

SISTEMA DI TRASPORTO PUBBLICO DI TIPO FILOVIARIO

GARA D'APPALTO PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA, L'ESECUZIONE DEI LAVORI E LA FORNITURA DEI VEICOLI

OFFERTA TECNICA
B2 - PROGETTO DEFINITIVO



PROGETTO:

VEICOLO

Relazione tecnica del veicolo

CONCORRENTE
ATI:

SOVECO
COSTRUZIONI SPA

APTS
Advanced Public
Transport Systems bv

**CONSORZIO COOPERATIVE COSTRUZIONI
CCC**

Società cooperativa
(MANDATARIA/CAPOGRUPPO)

ALPIQ
Alpiq InTec Verona S.p.A.

MAZZI
Impresa Generale Costruzioni
S.p.A.

**Balfour Beatty
Rail**



(MANDATARIA/CAPOGRUPPO)

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Massimo Raccosta



DIRETTORE TECNICO

Dott. Arch. Valentina Butterini

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVATO
A	Dic. 2010	Emissione	Technital	Tittarelli	Sorio	Renso

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.
This document may not be copied, reproduced or published, either in part or entirely, without the written permission. Unauthorized use will be prosecuted by law.

Appalto concorso relativo al sistema di trasporto pubblico di tipo filoviario



RELAZIONE TECNICA DI FORNITURA DEL FILOSODATO SU GOMMA URBANO “VDL - APTS Citea SLFA/180 hybrid trolley”

Documento 467PDH0000RT01A

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 2 di 166

PREMESSA

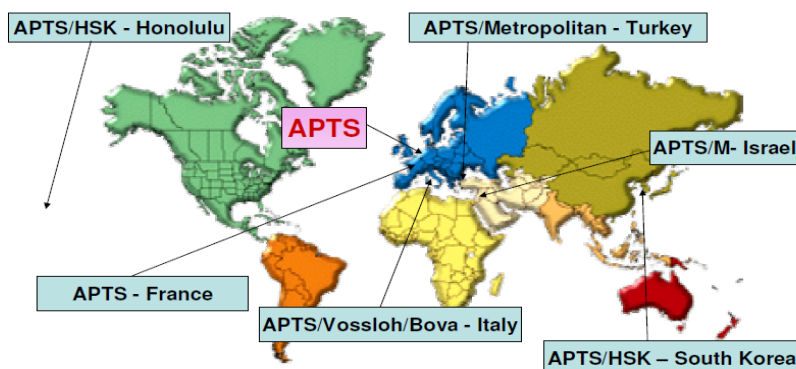
I vantaggi offerti da un sistema tranviario/metropolitano associati alla flessibilità ed ai bassi costi di un sistema che prevede l'uso di veicoli su gomma costituiscono i requisiti di un sistema di elevata qualità, che sono stati adottati da APTS per sviluppare il proprio sistema:

- efficienza nei tempi
- elevata velocità media
- elevata frequenza
- affidabilità
- comfort
- buona informazione ai passeggeri
- bassi costi ed elevata flessibilità
- approccio futuristico ed innovativo
- compatibilità ambientale.

Il veicolo proposto nella descrizione tecnica che segue verrà prodotto dal costituendo Raggruppamento Temporaneo di Imprese di cui fanno parte la società Advanced Public Transport System BV (APTS) del gruppo VDL, con sede a Eindhoven -Olanda, responsabile per la parte meccanica e del sistema di guida automatico, la società Vossloh Kiepe (già Kiepe Elektrik) con sede a Düsseldorf-Germania responsabile per la parte equipaggiamenti elettrici di trazione e la società Vossloh Kiepe s.r.l. con sede a Cernusco sul Naviglio (MI) che si occuperà del Project Management, delle attività legate all'omologazione ed alle certificazioni e costituirà un punto di contatto immediato per la Committenza.

La società APTS fa parte del gruppo VDL che comprende 75 aziende con 7500 addetti ed una produzione del 46% di buses con esportazione in 105 paesi.

APTS Marketing & Sales:



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 3 di 166



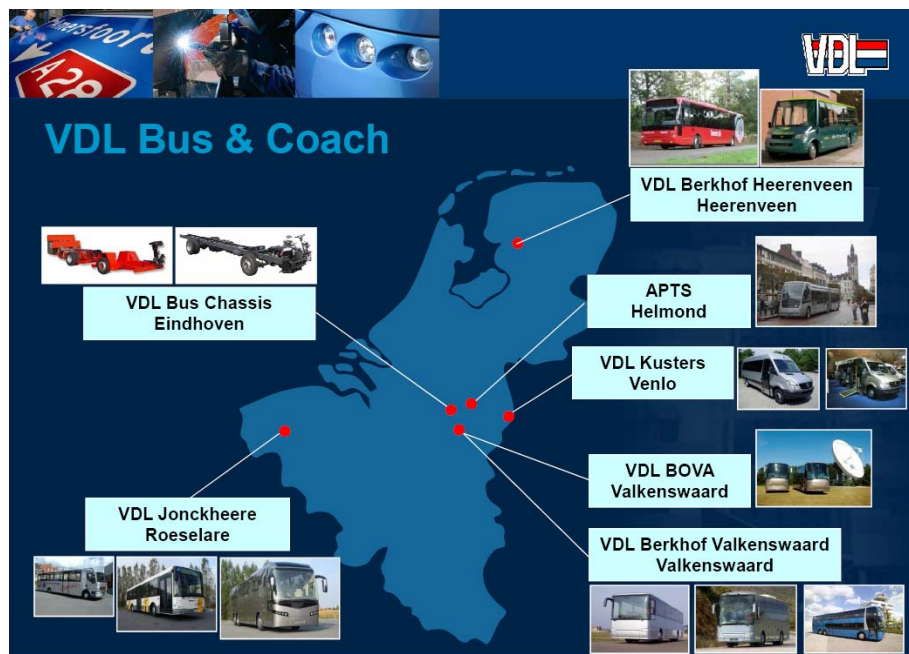
Overseas/Export activities

- South Africa
- United Arab Emirates (Dubai)
- Ghana
- Jamaica

-  National Sales Organization
-  Distributor/Agent
-  No sales activities

Organizzazione di vendita ed after sales

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 4 di 166



Tra i veicoli prodotti vi sono anche quelli della lunghezza di 24m e 26m quest'ultimi per la città di Istanbul, che per la modalità di trasporto automobilistico è realizzabile anche nella versione "filobus".



La società **Vossloh Kiepe GmbH** (già Kiepe Elektrik) ha festeggiato nel 2006 i 100 anni dalla fondazione. Ha da sempre seguito tutti gli sviluppi del mondo della trazione elettrica: dai primi equipaggiamenti a combinatore fino ai più moderni azionamenti ad IGBT. Fa parte dal 2002 del gruppo Vossloh, attivo nel settore dei trasporti dalle infrastrutture alle locomotive, con un giro

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 5 di 166

d'affari annuo superiore al miliardo di euro. La Vossloh Kiepe è presente in tutto il mondo con società e rappresentanze e con i suoi equipaggiamenti per filobus che, tenendo conto dei soli veicoli realizzati a partire dal 1980, hanno superato le **2300** unità. A questi vanno aggiunti gli **2000** azionamenti per tram e metropolitane.



Stabilimento Vossloh Kiepe a Dusseldorf

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 6 di 166

PARTE B MATERIALE ROTABILE

Il veicolo offerto risponde completamente ai dettami richiesti dal Capitolato Tecnico della spett. AMT di Verona. Esso presenta caratteristiche innovative per quanto riguarda la progettazione ed il design della parte meccanica, avendo ricevuto il premio di miglior autobus dell'anno 2011. Dal punto di vista elettrico dispone di motori montati sulle ruote, pilotati da inverter di potenza di ultima generazione. Il veicolo è equipaggiato, inoltre, con moduli supercapacitori per il recupero ed il riutilizzo della energia di frenatura. Il motore endotermico per l'azionamento dell'alternatore del gruppo di autonomia risponde alle Normative Europee Euro 6, le più rigide dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico. L'inquinamento acustico e vibrazionale è stato mantenuto ai livelli più bassi per veicoli di questa categoria. I motori sulle ruote migliorano questo aspetto in maniera sensibile.

La necessità di rispondere ai requisiti di gara, mantenendo nel contempo una competitività economica con tutti i veicoli filoviari ammessi alla competizione, ci ha indotto proporre un veicolo con caratteristiche tecniche specifiche per l'applicazione al progetto di Verona, come la guida automatica di tipo magnetico dalle prestazioni innegabilmente superiori rispetto alle altre tipologie ed in particolare a quella di tipo ottico. Infatti il veicolo proposto presenta caratteristiche e prestazioni che lo rendono sicuramente competitivo e concorrenziale nell'ambito valutativo tecnico-economico della gara in oggetto

La disponibilità finanziaria prevista a bando consentirebbe, però, l'introduzione di opzioni e di upgrade per dotare il mezzo offerto di tutte le caratteristiche previste per mezzi della stessa famiglia, in modo da portare il veicolo a standard di innovazione e di funzionamento che risultano essere allo stato dell'arte della tecnologia a livello mondiale. Ad es., gli assi potrebbero essere dotati di servomeccanismi per renderli tutti sterzanti, con un contenimento delle dimensioni della via di corsa, una maggior precisione nella guida automatica e quindi conferendo al veicolo un comportamento del tutto simile ad un veicolo tranviario; anche il corpo del veicolo può essere costruito con tecnologie innovative di tipo aeronautico per una maggiore leggerezza, affidabilità, robustezza e durata nel tempo.

Per questi e altri aspetti legati alle performance del veicolo ed attualmente non contemplati nella versione di veicolo offerta, si rimane a completa disposizione di codesta spett. Azienda per concordare eventuali migliorie e upgrade, secondo le specifiche esigenze ed il grado di prestazioni desiderate

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 7 di 166

B 1 MATERIALE ROTABILE DEL SISTEMA

B 1.1 PROFILO DI MISSIONE E CONFIGURAZIONI

B 1.1.1 Profilo di missione

Si prende atto.

I veicoli sono idonei alle condizioni di servizio esposto.

B 1.1.2 Caratteristiche funzionali generali

Conforme.

Il veicolo offerto è un filobus snodato urbano da 18 m a tre assi con tre porte, di classe I, a pianale integralmente ribassato, dotato di motogeneratore con alimentazione a gasolio rispondente alla normativa Euro 6, omologato per effettuare il servizio pubblico di linea anche in modalità di marcia alternativa, con caratteristiche tecniche e prestazioni di marcia oltre che contenuti consumi anche per la possibilità di recupero dell'energia durante la frenatura con sistemi di accumulo dell'energia, tali da poter offrire alla clientela elevati standard di comfort, con la presenza dell'impianto di climatizzazione, e n. 1 posto attrezzato per una carrozzella.

Il veicolo è stato completamente ridisegnato per incontrare i nuovi canoni estetici richiesti per le aree urbane; le linee del veicolo risultano, dunque, essere più morbide e filanti.

Il filoveicolo infatti è stato elaborato sulla base dell'autobus da 12 metri che è stato eletto per il 2011 "Bus of the year".

All'autobus per trasporti pubblici Citea Low Floor, è stato aggiudicato il prestigioso premio internazionale 'Autobus dell'anno 2011'. In occasione della 'Prova europea degli autobus 2010', che ha avuto luogo a Bucarest, l'autobus urbano ha superato nella classifica i forti concorrenti internazionali.

I membri della giuria hanno prestato attenzione soprattutto al pratico utilizzo, alle rifiniture e all'efficienza dei veicoli partecipanti.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 8 di 166



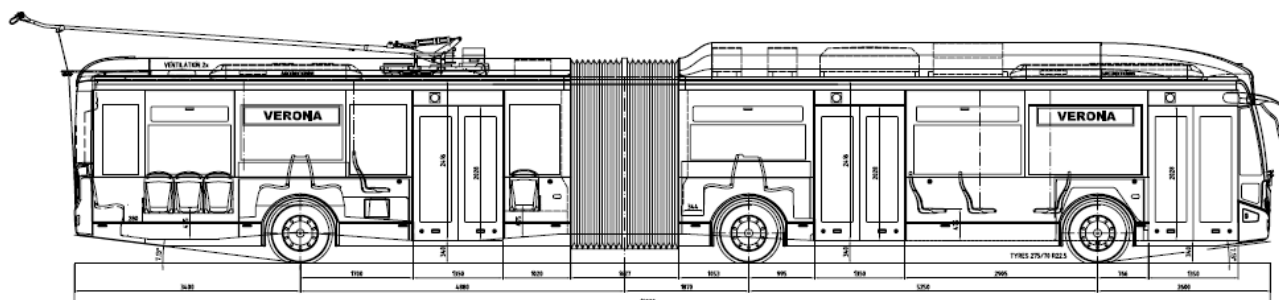
Gli equipaggiamenti elettrici, che in un veicolo a pianale completamente ribassato devono essere collocati sul tetto, sono stati alloggiati all'interno di un contenitore (soluzione originale Kiepe) posizionato sul tetto stesso. Questa soluzione consente di ottenere una linea estremamente gradevole senza sporgenze visibili, involucri o altri elementi perturbanti.

Particolare attenzione è stata posta nella cura dell'immagine stessa del veicolo cui contribuisce in modo evidente l'ampia finestratura distribuita sull'intero perimetro del veicolo e che si fonde in un'unica soluzione con le pannellature laterali abbellite dalla continuità estetica ottenuta dalla copertura dei pneumatici.

Anche la colorazione proposta contribuisce al risultato finale con un uso equilibrato di fasce adesive le cui forme contribuiscono a rendere più slanciata l'immagine complessiva.

Il veicolo è progettato con tecnologie di via guidata di tipo "funzionale" ed idoneo alla circolazione sia in sede urbana promiscua che in sede riservata con accostamento automatico alle banchine di fermata.

E' dotato infatti di un sistema di guida elettronica "intelligente" che conosce il percorso e consente al veicolo di viaggiare in modo automatico in qualsiasi condizione atmosferica, **anche in presenza di neve o ghiaccio o fogliame**, e cattive condizioni di illuminazione o completamente al buio, contrariamente da altri sistemi di via guidata.



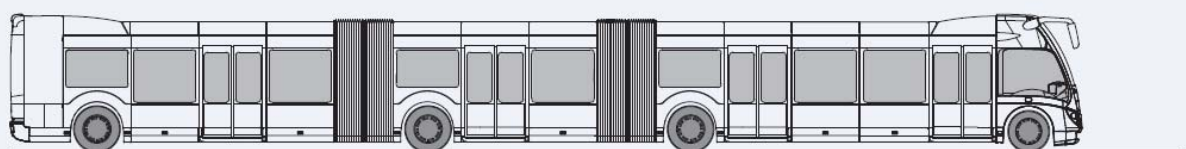
	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 9 di 166

Soluzione tipica del veicolo da 24 – 26 metri.

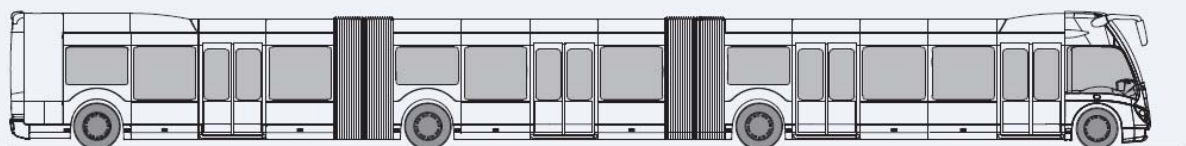
Nel caso che la Spettabile AMT di Verona decidesse di optare per veicoli della lunghezza di 25 m sarà possibile l'utilizzo di mezzi della stessa famiglia progettati e costruiti come assieme di moduli di pari dimensioni che formano le diverse parti della struttura e carrozzeria.

Estremamente vantaggioso con questa realizzazione ad esempio é **l'unificazione** di tutti i finestrini delle fasce laterali.

Con questa impostazione modulare é possibile ottenere anche veicoli con dimensioni diverse fino a raggiungere l'attuale dimensione di 26 m costruiti per l'Azienda di Istanbul, qui raffigurati durante una curva a sinistra.



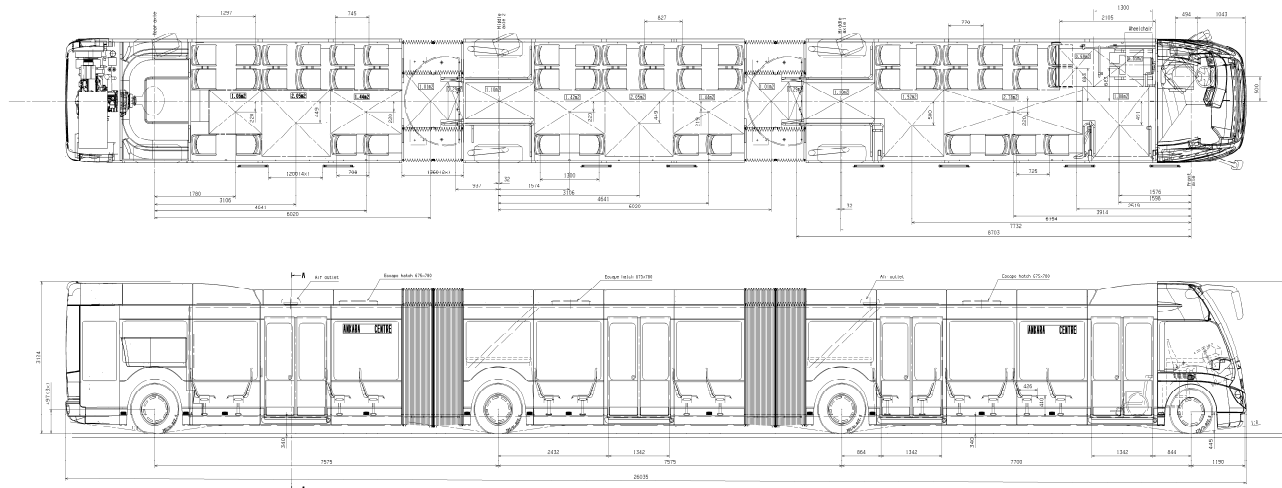
Phileas 24 m



Phileas 26 m



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 10 di 166



B 1.1.2.1 Leggi e Direttive

Il veicolo proposto è un veicolo filoviario con marcia autonoma ed ha tutte le caratteristiche del veicolo marciante su strada in sede propria o promiscua.

In questa logica il veicolo soddisfa tutte le normative nazionali e le Direttive Europee previste per tale tipologia di trasporto e senza le quali non sarebbe possibile ottenere l'omologazione.

- DL 30.4.1992 n° 285 “Nuovo Codice della Strada” (art.55), Regolamento d’attuazione, approvato con DPR 495 del 16/12/92, nonché le successive integrazioni e modificazioni;
- Decreto Ministeriale 238 del 10/7/2003;
- Circolare Ministeriale n° 19 del 21.11.2003;
- Direttiva 2001/85/CE per quanto applicabile;
- Norme europee vigenti in materia di contenimento delle emissioni inquinanti;
- Norme vigenti in materia di contenimento delle emissioni sonore prodotte dai veicoli a motore diesel.
- Direttive Europee in materia di omologazione dei veicoli.

Soddisfano inoltre le:

- Direttive CE.
- Norme Internazionali (ISO).
- Norme Nazionali (UNI, CUNA, CEI, ecc.) per quanto applicabili.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 11 di 166

B 1.1.2.2 Ulteriori Norme applicate dal Fornitore

In aggiunta si fa riferimento alle diverse normative di valenza europea richiamate negli specifici punti (norme DIN, NBN, NF, Utac).

B 1 1.3 Dimensioni e design del veicolo

DESCRIZIONE	VALORE PREVISTO
Altezza massima del veicolo aste incluse	3,30 m
Larghezza veicolo	2,55 m
Altezza del pavimento alla base delle porte	340 mm
Lunghezza veicolo	18,00 m
numeri di assi	3
porte di servizio	3 porte doppie
Massa limite a pieno carico	29 100 kg

B 1.1.3.1 Design esterno

Il futuristico design esterno del veicolo é in grado di competere con i più recenti veicoli delle metropolitane leggere esistenti sul mercato. Un designer italiano, di rinomata fama, è stato coinvolto per lo studio e l'approfondimento dei caratteri di design che, su indicazione di AMT, potranno essere sviluppati nel rispetto delle linee di brand.

Il design esterno è stato studiato in modo da realizzare un veicolo dall'aspetto piacevole e sicuro per i passeggeri e per l'ambiente. La forma creata con l'utilizzo di linee e curve dolci e lisce trasmette un senso di solidità ed affidabilità senza essere aggressiva.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 12 di 166

Oltre alla versione base, cui si riferisce la valutazione economica proposta, vengono presentate, all'interno del testo e negli allegati, diverse soluzioni estetiche che potranno essere realizzate per il progetto di Verona.



SOLUZIONE BASE

Questo a riprova della flessibilità e della disponibilità a realizzare soluzioni in armonia con le linee estetiche scelte in collaborazione con AMT. Grande versatilità, oltre che per i colori esterni, anche per gli interni che possono essere personalizzati, sia per la scelta delle sedute, entro una certa gamma, che per la definizione dei colori di pavimenti, cieli, mancorrenti, fiancate ecc

La parte frontale a vetratura bassa e ben arrotondata non offende la vista nonostante le sue considerevoli dimensioni.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 13 di 166

L'indicazione del percorso sulla parte anteriore e posteriore è integrata nella sagomatura principale in modo da risultare facilmente leggibile da parte dei passeggeri in attesa.

Particolare soluzione caratterizza l'applicazione della fanaleria esterna posteriore ed anteriore.



Le piattaforme di fermata rialzate lungo il percorso eliminano qualsiasi differenza d'altezza tra la pensilina ed il pianale dell'autobus durante la salita, differenza che si limita comunque a soli 34 cm anche senza il rialzo delle pensiline.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 14 di 166

Gli equipaggiamenti elettrici, che in un veicolo a pianale completamente ribassato sono collocati sul tetto, sono alloggiati all'interno di un contenitore nascosto alla vista esterna con carenature che mantengono una linea estremamente gradevole senza sporgenze visibili, involucri o altri elementi di disturbo.



Possibili soluzioni di design esterno

Soluzione base



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 15 di 166



Possibili soluzioni alternativa



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 16 di 166



In allegato B 1.1.3.1 viene fornito il figurino del veicolo

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 17 di 166

B 1.1.3.2 Il design interno del veicolo

L'interno offre il massimo comfort e la massima accessibilità sia in termini di mobilità interna sia in termini di capienza.

I sedili sono facilmente raggiungibili attraverso le ampie porte grazie all'assenza di gradini o di restringimenti del passaggio, che rimane sufficientemente spazioso anche in corrispondenza dei passaruote, per effetto della tipologia della motorizzazione sulle ruote.

Design e colori dell'area passeggeri.

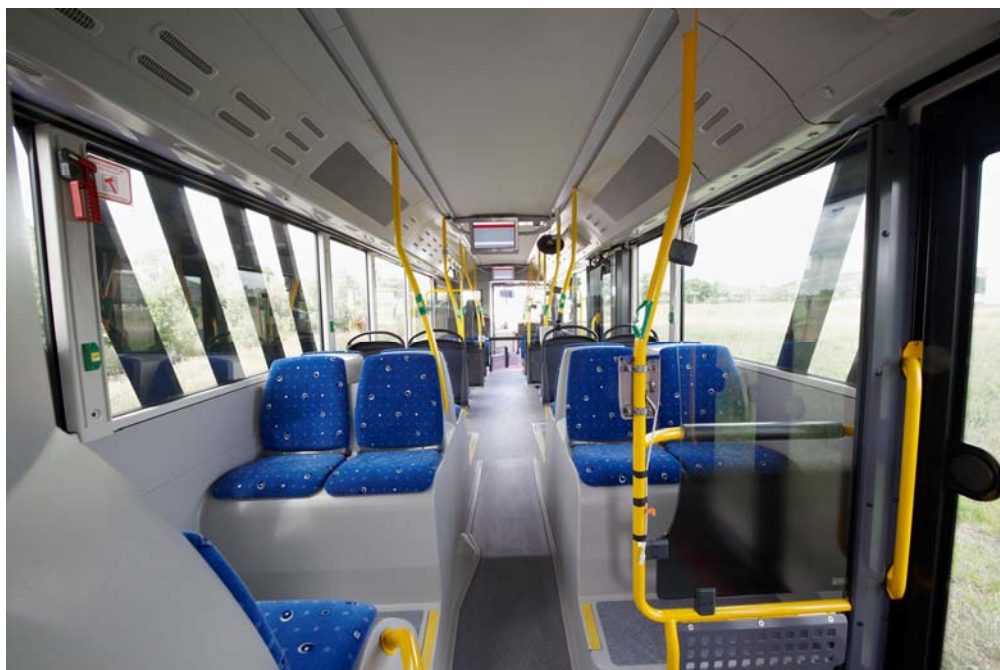
L'interno dell'area passeggeri è spazioso e luminoso, con lo scopo di garantire una profonda visibilità non ostruita da divisori e passaggi stretti che potrebbero impedire od ostacolare il movimento dei passeggeri.

I colori e l'arredamento interno sarà maggiormente dettagliato in fase di definizione del veicolo.

Possibili soluzioni di arredo interno



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 18 di 166

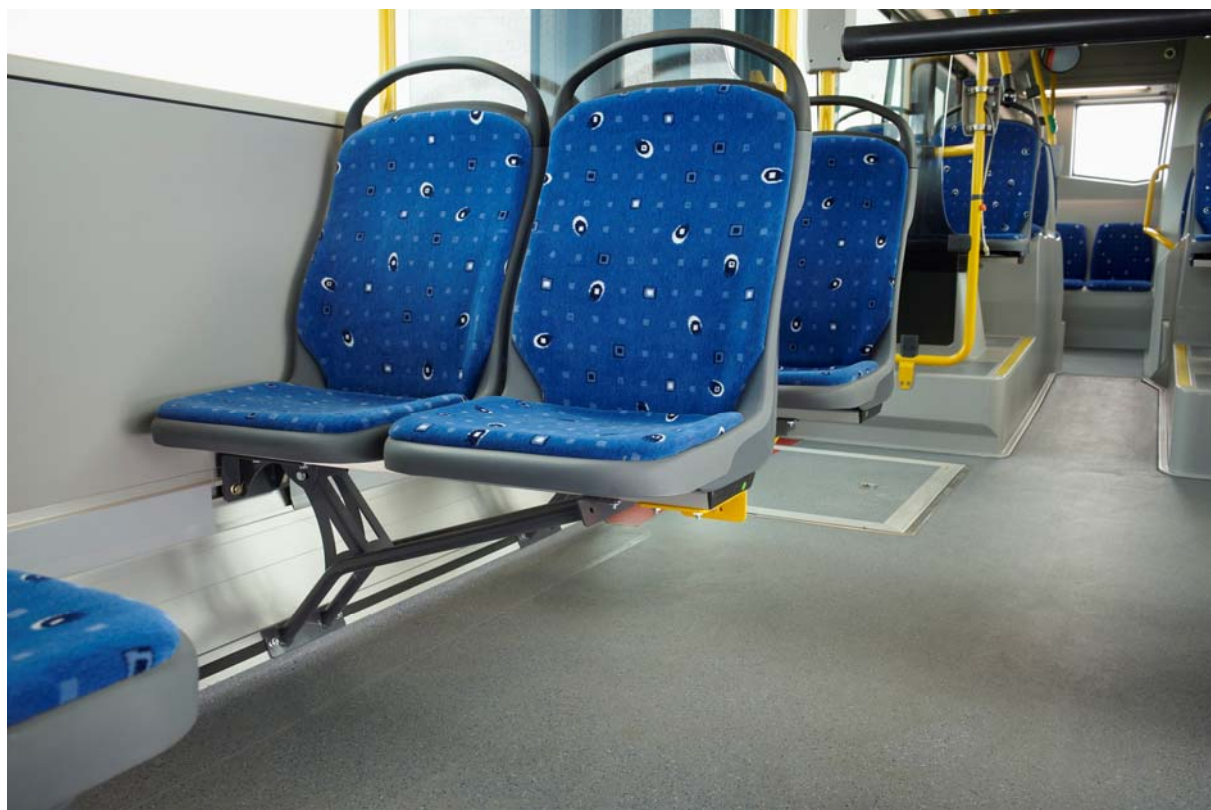


Il pianale completamente ribassato in tutta la zona a disposizione dei passeggeri, le dotazioni

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 19 di 166

interne a montaggio sospeso, l'assile posteriore, le ampie porte e la spaziosità tra i sedili favoriscono anche l'accessibilità ai disabili in carrozzella.

