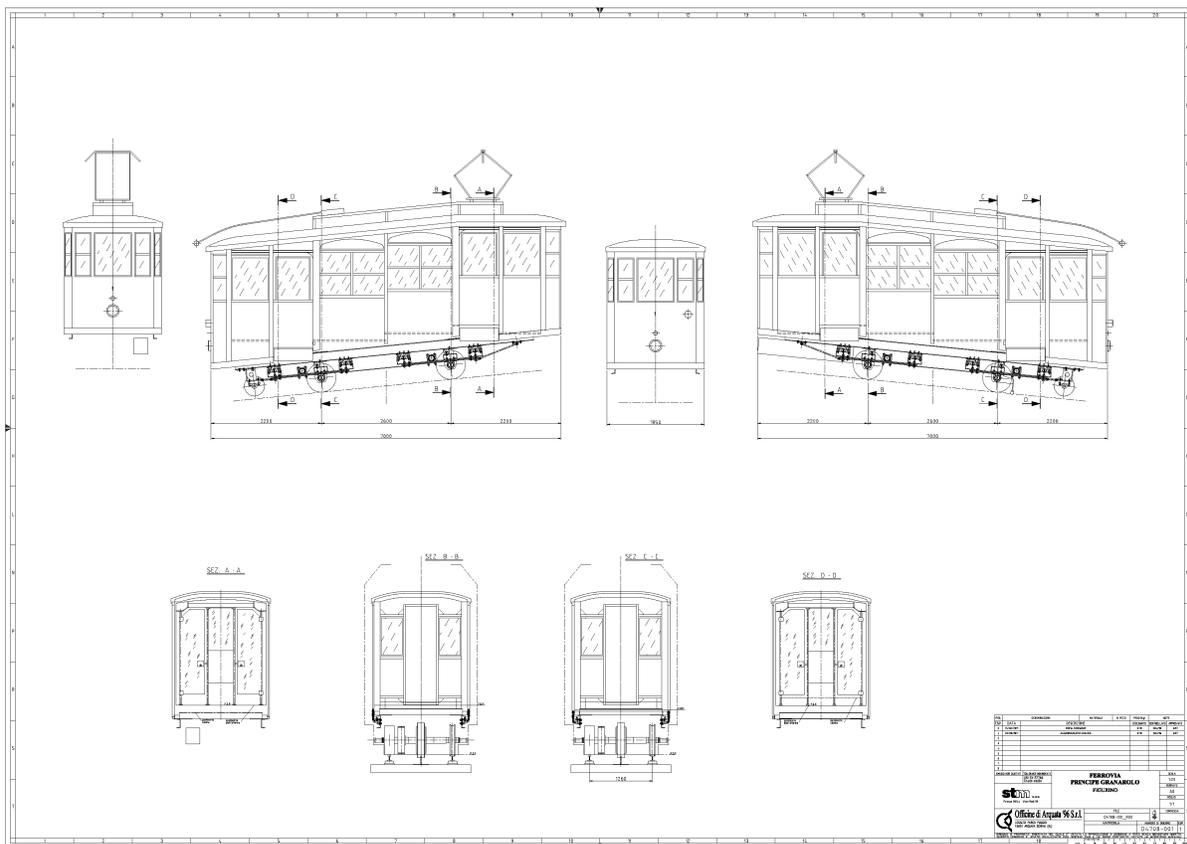


Figura 1 – Figurino D4708-001

In generale gli interventi che non siano di manutenzione e revisione saranno migliorativi della sicurezza di marcia e della sicurezza del personale e dei passeggeri.

In particolare, gli interventi relativi al dispositivo di frenatura elettrica di emergenza (par. 3) e del dispositivo antisvio (par. 13) comportano un aumento della sicurezza di marcia dei veicoli; l'intervento di modifica delle pedane di salita (par. 5) comporta un aumento della sicurezza dei passeggeri e gli interventi relativi al servomeccanismo del volantino del freno a contrappeso (par. 6) e al combinatore di marcia (par. 7) comportano un aumento della sicurezza del personale di macchina. I restanti interventi risultano di manutenzione o di miglioramento delle caratteristiche di comfort e non comportano impatto sulla sicurezza dei veicoli.

Non saranno apportate modifiche all'impianto di trazione oltre a quelle descritte ai par. 7 e 14. In particolare i pantografi, i motori, le resistenze di trazione (tranne l'eccezione descritta al par. 14) e di frenatura in supero velocità non risultano modificati.

2 ELENCO DELLE ATTIVITA'

Di seguito si riassumono per ogni vettura gli interventi che saranno effettuati.

Vettura 1

1. Prelievo dalla linea in corrispondenza della fermata di Via Bari e trasporto presso le officine OdA'96
2. Trasporto e calo sulla linea Principe-Granarolo in corrispondenza della fermata di Via Bari al termine dei lavori di ripristino della ferrovia
3. Installazione di un nuovo dispositivo elettronico per la frenatura elettrica di emergenza in sostituzione dell'attuale dispositivo elettromeccanico
4. Installazione di nuove corone dentate per le ruote di trazione (di fornitura AMT e conformi al dis. AMT 1654), adatte alla nuova cremagliera che verrà installata con i lavori in appalto sulla linea
5. Installazione di pedane mobili di salita (sia lato valle che lato monte del rotabile) idonee alla discesa di emergenza fuori stazione
6. Installazione di dispositivo servoassistito di ausilio al freno automatico a contrappeso
7. Installazione di nuovi combinatori di marcia e frenatura
8. Modifica parziale del reostato di trazione
9. Applicazione dispositivo antisvio
10. Verifica ed eventuale sostituzione delle bronzine delle ruote portanti
11. Verifica ed eventuale riprofilatura cerchioni delle ruote portanti
12. Ripristino della carrozzeria e degli interni con struttura metallica come già realizzata sulla vettura 2.
13. Rifacimento cablaggi di AT e BT con componentistica a norma
14. Verifiche e collaudi con gli Enti preposti

Vettura 2

1. Prelievo dalla sede AMT presso cui si trova depositata e trasporto presso le officine OdA'96
2. Trasporto e calo sulla linea Principe-Granarolo in corrispondenza della fermata di Via Bari al termine dei lavori di ripristino della ferrovia
3. Installazione di un nuovo dispositivo elettronico per la frenatura elettrica di emergenza in sostituzione dell'attuale dispositivo elettromeccanico
4. Installazione di nuove corone dentate per le ruote di trazione (di fornitura AMT e conformi al dis. AMT 1654), adatte alla nuova cremagliera che verrà installata con i lavori in appalto sulla linea
5. Installazione di pedane mobili di salita (sia lato valle che lato monte del rotabile) idonee alla discesa di emergenza fuori stazione
6. Installazione di dispositivo servoassistito di ausilio al freno automatico a contrappeso
7. Installazione di nuovi combinatori di marcia e frenatura
8. Modifica parziale del reostato di trazione
9. Applicazione dispositivo antisvio
10. Verifica ed eventuale sostituzione delle bronzine delle ruote portanti
11. Verifica ed eventuale riprofilatura cerchioni delle ruote portanti
12. Rifacimento cablaggi di AT e BT con componentistica a norma
13. Installazione di nuovo impianto elettrico BT, comprendente tutti i servizi di vettura (porte, illuminazione interna ed esterna, manovra pantografo, TVCC, segnalazioni) con relativi quadri comandi e protezioni
14. Montaggio e revisione porte motorizzate
15. Fornitura ed installazione per entrambe le cabine di sedile conducente, paretine divisorie e porte con caratteristiche da concordare con AMT
16. Verifiche e collaudi con gli Enti preposti

3 DISPOSITIVO FRENATURA ELETTRICA DI EMERGENZA

In sostituzione dell'attuale dispositivo elettromeccanico sarà installato un dispositivo elettronico comandato tramite sensore induttivo. Tale dispositivo, al superamento della velocità impostata, commuterà i circuiti dei motori sui reostati di frenatura di emergenza già presenti sulle vetture. L'utilizzo di contattori di uso ferroviario eliminerà gli attuali problemi di usura e cattivo funzionamento dei contatti che caratterizzano l'attuale dispositivo elettromeccanico, ad aumento della sicurezza di marcia dei veicoli.

L'attuale dispositivo viene così descritto nel capitolato di gara di AMT in cui vengono evidenziate le criticità:

Negli anni '60 è stato aggiunto un freno automatico elettrico di emergenza, che commuta il circuito di ogni motore su un reostato separato di valore fisso, facendo sì che la vettura rallenti e prosegua la marcia in discesa a bassa velocità (circa 4 km/h), in modo da attenuare l'effetto di possibili urti; esso viene inserito da un dispositivo centrifugo meccanico che prende il moto con una catena Galle dall'albero della ruota motrice di monte. Il meccanismo, formato da un braccio incernierato trattenuto da una molla che segue un profilo a camme e da una ruota ad arpioni, agisce in caso di eccesso di velocità allontanandosi dalla ruota a camme ed impegnando un lungo braccio che va a far ruotare il tamburo che riporta i contatti di commutazione.

Questo dispositivo, di fattura artigianale, presenta un funzionamento a volte incerto e non privo di inconvenienti; infatti la velocità di rotazione del tamburo commutatore è bassa e le extracorrenti di apertura del circuito sono alte, con la conseguenza di produrre bruciature e perlinature sui contatti, costruiti in rame con settori mobili e relativi tasti pressati da molle.

Il nuovo dispositivo utilizzerà una unità tachimetrica Jaquet T 401, già normalmente utilizzata in ambiente ferroviario e di cui si allega scheda tecnica.

Tale unità legge senza contatto tramite sensore di velocità analogico ad effetto Hall Jaquet F12S la velocità del veicolo.

Il sensore avrà le seguenti caratteristiche:

- predisposizione per uso esterno
- protezione IP 67
- temperatura di lavoro $-25^{\circ} +125^{\circ}$
- conforme alle norme EN 50155
- alimentazione dall'unità di misura a 14Vcc
- uscita con segnale impulsivo a circa 14Vcc con forma d'onda quadra e frequenza proporzionale al numero di denti letti secondo lo schema di uscita in figura.

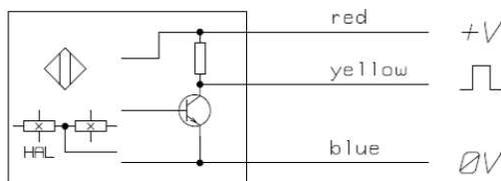


Figura 2 – Schema uscita sensore di velocità

Al fine da proteggere il sensore da urti e deposito di sporco o grasso movimentati dalla ruota dentata di trazione, questo sarà disposto in posizione riparata e leggerà il movimento di una ruota dentata ausiliaria portata in rotazione da una catena che sfrutta la ruota dentata attualmente già presente sull'assile di monte per portare in rotazione il dispositivo di frenatura elettromeccanica.

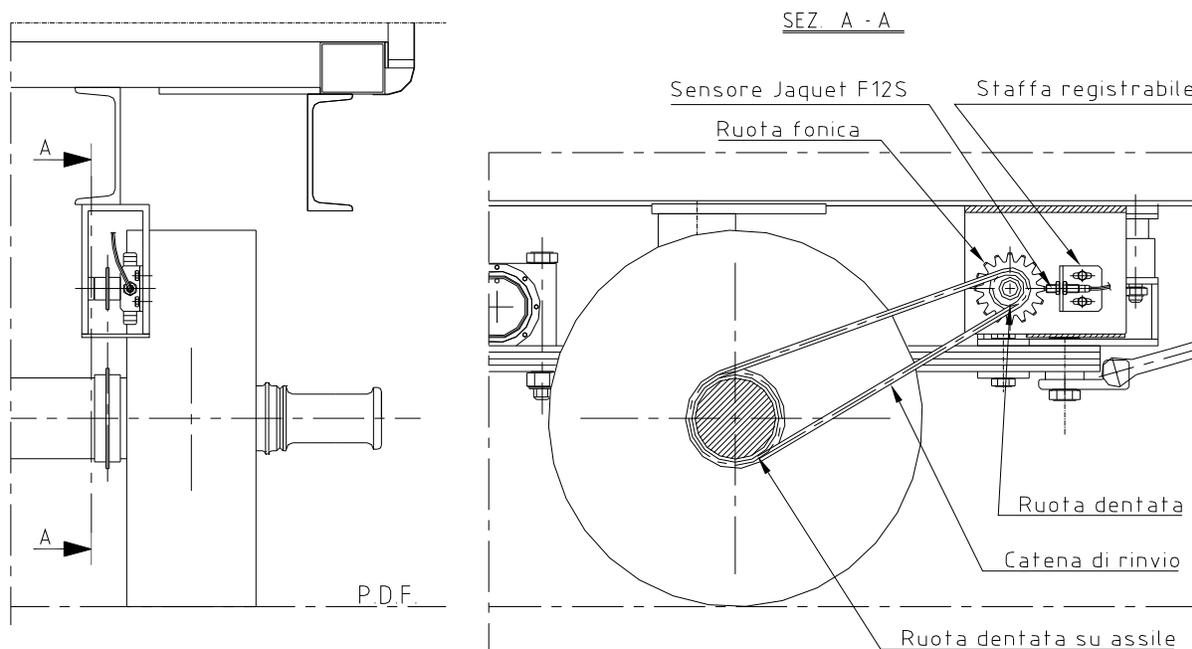


Figura 3 – Posizionamento sensore

L'unità di misura Jaquet T 401 permette la lettura di detto sensore e come uscite permette di avere il contatto di scambio di relè, una uscita analogica (4-20 mA) ed una uscita con open collector transistor per la lettura diretta della frequenza.