Il montaggio a parete delle dotazioni interne permette di ridurre i tempi di pulizia.



B 1.1.4 Dispositivo di abbassamento

Conforme.

Il filoveicolo é equipaggiato di n. 2 dispositivi:

- Al fine di facilitare l'accesso al veicolo da parte dei passeggeri a ridotta capacità motoria, è previsto un dispositivo di "inginocchiamento lato destro del veicolo", in grado di ridurre l'altezza del gradino delle porte d'accesso, con abbassamento laterale di 70 mm;
- Dispositivo di sollevamento telaio di 70 mm circa, funzionante anche con ridotta velocità.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 20 di 166



B 1.1.5 Altezza del 1° gradino

Conforme.

Per accedere al pavimento del corridoio deve essere superato un solo gradino dal suolo su tutte le porte.

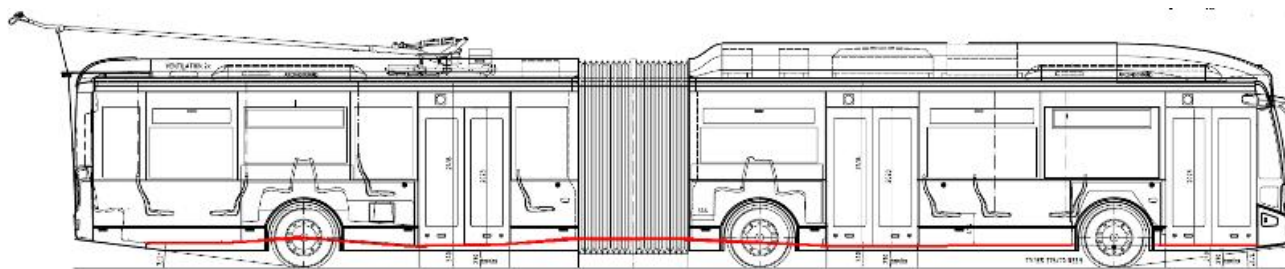
L'altezza del pavimento in corrispondenza delle porte è di 340 mm, misurata a veicolo scarico su superficie piana e con dispositivo di abbassamento disinserito.

B 1.1.6 Pendenza longitudinale del pavimento

Conforme.

Il pavimento è piano ed orizzontale dalla porta anteriore fino alla porta posteriore con una leggera pendenza sopra gli assali.

La pendenza longitudinale massima interna è di 8% in corrispondenza del ponte posteriore.



B 1.1.7 Pendenza trasversale del pavimento

Conforme.

La pendenza trasversale massima interna è di 3% in corrispondenza della seconda porta.

La pendenza trasversale interna del pavimento è nulla praticamente per il resto del veicolo.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 21 di 166

B 1.1.8 Corridoio

Il corridoio non presenta gradini in corrispondenza del pianale di carico.

La larghezza del corridoio tra due sedili singoli é di 1440 mm.

La larghezza del corridoio in corrispondenza del passaruota anteriore è di circa 865 mm

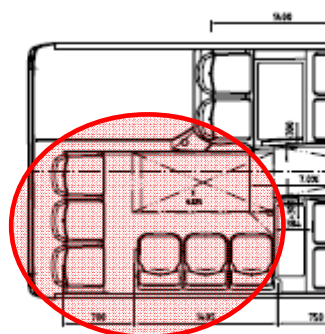
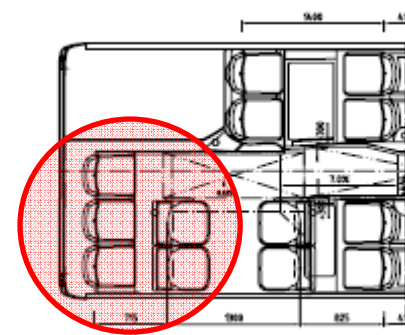
La larghezza del corridoio in corrispondenza dei passaruota centrale e posteriore è di circa 540 mm.

La razionale distribuzione dei sedili passeggeri contribuisce ad offrire il migliore comfort ai passeggeri.

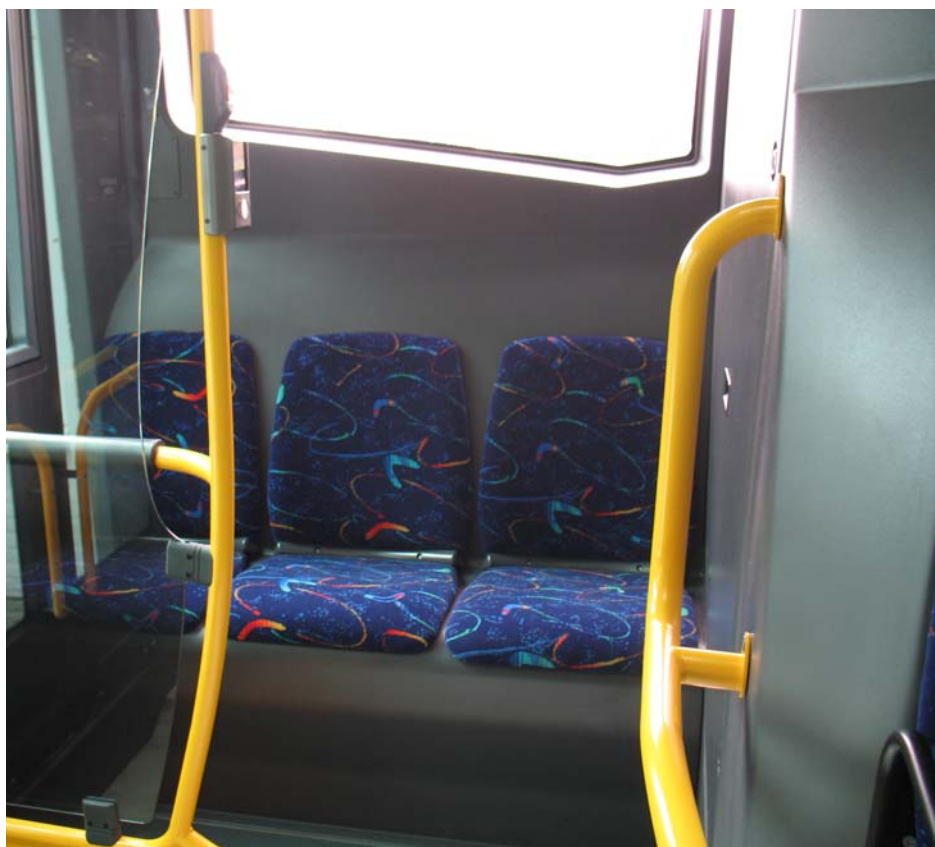


Salottino posteriore.

In corrispondenza della parte posteriore del veicolo, é realizzato uno spazio a disposizione dei passeggeri con sedili integrati.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 22 di 166



B 1.1.9 Porte di servizio e sistemi di sicurezza

Conforme.

Il filoveicolo é equipaggiato di n. 3 porte doppie, tipo VENTURA, con comando elettrico, posizionate due sul primo elemento ed una sul secondo elemento posteriore.

La prima porta é di tipo rototraslante e le altre due sono a scorrimento verso l'esterno

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 23 di 166



La principale funzione delle porte è quella di mettere a disposizione ampie aperture di transito sulla parete laterale del veicolo per consentire una rapida discesa e salita dei passeggeri alle fermate.

Queste porte sono del tipo a doppia anta, le posteriori con apertura a scorrimento laterale, che prima si spingono verso l'esterno e poi scorrono per aprirsi, con luce del vano porte di 135 cm ed un'apertura netta di passaggio di 120 cm, dotate di dispositivo antischiacciamento sia in fase di chiusura che in fase di apertura.

Tutte le porte possono essere aperte con l'azionamento di un pulsante da parte del passeggero e l'attivazione dei comandi da parte del conducente. Le prime porte sono "porte di servizio comandate dal conducente", che verranno normalmente chiuse da quest'ultimo mediante la loro disattivazione. Le altre porte sono "porte di servizio comandate automaticamente" che si chiudono automaticamente.

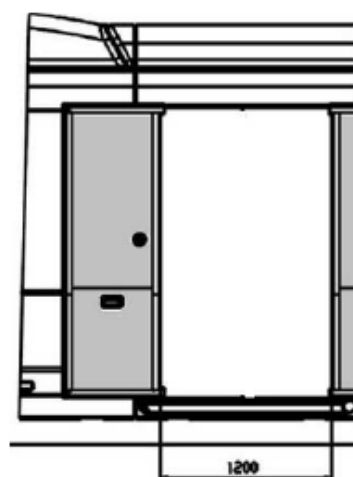
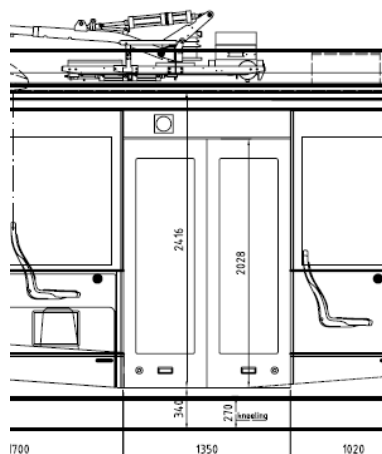
I tempi di apertura e chiusura delle porte sono di 2,5 secondi circa (la velocità comunque può essere concordata in fase di definizione del veicolo).

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 24 di 166



I dispositivi di azionamento sono uguali e intercambiabili per tutte le porte dello stesso tipo.

Tra porte e vano porte é assicurata una efficace tenuta d'aria e d'acqua. Le porte sono applicate e guidate nel loro movimento in modo da risultare, in posizione di chiusura, allineate con il filo esterno delle fiancate ed il loro funzionamento presenterà il massimo grado di funzionalità ed affidabilità, tale da assicurare un livello minimo di manutenzione per l'intera durata del veicolo.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 25 di 166

Logiche di funzionamento delle porte

Le funzioni di sicurezza più importanti delle porte di servizio sono le seguenti:

1. In caso di emergenza, tutte le porte devono poter essere sempre aperte con facilità dall'interno o dall'esterno quando il veicolo è fermo.
2. Si deve evitare che i passeggeri restino intrappolati tra le porte alla chiusura.
3. Il meccanismo di funzionamento delle porte ed altra apparecchiatura all'interno della porta non devono essere pericolosi per i passeggeri.
4. Le porte non dovranno mai aprirsi spontaneamente da sole.
5. Una porta di servizio chiusa non può essere aperta da una persona mediante l'esercizio della forza manuale.
6. Una porta di servizio aperta non può essere chiusa da una persona mediante l'esercizio della forza manuale.
7. Se una porta non è completamente chiusa con $V > 3\text{km/h}$, il veicolo frenerà e si fermerà automaticamente.
8. La porta non può aprirsi con velocità del veicolo $> 3\text{ km/h}$

Movimentazione dei passeggeri

Le porte sono adibite indifferentemente all'entrata ed uscita dei passeggeri.

La zona in corrispondenza delle porte assicura una facile movimentazione dei passeggeri sia in fase di salita che di discesa.

I sedili contigui alla zona porte sono protetti da una paretina.

Comando porte

I pulsanti per il comando per la chiusura delle porte sono applicati nel posto guida a portata dell'autista

La porta anteriore é azionabile anche dall'esterno mediante apposito pulsante situato in prossimità della detta porta.

Il pulsante é soggetto a consenso dal posto di guida per mezzo di apposito deviatore; il suo circuito di comando é completamente separato dagli altri circuiti di comando delle porte; detto circuito é derivato a monte delle teleruttore generale di corrente onde consentire l'azionamento della porta anteriore anche quando il teleruttore generale di corrente (TGC) sia aperto

La velocità di comando di azionamento delle porte è inferiore al 1/10 sec.

Zona esterna porte

I pulsanti per l'apertura porte dall'esterno da parte dell'utente possono essere installati direttamente sulle ante delle porte ad una altezza da concordare.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 26 di 166

Comando di emergenza

Il comando di emergenza interno è posto direttamente sopra al porta interessata; mentre quello esterno è posto in vicinanza di ciascuna porta.



1. Rubinetto di emergenza della porta di entrata interno

Per il sistema di blocco movimentazione veicolo con porte aperte si rimanda al punto B 1.9.10.3.

Per il sistema di rilevamento ostacoli alla chiusura delle porte si rimanda al punto B. 1.9.10.4

La velocità di movimentazione meccanica delle porte del tipo:

- rototraslanti interne è di 2 sec.
- a scorrimento esterno è di 2,2 sec.

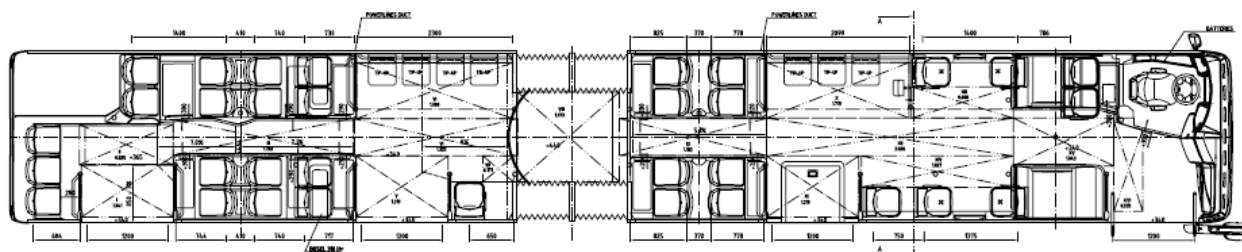
Nell'allegato B 1.1.9 viene inserita documentazione della porta rototraslante interna e di quella a scorrimento esterno

4° PORTA A SCORRIMENTO - Soluzione alternativa opzionale

E' possibile l'inserimento di una quarta porta scorrevole laterale, con variante economica, che non viene proposta nella soluzione base in quanto il suo inserimento condurrebbe ad una diminuzione del numero di passeggeri trasportati per ottemperare al limite di carico assiale massimi previsti dalle normative vigenti.

La quarta porta verrebbe posizionata nello sbalzo posteriore del secondo elemento.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 27 di 166



B 1.1.10 Dispositivo di segnalazione “Fermata prenotata”

Conforme.

Il veicolo è equipaggiato di :

- Pulsanti di richiesta fermata
- n.1 indicazione di uscita e fermata prenotata, in corrispondenza di ciascuna porta.

Indicatori luminosi

In corrispondenza della porta centrale di uscita, al soffitto del veicolo, é installato un dispositivo di segnalazione luminosa a led indicante la prenotazione della fermata da parte dei passeggeri e corredato da messaggio esplicativo in lingua italiana “FERMATA PRENOTATA” .

L’avvenuta prenotazione della fermata è indicata sul cruscotto da apposita spia.

L'accensione dell'indicatore ottico è preceduta da segnalazione acustica con una suoneria a timpano monocolpo, una volta effettuata la prenotazione, ed è impedito un successivo intervento della citata suoneria.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 28 di 166

B 1.2 COMPARTO PASSEGGERI

B 1.2.1 Numero dei posti



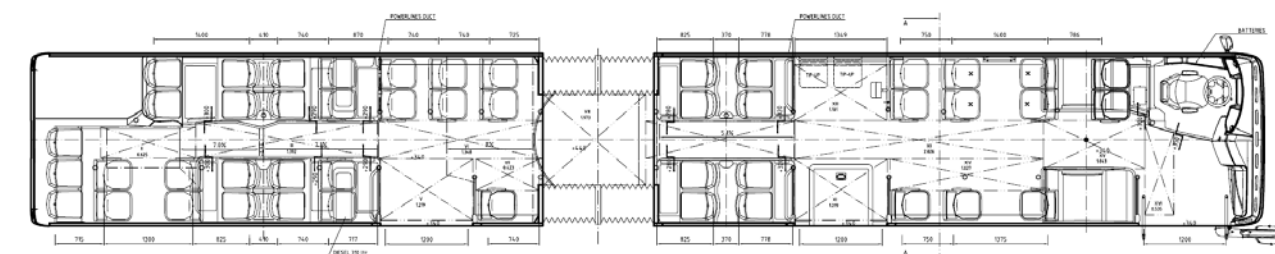
Il veicolo é dotato di un posto di servizio per l'autista e di una zona adibita allo stazionamento della carrozzella secondo le indicazioni della Direttiva Europea.

Sono possibili alcune soluzioni diverse del numero di passeggeri sia seduti che totali.

Per la distribuzione dei sedili si rimanda alle tre versioni successive a seconda che si voglia dare preferenza o al numero dei posti totali o al numero dei passeggeri seduti.

Versione 1

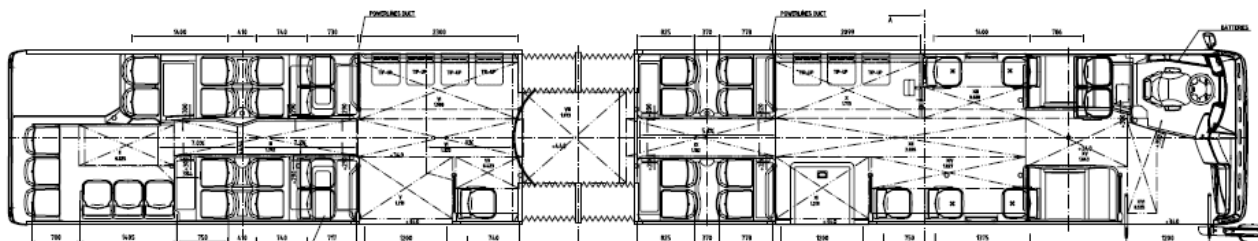
Il numero dei posti della versione 1, con tre porte e relativa distribuzione dei sedili é riportato più sotto.



Versione 2

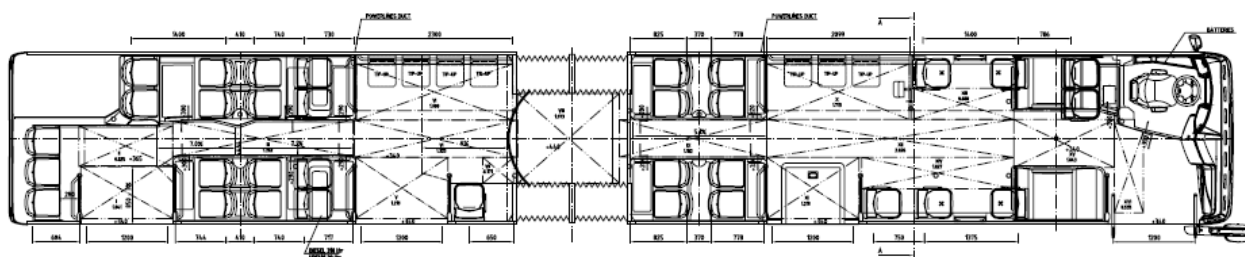
Il numero dei posti della versione 2, con tre porte e relativa distribuzione dei sedili é riportato più sotto.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 29 di 166



Versione 3

Il numero dei posti della versione 3 con quattro porte e relativa distribuzione dei sedili è riportato più sotto.



	Configurazione con 3 porte versione 1	Configurazione con 3 porte versione 2	Configurazione con 4 porte versione 3
Posti a sedere	47	36	33
Posti per carrozzella	1	1	1
Posti in piedi	91	100	96
Sedili ribaltabili	2	7	7
Posto di servizio	1	1	1
Posti totali	140 + 2 sedili ribaltabili	138 + 7 sedili ribaltabili	131 + 7 sedili ribaltabili

B 1.2.2 Posti a sedere e sedili passeggeri

Conforme

I sedili saranno di tipo Ruspa City o prodotto equivalente.

La tipologia dei sedili passeggeri sarà concordata in sede di definizione del primo veicolo e l'approvazione finale del disegno interno da parte del cliente.

Il progetto definitivo degli interni includono il tipo, marca e colore dei sedili.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 30 di 166

La struttura di supporto dei sedili consente l'appiglio da parte dei passeggeri

I sedili, che insistono sul pavimento, sono montati a sbalzo, con il supporto di ancoraggio sulla fiancata del veicolo e questo per consentire la massima facilità e rapidità di **pulizia del pavimento**.



I sedili ed i loro supporti di sostegno sono installati in modo tale da permettere una buona accessibilità agli stessi.

Sedili ribaltabili

Su ogni piattaforma in corrispondenza della seconda e terza porta é possibile applicare sedili ribaltabili il cui numero é in funzione della scelta operata.

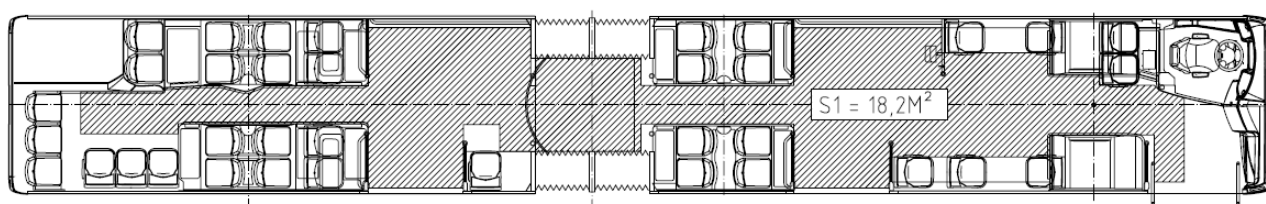
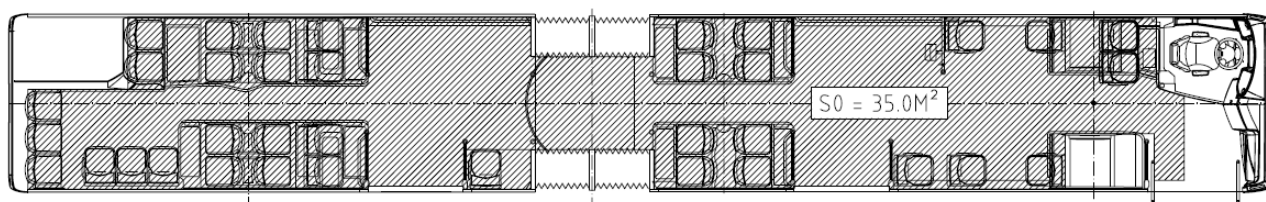


	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 31 di 166

B 1.2.3 Posti passeggeri e superficie disponibile.

	Superficie S0 (m ²)	Superficie S1 (m ²)
Configurazione con 3 porte versione 1	35,0	15,1
Configurazione con 3 porte versione 2	35,0	18,2
Configurazione con 4 porte versione 3	35,0	19,25

Nell'allegato B 1.2.3 si riportano i figurini del veicolo.



B 1.2.4 Passeggeri a ridotta capacità motoria.

B 1.2.4.1 *Passeggero con carrozzella*

Conforme.

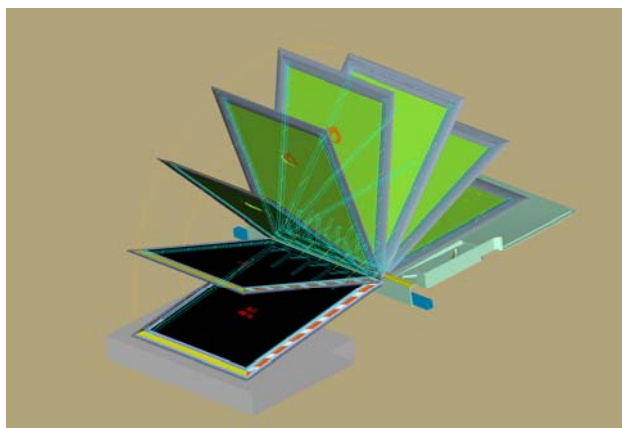
Grazie ai precisi dispositivi automatici di arresto, all'ingresso a livello pianale, alle ampie porte (larghezza netta 120 cm) ed al pianale piano, le carrozzelle possono salire a bordo senza l'aiuto del conducente, che può essere raggiunto anche per uno scambio di informazioni o per il pagamento.

Il veicolo è dotato di un sistema di abbassamento alle fermate del valore di 70mm.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 32 di 166

Per ulteriormente facilitare l'accesso della carrozzella di un passeggero a ridotta capacità motoria non deambulante, il veicolo é dotato, in corrispondenza della seconda porta, di una rampa estraibile.

L'estrazione della rampa è di tipo manuale a ribaltamento, facilmente manovrabile dal conducente. L'apertura della rampa provoca, quando la velocità del mezzo è inferiore a 3 Km/h, l'inserimento del blocco porte.



La dimensione in larghezza utile della rampa è compatibile con la larghezza di una carrozzella per disabili motorizzata.

La rampa è isolata elettricamente perché applicata all'interno di una culla realizzata in poliestere

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 33 di 166

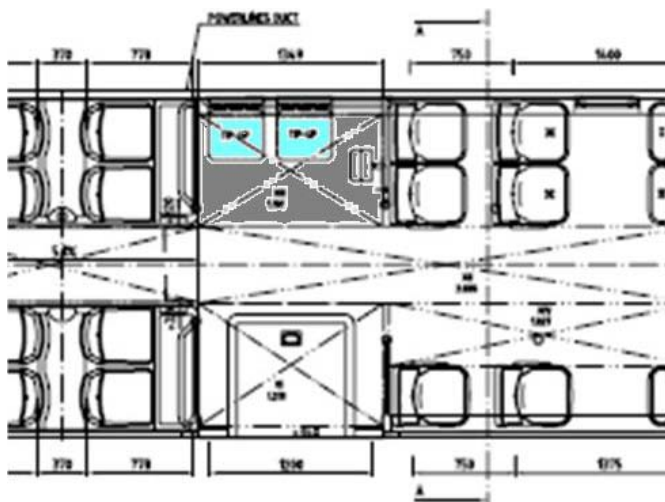
appoggiata su una struttura in acciaio che la protegge dagli urti contro i cordoli dei marciapiedi ed ostacoli vari.

spazio a disposizione della carrozzella

Il posto per la carrozzella è previsto sul lato sinistro in corrispondenza della porta centrale ed è facilmente raggiungibile; in questo modo è possibile evitare manovre difficili e limitare il prezioso tempo di fermata.

In alternativa, e per eventuale richiesta, il posto della carrozzella può essere applicato anche sul lato destro.

La zona di stazionamento della carrozzella è rispondente alla Direttiva ECE 2001/85 e la carrozzella è fissata contromarcia come da indicazione illustrativa della fotografia seguente



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 34 di 166

Impianto comandi e segnalazioni

A disposizione del passeggero in carrozzella é applicata una apposita pulsantiera per l'attivazione dei comandi e segnalazioni richieste.



B 1.2.4.2 *Passeggero a ridotta capacità motoria deambulante*

Conforme.

Come da direttiva europea 85/2001/ECE sono previsti quattro (n°4) posti a sedere per i passeggeri a ridotta capacità motoria deambulantanti e in prossimità della porta di uscita,

I sedili dedicati sono dello stesso tipo e dotati di braccioli lato corridoio.

B 1.2.5 Indicatori di linea e di percorso

Conforme

Il veicolo è equipaggiato con cartelli indicatori di linea e di percorso a Led di colore ambra di marca Ameli o equivalente, disposti come segue:

- indicatore laterale destro modello LDL 1000/150 serie HI-LUX
- indicatore posteriore modello LDL 360/200-16NS serie HI-LUX
- centralina modello SD2000
- Indicatore anteriore

Per l'indicatore anteriore é prevista la fornitura di un impianto **full color** per l'immediato riconoscimento del veicolo da parte dei passeggeri in attesa alla fermata e della cittadinanza.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 35 di 166



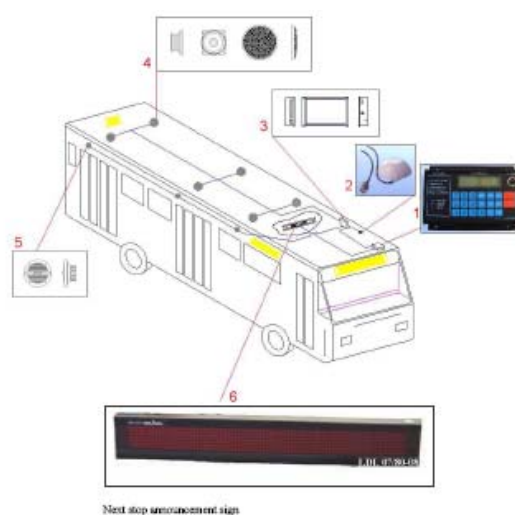
Per la documentazione in merito agli indicatori di percorso, rimandiamo all'allegato B 1.2.5

Sistema di annuncio di prossima fermata

Conforme.

Il veicolo è provvisto di un impianto Ameli, o equivalente, di prossima fermata sonoro e visivo modello TTS 5000 con indicatore di linea interno modello LDL 07/80-08. integrato con il sistema TEQ e comprendente:

- Centralina
- Indicatore interno
- Unità vocale
- N.2 altoparlanti esterni
- N.2 altoparlanti



Si rimanda all'allegato B 1.2.5 della relazione tecnica per la documentazione dell'impianto di diffusione sonora

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 36 di 166

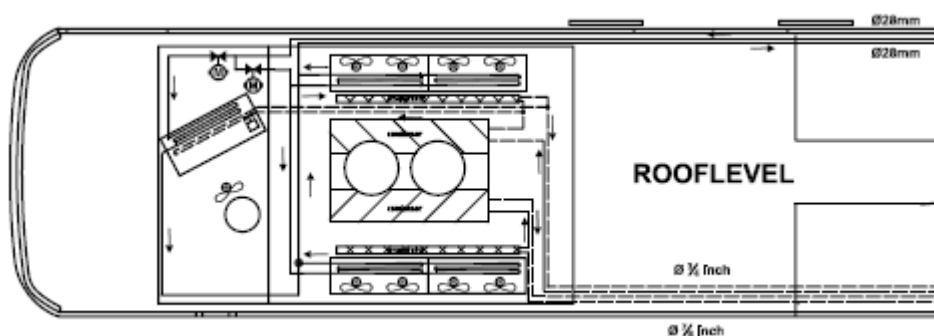
B 1.2.6 Climatizzazione del veicolo

Conforme.

Il veicolo è equipaggiato con un impianto di climatizzazione Thermo King tipo Athenia del tipo integrato (condizionamento e riscaldamento) a controllo automatico gestito dall'impianto Canbus con possibilità di regolazione.

L'impianto é composto da due unità tra loro differenti.

Una unità tipo Athenia D 805 applicata sul primo elemento ed utilizzata per la climatizzazione del posto guida e del comparto passeggeri.

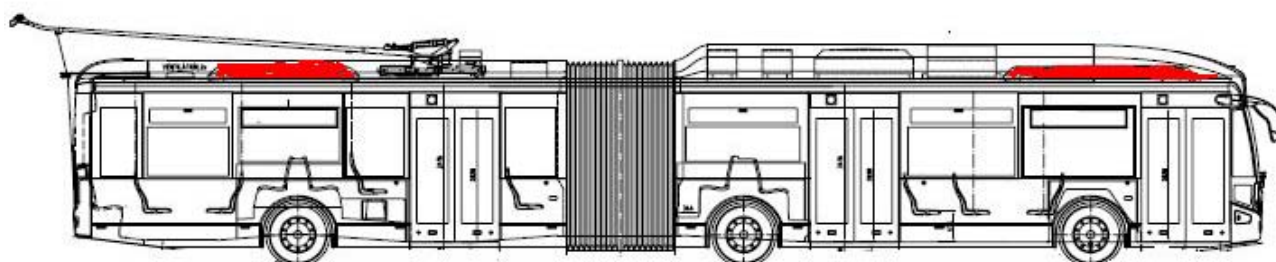


Una seconda unità, Athenia 700, applicata sul secondo elemento ed utilizzata per la climatizzazione del comparto passeggeri.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 37 di 166



Disposizione componenti sul tetto



Il sistema di climatizzazione dei veicoli si basa sui seguenti requisiti:

- La climatizzazione deve dare al conducente massimo comfort possibile.
- La climatizzazione per i passeggeri deve essere gradevole.
- L'energia disponibile deve essere usata il più efficacemente possibile.
- Tutte le finestrature devono essere efficacemente protette contro la formazione di appannamenti e/o ghiaccio.
- L'aria climatizzata è filtrata.
- La cabina di guida è completamente condizionata con possibilità di regolazione della temperatura interna.
- Negli scomparti passeggeri è usato un sistema di raffreddamento dall'alto.
- Un microprocessore consente il controllo intelligente della climatizzazione.
- All'interno è applicata una leggera sovrappressione per evitare l'ingresso di sporcizia dall'esterno.
- Sono previsti ricambi d'aria adeguati per il conducente ed i passeggeri.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 38 di 166

La regolazione della climatizzazione avviene in maniera completamente separata per il posto guida, con i vari comandi (inserimento / disinserimento, regolazione temperatura, regolazione portata aria, regolazione direzione flusso aria) posti sul lato sinistro del cruscotto, mentre la regolazione della climatizzazione del vano passeggeri avviene tramite l'impianto Canbus, con la possibilità di regolazione dei parametri solo da parte del personale di manutenzione.

La quantità totale in peso di refrigerante necessaria per il buon funzionamento dell'impianto di climatizzazione è di circa 8 Kg

In marcia autonoma l'impianto di climatizzazione presenta le stesse prestazioni del funzionamento sotto rete aerea.

In allegato B 1.2.6 si fornisce documentazione sulle caratteristiche dell'impianto.

B 1.2.6.1 Climatizzazione del posto guida.

Impianto di riscaldamento autista

Nella parte anteriore, sotto il cruscotto, è previsto un riscaldatore dotato di più uscite dell'aria, di cui una connessa direttamente all'area cruscotto. La potenza per l'unità dell'autista è di 15 kW

Le altre uscite servono per il riscaldamento degli arti inferiori dell'autista, il riscaldamento della cabina, il disappannamento e/o l'eliminazione delle formazioni di ghiaccio del parabrezza e delle finestre laterali.

Il flusso d'aria è regolabile dal conducente (verso la parte alta, parte alta e bassa, parte bassa)

L'impianto ha una potenza di riscaldamento di circa 15 kW ed una portata di aria pari a 1300 m³/h.

Impianto di raffreddamento autista.

Il conducente dispone dell'impianto di condizionamento. Il condizionamento si inserisce automaticamente quando la temperatura esterna supera la temperatura nominale pre-impostata. Il volume di aria fresca nella cabina di guida ha tre valori di regolazione.

L'aria è prelevata dall'esterno nella parte della fascia sopra le finestre laterali, ed è filtrata prima di essere immessa all'interno del posto guida.

L'impianto ha una potenza di raffreddamento di 7 kW ed una portata massima di aria pari a 1300 m³/h.

Il controllo della regolazione della temperatura è a disposizione dell'autista con una consolle dedicata.

COMANDO FRONTBOX



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 39 di 166

Velocità aria parabrezza e vetri anterolaterali.

E' previsto un efficace impianto di circolazione dell'aria, per lo sbrinamento del parabrezza e dei cristalli antero-laterali

I comandi, posti sul lato sinistro del cruscotto, sono:

- regolazione della temperatura nel vano guida
- regolazione della velocità dell'aria

B 1.2.6.2 Climatizzazione del comparto passeggeri

Impianto di riscaldamento zona passeggeri

L'impianto di climatizzazione del comparto passeggeri é costituito da n. 2 gruppi posti sul tetto.

La regolazione della climatizzazione avviene in maniera completamente separata per il posto guida, e per il vano passeggeri.

L'impianto ha una potenza di riscaldamento di 90 kW in totale per vano passeggeri (47 kW con il gruppo del primo elemento e 33 kW con il gruppo del secondo elemento) con una portata massima di aria paria a 6300 m³/h+ 4200 m³/h .

L'impianto di riscaldamento è ad aria forzata del tipo elettrico, originale Thermo King, senza circolazione di acqua e tubazioni presenti all'interno del veicolo per tutta la lunghezza; con evidente risparmio per la manutenzione e fermi macchina dovuti come è noto alle perdite di acqua nelle varie tubazioni.

Per la distribuzione delle bocchette si rimanda alla foto seguente.



In ciascun scompartimento del veicolo vi sono due riscaldatori interni per il riscaldamento dell'aria interna di riciclo.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 40 di 166

Impianto di raffreddamento zona passeggeri

L'aria climatizzata, opportunamente filtrata, viene immessa nel veicolo da bocchette poste su entrambi i lati, lungo i finestrini laterali su tutta la lunghezza del veicolo

Il comando di inserimento / disinserimento della climatizzazione del vano passeggeri avviene tramite un interruttore posto sul cruscotto lato sinistro, la velocità e la temperatura sono regolate automaticamente.

Preso d'aria fresca al livello del tetto.

L'impianto ha una potenza di raffreddamento di 61,6 kW in totale ed una portata massima di aria pari a 6.300 + 4.200 m³/h.

L'impianto ha la funzione di ricircolo dell'aria.

B 1.2.7 Impianto di ticketing

Conforme

Sul veicolo sono montati tre validatrici di titoli di viaggio ed una emettitrice di biglietti.

La posizione delle apparecchiature sarà concordata in fase di definizione del veicolo.

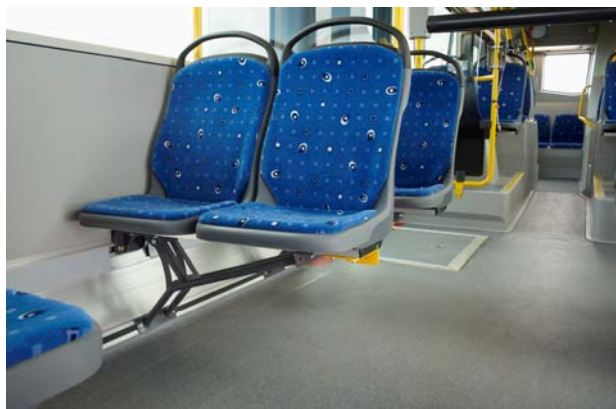
B 1.2.8 Pulibilità

Conforme.

Ambienti, apparati, pavimenti, rivestimenti, ecc., sono concepiti in modo tale da facilitare al massimo le operazioni di pulizia.

Per quanto riguarda prodotti di lavaggio non compatibili, non ci risulta che i prodotti attualmente in commercio e normalmente utilizzati presentino controindicazioni.

La struttura di supporto dei sedili consente la massima facilità e rapidità di pulizia del pavimento, i sedili sono **montati a sbalzo**, con il supporto di ancoraggio in vicinanza della fiancate del veicolo. Gli arredi interni sono trattati con materiale antigraffiti.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 41 di 166

B 1.3 POSTO GUIDA

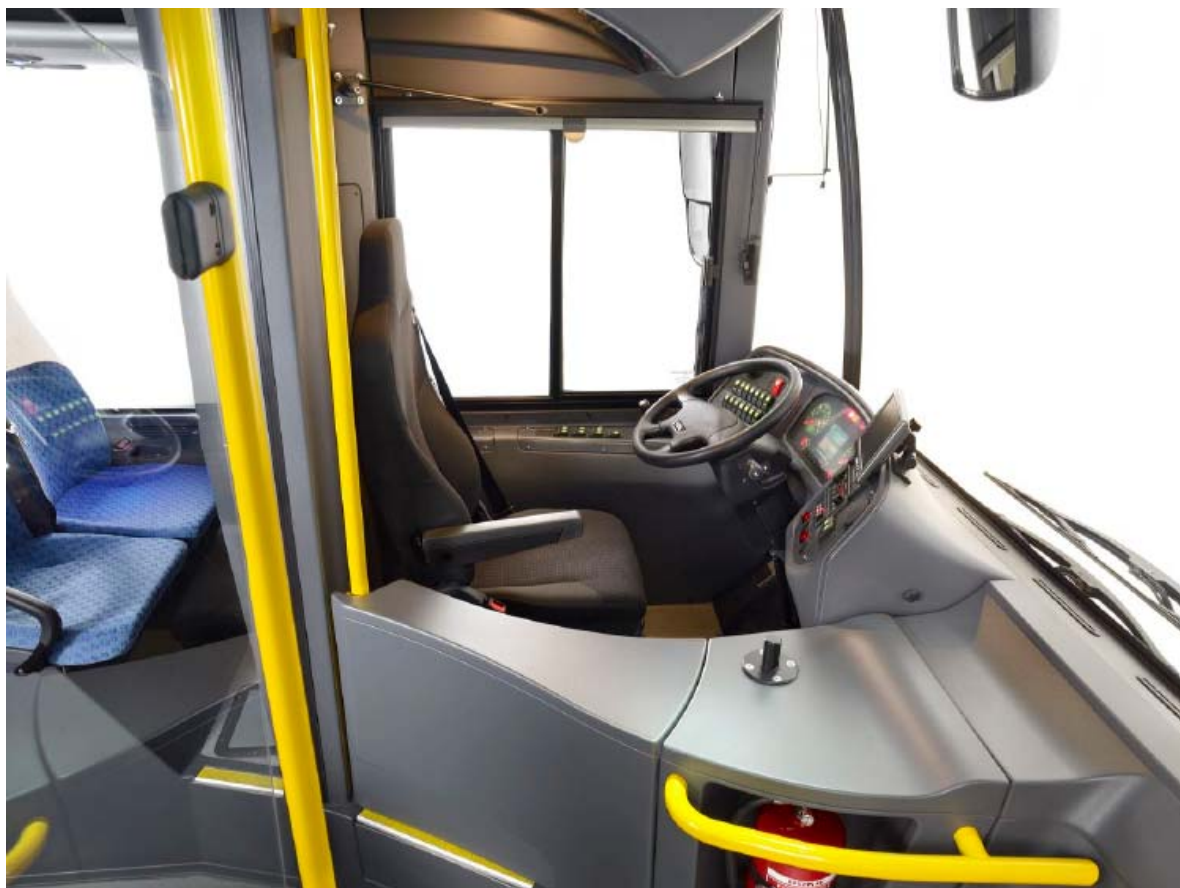
Conforme

Il posto guida é stato completamente ristudiato e riprogettato.

Il veicolo infatti presenta caratteristiche tecniche e dimensionali completamente differenti dalle classiche soluzioni produttive.



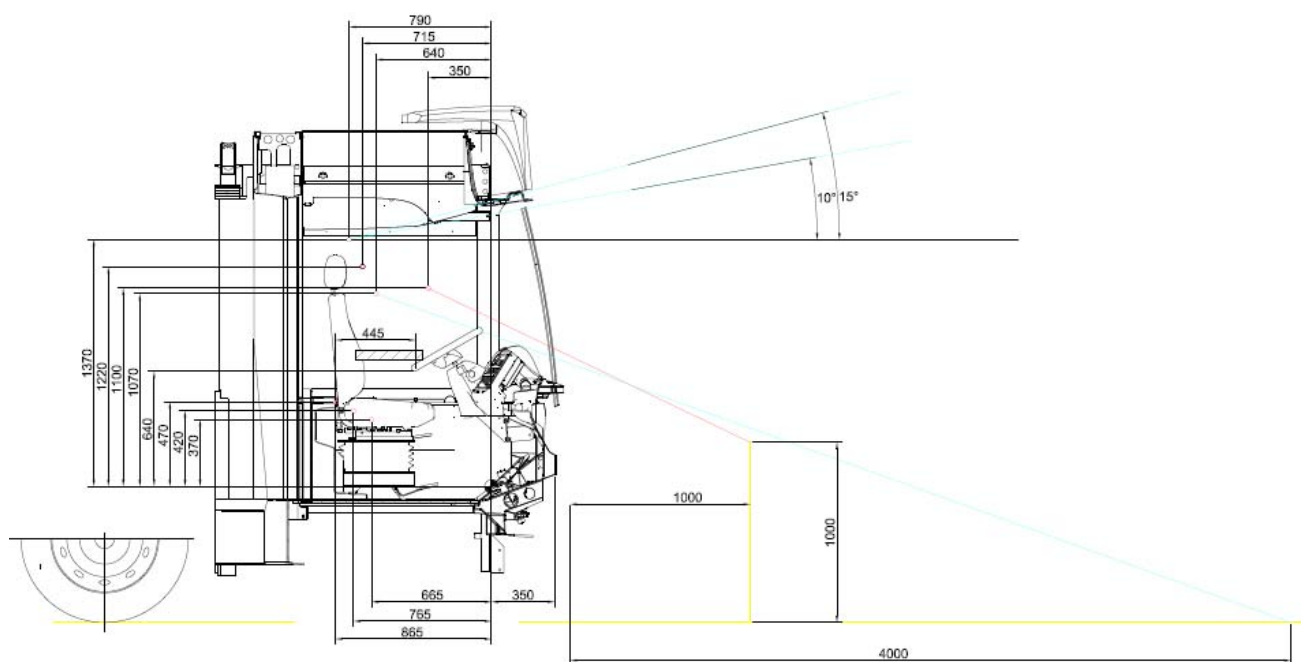
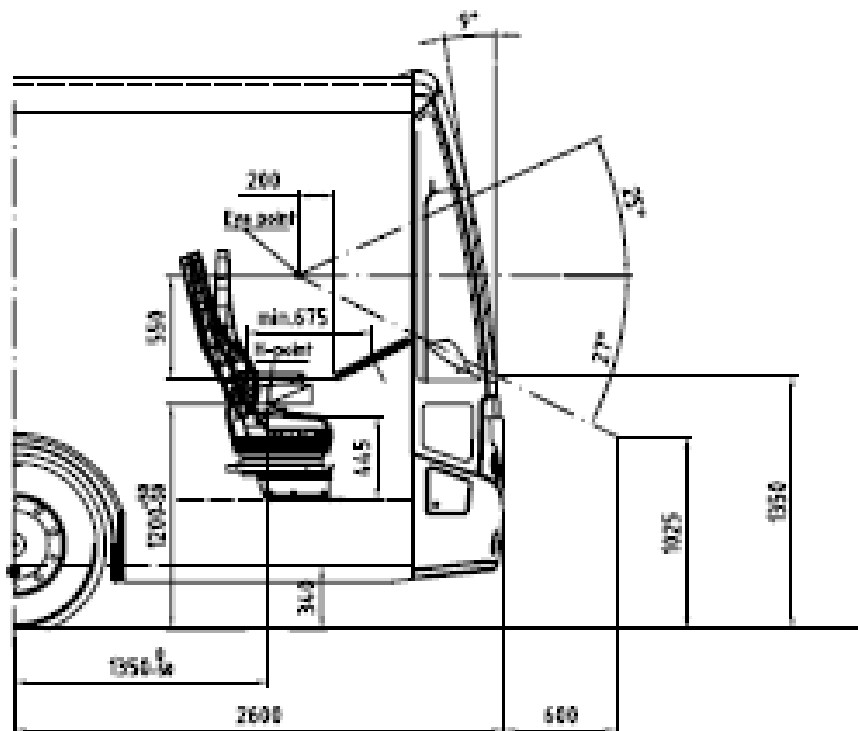
	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 42 di 166



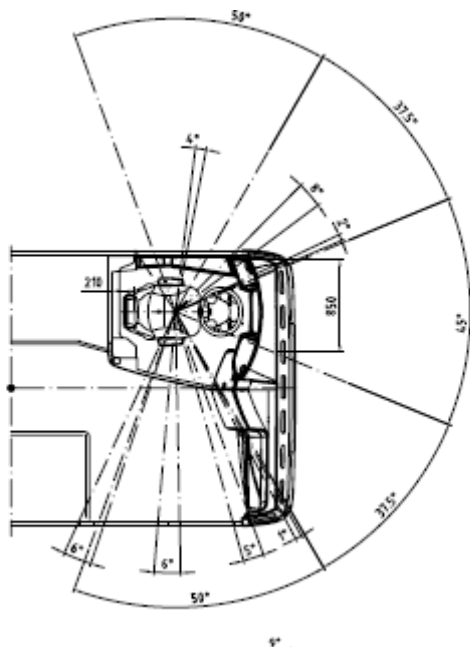
Campo di visibilità

L'elevata posizione di guida offre al conducente un'eccellente visibilità della strada, nonché la possibilità di controllare la salita dei passeggeri "a livello d'occhio".

La cabina di guida é completamente composta da una vetratura che garantisce una ampia visibilità dell'esterno.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 44 di 166



In allegato B 1.3 viene fornito il disegno del campo di visibilità.

B 1.3.1 Struttura di separazione

Conforme.

La cabina di guida è completamente separata dall'area passeggeri mediante una suddivisione a tenuta ma visibile dall'interno del veicolo stesso.

La separazione é ottenuta mediante una paretina a tutta altezza; la separazione continua con un vetro fissato superiormente al celino del veicolo stesso.

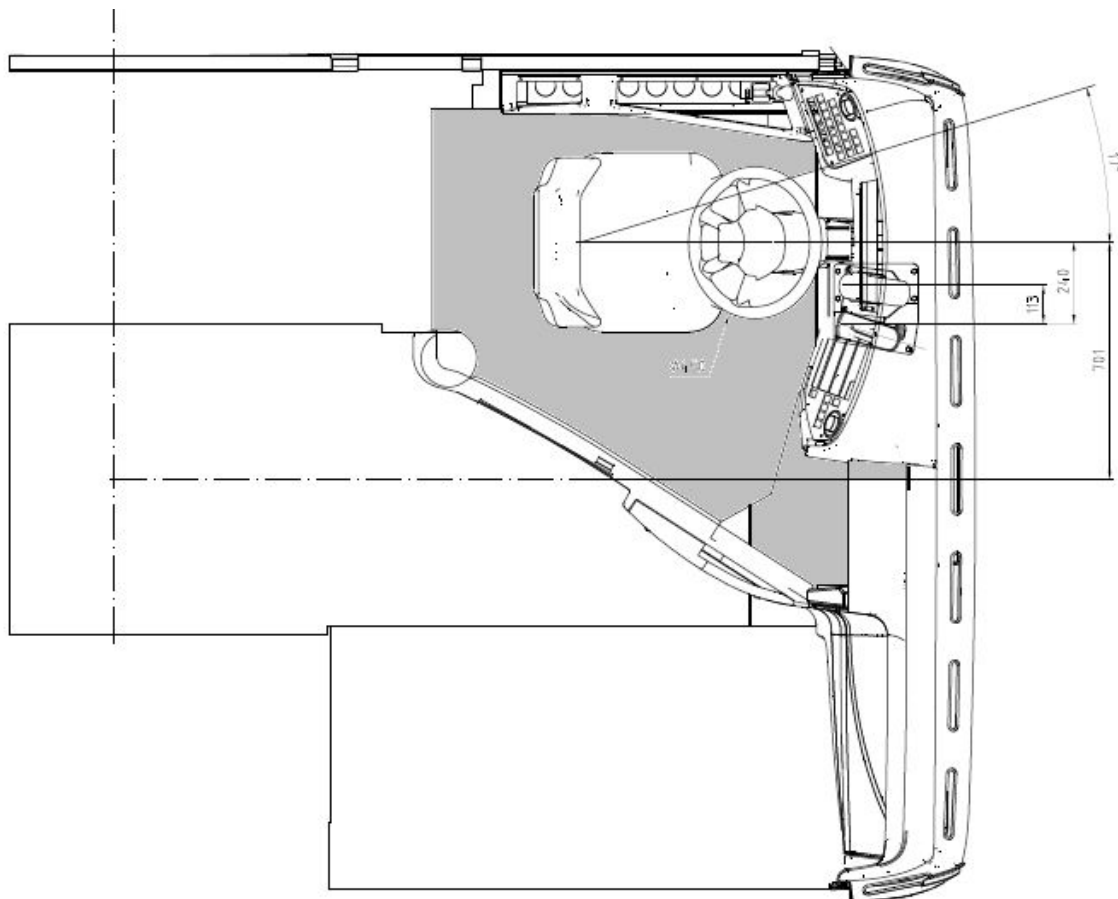
All'interno della cabina di guida sono previsti gli accessori richiesti in capitolato.

Sono previste anche tendine parasole sul parabrezza ed una sulla finestra laterale sinistra.

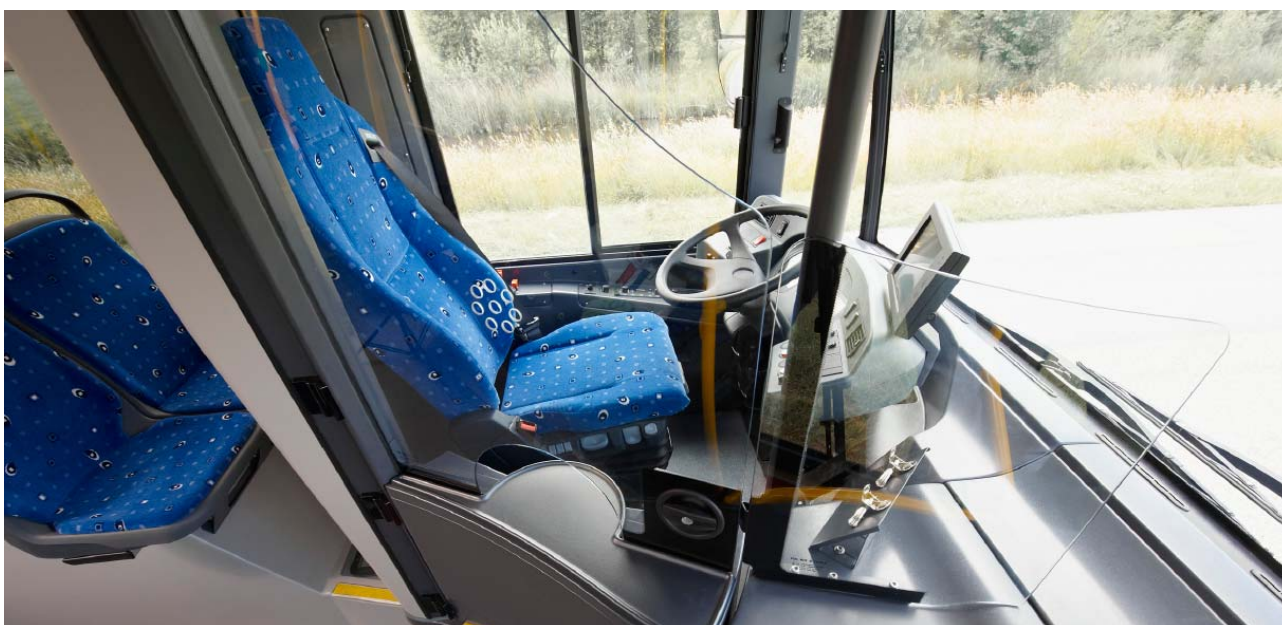
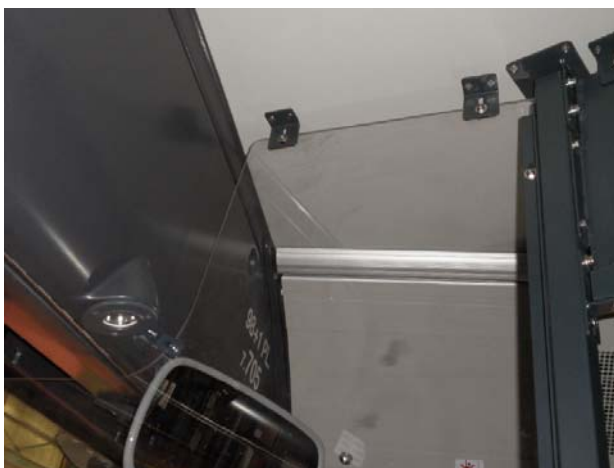
La struttura di separazione può comunque essere maggiormente concordata con l'esame del primo veicolo.