L'unità è programmabile tramite porta seriale RS 232 con opportuno cavetto di interfaccia e permette di impostare due valori di soglia allo scopo di definire un'isteresi di funzionamento dell'impianto. Verrà utilizzata l'uscita a relè, programmata per intervenire a velocità superiori ai 7 km/h e per reinserire il normale circuito di trazione a velocità inferiori ai 4 km/h. L'uscita a relè comanderà il contattore di sovra velocità per l'inserimento delle resistenze di frenatura in posizione de-energizzata in modo che l'eventuale guasto del sensore (l'unità tachimetrica diagnostica la funzionalità del sensore) provochi cautelativamente l'intervento di frenatura, vedi schema elettrico D4708-011, gruppo 080, tav. 3.

Sempre da detto schema si evince che l'eventuale mancanza di intervento del contattore (bruciatura bobina) provoca l'accensione ottica di guasto al conducente che, a sua discrezione, potrà comandare la frenatura meccanica.

I contatti ausiliari del contattore di sovra velocità saranno interbloccati sia elettricamente che tramite il PLC descritto al par.7, con il contattore principale di alimentazione (contattore denominati 4K01, per cui si esclude eventuale alimentazione dalla linea) e con i contattori di direzione collegati

direttamente a monte e a valle dei motori (contattori denominati 4K02, 4K03, 4K04 e 4K05, ulteriore isolamento dei motori dalla linea).

Questo risulta verificabile sullo schema elettrico foglio gruppo 030 tav. 03 e 04 e gruppo 040 tav. 04; al foglio 030 tav. 03 pos. C1è presente il contatto ausiliario NC del contattore 8K03 che alimenta, tramite il PLC denominato 3A03 una serie di relè ausiliari che comandano i contattori sopracitati (gruppo 040 tav. 03).

Per ridondanza la mancanza del segnale al PLC (3A03), ingresso IG, proveniente dalla unità di misura Jaquet T 401 comanda la logica la propria apertura dei contatti dedicati ai contattori sopra citati.

Come già descritto sopra, un eventuale guasto provoca l'intervento non voluto del sistema per cui si prevede un interruttore piombato di esclusione del sistema per permettere la movimentazione del veicolo tramite opportune procedure di linea. Tale interruttore denominato a schema 8S06 alimenta l'unità di misura Jaquet T 401 (8A01), ponticella il contatto ausiliario 8K03 di alimentazione dei contattori sopra citati e forza l'alimentazione all'ingresso IG del PLC (3A03); tale alimentazione forzata fa sì che il PLC consideri che non vi è richiesta di intervento permettendo di continuare a comandare la trazione nelle altre configurazioni (trazione e frenatura di servizio).

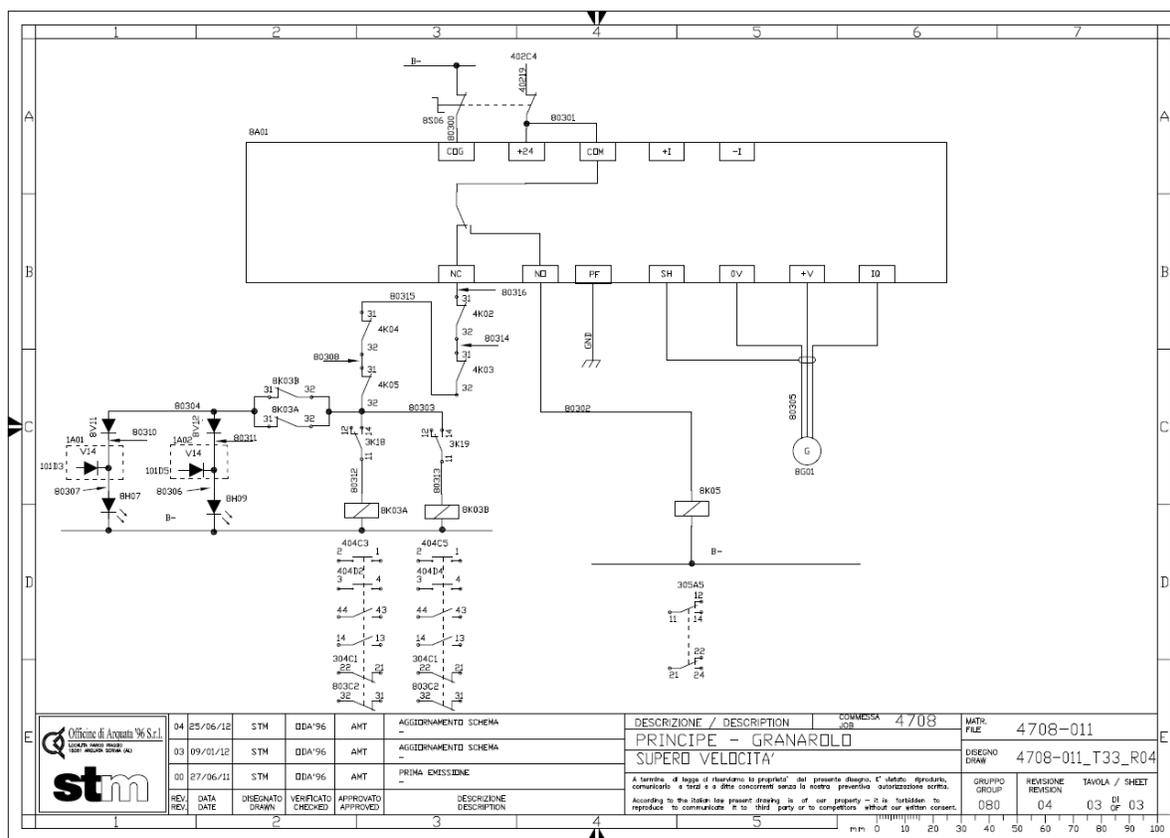


Figura 4 – Circuito dispositivo frenatura elettrica di emergenza, D4708-011 gruppo 080 tav 03

4 NUOVE CORONE DENTATE

Saranno montate le nuove corone dentate di cui ai disegni AMT 1654 e AMT 1655. Il calcolo di verifica di tali corone dentate è riportato nel documento di calcolo M4708-103.