Di seguito alcune soluzioni possibili, di queste l'ultima più elegante con la divisione a tutto vetro.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 45 di 166



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 46 di 166



B 1.3.2 Sbrinamento e disappannamento del parabrezza e vetri laterali

E previsto un efficace impianto di sbrinamento e disappannamento.

B 1.3.3 Sedile conducente

Conforme.

Il veicolo é equipaggiato di un sedile conducente di marca ISRI, tipo **ruotante** per agevolare l'uscita

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 47 di 166

dell'autista

Le caratteristiche sono:

- Molleggio Pneumatico
- Seduta regolabile in profondità
- Inclinazione Seduta regolabile
- Schienale reclinabile
- Guide di scorrimento sedile da 210 mm.
- Regolazione durezza ammortizzatore
- Regolazione altezza pneumatica da 100 mm.
- Abbassamento rapido
- Sostegno lombare pneumatico.
- Riscaldamento
- Ventilazione



I pulsanti di comando sono posizionati sul lato destro del sedile.

Il sedile conducente, è ottimale ed ergonomico e disposto secondo le più moderne linee guida nazionali ed internazionali.

L'altezza e l'angolazione del cruscotto unitamente al sedile possono essere regolati in modo tale da permettere a qualsiasi conducente di trovare la posizione ottimale di lavoro.

B 1.3.4 Cruscotto e strumentazione

Conforme.

L'altezza e l'angolazione del cruscotto unitamente al sedile possono essere regolati in modo tale da permettere a qualsiasi conducente di trovare la posizione ottimale di lavoro.

Il cruscotto a disposizione dell'autista, tipo VDO, è ampio e sagomato in modo tale da raccogliere tutte le informazioni previste dalla normativa vigente e quanto richiesto a capitolato con posizione da concordare in fase di definizione del veicolo.

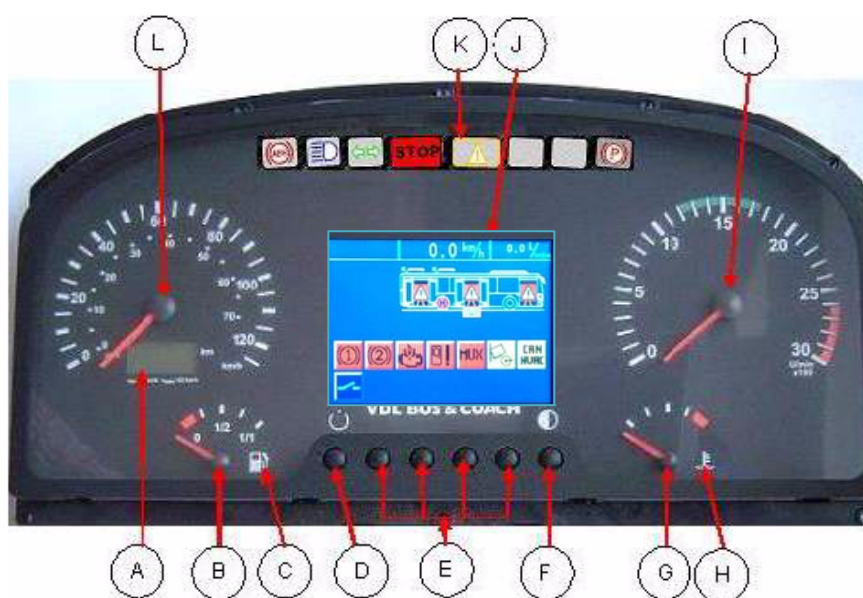
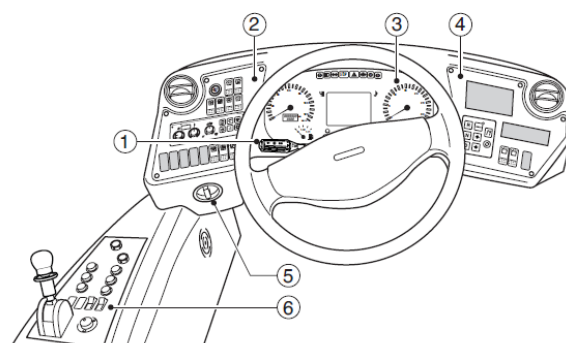
Sul cruscotto sono pure presenti le indicazioni necessarie per l'utilizzo del sistema di guida vincolata, come indicato al successivo punto B 1.18.

Al fine di migliorare l'ergonomia del posto di guida, il cruscotto è diviso nelle seguenti zone:

- zona A (anteriore sotto parabrezza) che comprende n.3 parti:
 - o parte 3 centrale, nella quale trovano posizione il tachimetro, contagiri, livello carburante e display di bordo ...
 - o parte 2 sinistra, che raggruppa i comandi della trazione del veicolo e della climatizzazione

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 48 di 166

- o parte 4 destra, che raggruppa i comandi per il display e spazi a disposizione
- o parte 5 inferiore che raggruppa i comandi di illuminazione esterna
- zona B (laterale sotto finestrino conducente) che comprende:
 - o parte anteriore i comandi di legati alla movimentazione dei passeggeri
 - o parte posteriore che raggruppa il comando del freno di stazionamento



- A. Contachilometri
- B. Indicatore del livello di combustibile
- C. Spia rifornimento gasolio
- D. Reset del contachilometri
- E. Questi 4 pulsanti non svolgono alcuna funzione
- F. Oscuramento degli strumenti
- G. Indicatore di temperatura del liquido refrigerante
- H. Controllo della temperatura dell'acqua fredda
- I. Contagiri
- J. Display principale
- K. Indicatore di segnalazione
- L. Tachimetro

Display di bordo

Il conducente riceve informazioni sullo stato del veicolo sul display principale del veicolo

Il display principale mostra le seguenti schermate:

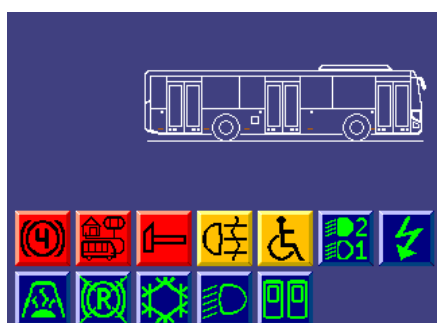
	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 49 di 166

• schermata iniziale



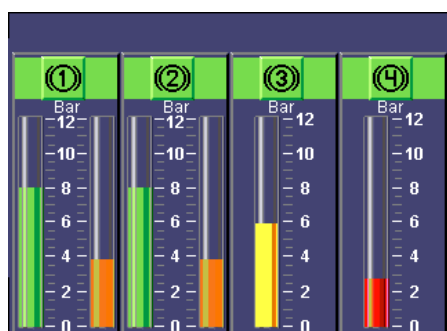
Questo schermo compare quando si accende l'interruttore principale.

• schermata per la guida



Dopo 6 secondi dalla comparsa della schermata iniziale compare automaticamente lo schermo con i menu di guida.

• schermata per i valori di pressione



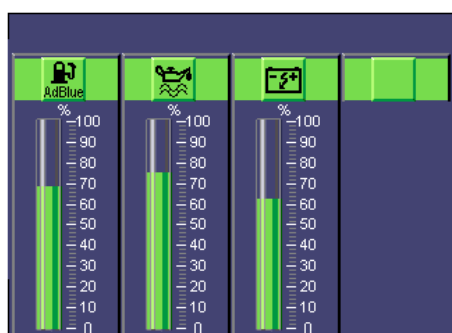
I manometri della pressione dell'aria al contempo vengono visualizzati in una schermata nel display principale, in modo che la pressione possa essere rilevata da tutti e 4 i circuiti.

I circuiti 1 e 2 indicano la pressione applicata e la pressione trasmessa. Il colore della barra della pressione applicata dal circuito 1 al circuito 4 può essere:

- Da 0 bar a 5 bar: rosso
- Da 5 bar a 6 bar: giallo
- Superiore a 6 bar: verde

Il colore della barra relativa alla pressione trasmessa dei circuiti 1 e 2 è arancione

- Schermo con livelli di AdBlue, olio motore



In questo schermo nel primo indicatore viene mostrata la scorta nel serbatoio AdBlue e nel secondo indicatore il livello dell'olio nella coppa dell'olio. Questo schermo funziona quando l'interruttore principale è acceso. Nei motori Cummins non viene misurato il livello dell'olio.

- schermata diagnostica di bordo



		639-9	
Demand Engine Torque	0	%	
Actual Engine Torque	0	%	
Pedal Position	0	%	
Oil Pressure	0	kPa	
Boost Pressure	0	kPa	
Engine Hours	9630	Hrs	

- Indicazioni sullo stato delle porte.

Insufficiente pressione aria comando porte



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 51 di 166

porta aperta



malfunzionamento porta

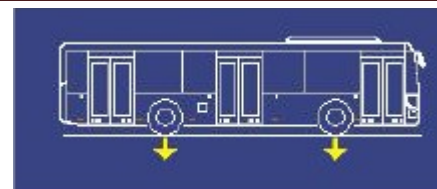


- **Indicazioni sullo stato del veicolo**

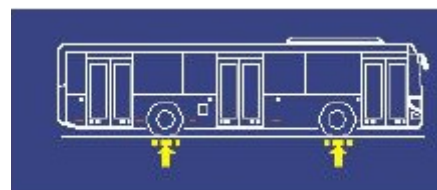
freno stazionamento inserito



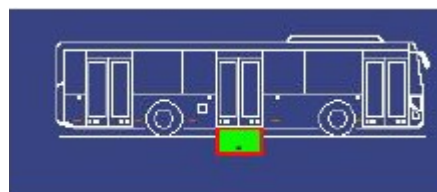
kneeling attivato



incremento altezza livello attivato



rampa disabili aperta



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 52 di 166

Equipaggiamenti a disposizione dell'autista

L'autista ha a disposizione tutti gli equipaggiamenti necessari per la guida ed il controllo della movimentazione dei passeggeri come più avanti specificato.

B 1.3.5 Sicurezza anti sblocco freno di stazionamento

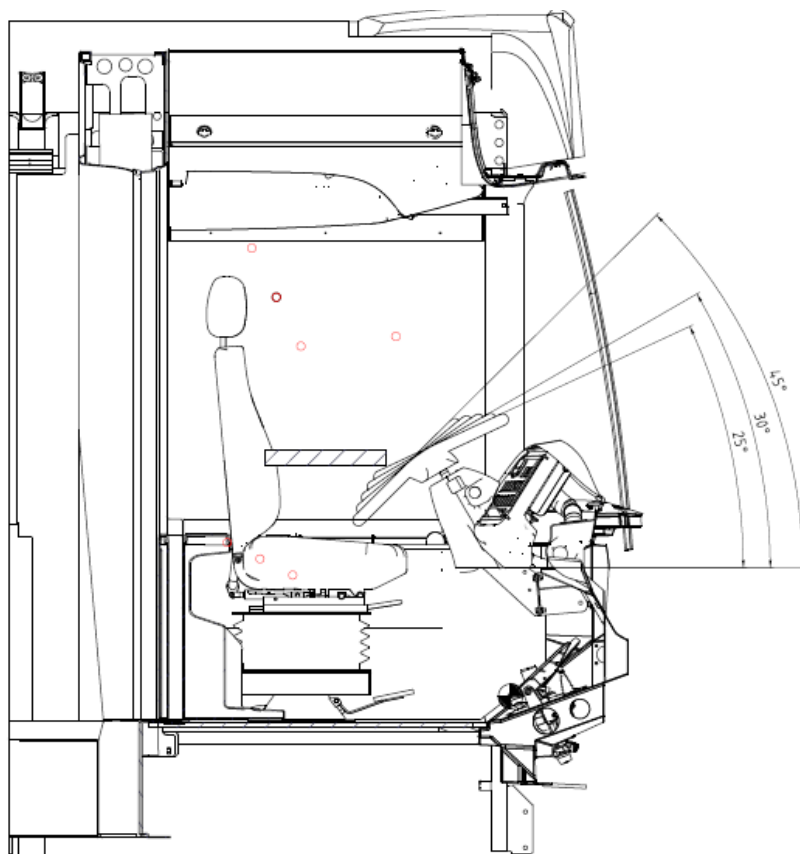
In analogia con altri filobus similare di recente consegnati in Italia si informa che la soluzione non risulta attuabile.

B 1.3.6 Sterzo

Conforme.

Si conferma quanto richiesto in capitolato.

Il veicolo è dotato di guida a sinistra con volante regolabile in altezza ed inclinazione.



L'idroguida é funzionante in qualsiasi condizione di uso del veicolo stesso.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 53 di 166

B 1.3.7 Impianto TVCC e Videosorveglianza

B 1.3.7.1 Impianto TVCC

Conforme.

Il veicolo è dotato di apparati TVCC , per la visione del vano delle tre porte e per la retromarcia, costituiti da :

- 2 monitors LCD 5"
- 2 telecamere colore per le porte
- Telecamera colore per controllo retromarcia
- Telecamera colore per controllo aste

per:

- controllare la salita/discesa passeggeri;
- controllare i punti ciechi durante la retromarcia;
- controllare la posizione delle teste presa di corrente

Rimandiamo all'allegato B 1.3.7.1 per una possibile soluzione

Controllo accessibilità porte

Le due porte posteriori sono controllate dall'impianto TVCC.

L'impianto si attiva e l'immagine si visualizza dopo 3s dal comando di apertura della porta; la disattivazione é ritardata di 5 s dopo la chiusura della porta.

Le telecamere sono ubicate all'interno di ogni cassonetto porta.

Controllo manovrabilità veicolo in retromarcia

L'attivazione dell'impianto e la visualizzazione dell'immagine avviene entro 3 s dalla selezione inserimento retromarcia; la disattivazione dopo il disinserimento della retromarcia.

Le immagini provenienti dalla telecamera posta sul retro del veicolo, che ha la priorità su quella all'apertura delle porte, sono visibili sul monitor utilizzato per il controllo della 3ª porta.

Controllo posizione teste presa di corrente

Sul veicolo é prevista una telecamera per il controllo continuo della posizione delle teste di presa corrente, le cui immagini possono essere visibili, in commutazione automatica, sul monitor utilizzato per il controllo in fase di retromarcia.

La telecamera é idonea alla visibilità anche durante le ore notturne e non necessita di faro di illuminazione.

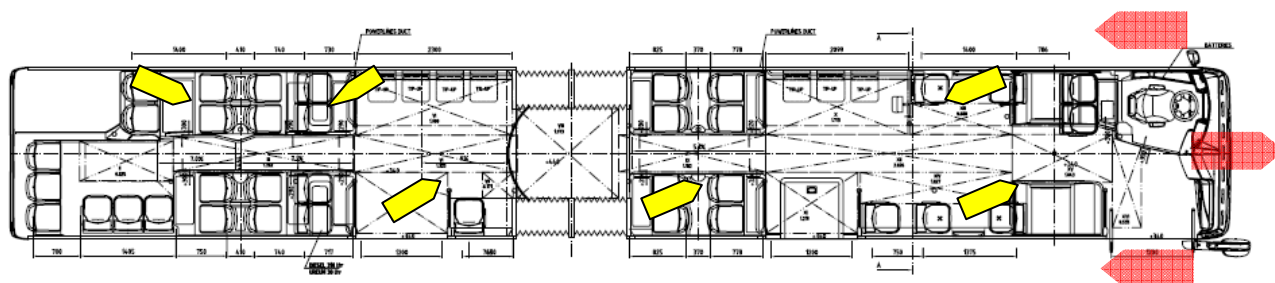
	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 54 di 166

B 1.3.7.2 Impianto di Videosorveglianza

Conforme.

Sul veicolo offerto è applicato un sistema di videosorveglianza di marca AMELI, o equivalente, modello Vigila – M4, costituito come segue:

- Un apparato di video registrazione da 250 GByte
- N.6 telecamere per il vano passeggeri
- le telecamere supplementari per visionare la via di corsa e le fiancate del veicolo.



Come evidenziato, l'impianto proposto prevede l'introduzione di n° 3 telecamere aggiuntive che rendono possibile il controllo delle fiancate del veicolo e della zona della via di corsa antistante il veicolo, soluzione questa particolarmente interessante per una costante e documentabile registrazione di quanto avvenga intorno al veicolo.

Il sistema è in grado di acquisire, digitalizzare, comprimere, criptare e registrare i video provenienti da 8 telecamere analogiche e/o di criptare e registrare i video provenienti da 8 telecamere digitali (IP). Il sistema è inoltre in grado di registrare un canale audio analogico. La registrazione avviene su un supporto di memorizzazione di tipo estraibile con il principio della memoria circolare: i video più recenti sovrascrivono quelli meno recenti.

Una importante funzione permette, tramite un apposito comando esterno ("pulsante di Allarme") attivabile dall'autista, di "congelare" i video relativi ad un predeterminato periodo di tempo antecedente e seguente il comando stesso. Queste registrazioni saranno escluse dalla memoria circolare del disco.

Mediante un apposito comando è possibile iniziare la registrazione in allarme dei filmati acquisiti dalle telecamere e/o trasmettere in tempo reale via ethernet o UMTS i flussi video acquisiti dalle telecamere.

Il sistema è dotato di linee di comunicazione IBIS, CAN, RS232, RS485 e LAN mediante le quali è possibile interfacciarsi con altri sistemi di bordo. E' inoltre possibile collegare al registratore un modulo wi-fi, in modo da consentirne il collegamento con un'interfaccia wireless locale.

Acquisisce comprime e memorizza video provenienti dalle telecamere analogiche con una frequenza massima di 25 fps per ciascuna telecamera analogica.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 55 di 166

Una funzione di autodiagnosi è sempre attiva durante il funzionamento. Viene periodicamente controllato il corretto funzionamento delle principali unità e funzioni hardware/software. Fra le varie verifiche, la funzione di autodiagnosi controlla il corretto funzionamento delle telecamere e l'eventuale procurato oscuramento di una di esse e la corretta registrazione in corso.

All'accensione viene inoltre effettuato un lamp test di tutti i led del sistema.

Il regolare funzionamento o l'eventuale avaria vengono visivamente segnalate all'autista.

In allegato B 1.3.7.2 viene fornita documentazione in merito al sistema di videosorveglianza proposto.

B 1.3.8 Specchi retrovisori e tergicristallo

B 1.3.8 1 Specchi retrovisori

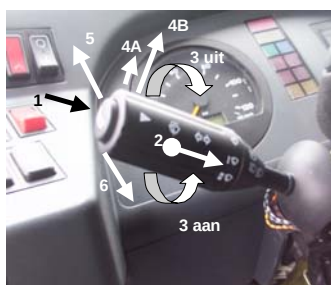
Conforme.

Entrambi gli specchi retrovisori sono muniti di paracqua , dotati di resistenza elettrica per sbrinamento e regolabili elettricamente dal posto guida.

B 1.3.8.1 Tergicristallo

Conforme

Il tergicristallo é del tipo a più comandi a disposizione.



B 1.3.9 Accessori posto guida

- a. poggia piede conducente
- b. gancio appendiabito giacca autista
- c. borsa portadocumenti
- d. tabella orari
- e. Tende filtravento regolabili per parabrezza e finestrino autista

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 56 di 166

- f. fascia parasole**
- g. cappelliera**
- h. vano chiudibile per kit di sicurezza:**
 - i. Triangolo veicolo fermo**
 - ii. gilet ad alta visibilità**
- i. Cassetta pronto soccorso**
- j. Due martelletti rompi cristallo**
- k. Al posto guida sono applicati due martelletti**
- l. Specchio retrovisore interno**

E' montato uno specchio interno con posizione da concordare in fase di definizione del veicolo, atto ad assicurare al conducente la visibilità del corridoio.

- m. presa di corrente ad innesto rapido**
- n. Estintore di tipo approvato completo di indicatore di carica**
- o. Supporto portaombrelli posto di guida**

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 57 di 166

B 1.4 PRESTAZIONI

Conforme.

Il veicolo é progettato per assicurare, in marcia autonoma, le autonomie e le condizioni di uso richieste.

B 1.4.1 Prestazioni in regime di marcia con alimentazione da bifilare velocità massima

La velocità massima raggiungibile con il filosnodato a pieno carico (MPC), su percorso piano e rettilineo, con alimentazione da linea aerea di contatto risulta essere pari a 75 Km/h con gli impianti di aria condizionata e l'impianto di riscaldamento del vano passeggeri completamente funzionanti. E' prevista la possibilità di limitare elettronicamente la velocità massima ad un valore di 60 km/h o ad un altro valore prestabilito da concordare.

Le prestazioni ottenibili in marcia sotto bifilare sono, come visto, superiori alle richieste di Capitolato.

Tale risultato viene ottenuto grazie alle prestazioni di alto livello dell'equipaggiamento elettrico che è stato concepito come un sistema unitario in cui tutti i componenti, progettati e costruiti dallo stesso fornitore, Vossloh Kiepe, concorrono unitariamente all'ottenimento delle massime prestazioni con un'efficienza elevatissima. Inoltre la gestione della trazione sui due assi con quattro inverter e quattro motori, controllati da microprocessori, garantisce un confort di marcia massimo con una diminuzione, fin quasi allo zero, degli jerk di accelerazione.

In pratica, la velocità raggiunta durante la tratta viene limitata elettronicamente per il rispetto dei limiti imposti dal codice della strada e l'accelerazione viene limitata per garantire il confort e la sicurezza dei passeggeri a bordo del veicolo. Infatti l'aderenza sviluppabile a fronte della presenza di quattro ruote motrici, permetterebbe di raggiungere accelerazioni, e quindi velocità, ancora più elevate.

L'accelerazione non è peraltro vincolata alla limitazione della corrente prelevabile dalla linea, che deve essere mantenuta al disotto di certi valori anche per evitare eccessive cadute di tensione, poiché, grazie alla presenza dei supercapacitori a bordo veicolo, fino all'80% delle necessità di corrente possono essere coperte dall'energia presente a bordo del veicolo, immagazzinata nei supercapacitori.

Naturalmente il bilancio energetico viene studiato e realizzato in modo tale da mantenere le percentuali in un range ottimale che assicura, da un lato, l'ottenimento dei valori di accelerazione e velocità necessari con il risparmio richiesti e , dall'altro, la massimizzazione della vita utile dei condensatori che, come è noto , risentono della incisività della scarica per il calcolo del numero di cicli che ne determina la durata di vita.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 58 di 166

velocità commerciale

La velocità commerciale, per una tratta di 250 m in piano e rettilineo a pieno carico, è pari a 21,5 km/h

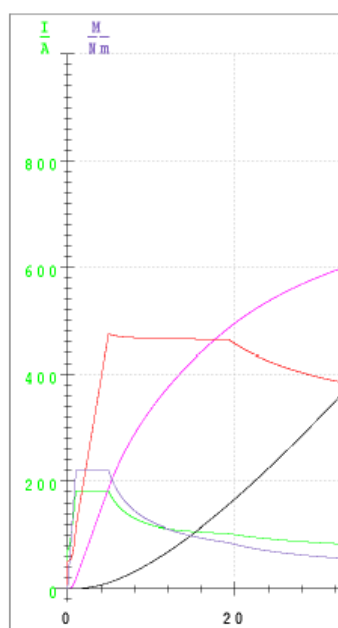
accelerazione e decelerazione

L'accelerazione in marcia elettrica è superiore a quanto previsto in capitolato, raggiungendo il valore di circa 1,20 m/s²; analogamente il valore della decelerazione è di 1,20 m/s².

Entrambi i valori sono controllati e ottimizzati via software per evitare jerk eccessivi che porterebbero ad una perdita di confort per l'utenza a bordo.

I valori di accelerazione vengono controllati dal sistema di gestione secondo rampe di salita definite e preprogrammate. I parametri verranno settati per meglio seguire il profilo di missione richiesto.

In fase di avviamento, l'energia necessaria viene fornita dagli otto moduli di supercapacitori montati a bordo del veicolo. Essi provvedono, con largo margine, alle necessità di accelerazione del mezzo, evitando assorbimenti dalla linea aerea, con conseguente riduzione dei consumi sia in termini di kilowattora che degli striscianti in carbone. Con tale soluzione vengono anche evitati i sovraccarichi e le cadute di tensione dovute, ad es. ad accodamenti di veicoli, ad eventuali veicoli di rinforzo per occasioni particolari (fiere, concerti, congressi, etc.); vengono anche grandemente ridotti i flash durante i passaggi sotto gli incroci della linea aerea, tratti neutri ecc. Infatti, in fase di avviamento, quando la richiesta di corrente è maggiore, essa proverrà in massima parte dai supercapacitori (quindi dall'interno del sistema veicolo), non interessando quindi le aste di captazione e la linea aerea.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 59 di 166

pendenze superabili

Si conferma che la pendenza superabile con marcia elettrica a pieno carico é >12%

diagrammi di trazione

Nella tabella sono indicati i diagramma di trazione nelle diverse condizioni

Tensione di linea [V]	Lunghezza tratta rettilineo [m]	Pendenza [%]	Diagramma [n°]
750	250	0	22121001
750	250	10	22121002
750	1000	0	22121003

I diagrammi di trazione sono nell'allegato B 1.4.1.

B 1.4.2 Prestazioni in regime di marcia autonoma

velocità massima

Velocità massima raggiungibile con il filosnodato a pieno carico (MPC), su percorso piano e rettilineo, in marcia autonoma con alimentazione da motogeneratore, risulta essere di circa 64 km/h.

velocità commerciale

La velocità commerciale, per una tratta di 250 m in piano e rettilineo a pieno carico, é pari a 20,5 km/h

accelerazione e decelerazione

Le prestazioni in marcia autonoma del veicolo proposto sono grandemente migliorative rispetto a quanto previsto in capitolato. Infatti l'accelerazione di avviamento é pari a circa 1,20 m/s², così come la decelerazione 1,20 m/s².

Tali prestazioni, che sono ottimizzate tramite software per garantire il maggior confort dei passeggeri, sono rese possibili grazie all'adozione dei supercapacitori.

I supercaps provvedono ad erogare l'energia elettrica necessaria per l'avviamento dei veicoli. I supercaps sono ampiamente dimensionati, maggiorati rispetto all'applicazione presente presso la ATM di Milano, proprio per le caratteristiche del profilo di missione richieste dalla AMT di Verona. La differenza principale consiste nel tipo di servizio richiesto per la città di Milano, dove l'utilizzo dei supercapacitori é previsto sempre sotto rete elettrica e su corsie quasi completamente riservate.

A Verona, l'utilizzo del veicolo é percentualmente più spostato verso un servizio di tipo ibrido con ampi tratti privi di bifilare.

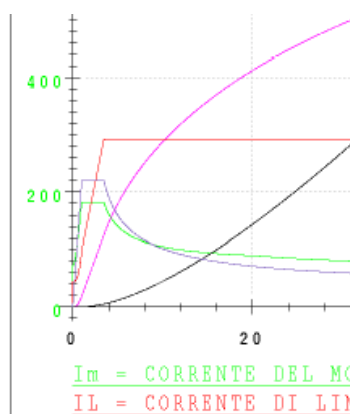
	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 60 di 166

La possibilità di disporre di maggior energia a bordo ha fatto propendere verso la scelta di un incremento dei moduli supercapacitori da 6 a 8. Questo consente, ovviamente, di poter disporre di circa il 30% in più di energia immagazzinata.