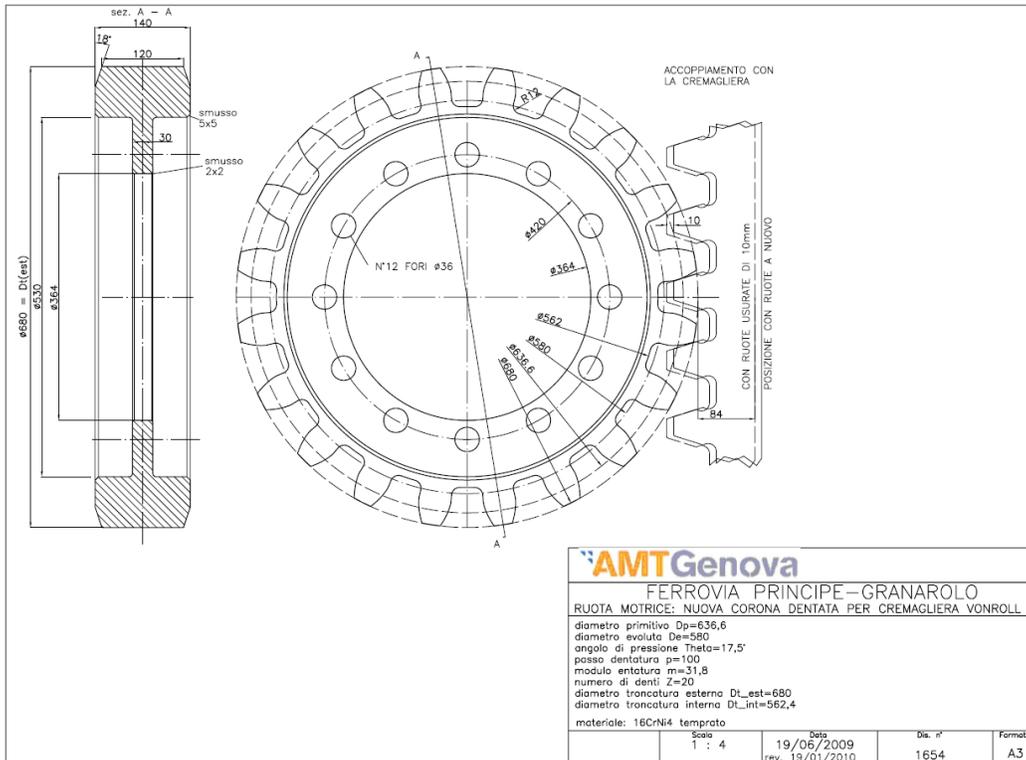


Figura 5 – Ruota dentata - disegno AMT 1654

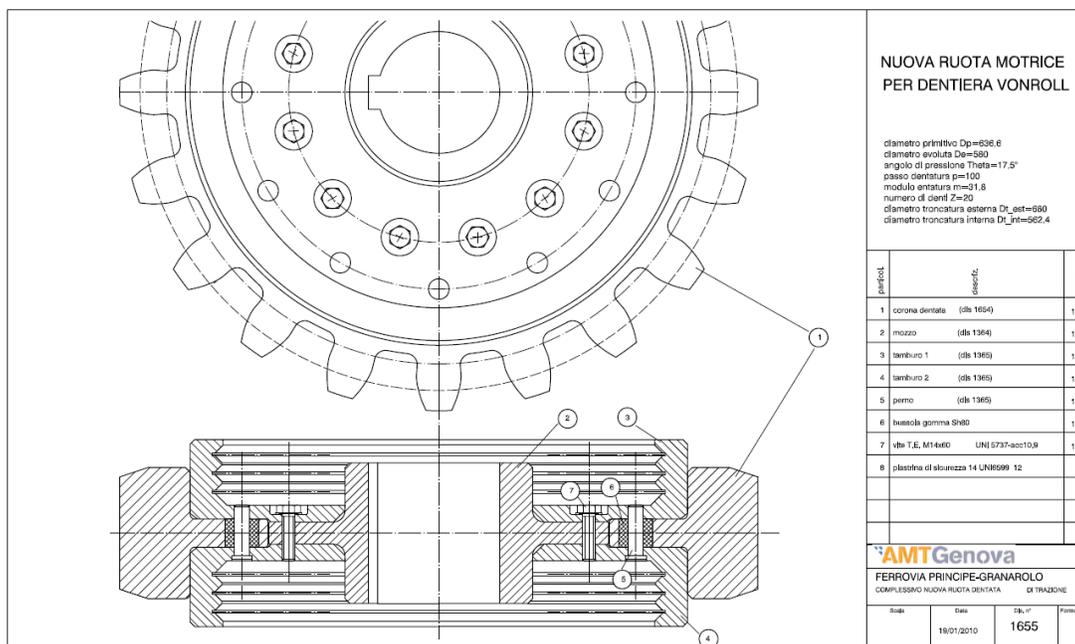


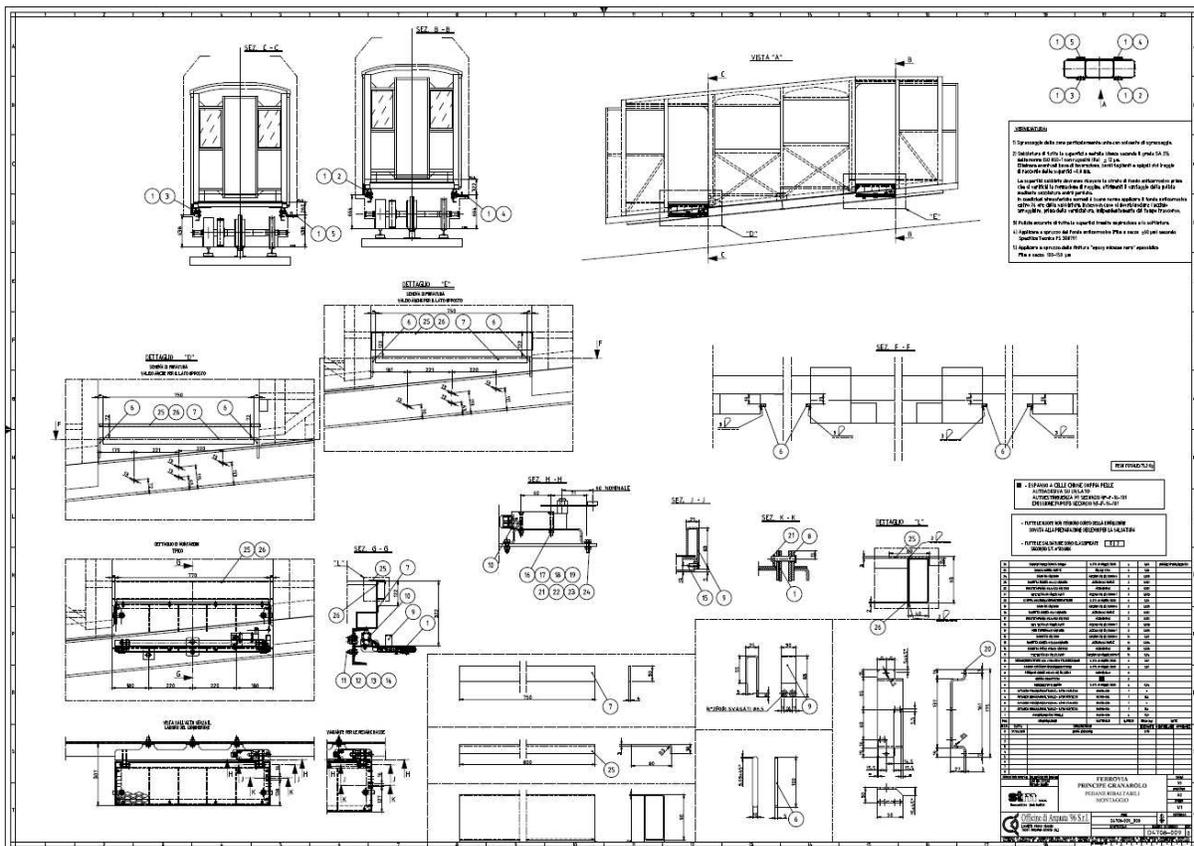
Figura 6 – Montaggio ruota dentata - disegno AMT 1655

5 MODIFICHE PEDANE DI SALITA

Le attuali pedane fisse saranno rimosse e sostituite da pedane mobili ad azionamento manuale riservate allo sbarco di emergenza in caso di fermata fuori stazione, ad aumento della sicurezza dei passeggeri.

Le dimensioni delle pedane sono coerenti con quanto indicato nel disegno AMT “Studio abbattimento barriere architettoniche tra banchina e vettura”.

Le pedane, come da disegno D4708-009, saranno dotate di due serrature a chiave quadra per bloccarle in posizione chiusa. L’apertura di una o più pedane sarà monitorata tramite sensori a microswitch collocati dietro ogni pedana e collegati in serie che alimentano un relè denominato 1K31, come da schema D4708-011, gruppo 010, tav. 01. Il relè è collegato ad un apposito avviso ottico ed acustico di avviso collocato in entrambe le cabine di guida al fine di segnalare tempestivamente al personale di bordo la permanenza dello stato di pedana non chiusa ed evitare quindi possibili interferenze con le banchine.



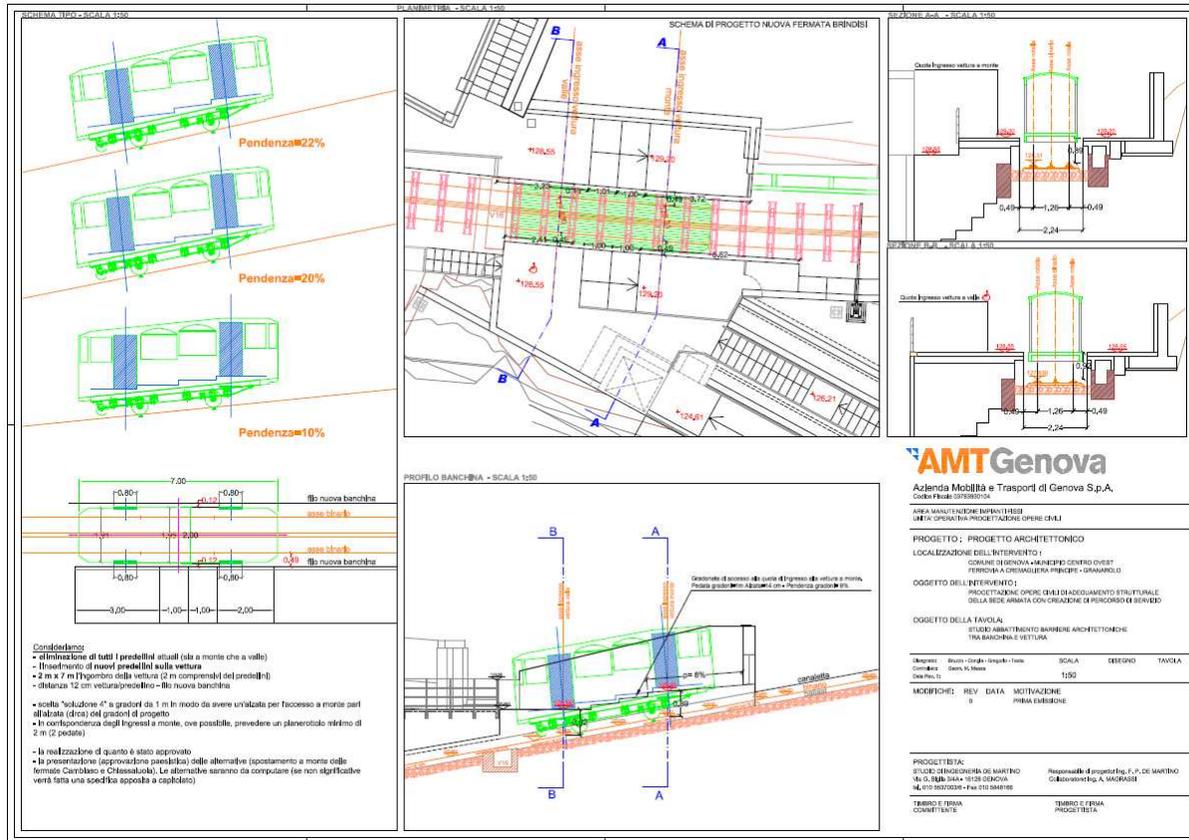


Figura 8 – Banchina tipo

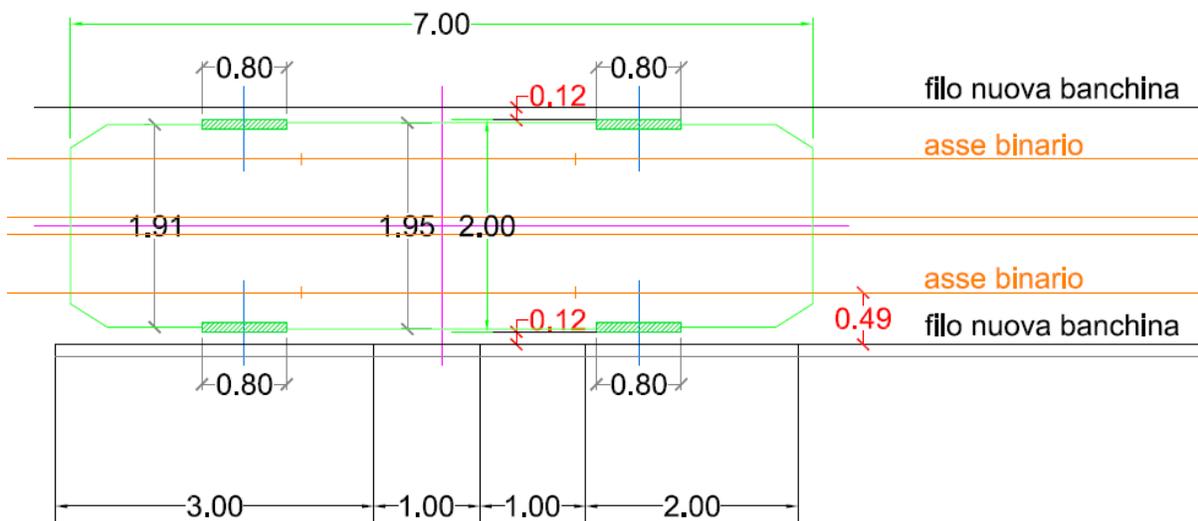


Figura 9 – Estratto disegno banchina – quote soglie vettura

6 VOLANTINO FRENO A CONTRAPPESO

L'attuale freno meccanico a contrappeso è costituito da una serie di leverismi che trasmettono la forza peso esercitata dal contrappeso al freno a ceppi montato sulla ruota dentata. La prestazione di frenatura in discesa è pari a circa 1 m/s^2 , tale da arrestare il veicolo entro una corsa inferiore ai 2 m ed un tempo di circa 2 secondi.

Attualmente lo sblocco del freno avviene agendo su un volantino sul banco di guida che porta in rotazione una vite alla quale è accoppiata una chiocciola collegata al leverismo del freno. La vite è reversibile per cui il rilascio del volantino comporta la caduta del contrappeso e quindi l'inserimento del freno; questo comporta che il macchinista durante la marcia debba esercitare una continua forza sul volantino.

Per agevolare la funzione del macchinista sarà integrato nel suddetto sistema un servomeccanismo che permetta di movimentare il leverismo senza sforzo pur mantenendo le intrinseche caratteristiche di sicurezza dovute alla reversibilità della vite di sollevamento. Tale intervento, eliminando il continuo sforzo fisico da applicare al volantino comporterà un miglioramento delle condizioni di lavoro del macchinista con conseguente aumento generale della sicurezza.

A questo scopo si intende utilizzare un motoriduttore collegato alla vite mediante interposizione di un giunto elettromagnetico, di tipologia descritta in allegato.

Data l'organizzazione del leverismo del freno che permette il sollevamento di entrambi i contrappesi intervenendo sul volantino indifferentemente dell'una od altra cabina, sarà sufficiente collocare tale servomeccanismo in una sola cabina e collegarlo elettricamente ai comandi che saranno integrati su entrambi i banchi di guida.