A valle di ciò, l'avviamento del veicolo può essere ottenuto, anche in autonomo, con spunti praticamente uguali a quelli che si hanno sotto linea aerea.

Un altro vantaggio della presenza dei supercapacitori si ha nell'utilizzo del motore diesel quando il veicolo marcia in autonomo. Infatti, il motore termico non è interessato da richieste di potenza in fase di avviamento con conseguente aumento del numero di giri, inquinamento, vibrazioni e rumore alle fermate. Il veicolo si muoverà quindi silenziosamente e automaticamente si scosterà dalla piattaforma per riprendere la sua corsa. Il vantaggio è evidente sia in termini di gradevolezza da parte dell'utenza che di risparmi in termini di energia elettrica o gasolio.

Non si dimentichi infatti che l'energia che viene utilizzata è energia prodotta dal veicolo stesso nella fase di frenatura precedente e immagazzinata a bordo.



pendenze superabili

Si conferma che la pendenza superabile con marcia elettrica a pieno carico é >12%

diagrammi di trazione

Nella tabella sono indicati i diagramma di trazione nelle diverse condizioni

Marcia autonoma	Lunghezza tratta rettilo [m]	Pendenza [%]	Diagramma [n°]
	250	0	23121002
	250	10	23121003
	1000	0	23121004

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 61 di 166

I diagrammi di trazione sono nell'allegato B 1.4.2.

B 1.4.3 Consumi specifici

B 1.4.3.1 Consumo convenzionale specifico di combustibile

Il consumo di gasolio in marcia autonoma, in pari condizioni, (servizio simulato NC 503-01), secondo le indicazioni del costruttore del motore, è di 46 l/100km.

A questo valore contenuto contribuisce la scelta effettuata della tipologia del motore diesel.

Questo tipo di motore ha oltre 4 milioni di esemplari in circolazione nel mondo e di circa 80.000 venduti in tutta Europa; questa famiglia di motori continua a migliorare ad ogni generazione.

Miglioramenti di progettazione sono stati ottenuti con gli ultimi motori ISBe con un maggior valore di potenza rispetto al peso.

Coppia e potenza sono elevati se riferiti ad un motore di queste dimensioni, tradizionalmente utilizzate in classi di applicazioni associate ai motori di cilindrata superiore.

In realtà, il motore ISBe è più tranquillo e più dolce per un diesel di queste dimensioni, con rumore ridotto fino a 9 dBA.

B 1.4.3.2 Consumo specifico di energia elettrica

Il consumo di corrente con alimentazione dalla linea aerea calcolato dal diagramma di trazione per la tratta di 250 m, in piano e rettilineo a pieno carico, è di 351,6 kWh/100 km.

Il consumo medio in linea, in condizioni di esercizio effettivo standard con distanziamento interfermata di 350m (come da profilo di missione) è di circa 320 kWh/100km.

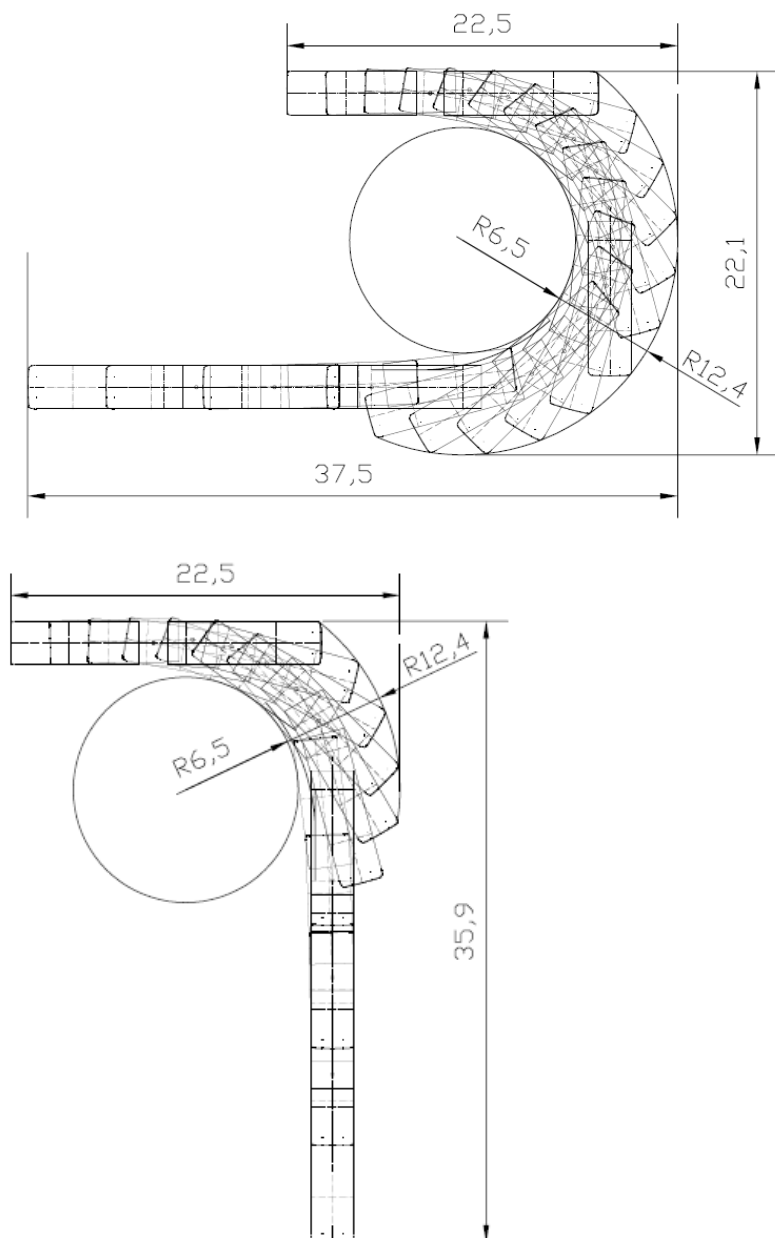
B 1.4.4 Manovrabilità

In allegato B 1.4.4 vengono forniti i disegni relativi alla manovrabilità del filobus:

- o Ingombri in curva di 90°
- o Ingombri in curva di 180°

Gli ingombri in curva (90° e 180°) ed il superamento del veicolo da fermo sono coincidenti per sterzata sia a destra che a sinistra.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 62 di 166

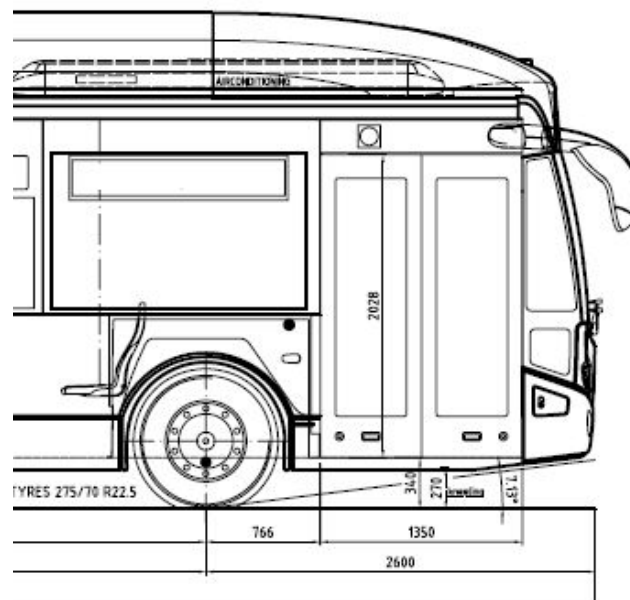
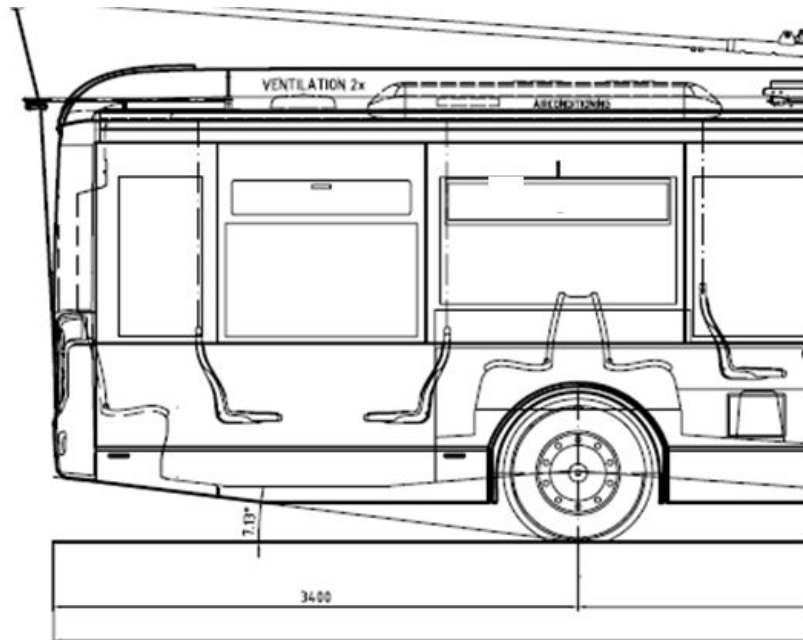


sbalzi anteriori e posteriori

Gli sbalzi, per la costruzione particolare del veicolo, sono contenuti:

- sbalzo anteriore 2600 mm
- sbalzo posteriore 3400 mm
- angolo per entrambi gli sbalzi é 7,13°.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 63 di 166



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 64 di 166

B 1.5 TUTELA DELL'AMBIENTE, IGIENE E SICUREZZA DEL LAVORO

B 1.5.1 Materiali

Conforme.

Si dichiara che nei processi costruttivi e nei materiali utilizzati non sono utilizzati componenti tossici.

Particolare attenzione è posta nella riduzione dei consumi energetici durante le fasi di produzione. La scelta dei materiali e la loro installazione privilegia soluzioni che tengano conto del minor impatto ambientale possibile fino alla fase di smaltimento, alla fine del ciclo di vita del veicolo.

Nei processi produttivi dell'equipaggiamento elettrico vengono utilizzati processi a ridotto impatto ambientale ed impiegati ad es. metodi di saldatura a ridotto contenuto di piombo.

B 1.5.2 Emissioni allo scarico

Conforme

Il veicolo proposto per la città di Verona deve poter funzionare per circa il 30% del suo percorso in modalità autonoma. Tale modalità viene espletata nei tratti centrali del percorso previsto, dove risulta di fondamentale importanza ridurre al massimo l'impatto ambientale del veicolo, proprio perché si tratta dei tratti più congestionati da parte del traffico, anche privato, e i luoghi attraversati non sempre sono di ampiezza tale da facilitare la dispersione degli agenti inquinanti.

E' stata, pertanto, posta particolare attenzione agli aspetti che possano portare ad un beneficio nella riduzione delle emissioni nell'ambiente, sia dal punto di vista gassoso che acustico e vibrazionale.

Il motore azionante il generatore per la marcia autonoma rispetterà i limiti di emissioni fissati attualmente dalla Direttiva 2005/55/CE "Euro 6"

I valori di emissione allo scarico, in g/kWh, sono:

secondo prova ETC
$\leq CO=0,19$
$\leq HC=0,021$
$\leq NOx=0,54$
$\leq PT=0,016$

Emissioni per chilometro

Per quanto riguarda la stima delle emissioni per chilometro sul tratto di percorso in marcia autonoma si applicano alcune considerazioni teoriche.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 65 di 166

Per poter desumere i valori utili per il calcolo é necessario considerare a riferimento come consumo energetico specifico per l'avanzamento del veicolo un valore medio riferito alla massa del veicolo pari a 135 Wh/t*km, considerando la presenza dei sistemi di accumulo energetici con supercapacitori, anziché 150 Wh/t*km per un veicolo con trazione tradizionale

La massa del veicolo varia da 18 700 kg, in condizione di veicolo a vuoto, fino a 28 000 kg a pieno carico.

Nell'ipotesi, peraltro supportata da esperienze di esercizio urbano in altre Aziende, che la presenza di passeggeri nell'arco della giornata sia mediamente il 45% del numero totale di passeggeri trasportabili, ne consegue che il valore della massa del veicolo a cui fare riferimento é di 22 885 kg (18700+0,45*(28000-18700)).

L'energia necessaria media per il veicolo é quindi pari a $135 \text{ [Wh/t*km]} * 22,885 \text{ [t]} = 3,089 \text{ kWh/km}$, compresa tra il valore di 2,52 a vuoto e 3,78 kWh/km a pieno carico.

Le emissioni del motore diesel misurate al banco prova sono espresse in gr/kWh, pertanto per ogni inquinante regolamentato risulta possibile ipotizzare un valore specifico moltiplicando ciascun valore per 3,089.

INQUINANTE	Valore emissioni di omologazione [gr/kWh]	Valore di emissioni specifico [gr / km]
CO	0,19	0,587 (compreso tra 0,479 e 0,718)
HC	0,021	0,065 (compreso tra 0,053 e 0,079)
NO _x	0,54	1,668 (compreso tra 1,361 e 2,041)
PM	0,016	0,049 (compreso tra 0,040 e 0,0605)

Come già accennato la metodologia di calcolo attuata é puramente teorica; in pratica nella realtà occorre considerare alcune condizioni quali:

- il fattore di rendimento della catena cinematica
- le condizioni di funzionamento del motore e le temperature ambientali
- le condizioni reali del traffico
- il modo di guida del personale.

Sulla scorta di quanto sopra occorre prevedere un coefficiente di 1,3 che tenga conto delle diversità tra le condizioni teoriche e le condizioni reali.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 66 di 166

Quindi i valori finali, riferiti anche al singolo passeggero trasportato, sono:

CO = 0,763 gr/km	CO = 0,0125 gr passeggero/km
HC = 0,0845 gr/km	HC = 0,0014 gr passeggero/km
NO _x = 2,194 gr/km	NO _x = 0,0359 gr passeggero/km
PM = 0,064 gr/km	PM = 0,0010 gr passeggero/km

Simulatore di guida

Per cercare di attuare una guida “virtuosa”, ci permettiamo di suggerire, dichiarando fin d’ora la ns. completa disponibilità all’approfondimento ed alla consulenza specializzata, l’utilizzo di un simulatore (descritto meglio al punto B 1.16.5) che, oltre all’istruzione pratica degli autisti, consente di verificare, con indicazioni estremamente precise, le emissioni di agenti inquinanti momento per momento che derivano dallo stile di guida del conducente.

Questo in modalità off line, in sede di istruzione.

Per quanto riguarda il consumo reale di gasolio, primo indicatore dell’inquinamento prodotto, sul veicolo è possibile verificare, tramite la diagnostica di bordo, il reale consumo di combustibile ed è possibile instaurare dei sistemi premianti per il personale, qualora AMT decidesse di andare in tal senso.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	 APTS Advanced Public Transport Systems bv
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 67 di 166

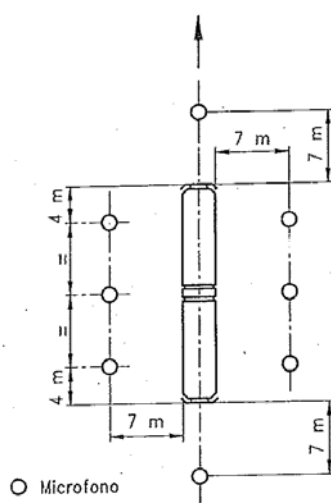
B 1.5.3 Rumorosità esterna e interna, vibrazioni

B 1.5.3 1 Rumorosità esterna

Alimentazione dalla linea aerea

Rumorosità esterna veicolo in movimento: 74 dB(A)

Rumorosità esterna veicolo fermo



<i>Posizione microfono</i>		<i>Valore in dB(A)</i>
1	<i>Anteriore veicolo</i>	53
2	<i>Posteriore veicolo</i>	50
3	<i>Lato destra anteriore</i>	56
4	<i>Lato destro centrale</i>	56
5	<i>Lato destro posteriore</i>	56
6	<i>Lato sinistro anteriore</i>	57
7	<i>Lato sinistro centrale</i>	57
8	<i>Lato sinistro posteriore</i>	56

Rumorosità esterna in fase di avviamento

La rumorosità esterna in fase di avviamento é grandemente contenuta grazie alla presenza dei supercapacitori che forniscono l'energia necessaria per l'avviamento. 56dB(A)

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 68 di 166

Marcia autonoma

Rumorosità esterna con veicolo in marcia autonoma secondo la Direttiva 92/97/CEE che modifica la 70/157/CEE: 77 dB(A)

Rumorosità esterna veicolo fermo secondo la **Direttiva** 92/97/CEE che modifica la 70/157/CEE, in conformità con il punto 5.2.3.4.2 della stessa, che misura il rumore all'uscita del tubo di scarico : 78 dB(A)

Rumorosità esterna veicolo fermo secondo la **Direttiva** 92/97/CEE che modifica la 70/157/CEE, in conformità con il punto 5.4 della stessa, che misura il rumore durante l'apertura del regolatore di pressione con il motore al minimo: 65 dB(A)

Rumorosità esterna anteriore veicolo 55 dB(A)

La rumorosità esterna in fase di avviamento é grandemente contenuta grazie alla presenza dei supercapacitori che forniscono l'energia necessaria per l'avviamento senza interessare il motore diesel 56dB(A)

B 1.5.3 2 Rumorosità interna

Alimentazione dalla linea aerea

Rumorosità interna veicolo in movimento

Valori in dB(A)	Testa conducente	Passeggero in piedi		
		Al centro veicolo		Sbalzo posteriore
		1 elemento	2° elemento	
	63	63	68	67

Rumorosità interna veicolo fermo

Valori in dB(A)	Testa conducente	Passeggero in piedi		
		Al centro veicolo		Sbalzo posteriore
		1 elemento	2° elemento	
	55	56	58	66

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 69 di 166

Marcia autonoma

Rumorosità interna con veicolo in marcia autonoma

Valori in dB(A)	Testa conducente	Passeggero in piedi		
		Al centro veicolo		Sbalzo posteriore
		1 elemento	2° elemento	
	68	68	73	76

B 1.5.3.3 Vibrazioni

Per la soluzione tecnica relativa alle sospensioni del veicolo vengono rispettate i livelli vibratori per il posto guida in ottemperanza alla norma ISO 2631.

La presenza della soluzione ibrida seriale, con la presenza dei supercapacitori (vedi anche scheda 3.18) e dei motori sulle quattro ruote, consente una riduzione importante delle vibrazioni del diesel all'avvio, in quanto l'energia necessaria viene prelevata dai supercapacitori senza interessare il motore diesel (che quindi non sale di giri); inoltre i quattro motori, che funzionano a un numero di giri maggiore delle soluzioni ad unico motore centrale, permettono di spostare lo spettro vibrazionale verso frequenze più alte che, proprio perché dotate di minor energia, si attenuano rapidamente senza propagarsi nell'ambiente.

B 1.5.4 Protezione contro gli incendi

Conforme.

I materiali non metallici presenti rispondono alla Direttiva Europea 95/28 CE

Impianto automatico di estinzione principi d'incendio

Il veicolo è provvisto di un sistema ad attivazione manuale/automatica per l'estinzione di eventuale principi di incendio, localizzato nel vano motore termico, di marca FOGMAKER.

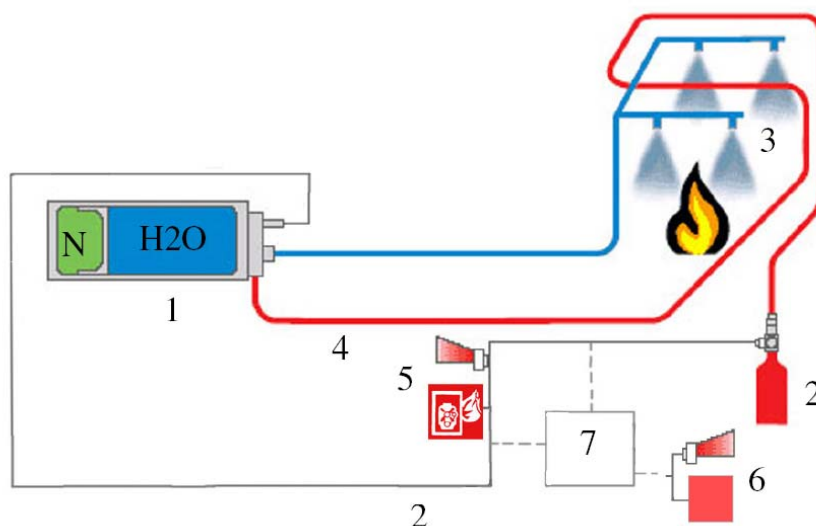
Il sistema è attivato idropneumaticamente e lavora in assenza di energia aggiuntiva.

Quando interviene il sistema, alla pressione di 100 bar, vaporizza l'acqua

Il dispositivo è composto da:

- Cilindro estinguente
- Bombola V contenitore estinguente
- tubazioni con ugelli
- sistemi di allarme

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 70 di 166



Si rimanda all'allegato B 1.5.4 per la descrizione dell'impianto

B 1.5.5 Compatibilità elettromagnetica

Conforme.

Il veicolo sarà oggetto, in fase di omologazione, alle prove ministeriali previste per la compatibilità elettromagnetica il cui documento sarà consegnato con il primo veicolo.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 71 di 166

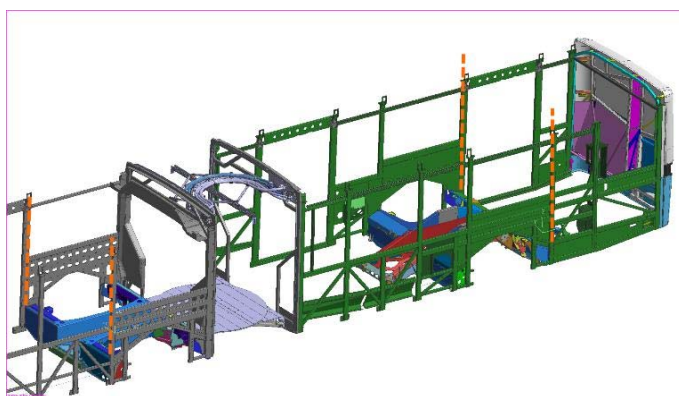
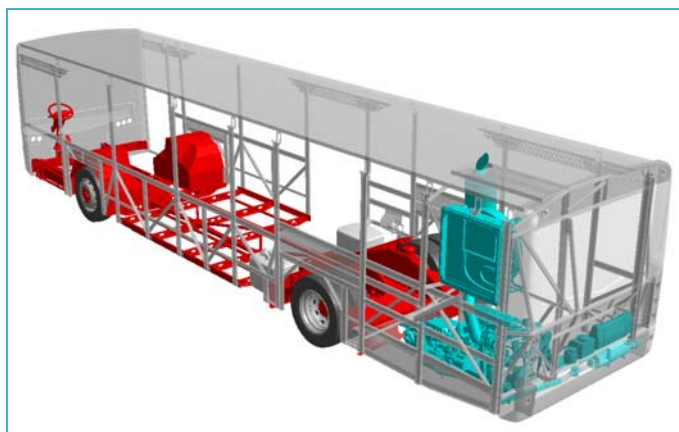
B 1.6 AUTOTELAIO

B 1.6.1 Struttura portante

Conforme.

I materiali e il tipo di costruzione utilizzati per la produzione dei filoveicoli risultano idonei a contenimento dei pesi a vuoto del veicolo assicurando comunque la necessaria robustezza della struttura.

Il telaio forma una costruzione integrale con i moduli preassemblati, anteriore e posteriore, collegati tra loro da un telaio in acciaio zincato ST 52 e con la struttura in acciaio inossidabile della scocca autoportante e con un tetto in pannelli rinforzati di fibra di vetro.

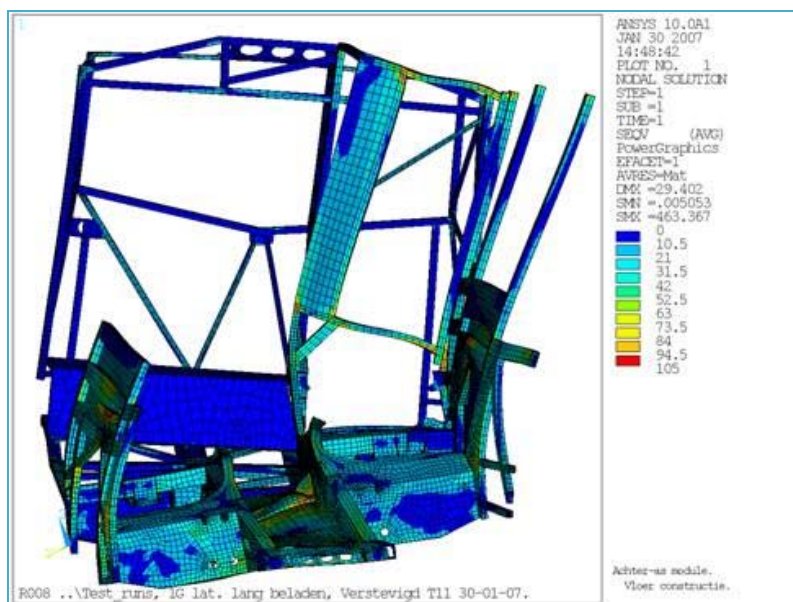


Certificazione

Conforme.

In allegato B 1.6.1 viene prodotta la certificazione dell'avvenuta effettuazione di verifiche e prove riguardanti la resistenza a fatica.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 72 di 166



B 1.6.2 Sospensioni

Conforme.

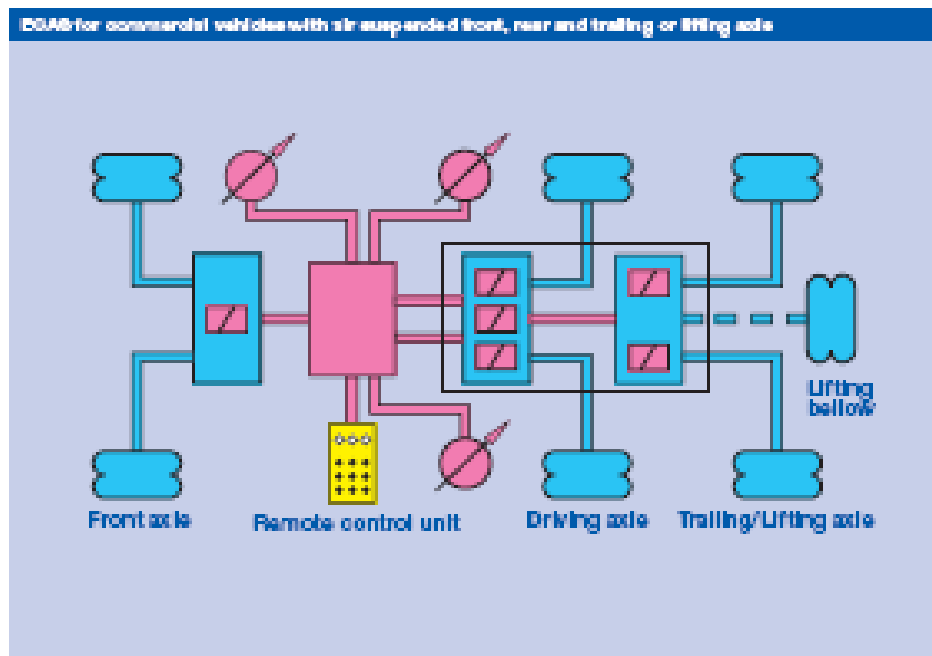
Il veicolo é dotato di sospensioni **indipendenti** sull'asse anteriore.