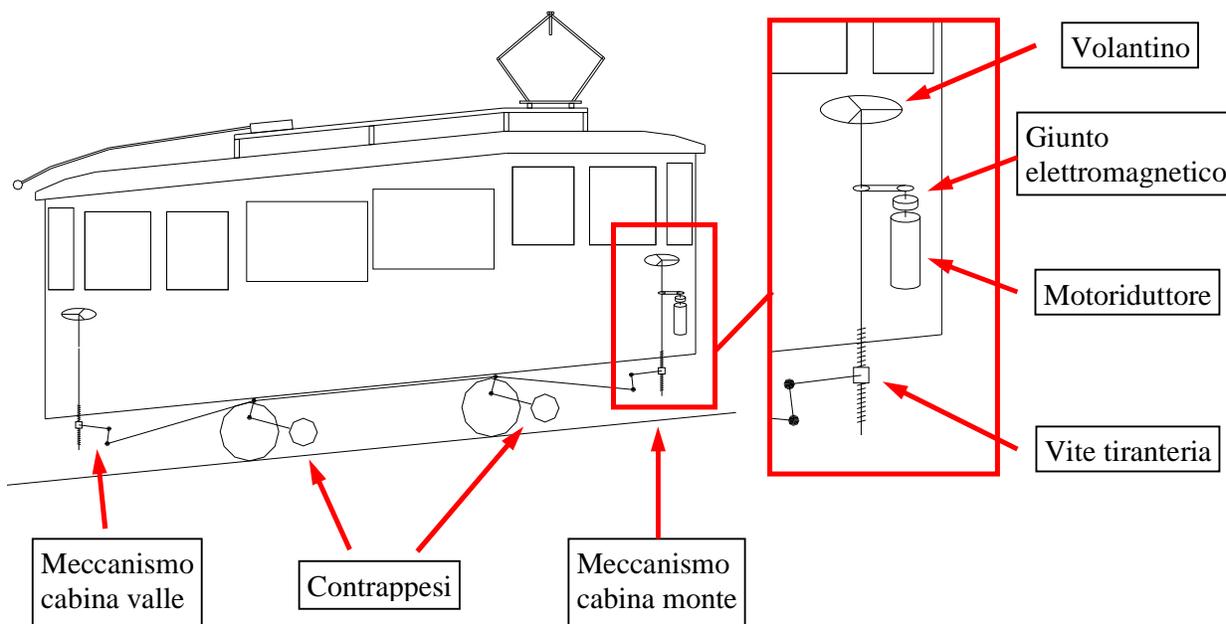


Figura 10 – Schema meccanico freno a contrappeso con servomeccanismo

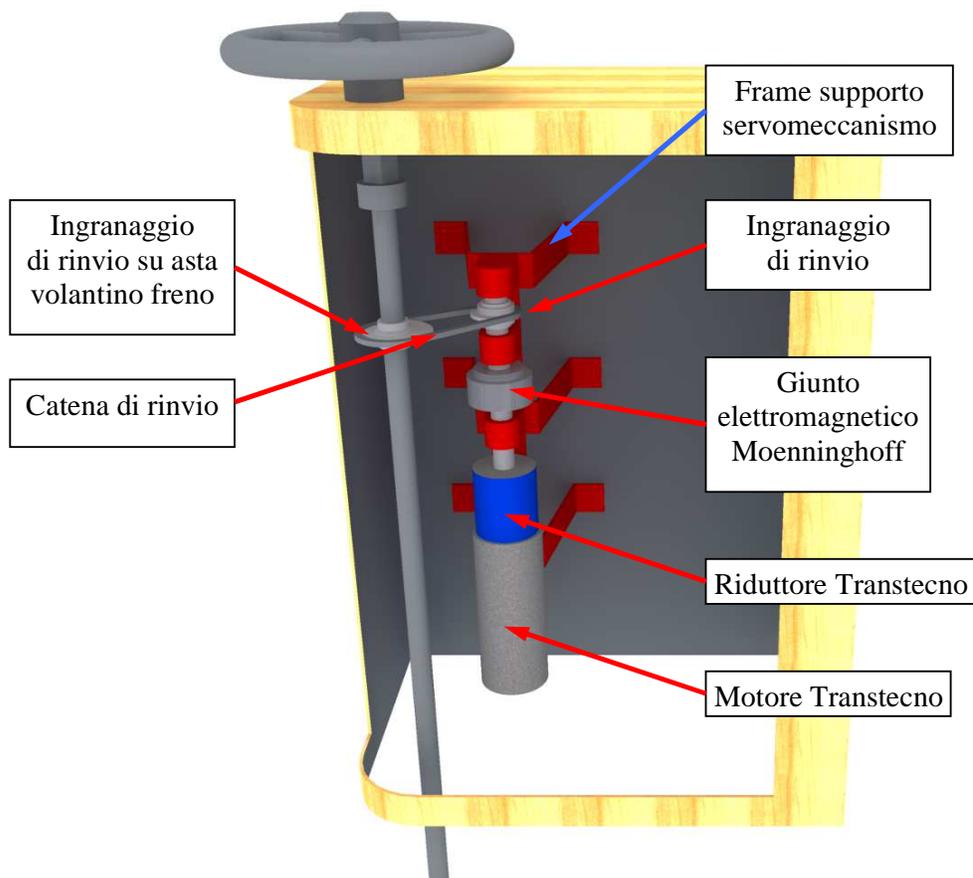


Figura 11 – Schema montaggio servomeccanismo

Il comando avviene premendo il pulsante posto sul banco di guida che aziona il motoriduttore ed alimenta il giunto elettromagnetico; l'alimentazione del giunto permette la trasmissione della coppia dall'uscita del motoriduttore alla vite di sollevamento. Al raggiungimento della totale sfrenatura un finecorsa comanda l'apertura del teleruttore di alimentazione del motoriduttore, mantenendo comunque l'alimentazione, e quindi l'inserimento del giunto elettromagnetico (denominato a schema 8L01); alla chiusura dei due poli di alimentazione del motore su se stessi, la coppia resistente offerta dal motoriduttore è tale da mantenere in leverismo nella posizione sfrenata (vedi D4708-011, gruppo 080, tav. 01 e 02).

Qualora il pulsante non venga premuto nuovamente entro il tempo di azionamento dell'avvisatore, oppure venga tenuto continuamente premuto oltre tale tempo, viene attivata una segnalazione ottica ed acustica per un tempo di 5 secondi, comandata dal temporizzatore denominato a schema 8K02, per permettere al macchinista di premere nuovamente il pulsante prima che il freno sia azionato; se al termine dei 5 secondi il pulsante non è nuovamente premuto si ha l'intervento di frenatura. E' così realizzato un dispositivo vigilante di tipo attivo.

L'eventuale nuovo comando da pulsante di richiesta sfrenatura è escluso per un tempo di 5 secondi dal temporizzatore denominato 8K04.

Sono previsti i seguenti tempi di intervento:

- azionamento avvisatore, 20 secondi dall'ultimo azionamento utile corrispondente a meno di 40 m di percorrenza alla velocità massima del veicolo (7 km/h)
- azionamento frenatura, 5 secondi dall'azionamento dell'avvisatore

Si fa notare che detto pulsante 8S04 o 8S05 risulta attivo solo sul banco abilitato poiché risulta alimentato da un contatto della chiave di abilitazione banco (3S07 banco A o 3S08 banco B), questo permette di non avere comandi involontari da cabina disabilitata.



Figura 12 – Posizione pulsante freno a contrappeso

L'intervento di frenatura comanda tramite l'elettronica del controllo di trazione l'apertura dei contattori di alimentazione dei motori. Contemporaneamente, viene disalimentato il giunto elettromagnetico che non trasmette più alla vite la coppia resistente offerta dal motoriduttore, rendendo quindi la vite nuovamente reversibile e permettendo l'azionamento del freno a contrappeso.

Dopo 3 secondi dall'intervento di frenatura (e quindi a veicolo già fermo) l'elettronica di controllo della trazione configura i motori in massima frenatura.

Due ulteriori pulsanti di emergenza 8S02 e 8S03 comandano tramite un circuito a loop l'alimentazione positiva e negativa del circuito di comando. Tali pulsanti sono posizionati uno per

banco e la loro apertura fa sì di avere un intervento diretto senza alcun ritardo; tale pulsante una volta premuto va riarmato manualmente.

In caso di guasto al servomeccanismo risulta possibile comandare il freno tramite il volantino sul banco, secondo le attuali modalità, previo inserimento dell'interruttore piombato di esclusione (8S01) del circuito per assicurare la non energia al giunto magnetico e, tramite un ulteriore contatto, del circuito la possibilità di continuare a comandare i contattori di trazione (D4708-011, gruppo 030, tav. 04, pos. B1).

In tale situazione è possibile finire la corsa comandando, in caso di richiesta di intervento del freno da volantino, posizionando manualmente in frenatura elettrica la trazione.

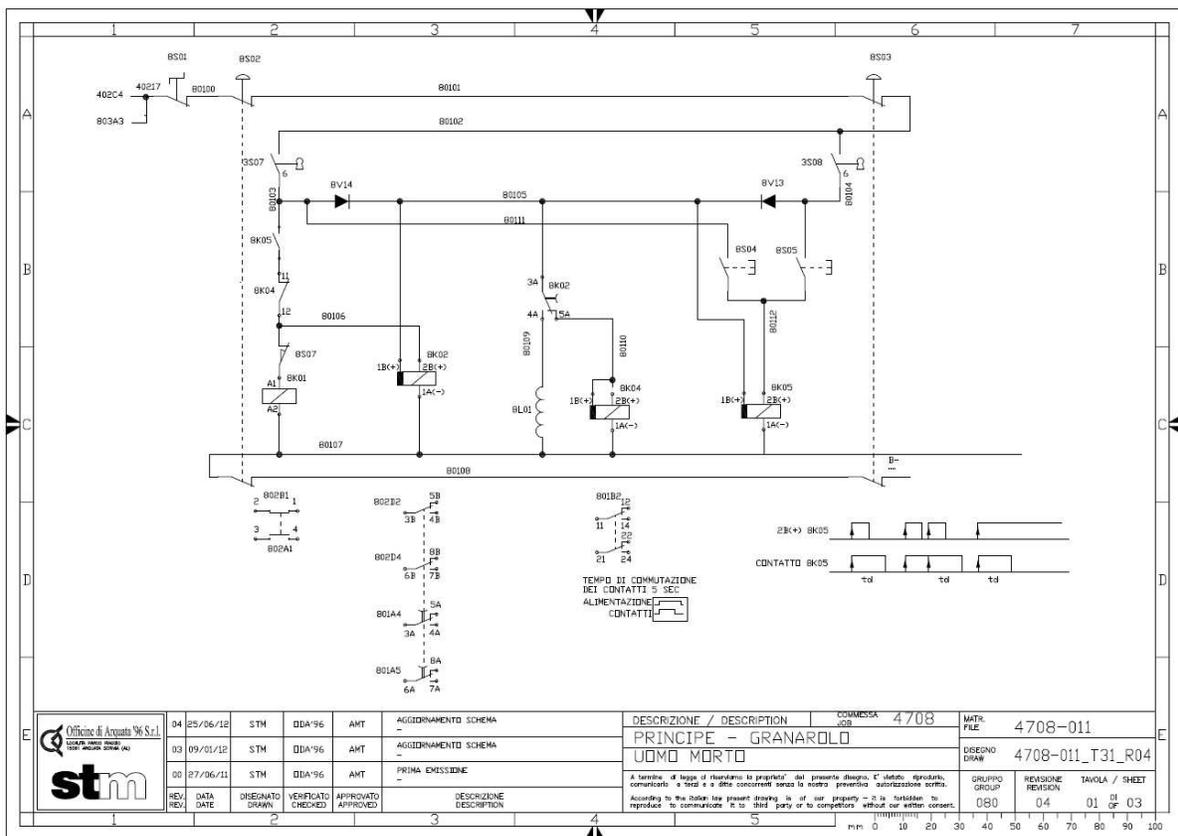


Figura 13 – Circuito servomeccanismo freno a contrappeso, D4708-011 gruppo 080 tav 01

7 COMBINATORI DI MARCIA

Gli attuali combinatori di marcia saranno sostituiti con nuovi combinatori di concezione moderna, costituiti da un PLC azionante i contattori. Saranno mantenuti a fini estetici i manipolatori e l'involucro del combinatore attuale, i contattori saranno collocati in apposito ed adeguato cassone posizionato preferibilmente sottocassa

Gli attuali combinatori di marcia/frenatura sono comandati manualmente e sono costituiti da un rocchetto alimentato direttamente dalla linea aerea tramite interruttore automatico generale di protezione. Il rocchetto porta una serie di settori di rame con striscianti che permettono di effettuare le combinazioni di marcia/frenatura e la combinazione tra motore e i resistori del reostato per la graduazione della corrente/coppia dei motori. Un'altro rocchetto comanda la selezione dei motori secondo la configurazione della tabella 1.

Entrambi i rocchetti sono mossi direttamente, rispettivamente dalla maniglia del manovratore e dalla leva di selezione motori.

Tabella 1 – Tacche su selettore motori

marcia avanti "AV"	motori I e II inseriti "III"
	motore II inserito "II"
	motore I inserito "I"
veicolo fermo "0"	nessun motore inserito
marcia indietro "IN"	motore I inserito "I"
	motore II inserito "II"
	motori I e II inseriti "III"

I due combinatori di marcia/frenatura non presentano le medesime configurazioni di marcia in salita e in discesa.

Le problematiche legate a tale organizzazione sono risultate essere:

- il fattore di rischio per il personale di bordo rappresentato dalla presenza in cabina di guida di circuiti AT
- l'elevato carico manutentivo richiesto dall'architettura con settori di rame e striscianti

Si intende pertanto sostituire i combinatori attualmente presenti sui veicoli con delle nuove apparecchiature di marcia/frenatura con le seguenti caratteristiche:

- configurazione di marcia e frenatura, sia in salita che in discesa, mantenuta inalterata rispetto all'origine quindi con i medesimi parametri di impostazione sul manipolatore e di inserimento delle resistenze sul motore
- mantenimento del gruppo reostatico di origine, a meno della modifica di cui al par. 14
- mantenimento dei motori di origine
- sostituzione dei rocchetti con camme poste in rotazione dalle leve originali. La posizione delle camme viene trasmessa al PLC tramite interruttori di finecorsa
- aggiunta di interruttore a chiave di abilitazione banco a tre posizioni 0-A-M, corrispondenti agli stati di Disabilitazione - Abilitazione - Marcia

Per effettuare le varie combinazioni trazione/frenatura/avanti/indietro sarà utilizzata una unità elettronica programmabile (PLC) per veicolo. Tale PLC, per default, sia all'accensione che alla disabilitazione del banco (interruttore a chiave in posizione 0) mantiene tutti i contattori aperti; per permettere di annullare tale configurazione occorrerà che il PLC passi dalla configurazione con massima frenatura inserita, chiave di abilitazione in posizione di Abilitazione e selettore motori/direzione in posizione "0", alla configurazione con massima frenatura inserita, chiave di abilitazione in posizione di Marcia e selettore motori/direzione in posizione diversa da "0".

L'eventuale cambio di configurazione motori viene accettato dal PLC solo se il manipolatore è in posizione di massima frenatura e l'interruttore a chiave in posizione "AV" o "IN".

Per ulteriore sicurezza i comandi di impostazione del manipolatore e di selezione dei motori saranno interbloccati elettricamente con l'interruttore a chiave, ovvero gli interruttori di marcia/frenatura e selezione motori/direzioni saranno alimentati solo con l'interruttore di abilitazione banco in posizione di marcia.

Per effettuare le diverse impostazioni di trazione e frenatura, rispettando la configurazione di origine, sono sufficienti la combinazione di quattro bit pertanto gli attuali manipolatori saranno modificati rimuovendo i rocchetti porta contatti e montando quattro camme opportunamente sagomate che azionano quattro interruttori finecorsa a microswitch, configurati per identificare le necessarie tredici posizioni in salita e quattordici posizioni in discesa.

Tabella 2 – Combinazione in discesa

	MARCIA				FRENATURA									
	1	2	3	4	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
interruttore 1	X	X	X	X			X		X	X	X			
interruttore 2	X	X	X					X	X				X	X
interruttore 3	X	X				X	X				X	X	X	X
interruttore 4	X				X			X	X	X	X	X		X

Tabella 3 – Combinazione in salita

	MARCIA SERIE				MARCIA PARALLELO				FRENATURA				
	1	2	3	4	5	6	7	8	5	4	3	2	1
interruttore 1	X	X	X	X		X		X	X	X			
interruttore 2	X	X	X				X	X				X	X
interruttore 3	X	X			X	X				X	X	X	X
interruttore 4	X						X	X	X	X	X		X

Il concetto di segnale basso degli interruttori di finecorsa si ottiene con la camma che obbliga l'apertura forzata del contatto.

Anche per il selettore motori /direzione sono sufficienti quattro camme e quattro interruttori finecorsa a microswitch.

La segnalazione al PLC della posizione “AV” o “IN” permette di selezionare la combinazione da leggere permettendo l’azionamento dei contattori di configurazione marcia/frenatura. L’azionamento dei contattori sarà riletto tramite segnale dall’interruttore ausiliario del contactore comandato al fine di confermare l’avvenuto comando. Il regolare funzionamento sarà segnalato in cabina tramite la segnalazione di una spia verde sempre accesa, in caso di anomalia la spia lampeggerà con messa fuori servizio (derating prestazionale) e possibilità di rientro. In caso di spegnimento occorrerà trainare il veicolo.

Una ulteriore possibilità è dovuta alla non coerenza dei segnali letti (ad esempio due segnali contemporanei, uno di marcia avanti e l’altro di marcia indietro): tale evento pone la centralina fuori servizio fintanto che tale problematica permane.

Al PLC saranno inoltre inviati i segnali di intervento di sovra velocità e del freno a contrappeso per aprire i contattori di alimentazione e di configurazione dei motori, operando quindi un interblocco elettrico ed isolando quindi i motori come già descritto nei capitoli antecedenti.

E' inoltre presente un impianto ausiliario di trazione che permette di effettuare il ricovero autonomo, in condizioni di marcia degradate nei seguenti scenari di guasto:

- guasto al PLC di controllo
- guasto ai contattori principali di alimentazione

In caso di guasto di un contactore di trazione che non sia un contactore principale di alimentazione non è necessario l'utilizzo dell'impianto ausiliario di trazione in quanto la logica del PLC di controllo è tale, in caso non sia possibile realizzare una particolare combinazione di marcia, da commutare automaticamente sulla combinazione immediatamente successiva permettendo la marcia in condizioni parzialmente degradate.

Gli schemi di riferimento sono al disegno D4708-011, gruppi 030 e 040.

Sulla tavola 04 del gruppo 030 è presente l'alimentatore esterno del PLC; tale alimentatore fornisce in uscita una tensione di $24V_{cc} \pm 1\%$ con una tensione di ingresso da $15V_{cc} \div 36V_{cc}$, potenza 20 Watt con protezione di uscita di cortocircuito, di sovraccarico e sovratensione.

Sulla tavola 05 del gruppo 030 si nota che i contattori principali sono alimentati tramite relè ripetitori; questo viene effettuato perché con la corrente chiesta dalle bobine dei contattori elettrici non permette di garantire che la quantità di manovre sufficientemente alto sui contatti del PLC (stimato minimo 1,5 Milioni con i relè ripetitori).

Il PLC utilizzato sarà di modello Schneider Zelio Logic di cui si allega documentazione tecnica.

I contattori saranno collocati in un apposito cassone dotato delle necessarie caratteristiche di resistenza ed isolamento, collocato preferenzialmente sottocassa in corrispondenza del non più necessario dispositivo elettromeccanico di frenatura elettrica.

I contattori saranno di tipologia e marca ampiamente diffuse in ambito ferroviario, quali ad esempio i contattori della Microelettrica Scientifica serie LTC, di cui si allega documentazione.

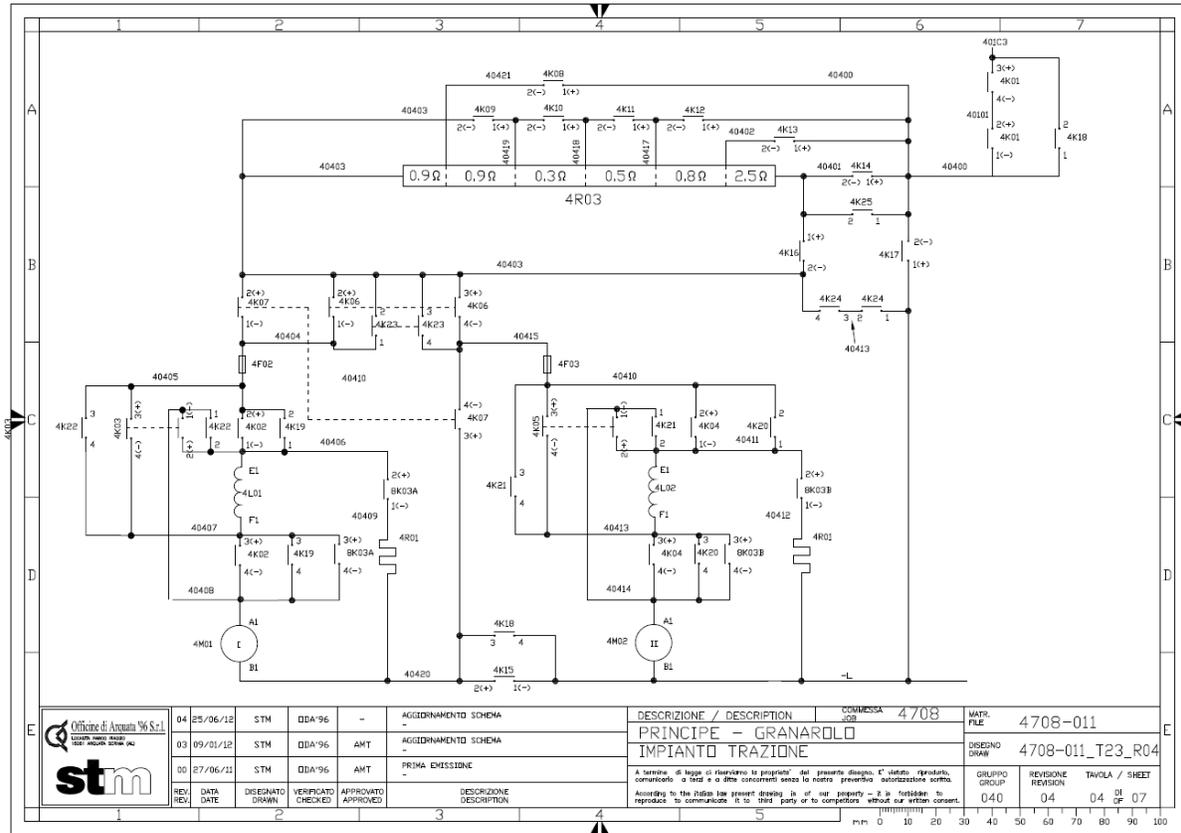


Figura 14 – Schema circuito impianto di trazione, D4708-011 gruppo 040 tav 04

La rimozione dei rochetti e dei contatti di origine permetterà di ricavare all'interno del banco di origine spazio sufficiente per le camme, i finecorsa e (in uno dei banchi) il PLC con relativi componenti. L'aspetto esterno del banco, la posizione delle leve e la relativa funzione ed utilizzo non risulteranno modificati.



Figura 15 – Disposizione leve manovra su banco

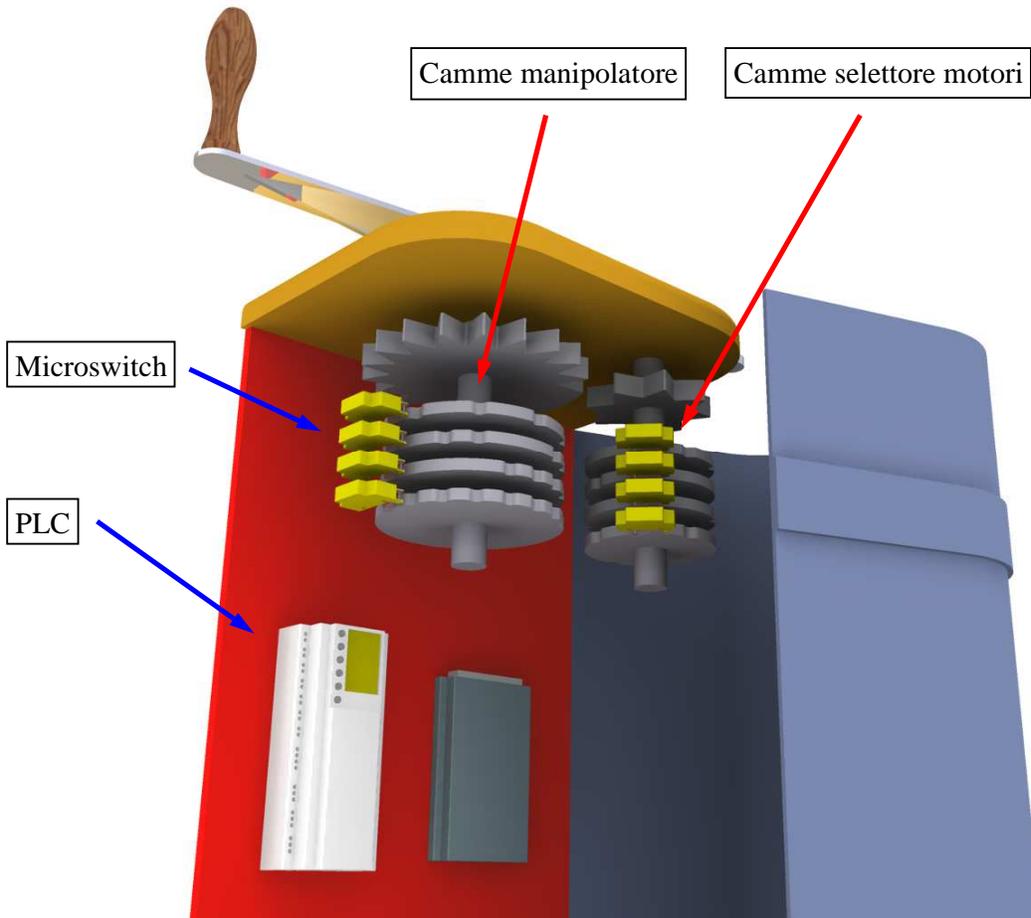


Figura 16 – Disposizione componenti banco

8 BRONZINE RUOTE PORTANTI

Le bronzine delle ruote portanti saranno, se necessario, sostituite a nuovo.