Il veicolo è equipaggiato con sospensioni pneumatiche integrali, con tamponi di fine corsa all'interno delle molla ad aria e ammortizzatori telescopici a doppio effetto.

- Assale anteriore: n. 2 molle ad aria
 n. 2 ammortizzatori telescopici
- Assale centrale: n. 4 molle ad aria
 n. 4 ammortizzatori telescopici
- Assale posteriore: n. 4 molle ad aria
 n. 4 ammortizzatori telescopici

La sospensione sono controllate elettronicamente con il sistema ECAS che garantisce la regolazione e le flessibilità richieste.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	 APTS Advanced Public Transport Systems bv
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 73 di 166



Sul display di bordo viene segnalato il livello minimo di aria compressa.

È previsto un dispositivo di blocco che impedisce la movimentazione del veicolo con bassa pressione d'aria nei serbatoi delle sospensioni.

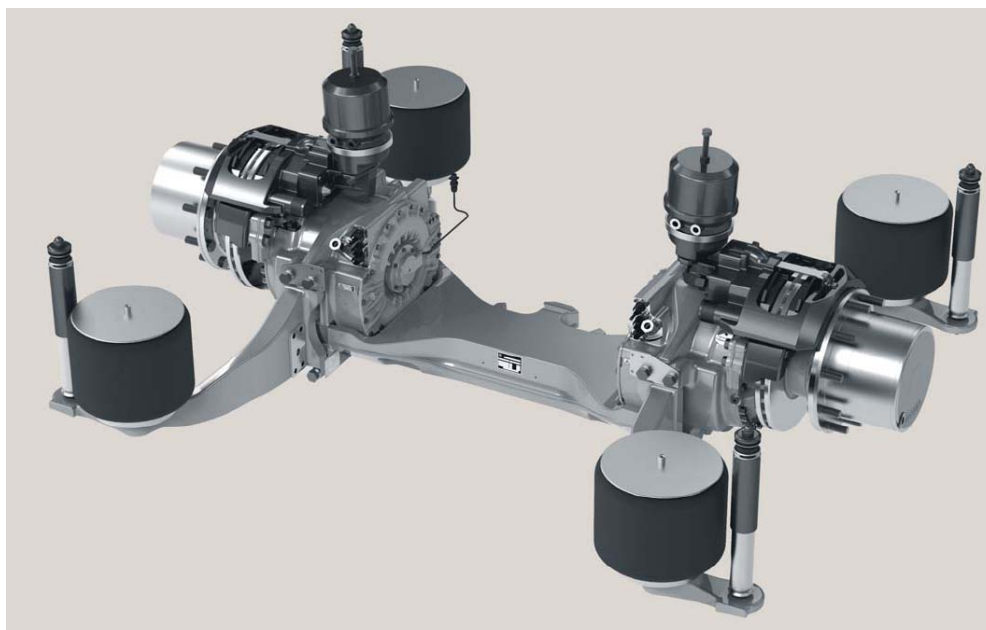
In allegato B 1.6.2 vengono fornite informazioni sul sistema di regolazione delle celle pneumatiche

Soluzione assale anteriore, ZF tipo RL 75 EC.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 74 di 166

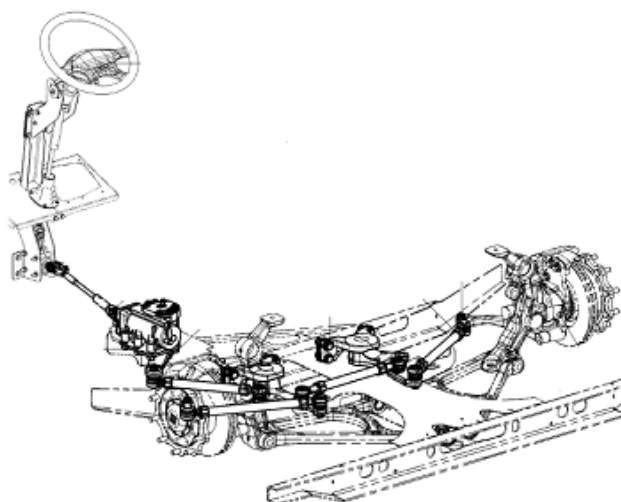
Soluzione assali posteriori tipo ZF AVE 130



B 1.6.3 Sterzo

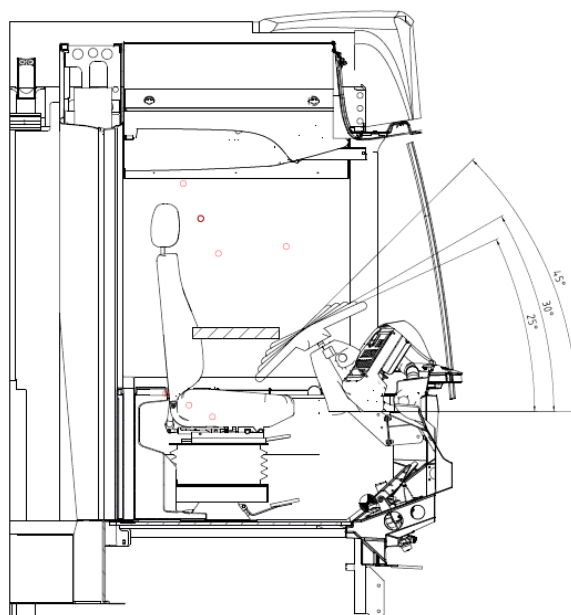
Conforme.

Il veicolo è dotato di guida a sinistra.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 75 di 166

Lo sterzo, del tipo servoassistito con possibilità di regolazione del piantone dello sterzo in altezza ed in inclinazione con blocco pneumatico.



Funzionamento idroguida

Per poter disporre dell'ausilio del servosterzo anche alle basse velocità (sotto ai 3 Km/h), come pure a veicolo fermo, vengono montate n. 2 pompe per l'idroguida.

La pompa principale è direttamente trascinata dal motore di trazione.

La seconda pompa è alimentata a 24 V e comandata direttamente dal pedale dell'acceleratore e da segnale tachimetrico.

Le tubazioni sono in acciaio inox.

Un avviso ottico segnala all'autista il basso livello dell'olio idroguida.

B 1.6.4 Ponte e trasmissione

Conforme.

Il veicolo è dotato di due assi motore ZF AVE 130 di tipo ribassati: il secondo ed il terzo.

Il ponte ribassato AVE 130 rappresenta l'ultima produzione innovativa di ZF, con motori elettrici asincroni **integrati** alle ruote particolarmente idonei per veicoli a pianale ribassati e per cicli pesanti di tipo urbano.

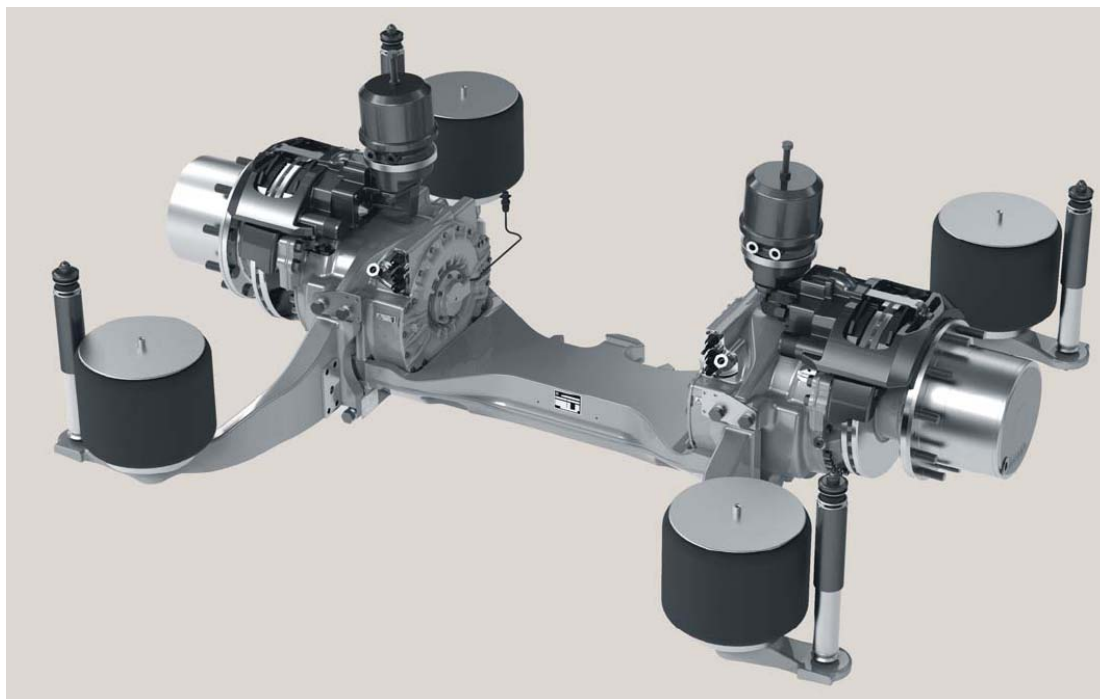
	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 76 di 166

Uno dei vantaggi offerti da questo tipo di soluzione é quello di distribuire gli sforzi di trazione e quindi la possibilità di trasmettere la coppia motrice all’asfalto su quattro ruote motrici.

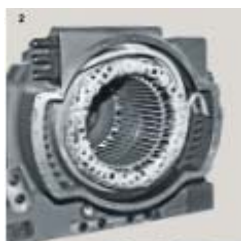
Ciò aumenta considerevolmente l’aderenza del veicolo in qualsiasi condizioni del manto stradale aumentando la guidabilità in marcia.

Analogamente in fase di frenatura aumenta la possibilità di recupero dell’energia sui supercapacitori ottimizzandone le prestazioni con conseguente riduzione dei consumi.

Un ulteriore vantaggio consiste nella riduzione dei consumi dei pneumatici che, a parità di coppia totale trasmessa, vedono un dimezzamento degli sforzi per singolo pneumatico.



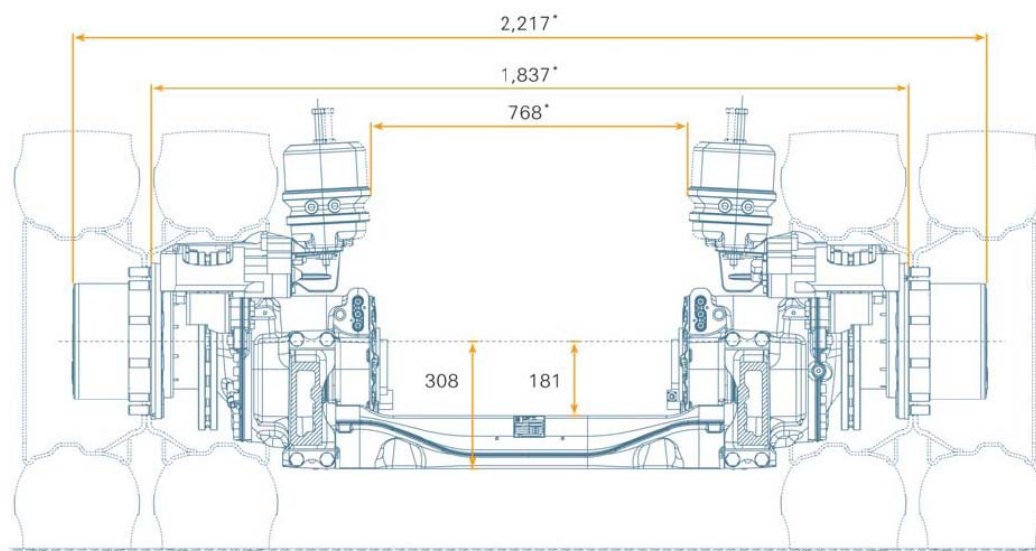
I motori asincroni hanno raffreddamento idraulico e sono in grado di fornire una potenza continuativa di 120 kW per asse ed una potenza per breve periodo di 240 kW.



Nonostante la presenza dei motori sugli assi non vengono variate le dimensioni rispetto ai

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 77 di 166

tradizionali ponti ZF rimanendo inalterato il passaggio interno.



Per le prestazioni dei motori elettrici si rimanda al punto B 1.8.4.2.

L'applicazione dei motori alle ruote evita la possibilità di **sfondamento** del pavimento o la caduta degli alberi di trasmissione in quanto non presenti, aumentando così le condizioni di sicurezza del veicolo..

B 1.6.5 Dispositivi di frenatura

Conforme

B 1.6.5.1 Frenatura di servizio e di soccorso

Il veicolo proposto è dotato di freno di servizio, di soccorso, di stazionamento e di emergenza rispondente a tutte le norme vigenti in materia.

Il veicolo è equipaggiato con un sistema di frenatura **EBS** della WABCO.

Il comando di frenatura è del tipo completamente pneumatico

I dispositivi dell'impianto di frenatura sono tutti facilmente ispezionabili, sostituibili (in particolare per le parti di usura) e riparabili.

Vengono montati freni a disco auto ventilati di marca KNORR, su tutte le ruote, calettati direttamente sul mozzo ruote di ciascuna ruota.

Tutte le guarnizioni dei freni sono prive di amianto e sul display di bordo viene segnalata l'usura delle pastiglie per ogni singola ruota.

Nella realtà i freni a disco interverranno raramente, in quanto per la frenata verranno usati prevalentemente i motori elettrici che tramite l'equipaggiamento di bordo assicurano una frenatura completamente elettrica fino a una velocità praticamente nulla.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 78 di 166

I freni a disco interverranno nell'ultima fase di frenata al momento dell'arresto del veicolo alla fermata ed, occasionalmente, oppure durante una fermata di emergenza.

Il sistema controlla per via elettronica l'attuazione della frenatura su ciascun asse del veicolo.

La frenatura di servizio normale effettua una frenatura elettrica con decelerazione fino a 1,2 m/s².

B 1.6.5.2 Frenatura di stazionamento e di emergenza

La frenatura di stazionamento é realizzata mediante dispositivo di azionamento a comando pneumatico per lo sbloccaggio e a molla per il bloccaggio; é provvisto di dispositivo di sblocco meccanico facilmente accessibile mediante botole sui passaruota.

Il freno di stazionamento agisce sulle ruote del secondo e del terzo assale

Detto freno funziona, in caso di inefficienza dei freni ad aria compressa, da freno di emergenza.

La leva del freno di stazionamento é posta alla sinistra del posto di guida, a portata di mano dell'autista.

E' previsto un segnalatore acustico al posto guida che si attiva a chiave disinserita e freno di stazionamento non inserito.

B 1.6.5.3 Freno di fermata

Sul cruscotto in posizione raggiungibile dall'autista vi é un pulsante manuale per l'inserimento del freno di fermata.

Il sistema é attivo solo a veicolo fermo e si disattiva all'azionamento del pedale acceleratore.

B 1.6.5.4 Frenatura di rallentamento

Il motore di trazione viene utilizzato come rallentatore (generatore) dove l'energia può essere rimandata alla linea di contatto, sia dissipata in una resistenza di frenatura posta sul tetto.

B 1.6.5.5 Frenatura elettrica

Il veicolo é dotato di un sistema di frenatura di rallentamento di tipo elettrodinamico che prevede l'uso del motore di trazione utilizzato come generatore, fino alla velocità di 0 km/h ad un valore di decelerazione massima di 1,2 m/s².

I motori di trazione vengono utilizzati come rallentatori (generatori) dove l'energia é inviata prima ai condensatori di accumulo, poi rimandata alla linea di contatto, ed infine l'eventuale eccedenza dissipata in una resistenza di frenatura posta sul tetto.

I diversi dispositivi sono coordinati in funzione della capacità ricettiva della linea in modo da minimizzare la dissipazione di energia ed ottimizzare il rendimento del servizio anche in termini energetici.

Il passaggio dalla frenatura elettrica alla frenatura pneumatica avviene senza accorgersi della transizione (vibrazioni, scosse).

B 1.6.5.6 ABS E ASR

Il veicolo offerto é dotato di **due impianti ABS ed ASR**.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 79 di 166

Uno, di tipo tradizionale di marca WABCO, che fa parte del sistema di frenatura previsto nel telaio. Il secondo di tipo elettronico della Vossloh Kiepe, che regola l'equipaggiamento di trazione, secondo le modalità sotto indicate.

ABS/ASR-Regolazione dell'equipaggiamento elettrico

Il sistema di controllo ABS/ASR dell'azionamento elettrico offre il vantaggio di ottimizzare il trasferimento delle forze nell'interfaccia pneumatico-strada quando la richiesta di potenza da parte dell'autista porta a superare le condizioni di aderenza degli pneumatici, ad es. per mutate condizioni della superficie stradale.

Il controllo dello slittamento delle ruote impedisce inoltre il girare a vuoto o il bloccaggio delle ruote stesse; ciò evita la perdita di aderenza delle ruote motrici, garantendo la possibilità di controllare senza problemi la guidabilità del veicolo.

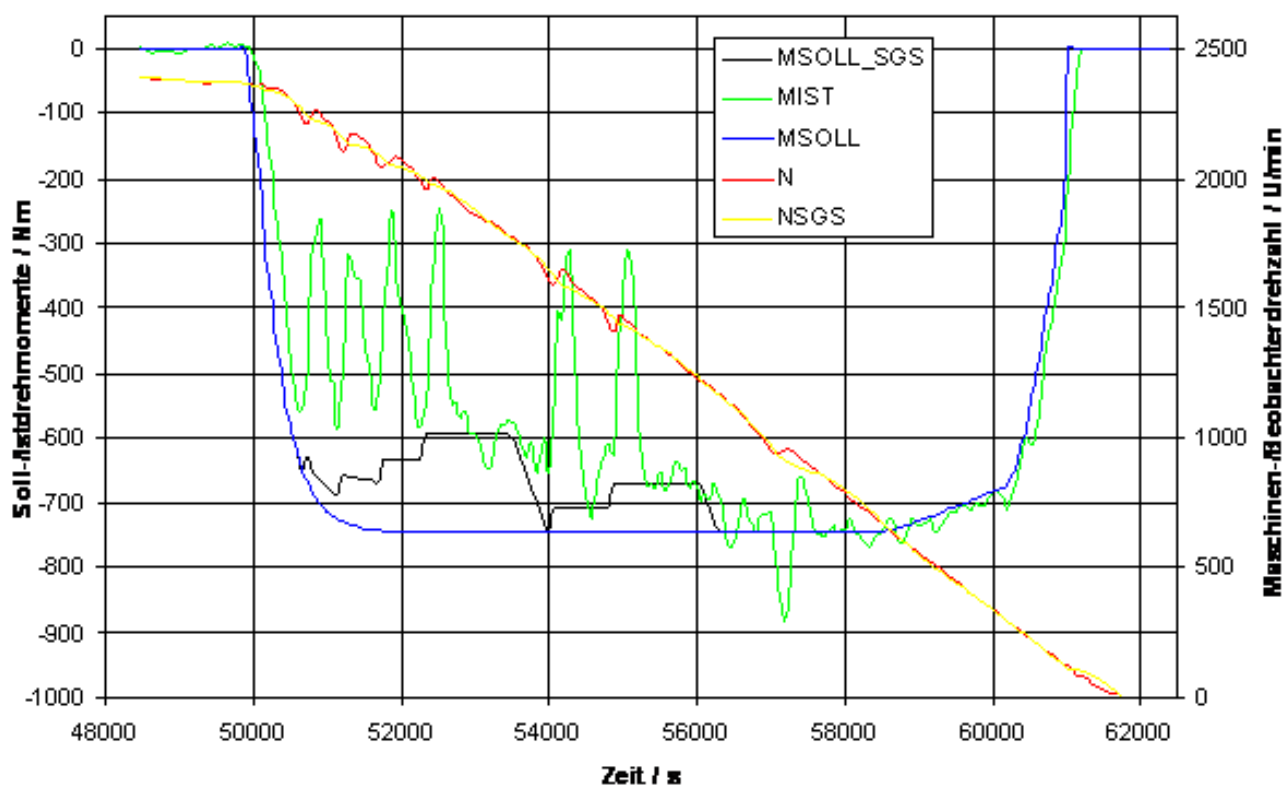
Per poter disporre di un numero di giri di riferimento, viene installato, all'interno del sistema di controllo della trazione, un dispositivo di sorveglianza del numero di giri. Tale dispositivo controlla in modo continuo l'andamento teorico atteso del numero di giri (attraverso i dati provenienti dai valori imposti sia in trazione che in frenatura e dipendenti dall'accelerazione desiderata) con l'effettivo numero di giri misurato sul motore.

Nel caso in cui si presentasse uno scostamento superiore al previsto fra il numero di giri calcolato e il numero di giri effettivamente misurato, la coppia viene direttamente ed immediatamente ridotta attraverso i regolatori di corrente che generano la coppia di trazione.

L'intervento immediato dei regolatori comporta un'istantanea riduzione della coppia imposta. Dunque la relativa coppia risultante ridurrà l'evento ad un microslittamento inavvertibile.

L'intervento dell'ABS/ASR elettrico risulta essere molto più veloce rispetto all'analogo meccanico, peraltro anch'esso presente sul veicolo, riducendo i tempi di reazione del sistema ed evitando l'azione dei freni meccanici, riducendone il consumo.

Il funzionamento dell'ABS/ASR viene schematizzato nel diagramma seguente.



B 1.6.5.7 Dispositivi particolari

Il veicolo dispone inoltre di un sistema di sicurezza **antiarretramento** che impedisce al veicolo di indietreggiare senza un comando preciso del conducente

E' previsto un sistema automatico di inserimento del freno di fermata ogni qualvolta si apre una porta passeggeri; tale sistema si disinserisce alla chiusura dell'ultima porta aperta e all'azionamento del pedale acceleratore.

E' previsto un blocco per insufficiente aria frenatura con segnalazione grafica sul display del cruscotto.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 81 di 166

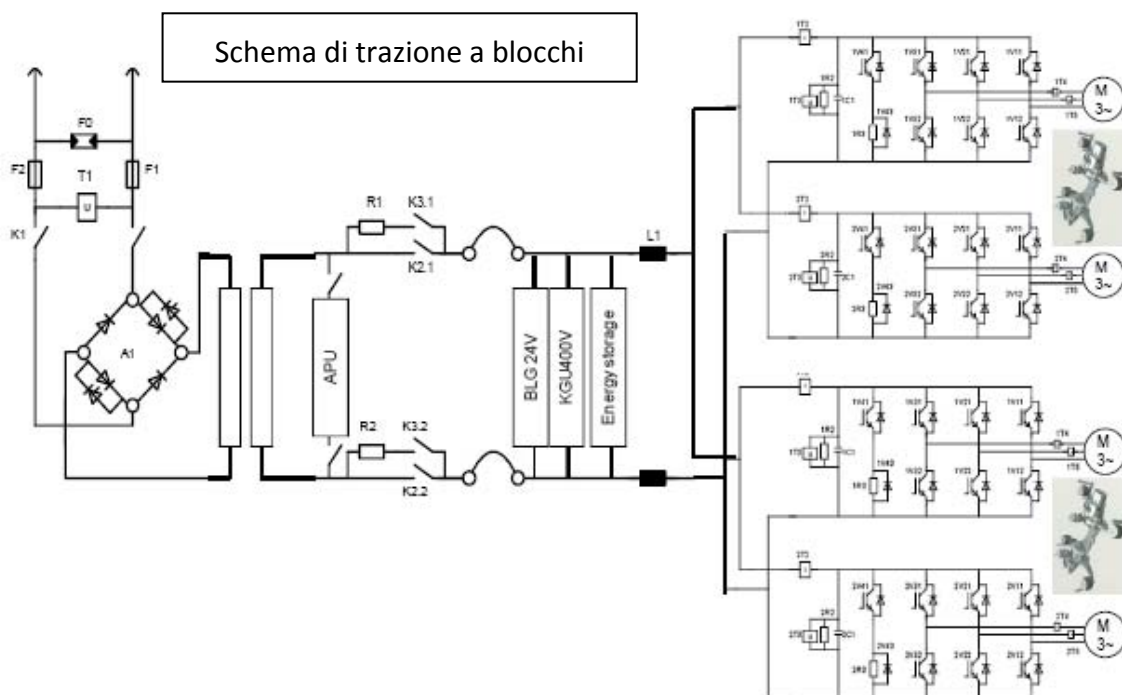
B 1.6.6 Sistemi di trazione

B 1.6.6.1 Caratteristiche

Conforme.

La trazione elettrica è realizzata con circuiti di potenza ad inverter, con tensione di alimentazione di 750Vcc.

Non sono presenti motori termici per l'azionamento dell'impianto di compressione dell'aria, impianti di ventilazione etc.



B 1.6.6.1.1 Sistema di accumulo e rilascio di energia

Il veicolo è equipaggiato, con un sistema di supercapacitori, sviluppato da Vossloh Kiepe, che consente un recupero superiore a 90% dell'energia generata dai motori elettrici durante la fase di frenatura.

L'energia immagazzinata viene resa immediatamente disponibile per la successiva fase di avviamento del veicolo stesso, limitando in questo modo la corrente assorbita dalla linea e di conseguenza il consumo energetico.

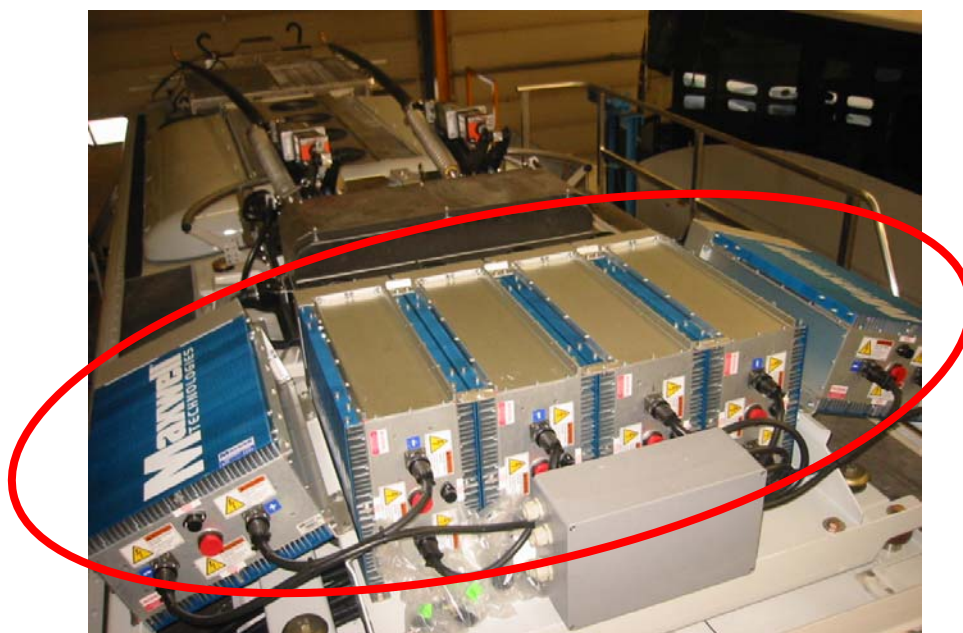
	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 82 di 166

Oltre al risparmio energetico, l'utilizzo dei supercapacitori permette di non dissipare energia sulla resistenza di frenatura con evidenti vantaggi dal punto di vista ambientale, riduce la possibilità di innesco di archi elettrici al passaggio del veicolo sotto scambi e tratti neutri, aumentandone dunque la durata, riduce i sovraccarichi in sottostazione e diminuisce significativamente i guasti sui componenti di bordo che utilizzano motori elettrici (compressore d'aria, climatizzazione ecc.).

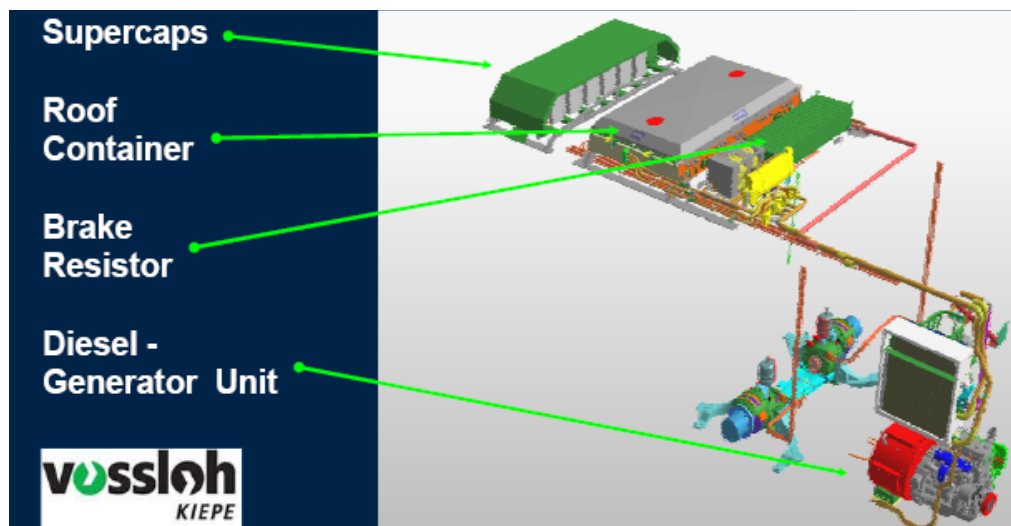
Il sistema, può essere utilizzato per alimentare le apparecchiature ausiliarie durante le interruzioni della tensione di linea dovute a separatori, scambi e incroci. Ciò porterebbe, fra l'altro, ad una riduzione dei guasti dovuti ai frequenti cicli ON-OFF dell'alimentazione di rete; tutti gli utilizzatori di bordo, infatti, rimarrebbero permanentemente alimentati tramite le batterie di supercapacitori.

Il sistema di risparmio energetico a supercapacitori è stato sperimentato a lungo nella città di Solingen e fa parte della fornitura dei primi n°30 filosnodati già in circolazione da tre anni, e di ulteriori 15 veicoli in fase di ordine, per la ATM della città di Milano.

I supercapacitori vengono montati sul tetto (vedi foto di applicazione su un filosnodato in circolazione senza la copertura di protezione)



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 83 di 166



1 Descrizione del sistema di recupero

Il sistema è costituito da moderni condensatori a doppio film che vengono caricati durante la fase di frenatura tramite l'elettronica di potenza e scaricati durante l'accelerazione. L'energia immagazzinata durante la fase di frenatura è così disponibile per l'accelerazione successiva, riducendo complessivamente il consumo energetico.

Il supercapacitore è stato studiato appositamente sulla base delle caratteristiche di un veicolo che si muove nel traffico urbano: esso è in grado di assorbire rapidamente alti valori di corrente e, dunque, può recuperare in modo efficiente energie generate in fase di frenatura a partire da alte velocità.

Con questo dispositivo si hanno disponibili grosse potenze in breve tempo per ottenere accelerazioni elevate del veicolo senza sovraccaricare ulteriormente la linea. Durante la fase di progettazione e sviluppo, è stata prestata particolare attenzione alla necessità di trasferire importanti valori di corrente fra il sistema Supercap ed il convertitore di trazione.

Una peculiarità dei supercapacitori è la loro efficienza nel trasferimento di energia in entrata ed in uscita. Ciò assicura che la gran parte dell'energia generata in fase di frenatura viene immagazzinata, con perdite bassissime, e, analogamente, viene resa disponibile una grande quantità di energia, in tempi brevissimi, per effettuare l'accelerazione successiva. Valori di picco possono essere sopportati, senza problemi, in particolari situazioni.

Il sistema dei supercapacitori è adatto soprattutto per l'utilizzo su impianti che hanno una bassa capacità di recupero in linea o dove non è possibile aumentare la tensione di rete per ridurre gli assorbimenti e quindi le cadute di tensione, soprattutto in tratti di linea distanti dalle sottostazioni elettriche di alimentazione. Con i Supercaps ESS vengono anche eliminati, o drasticamente ridotti, i picchi di corrente.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 84 di 166

La riduzione del consumo di energia è ciò che caratterizza l'equipaggiamento di trazione dell'applicazione presentata.

Gli elementi distintivi dei condensatori a doppio strato sono la stabilità particolarmente elevata e, contemporaneamente, la resistenza alle sovracorrenti. E' dunque possibile utilizzare a lungo il sistema dei supercapacitori anche durante i percorsi più impegnativi nel traffico urbano. Data la sua affidabilità nel tempo, il ridotto impegno manutentivo e la struttura modulare del sistema, che agevola le operazioni di service, il sistema ESS risulta essere un investimento redditizio nel ciclo di vita del veicolo.

Ciascun modulo è costituito da condensatori a doppio film collegati opportunamente in batterie di serie/parallelo così da ottenere i valori di capacità e di tensioni necessari.

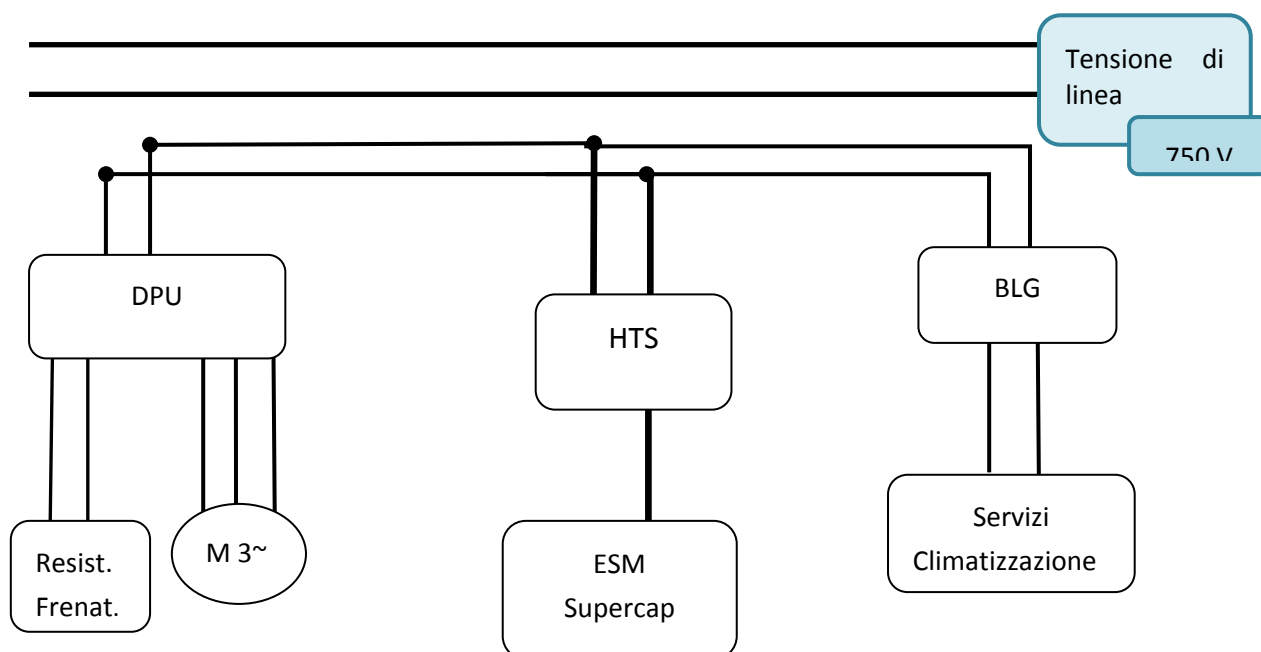
In particolare si ha una capacità complessiva pari a 12,1 Farad con una tensione variabile da 300 a 550 V.

L'energia immagazzinata dagli otto moduli è pari a 1.040 W, che consente di erogare una potenza di circa 340 kW per 10 secondi.

Il flusso dell'energia in ingresso ed in uscita dai moduli viene gestito dal software di controllo secondo scelte parametrizzabili opportunamente per una maggior ottimizzazione in funzione delle caratteristiche della linea.

La diagnostica di bordo provvede a fornire il dettaglio dei valori di energia assorbiti dalla rete e ceduti nonché il valore dell'energia assorbita dal sistema. Inoltre è messo a disposizione il dato relativo ai valori di tensione e corrente di linea di 5 misurazioni puntuali fra due fermate consecutive.

Lo schema semplificato del sistema di recupero è rappresentato di seguito



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 85 di 166

Con:

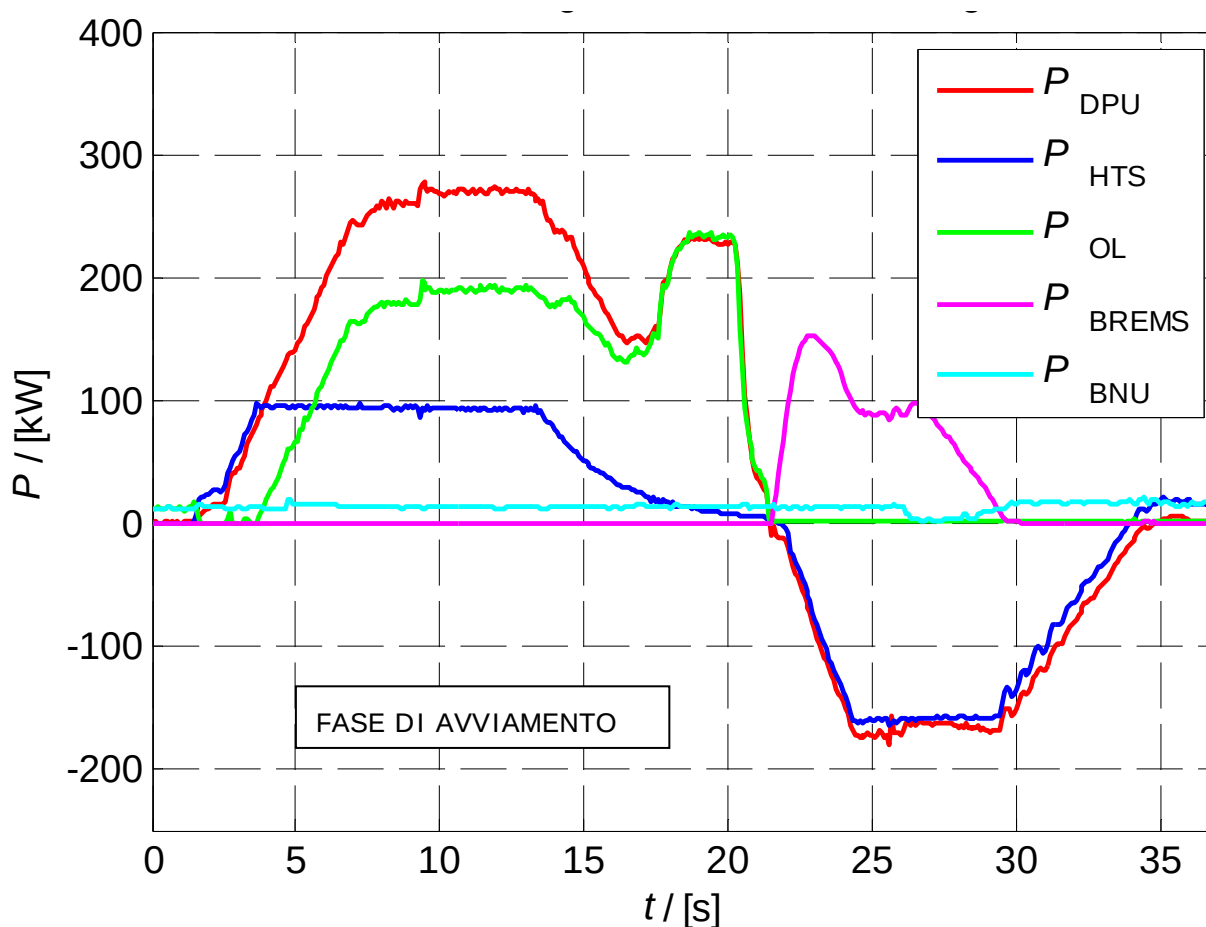
DPU - inverter di azionamento elettronico che alimenta il motore di trazione in ca.

HTS - inverter di regolazione del funzionamento e controllo dei supercap

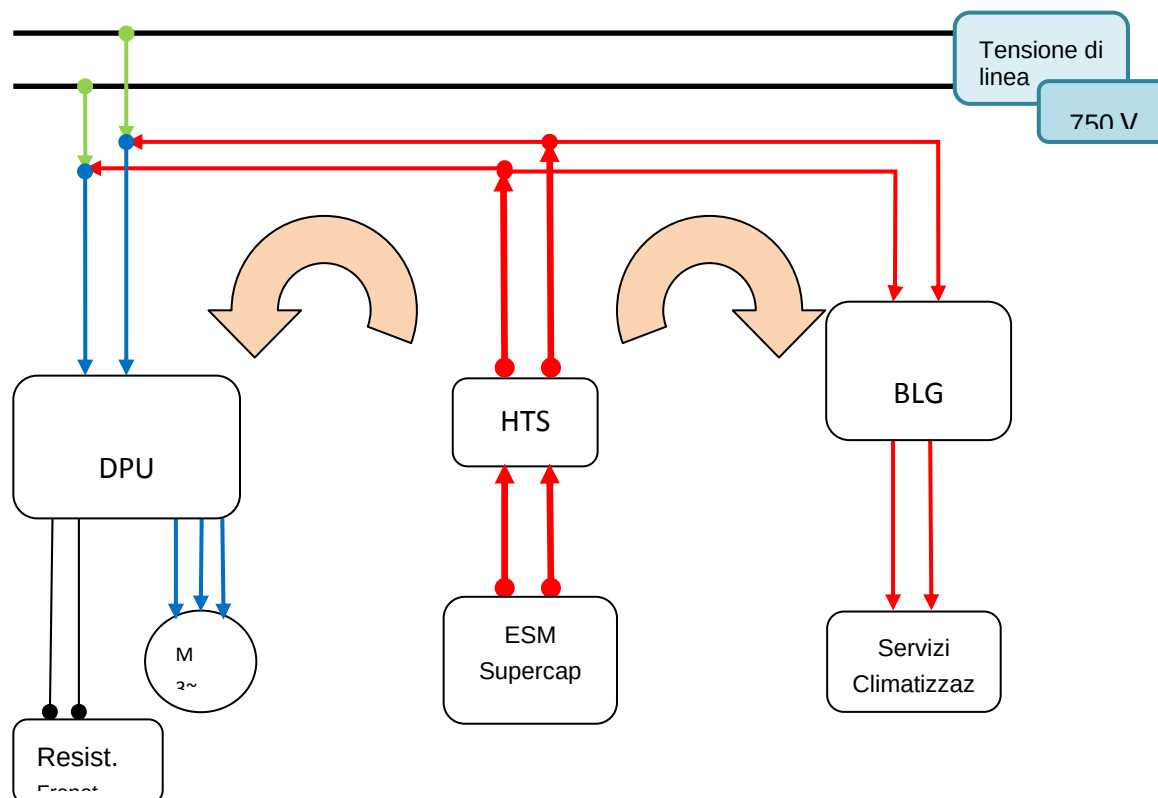
BLG - convertitore statico per l'alimentazione dei servizi e ricarica delle batterie e l'alimentazione dei circuiti 400V

Fase di avviamento del veicolo con Supercap

A partire dalla condizione di veicolo fermo, la potenza necessaria per l'avviamento del veicolo (**curva rossa P-DPU**) fluisce dalla batteria dei supercapacitori (**curva azzurra P-HTS**) mentre la potenza proveniente dalla linea aerea (**curva verde P-OL**) resta sullo zero e comincia a fluire nel momento in cui il contributo dei supercap, che si mantiene costante, non è più sufficiente.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 86 di 166

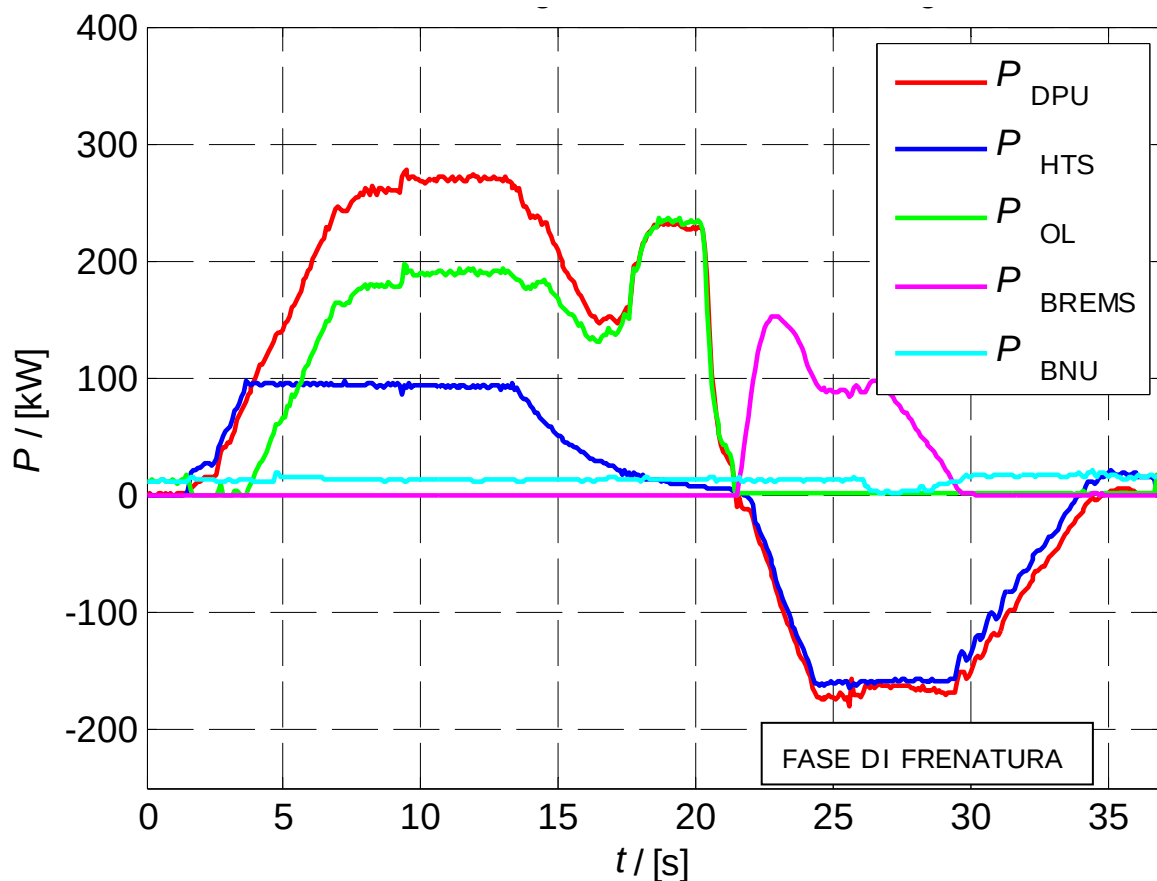
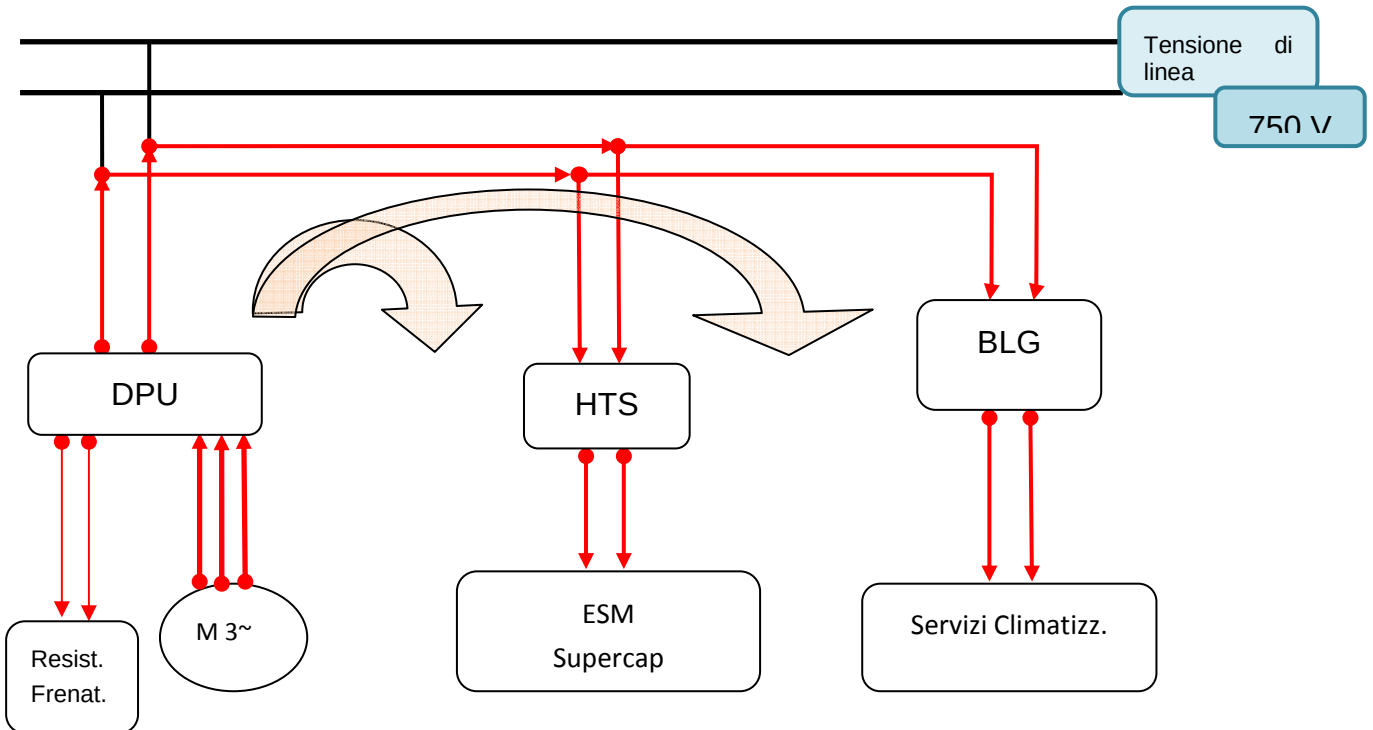


Il veicolo aumenta la sua velocità e la tensione ai supercapacitori comincia a scendere: i supercapacitori iniziano il loro processo di scarica; la potenza necessaria per il prosieguo dell'accelerazione viene commutata dai supercapacitori alla linea aerea.

Fase di frenatura del veicolo con Supercap

Nel momento in cui inizia la fase di frenatura, la logica di controllo smista immediatamente la corrente proveniente dal motore elettrico, che agisce da generatore, sulla batteria di supercapacitori che iniziano il loro ciclo di carica; la tensione ai loro capi aumenta e la corrente in entrata continua a fluire fino al completo arresto del veicolo.

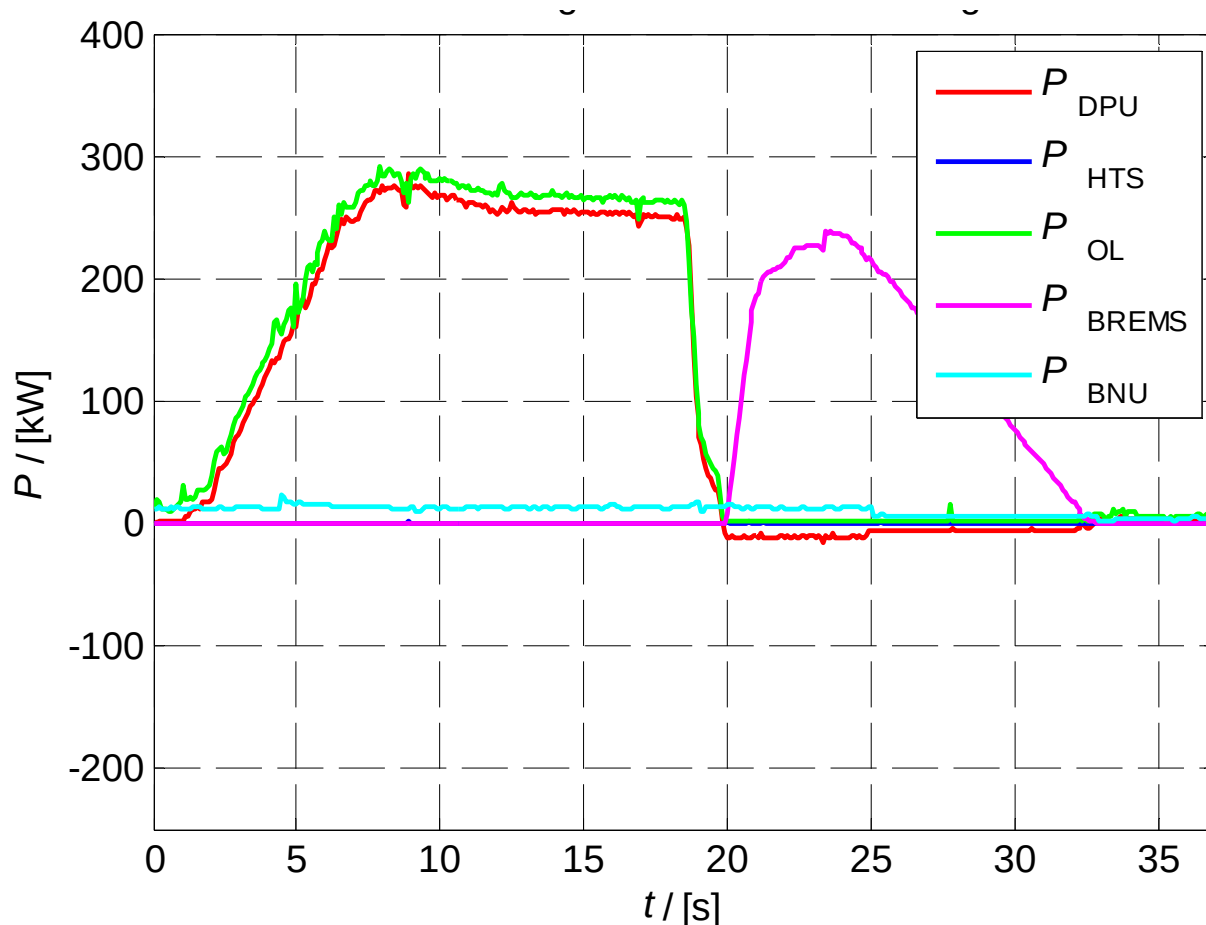
Il processo si ripeterà ogni qualvolta verrà generata energia durante la fase di rallentamento del veicolo.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 88 di 166

Condizioni senza sistemi di recupero

In assenza di sistemi di recupero la potenza necessaria al motore (curva rossa P-DPU) è interamente assorbita dalla linea (curva verde P-OL) ed in fase di frenatura viene dissipata nella resistenza di frenatura.



Se si confrontano questi ultimi due diagrammi di potenza, è evidente il diverso andamento della potenza assorbita dalla linea aerea (curva in verde) sia in presenza di supercap che senza.

2 Calcolo della percentuale di risparmio energetico:

Il risparmio energetico percentuale di un veicolo con Supercapacitori rispetto ad un veicolo senza SC, verificato su veicoli in circolazione presso altre Aziende di trasporto, è:

- con alimentazione dalla linea aerea 26,2%
- in marcia autonoma 22,1%

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 89 di 166

3 Interazioni con altre caratteristiche del veicolo.

L'applicazione del gruppo, sul tetto del veicolo, non presenta alcuna controindicazione nei confronti delle caratteristiche del veicolo stesso ad eccezione di una riduzione della capacità dei passeggeri, per il conseguente incremento della tara dovuto al gruppo in questione.