9 RIPRISTINO CARROZZERIA ED INTERNI VETTURA 1

La struttura sarà ripristinata secondo quanto descritto nei disegni AMT 1561, 1562, 1563 e 1564, ovvero sostituendo il telaio di legno con un telaio di tubolari di acciaio con conseguente prolungamento della vita utile della struttura stessa. Si avrà cura di mantenere quanto possibile inalterata l'estetica interna ed esterna della vettura per non snaturarne il carattere storico.

Il calcolo di verifica della struttura è riportato nel documento M4708-005.

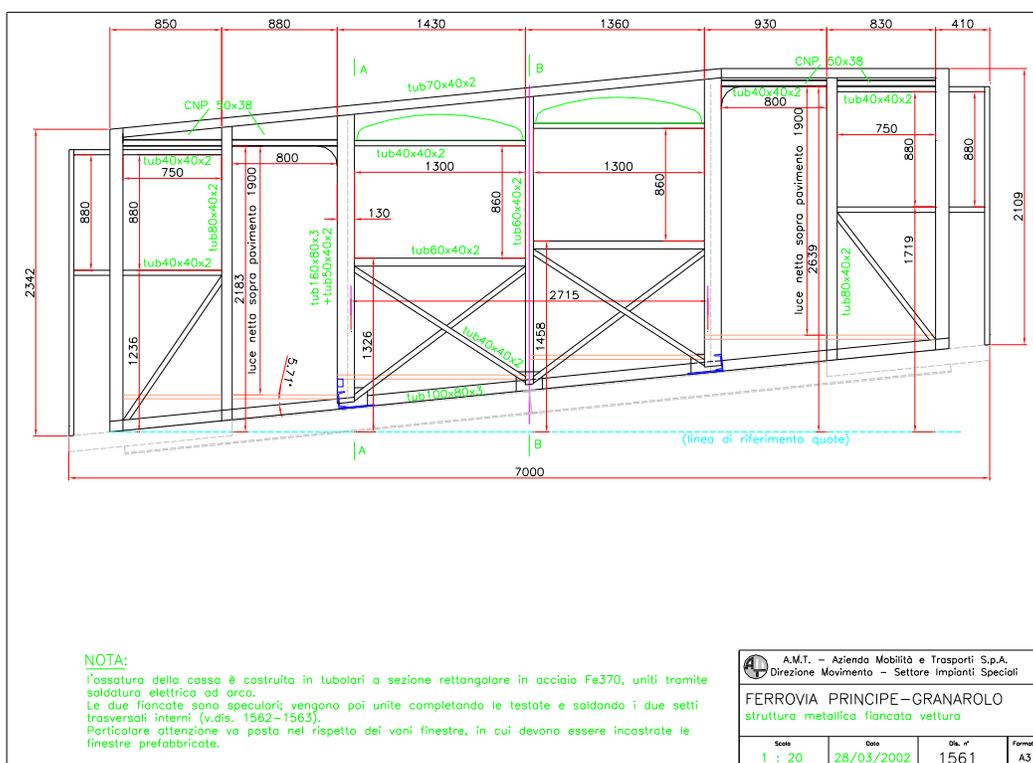


Figura 17 – Struttura metallica fiancata - disegno AMT 1561

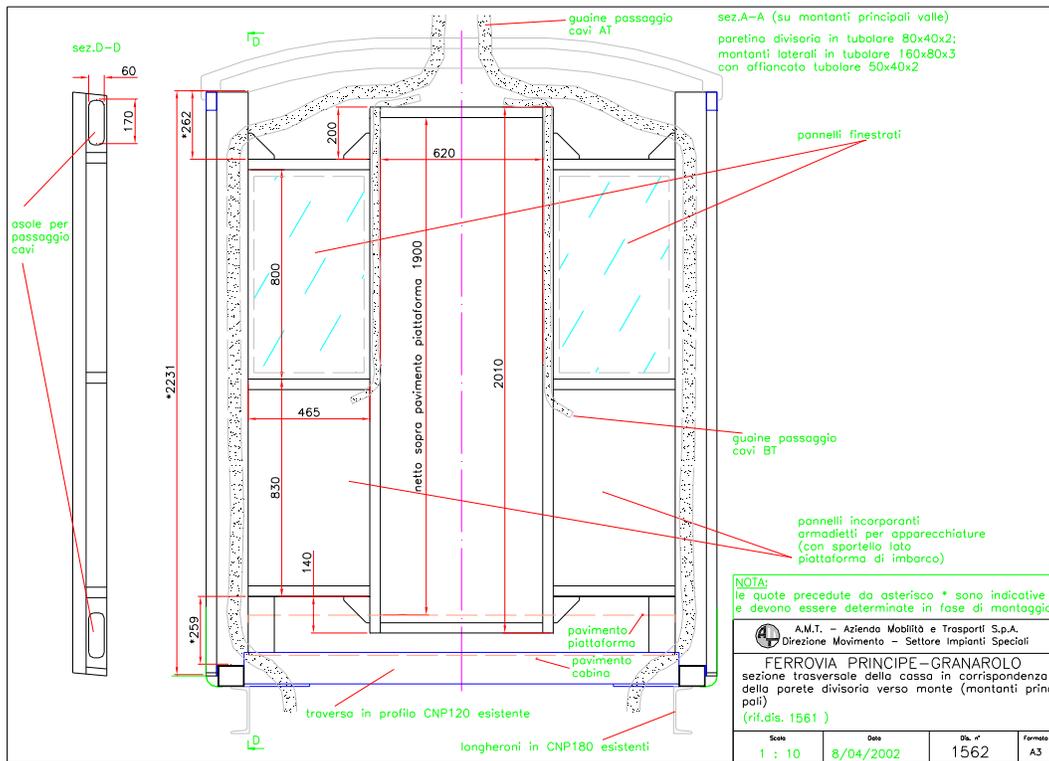


Figura 18 – Struttura metallica testata a monte - disegno AMT 1562

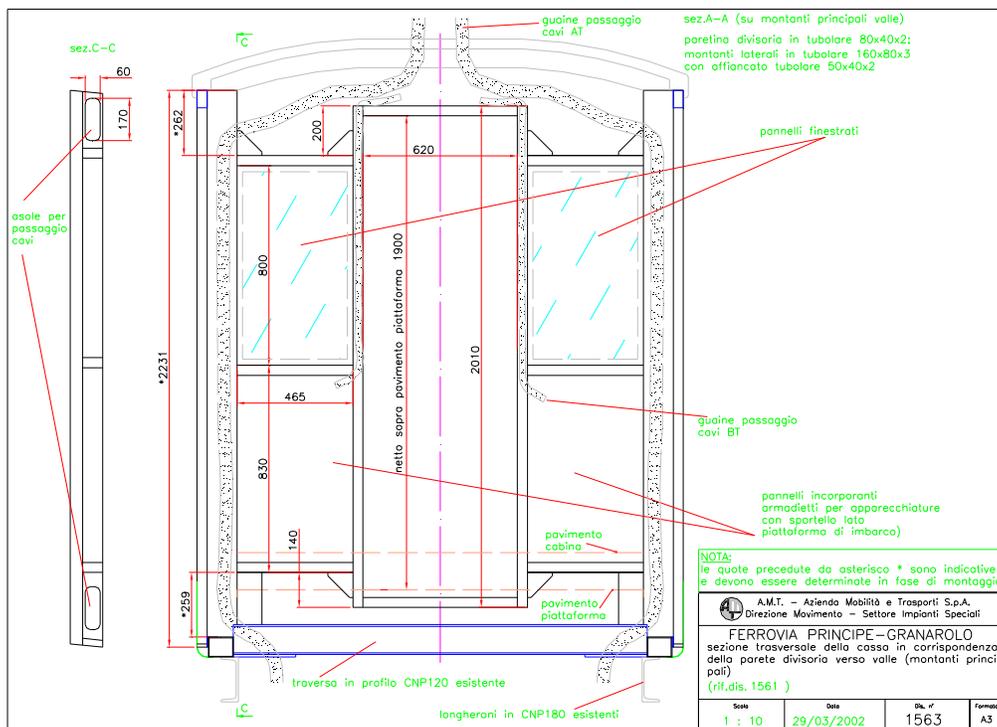


Figura 19 – Struttura metallica testata a valle - disegno AMT 1563

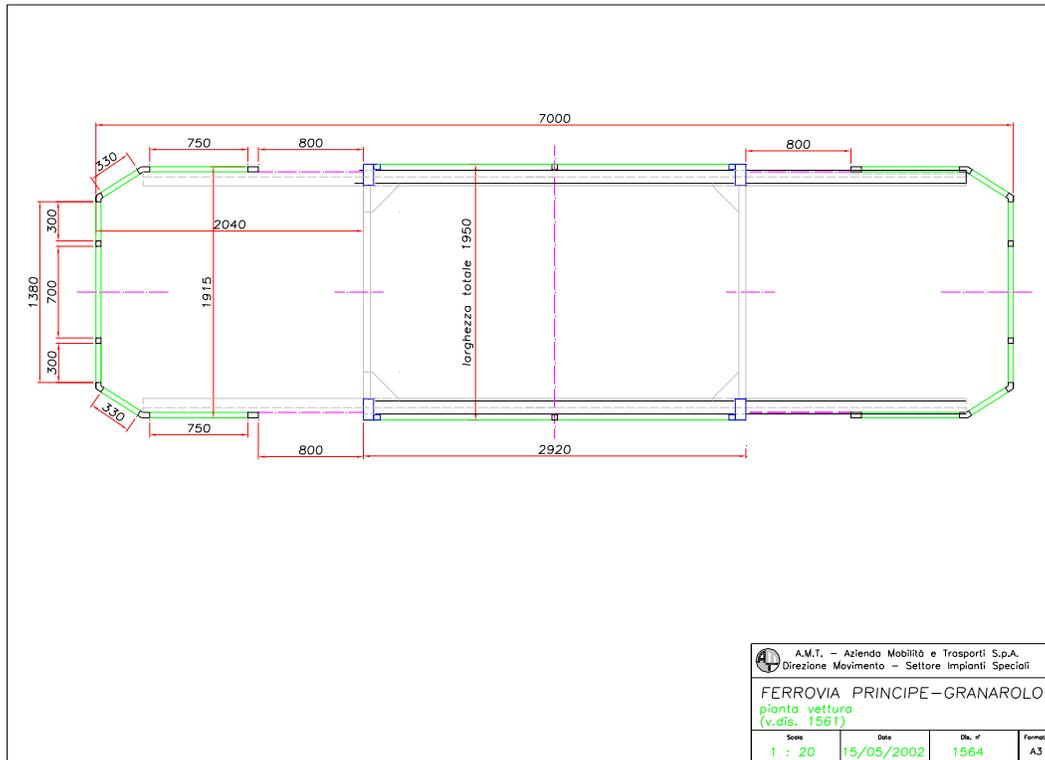


Figura 20 – Struttura metallica, pianta- disegno AMT 1564

10 IMPIANTI ELETTRICI

I cablaggi di AT di entrambe le vetture saranno rifatti utilizzando cavi di tipologia ferroviaria, rispettando i requisiti della normativa UNI CEI 11170-3.

I cablaggi di BT di entrambe le vetture saranno rifatti utilizzando cavi a norma CEI 20-38 (vedi paragrafo 15).

Sulla vettura 2 sarà completato l'impianto AT già eseguito in gran parte e sarà steso l'impianto BT, in analogia per quanto possibile a quanto già realizzato sulla vettura 1, al fine di garantire la maggior facilità di manutenzione delle due vetture.

Più in dettaglio la realizzazione dell'impianto BT comprenderà le seguenti attività:

1. installazione sotto sedile comparto passeggeri (in analogia alla vettura 1) del gruppo inverter 550 Vcc – 380 Vca e caricabatterie 380 Vca – 24 Vcc, fornito in conto lavoro da AMT
2. installazione sotto sedile comparto passeggeri (in analogia alla vettura 1) delle batterie di accumulatori senza manutenzione sigillati di capacità analoga alle batterie già installate sulla vettura 1
3. installazione di impianto di illuminazione a 24 Vcc per l'illuminazione del comparto passeggeri, dei vestiboli e delle cabine di guida, analogo a quanto già installato sulla vettura 1
4. installazione sotto sedile comparto passeggeri (in analogia alla vettura 1) della centralina comando porte esistente, fornita in conto lavoro da AMT
5. installazione impianto TVCC per il controllo dell'imbarco, con una telecamera per vestibolo, analogo a quanto già installato sulla vettura 1
6. installazione dei dispositivi di comando e controllo dei servizi, con una plancetta di comando ed un pannello di controllo per ogni posto di guida, analoghi a quanto già installato sulla vettura 1
7. installazione impianti di riscaldamento ad aria soffiata per i posti guida, analoghi a quanto già installato sulla vettura 1

11 PORTE MOTORIZZATE

Gli impianti delle porte saranno revisionati e sulla vettura 2 completati in analogia a quanto già realizzato sulla vettura 1.

12 POSTI GUIDA

Sarà installato un nuovo allestimento della parete divisoria della cabina di guida, con porte di accesso e sedile ribaltabile per il macchinista.

13 DISPOSITIVO ANTISVIO

Al fine di migliorare la sicurezza di marcia e di cautelarsi ulteriormente da svii, la boccola lato ruota di guida della sala di valle sarà modificata per integrare un dispositivo antisvio, descritto a disegno D4708-013.

Il calcolo di verifica di tale dispositivo è riportato nel documento M4708-004.

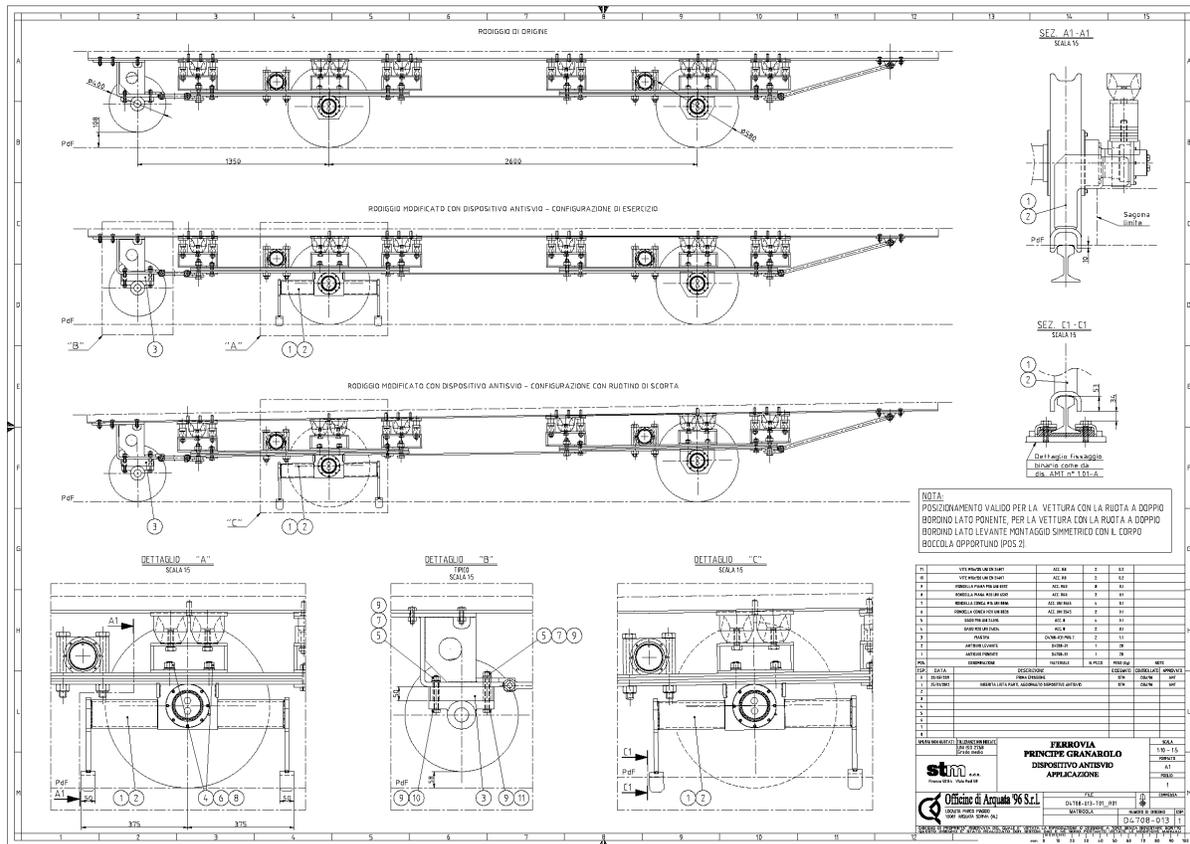


Figura 21 – Dispositivo antisvio D4708-013

Tale dispositivo porta una forcella che impegna sempre la rotaia di guida in modo da poter sempre opporsi allo svio della vettura in qualsiasi condizione e posizione di marcia sul tracciato.

La vicinanza del dispositivo alla ruota è necessaria per ridurre al minimo i movimenti trasversali dovuti all'iscrizione in curva che risultano notevoli per distanze di aggetto maggiori, dato il passo degli assi di 2600 mm.

La forma del dispositivo è comunque tale da rispettare la sagoma limite, mentre l'ingombro della forcella risulta sempre minore od uguale a quello della ruota di guida.

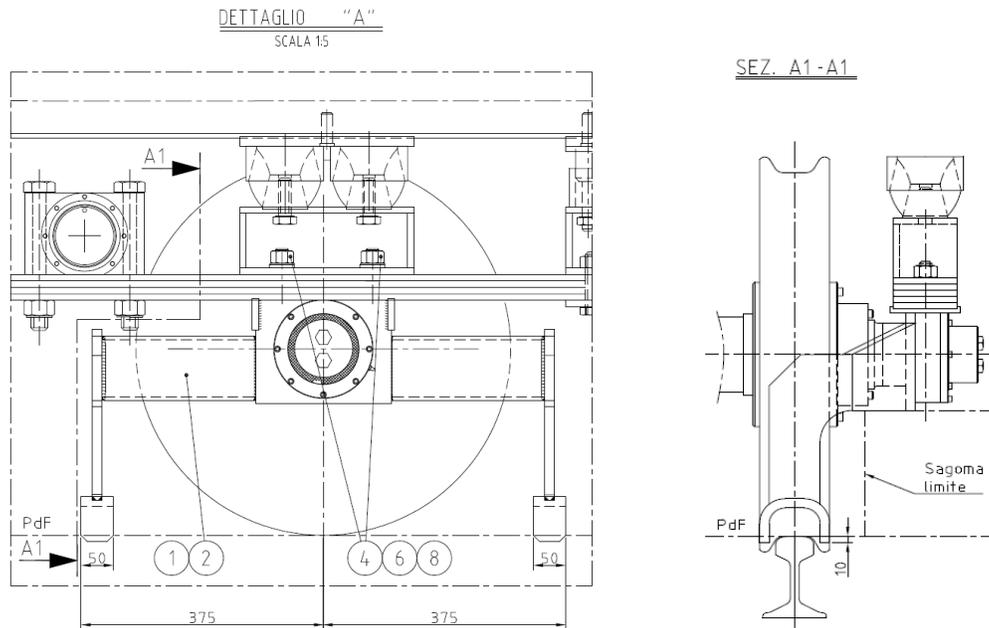


Figura 22 – Dispositivo antisvio in condizioni di marcia normale

A completamento di tale dispositivo sarà inoltre ridotta l'altezza dal PdF del ruotino di scorta, di modo che nell'improbabile evenienza che tale ruotino sia impegnato, la minore corsa verticale permetta sia un più rapido intervento sia un minore impatto sulla rotaia con ovvi benefici per la sicurezza della struttura, dell'armamento e dei passeggeri.

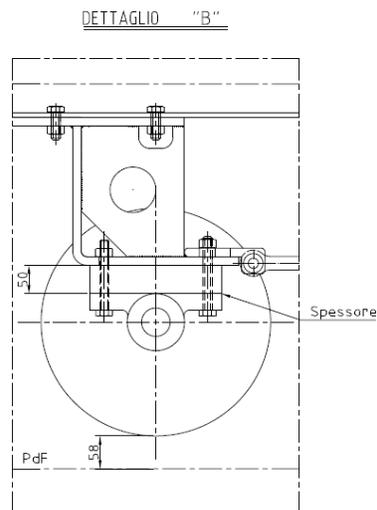


Figura 23 – Spessoramento supporto ruotino di scorta

Tale diminuzione di altezza permette inoltre di limitare la possibile corsa verticale del dispositivo antisvio di modo da garantire che anche in condizioni di intervento del ruotino di scorta non vi sia

possibilità di interferenza tra la forcilla e gli elementi dell'armamento quali le caviglie di fissaggio della rotaia.

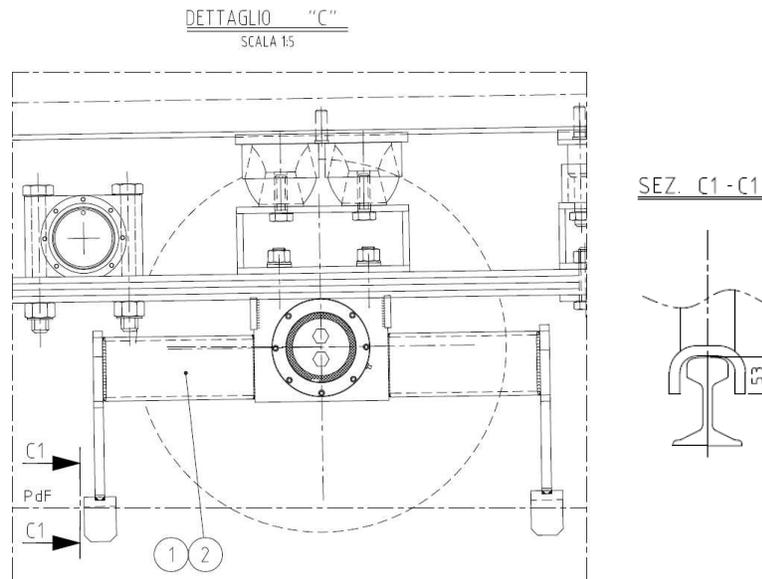


Figura 24 – Dispositivo antisvio in condizioni di intervento ruotino di scorta

14 MODIFICA REOSTATO TRAZIONE

Al fine di migliorare il comfort dei passeggeri al momento della partenza in salita, il reostato di trazione sarà parzialmente modificato sostituendo la resistenza da 2 Ohm attualmente presente con nuova resistenza da 2.5 Ohm.

Tale resistenza sarà di dimensioni e caratteristiche tali da non comportare modifiche alla struttura di supporto e all'imperiale della vettura.

Inoltre l'aumento del valore di resistenza limitato a 0.5 Ohm se da una parte permette un miglioramento del comfort riducendo lo "strappo" al momento avvertibile in partenza, dall'altra risulta sufficientemente limitato da non comportare una sostanziale modifica alle caratteristiche elettriche dell'impianto di trazione.

Lo schema dei collegamenti delle resistenze e i relativi valori oltre che allo schema elettrico D4708-011 gruppo 040 tav. 04 sono mostrati anche nel disegno D4708-012.

Di seguito è mostrata anche la curva di assorbimento motori. Il salto di assorbimento al passaggio tra serie e parallelo è dovuto alle caratteristiche e valori dell'impianto di trazione, e non risulta sostanzialmente modificato dalla sostituzione della resistenza sopra descritta; è stato inoltre confermata dal personale di esercizio delle vetture.

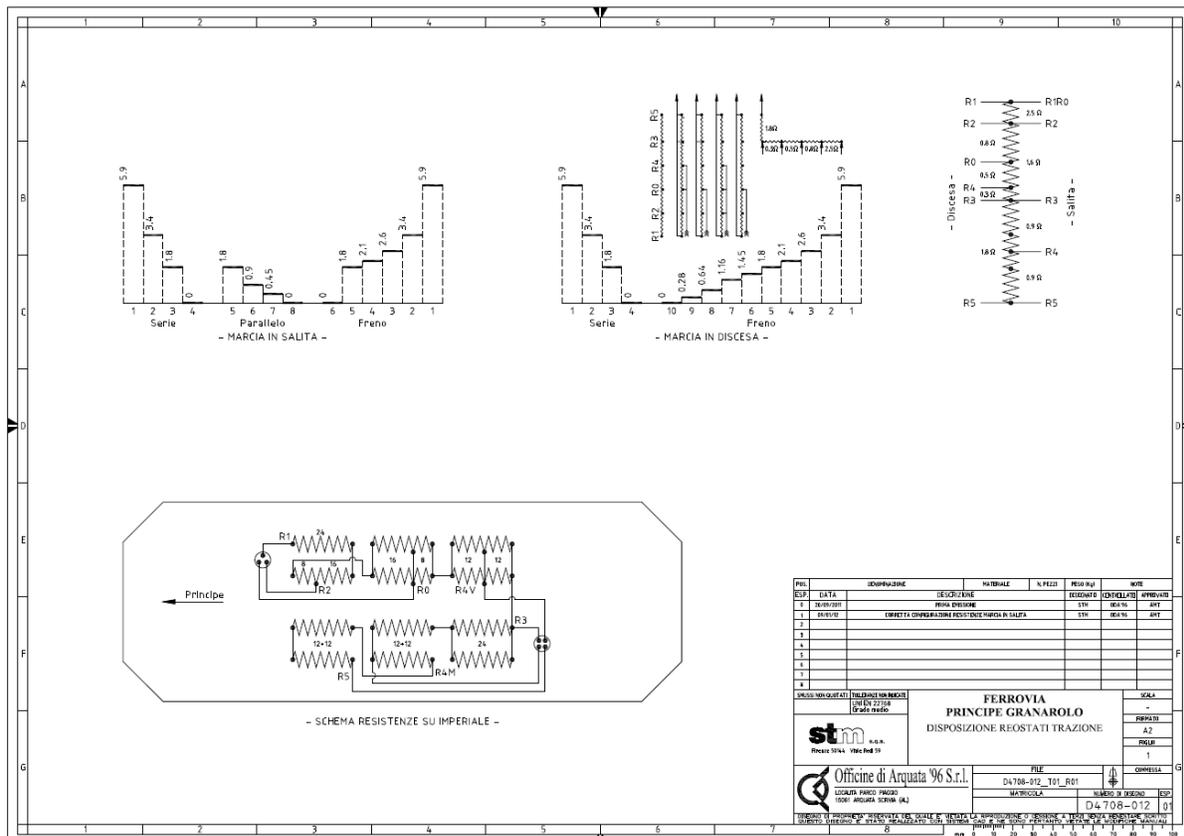


Figura 25 – Disposizione resistenze trazione - D4708-012

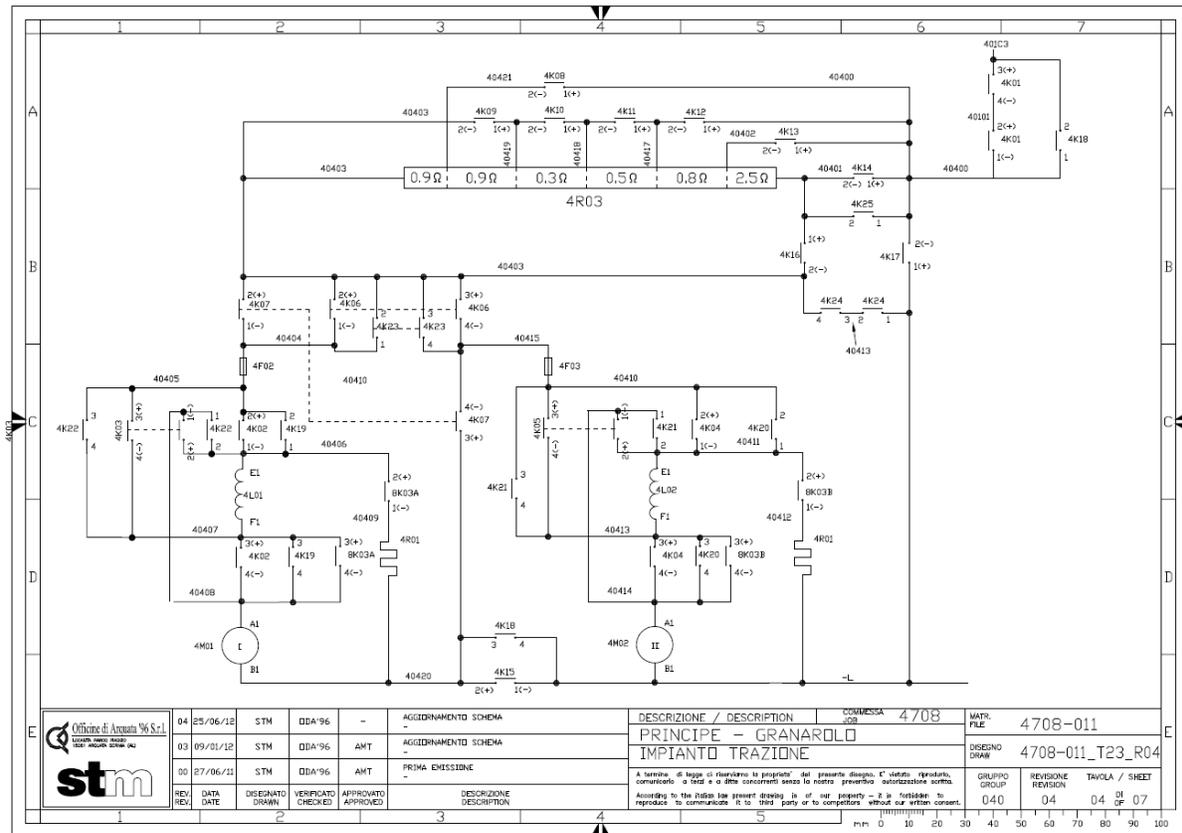


Figura 26 – Schema distribuzione energia, D4708-011 gruppo 040 tav. 04

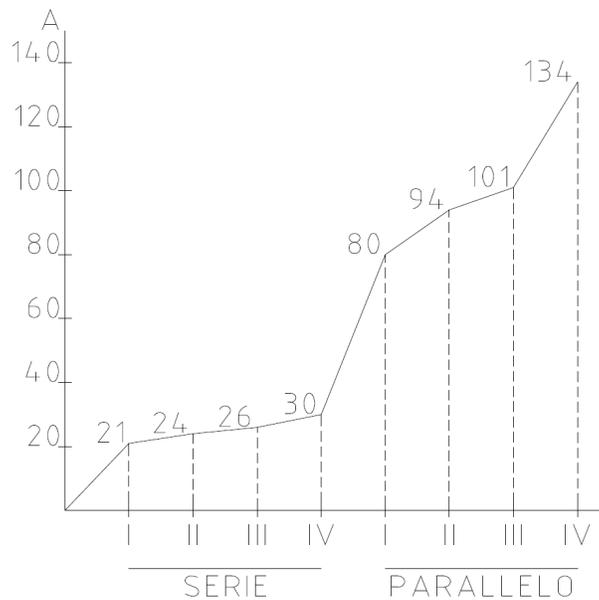


Figura 27 – Curva assorbimento motori

15 COMPORAMENTO FUOCO-FUMI DEI MATERIALI

A seguito delle modifiche sopra descritte tutti gli elementi dell'impianto elettrico in AT sono posti all'esterno della cassa, per cui il rischio di fiamma all'interno della cabina, dei vestiboli e del comparto passeggeri è stato ridotto rispetto ai veicoli originali.

Al fine di garantire la sicurezza del personale di condotta e dei passeggeri, saranno eseguiti i seguenti interventi:

- realizzazione del pavimento mediante pannelli in compensato di faggio resinato Bellotti, classe di reazione al fuoco 1A (UNI CEI 11170) / 1 (UNI 9177), indice fumi F1 (NF F 16-101)
- rivestimento del pavimento mediante gomma di rivestimento Mondo, classe di reazione al fuoco 1° (UNI 9177), indice fumi F2 (NF F 16-101)
- trattamento di tutte le superfici in legno con vernice ignifuga VECOFIRE 2000, classe di reazione al fuoco 1 (DM 26 giugno 1984)
- impianto AT realizzato con cavi a norma ferroviaria UNI CEI 11170-3
- impianto BT realizzato con cavi a norma CEI 20-38

Alla sicurezza del personale di condotta e dei passeggeri contribuiscono inoltre le seguenti caratteristiche del rotabile e della linea:

- linea di lunghezza ridotta (1130 m) ed interamente in campo aperto
- ridotta velocità di esercizio (approssimativamente inferiore a 7 km/h), con spazi di arresto di pochi metri
- veicoli di ridotte dimensioni evacuabili da entrambe le fiancate e da entrambi i vestiboli, per un totale di 4 porte da cui evacuare il personale e i passeggeri
- pedane ribaltabili per ausilio all'evacuazione in linea in caso di arresto non in banchina

Si noti come i cavi a norma CEI 20-38, pur non essendo componenti a norma ferroviaria, sono comunque cavi che non propagano fiamma e producono fumi con ridottissima tossicità e corrosività in quanto privi di alogeni, risultando già ampiamente utilizzati sia negli impianti fissi sia nelle vetture di funicolari, anche in galleria.

Si ritiene pertanto che tali caratteristiche, unitamente agli interventi migliorativi sui materiali sopra descritti, siano tali da rendere i veicoli conformi ai requisiti della norma UNI CEI 11170-1, livello di rischio LR1 (veicoli normali – categoria di rischio 1).

16 NORME DI RIFERIMENTO

La progettazione e gli interventi sui rotabili saranno eseguite nel rispetto della circolare 16/09/1983 n.201 del Ministero dei Trasporti.

In generale si farà inoltre riferimento, per quanto possibile data la particolare natura dei mezzi, alle normative di normale applicazione in campo ferroviario.

17 ALLEGATI

- Disegno AMT “Sagoma limite d’ingombro rotabili con indicazione delle distanze minime dagli ostacoli”
- Disegno AMT “Studio abbattimento barriere architettoniche tra banchina e vettura”
- Disegno AMT 1561
- Disegno AMT 1562
- Disegno AMT 1563
- Disegno AMT 1564
- Disegno AMT 1654
- Disegno AMT 1655
- Relazione M4708-003 “Verifica corona pignone cremagliera”
- Relazione M4708-004 “Verifica dispositivo antisvio”
- Relazione M4708-005 “Verifica struttura cassa”
- Disegno D4708-001 “Figurino”
- Disegno D4708-009 “Pedana mobile – Montaggio”
- Disegno D4708-010 “Layout - Schema elettrico”
- Disegno D4708-011 “Schema elettrico”
- Disegno D4708-012 "Disposizione reostati trazione"
- Disegno D4708-013 "Dispositivo antisvio"
- Allegato A1 - Documentazione Jaquet T401
- Allegato A2 - Documentazione Jaquet F12S
- Allegato B1, B2 e B3 - Documentazione contattori Microelettrica Scientifica LTC
- Allegato C1 - Documentazione PLC Schneider Zelio Logic
- Allegato C2 - Documentazione PLC Schneider Zelio Logic
- Allegato D1 - Documentazione motore Transtecno
- Allegato D2 - Documentazione riduttore Transtecno
- Allegato E - Documentazione giunto elettromagnetico Moenninghoff
- Allegato F – Documentazione compensato Bellotti
- Allegato G – Documentazione gomme rivestimento Mondo
- Allegato H - Documentazione vernice ignifuga Vecofire