4 Modalità di rilievo dell'energia assorbita.

A bordo del veicolo è installata, e compresa nel prezzo del sistema, **un'apposita strumentazione** diagnostica e di misura che consente la misurazione dei parametri relativi ai flussi di energia in entrata ed in uscita dai supercapacitori, nonché, naturalmente, quelli riferiti all'energia prelevata dalla linea.

E' altresì possibile procedere allo scarico dati, qualora necessario, tramite PC esterno. I dati possono essere trasmessi via radio.

B 1.6.6.2 Alimentazione impianto servizi e ricarica batterie

Conforme.

Per la ricarica delle batterie e l'alimentazione dei servizi è utilizzato un convertitore statico come descritto al punto B 1.8.3.4

B 1.6.6.3 Batterie accumulatori

Conforme.

Vedi punto B 1.9.3

B 1.6.6.4 Motorino avviamento

Conforme

L'avviamento del motore endotermico è indipendente dalla presenza della tensione di linea o di aria compressa nei serbatoi.

Il motorino funziona a 24 V ed ha una potenza di 4 kW.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 90 di 166

B 1.6.7 Equipaggiamento per la marcia autonoma

B 1.6.7.1 Caratteristiche

Conforme

Il gruppo per la marcia autonoma ausiliaria è un sistema integrato per la marcia autonoma specificatamente sviluppato per la sua applicazione su veicoli filoviari.

Il motore diesel ed il generatore, entrambi con raffreddamento ad acqua, formano insieme il gruppo ausiliario di marcia autonoma.

Il **generatore elettrico**, di tipo compatto di costruzione Vossloh Kiepe, è concepito e costruito per l'alimentazione elettrica di filobus in caso di servizio in mancanza di linea aerea di contatto, in caso di guasto della stessa in situazioni di emergenza e per i lavori di manutenzione.

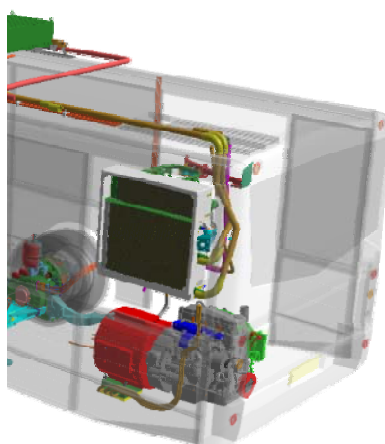
Come **motore propulsore** è presente un motore diesel tipo CUMMINS, o motore equivalente di pari prestazioni, da 212 kW a 6 cilindri, EURO 6, raffreddato a liquido con turbocompressore e intercooler.

Nel momento in cui dal posto di guida viene azionato il passaggio dalla linea aerea alla marcia autonoma, il motore propulsore si attiva e viene visualizzata la segnalazione di dispositivo pronto.

Dopo l'avvio, l'esercizio in marcia autonoma avviene attraverso l'acceleratore dal posto di guida. Attraverso il numero di giri del motore, il gruppo ausiliario viene adattato alla potenza richiesta.

Tutte le sicurezze relative alla movimentazione del veicolo in marcia normale sono attive.

Il passaggio dalla marcia con alimentazione dalla linea a quella con marcia autonoma può avvenire anche con aste collegate alla linea aerea.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 91 di 166

Motore propulsore

Fabbricazione	CUMMINS o equivalente
Tipo	ISB 6 cilindri
Configurazione	6 cilindri in linea
Raffreddamento	ad acqua
Potenza	212 kW con 2300 min ⁻¹ ,
Velocità nominale	2300 min ⁻¹
Coppia	1020 Nm
Potenza del motorino di avviamento	4 kW
Peso	485 kg



Generatore elettrico

Fabbricazione	Vossloh Kiepe
Tipo	sincrono ad eccitazione permanente
Raffreddamento	a miscela glicole acqua
Potenza nominale	200 kW
Max. corrente di carico I(DC)	250 A

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 92 di 166

Classe di isolamento

F

Peso

405 kg

Inserimento marcia autonoma

Il passaggio da una modalità di marcia all'altra è estremamente semplice e rapido.

Tutte le attività interne di predisposizione dei vari circuiti avvengono in modo automatico, veloce e sicuro. Infatti, prima di attivare l'una o l'altra modalità, vengono eseguiti dal sistema di gestione una serie di controlli atti a verificare la perfetta rispondenza e sequenza delle predisposizioni. Naturalmente, il comando da parte dell'autista è immediato e consiste nell'azionamento di un solo pulsante.

L'inserimento oppure il passaggio dalla marcia elettrica alla marcia autonoma avviene tramite pulsante "DIESEL" posizionato sulla sinistra del cruscotto.

Il veicolo può essere movimentato in marcia autonoma senza necessariamente abbassare le aste presa di corrente, diversamente si rende necessario premere un altro pulsante.

Il tempo di manovra per passare dalla modalità di trazione elettrica a quella in marcia autonoma è immediato mentre il tempo necessario per l'avviamento del motore termico è di qualche secondo.

Nel momento in cui dal posto di guida viene comandato il passaggio dalla linea aerea alla marcia autonoma, il motore propulsore si attiva automaticamente e viene visualizzata la segnalazione di dispositivo pronto.

Dopo l'avvio del motore, il servizio in marcia autonoma avviene attraverso l'acceleratore dal posto di guida.

Attraverso il numero di giri del motore, il gruppo ausiliario viene adattato alla potenza richiesta.

Un dispositivo di controllo del motore segnala immediatamente sul pannello di controllo al posto di guida, eventuali avarie del motore o del generatore.

Tutte le sicurezze relative alla movimentazione del veicolo in marcia normale sono attive.

B 1.6.7.2 Indipendenza dell'equipaggiamento per marcia autonoma

Conforme.

Anche con aste alzate e collegate alla linea aerea viene escluso ogni collegamento elettrico tra la linea aerea stessa ed il gruppo autonomo.

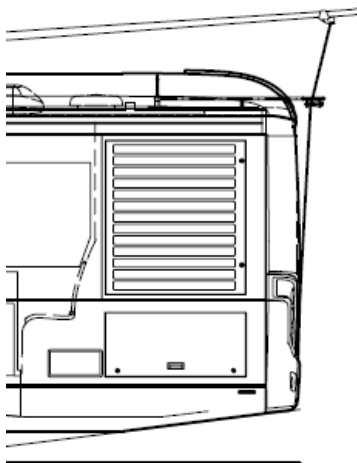
B 1.6.7.3 Raffreddamento

Conforme.

Il gruppo raffreddante è posizionato nel lato destro posteriore del veicolo ed accessibile tramite sportellatura.

I manicotti sono in gomma al silicone.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 93 di 166



B 1.6.7.4 Scarico

Conforme.

Il terminale del tubo di scarico, adeguatamente isolato, è posto sul tetto in posizione posteriore.

La fotografia rappresenta una possibile soluzione che può essere diversamente concordata in fase di definizione del primo veicolo.

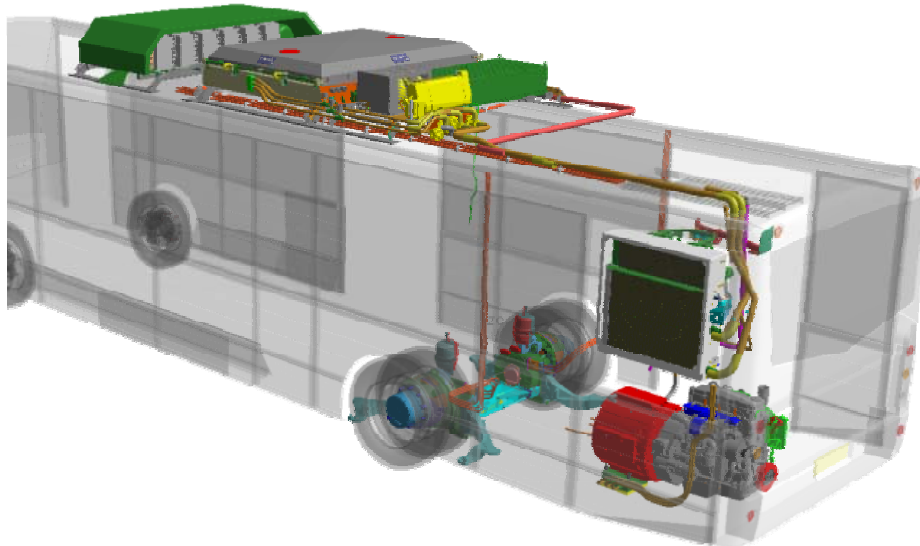


B 1.6.7.5 Comparto motore

Conforme.

Il gruppo motore generatore è installato in un comparto isolato termo/acusticamente nella sbalzo posteriore del veicolo.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 94 di 166

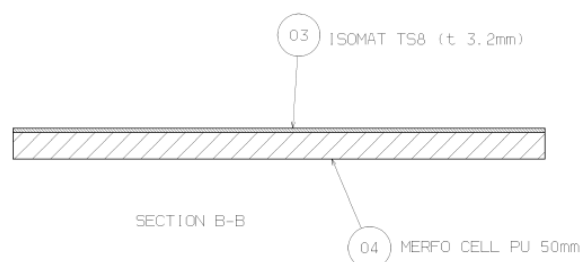
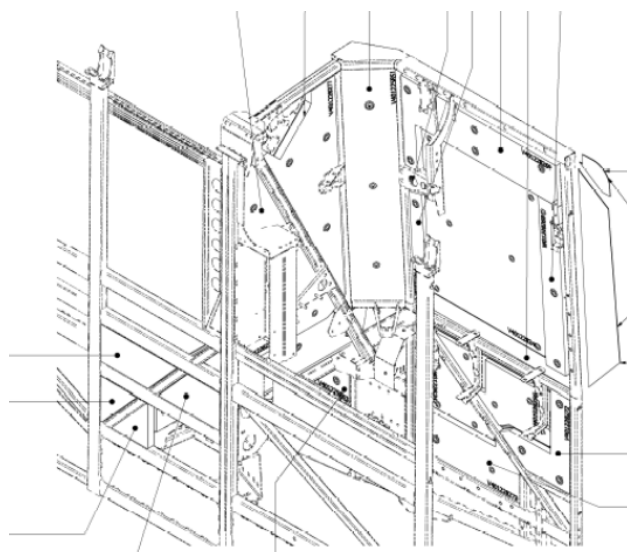


Sul display di bordo viene segnalato l'apertura dello portellone motore

Nella parte inferiore non sono previste carenature sotto il gruppo autonomo.

Isolamento del comparto motore

L'isolamento del comparto motore verso il comparto passeggeri viene eseguito con un strato di materiale con funzione di isolamento termico ed insonorizzazione dello spessore di 50 mm, più un ulteriore pannello per l'isolamento acustico di alta qualità dello spessore di 3,2 mm.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 95 di 166

B 1.6.7.6 Predisposizione preriscaldamento

Conforme.

Il veicolo é predisposto per il preriscaldatore.

B 1.6.7.7 Lubrificazione motore

B 1.6.7.7 1 Controlli e rabbocchi

Conforme.

L'accessibilità dei punti di rifornimento è garantita tramite sportelli.

La segnalazione del minimo livello olio in coppa, del liquido Adblue, liquido pulizia parabrezza é segnalato all'autista tramite indicazione sul cruscotto.

B 1.6.7.7 2 Lubrificanti

Conforme.

I lubrificanti sono normalmente reperibili sul mercato

B 1.6.7.7 3 Impianti di ingrassaggio automatico

Non sono previsti sistemi automatici di ingrassaggio. I punti di ingrassaggio sono dotati di ingrassatore.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 96 di 166

B 1.7 IMPIANTO ARIA COMPRESSA

B 1.7.1 Caratteristiche generali

Conforme.

L'impianto di produzione e accumulo dell'aria compressa é idoneo all'alimentazione delle sospensioni, del sistema frenante, del sistema di captazione delle aste e degli eventuali servizi ausiliari.

La funzionalità dell'impianto è garantita per valori di temperatura compresi tra -25°C e +80°C.

Tutti i componenti pneumatici sono dotati, in corrispondenza dei fori di scarico dell'aria, di silenziatori atti a ridurre la rumorosità nella fase di scarico dell'aria in pressione.

Le tubazioni in prossimità del compressore sono in acciaio, mentre nelle rimanenti parti sono in materiale poliammide.

Serbatoi

Vengono utilizzati serbatoi di aria compressa in acciaio, con scarico manuale della condensa, rispondenti alle direttive europee (CE) vigenti per l'omologazione di veicoli per trasporto pubblico, contraddistinti da apposita marcatura.

I serbatoi dell'aria alimentano in modo indipendente i dispositivi di frenatura e i dispositivi per servizi ausiliari.

Prese controllo pressione

L'impianto pneumatico è munito di valvole atte all'applicazione di manometri necessari alla verifica della pressione esistente nelle sezioni dei freni e dei serbatoi.

Le prese di controllo, sono raggruppate sotto il posto guida, accessibili con uno sportello

B 1.7.2 Caricamento dall'esterno

Conforme.

La ricarica dell'impianto dall'esterno é possibile tramite 2 prese d'aria tipo Press-block, rispondenti a norma Cuna NC 548-10, poste sulla fiancata sinistra esterna del veicolo, una in prossimità della testata anteriore e l'altra in prossimità del vano motore.

B 1.7.3 Compressore

Conforme.

L'aria compressa a bordo dei veicoli é fornita da un motocompressore elettrico rotativo azionato da un motore da 400V trifase avente le seguenti caratteristiche:

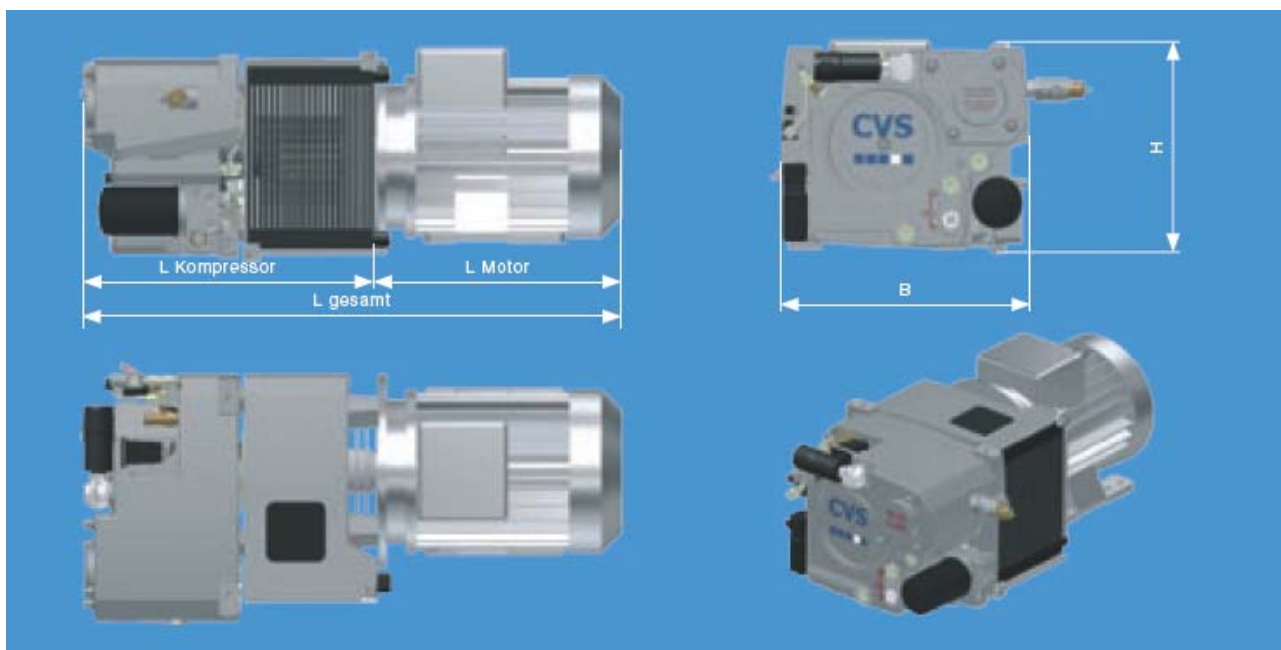
Compressore	CVS tipo RPO 600
Pressione max	10 bar
Portata	33 m3/h

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 97 di 166

Potenza del motore 5,5 kW

Tensione alimentazione 380 Vac

Il motocompressore funziona sia in marcia normale che in marcia autonoma.



Technische Daten		
	Einheit	RPO 600
Ansaugvolumenstrom ¹⁾	ltr/min	550
Leistungsbedarf an der Welle ¹⁾	kW	5,2
Motor-Nennleistung ¹⁾	kW	5,5 (7,5)
Max. Betriebsüberdruck ²⁾	bar	
Drehzahl ¹⁾	1/min	1455
Drehzahlbereich	1/min	0
Schalldruckpegel ³⁾	dB(A)	62
Ölinhalt	Ltr	2,6
Gewicht ohne Motor u. Ölfüllung	kg	48

Il tempo necessario per il completo riempimento dei serbatoi, partendo da impianto completamente vuoto e fino all'intervento della valvola di sicurezza di sovrappressione, é di circa 270 sec. Mentre il tempo di riempimento dei serbatoi alla pressione utile per il corretto

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 98 di 166

funzionamento del veicolo sempre con inizio dell'impianto aria completamente vuoto, è di circa 180 sec.

Il compressore aria utilizzato risulta essere sovradimensionato, infatti le prove realizzate confermano che il tempo di funzionamento del compressore é di circa **il 25 %** in un normale utilizzo in linea.

Nell'allegato B 1.7.3 é inserito il bilancio pneumatico relativo al profilo di missione esplicitato.

1.7.4 Separatore di condensa ed essiccatore

Conforme.

L'impianto pneumatico é dotato un separatore di olio e di condensa, montati a monte del dispositivo essiccatore e del regolatore di pressione.

Essiccatore

Sul veicolo è montato un essiccatore del tipo monocamera compatto

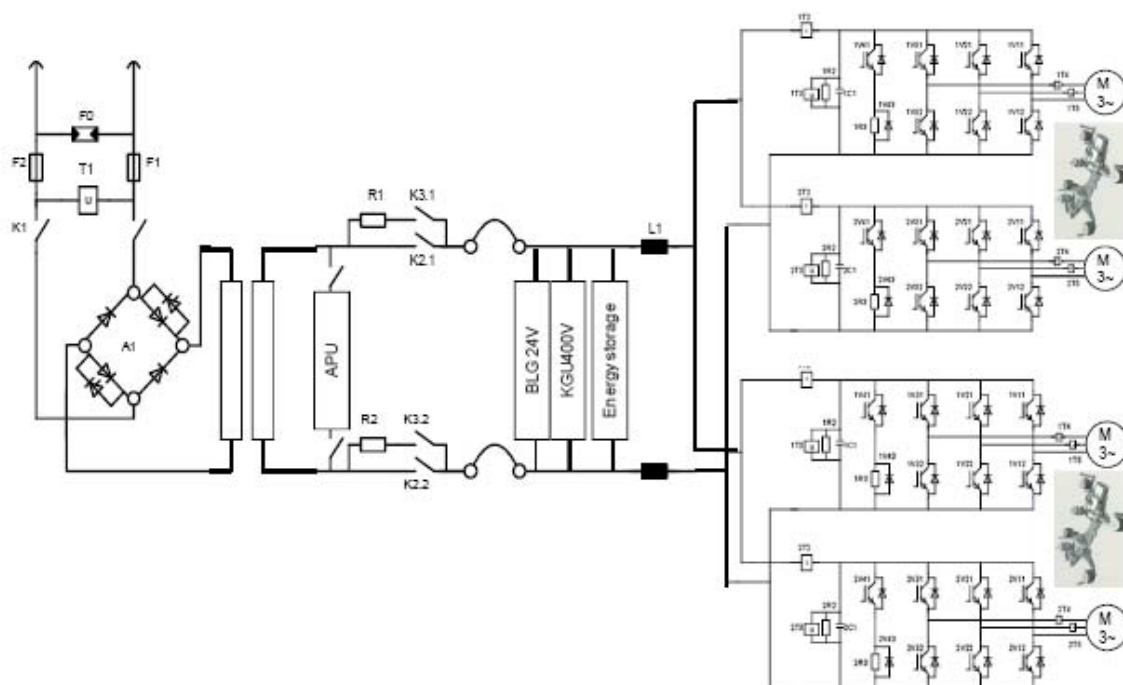
	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 99 di 166

B 1.8 IMPIANTO ELETTRICO DI TRAZIONE

B 1.8.1 Definizioni

Il filobus é idoneo all'alimentazione dalla linea aerea con tensione a 750 V dc

Lo schema a blocchi elettrico di trazione é in allegato B 1.8.1



B 1.8.1.1 Definizione di massa

Si prende atto

Per le definizioni delle masse e per le classificazione dei valori di tensione si fa riferimento alla norma CEI 9-4 richiamata nel Decreto Ministeriale n° 238 del 10 luglio 2003 –“ Disposizioni concernenti le procedure di omologazione dei filoveicoli per trasporto di persone”.

B 1.8.1.2 Definizione di massa intermedia

Conforme.

Il veicolo risponde alle norme Cei 9-4

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 100 di 166

B 1.8.1.3 Definizione di isolamento

Conforme.

Il veicolo risponde alle norme Cei 9-4

Le prove d'isolamento e tensione applicata, secondo la norma CEI 9-4, saranno eseguite nel rispetto del:

- Decreto Ministeriale 238 del 10/7/2003, relativo alla omologazione dei filobus;
- Circolare Ministeriale n° 19 del 21.11.2003, relativo alle prove per l'immissione in servizio.

Tutte le zone di appiglio o le zone in cui passeggero può assumere il potenziale di terra, risultano isolate elettricamente, comprese i gradini di accesso, le porte di servizio, la pedana per l'incarrozamento disabili e tutte le possibili zone di appiglio.

B 1.8.1.4 Classificazione della bande di tensione

Conforme.

Il veicolo risponde alle norme Cei 9-4.

B 1.8.2 Criteri per la protezione e la sicurezza elettrica

B 1.8.2.1 Protezioni contro i contatti diretti ed indiretti

Conforme

Il veicolo risponde alla Norma CEI 9-4 ed. IV.

Per i circuiti alimentati direttamente o derivati dalla tensione di linea, sono previste adeguate protezioni contro i sovraccarichi, cortocircuiti e sovratensioni di origine interna ed esterna.

Appositi filtri minimizzano l'effetto della armoniche e di disturbi a radiofrequenza.

I dispositivi di protezione sono indicati nello schema elettrico di trazione.

Interruttore di linea

L'interruttore di linea è posto a valle del sistema di captazione della corrente.

I componenti elettrici eventualmente posti a monte del IL saranno concordati con Amt Verona

Scaricatore di tensione

Lo scaricatore di sovratensione è alloggiato tra le due parti inferiori delle prese di corrente.

Gli isolatori fra la piastra di fissaggio ed il telaio di base costituiscono l'isolamento di esercizio (1° isolamento). L'isolamento aggiuntivo (2° isolamento) viene realizzato attraverso il telaio di base.

B 1.8.2.2 1 Inversione di polarità e interblocco AT.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 101 di 166

Ponte di diodi

Viene prevista una protezione contro la inversione di polarità in linea secondo le caratteristiche del bifilare di rete della città di Verona.

Fusibili

La protezione dei circuiti dei componenti ausiliari alimentati a tensione di linea é realizzata su entrambe le polarità.

Filtro di rete

E' previsto un filtro di linea, a monte del convertitore di trazione, al fine di ridurre le armoniche causate dalla commutazione dei semiconduttori e per proteggere i convertitori stessi dalle eventuali sovratensioni provenienti dalla linea di alimentazione.

Il sistema di filtraggio EMV, alloggiato nel contenitore delle apparecchiature sul tetto DGT è realizzato con l'impiego di 2 condensatori in serie: ciò costituisce il primo ed il secondo isolamento. Il punto centrale di connessione viene monitorato separatamente sul pannello centrale per i controlli periodici dell'isolamento.

B 1.8.2.3 Gradini, mancorrenti, rampe e pedane di accesso

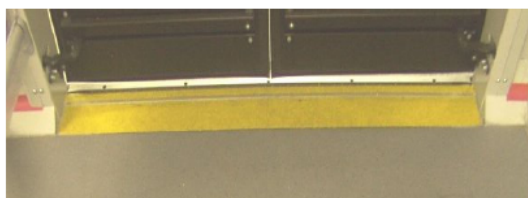
Conforme

Il veicolo risponde alla Norma CEI 9-4 ed. IV.

I mancorrenti in corrispondenza di tutte le porte, le rampe e le pedane di accesso ad uso delle persone disabili sono isolate e soddisfano i livelli di isolamento previsti dalla norma CEI 9-4

Particolare attenzione é posta nella realizzazione delle condizioni di isolamento delle soglie di accesso delle porte con soluzioni idonee al mantenimento nel tempo delle caratteristiche originarie senza decadimento per problemi di ristagno acqua o di sporcizia.

Tutte le soglie di accesso delle porte sono in materiale isolante e tutte le semiporte sono isolate elettricamente.



Floor upholstery with entry mark

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 102 di 166

B 1.8.2.3 Porte

Conforme.

Il veicolo risponde alla Norma CEI 9-4 ed. IV.

Tutte le porte sono isolate e soddisfano i livelli di isolamento previsti dalla norma CEI 9-4.

B 1.8.2.4 Percorso cavi

Conforme.

Il veicolo risponde alla Norma CEI 9-4 ed. IV.

I cavi dell'impianto alimentato a tensione di linea sono contenuti in apposite canalizzazioni ad essi dedicate ed essere facilmente sfilabili dalle stesse.

Le canalizzazioni sono distinte e separate da quelle contenenti cavi alimentati in banda I e II, come precisato al punto 2.1.05 della Norma CEI 9-4 ed. IV, anche nel caso di presenza di valori diversi di tensione appartenenti alla banda III.

Sono realizzate in materiale isolante con buone caratteristiche di reazione al fuoco, di dimensioni tali da assicurare elevata protezione sia elettrica che meccanica e buona resistenza ai reagenti chimici ed atmosferici.

B 1.8.2.5 Rivelatore di dispersione

Conforme.

Il veicolo risponde alla Norma CEI 9-4 ed. IV.

Il veicolo é dotato di un dispositivo per il controllo continuo del grado di isolamento dei componenti elettrici alimentati a tensione di linea. Esso é conforme alla Norma CEI 9-4 ed. IV.

Il dispositivo, di nuova concezione, è stato sviluppato da Vossloh Kiepe ed è dotato di 12 canali, ognuno dei quali è preposto al monitoraggio di un preciso punto a potenziale intermedio. Ogni canale, inoltre, mantiene l'informazione anche in caso di guasti momentanei; ciò consente di risalire ad un componente potenzialmente difettoso anche in caso di guasti non permanenti, facilitando grandemente la diagnosi e la successiva attività manutentiva.

L'intervento del rivelatore, oltre a segnalare con indicazione acustica e visiva posto di guida, interviene, in unione ad altre sicurezze previste, sull'interruttore di linea IL e sul comando di abbassamento automatico delle aste.

E' previsto il controllo dell'isolamento tra i componenti elettrici alimentati a tensione di linea verso le rispettive masse intermedie e tra queste e la struttura metallica del veicolo.

Le masse intermedie monitorate sono:

- OSA (Gruppo prese di corrente – trolley - sul tetto)
- Trasformatore di isolamento

Sono presenti alcuni canali liberi per eventuali successive esigenze.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 103 di 166

B 1.8.2.6 Dispositivo per la verifica delle masse intermedie

Conforme.

Il dispositivo è integrato nel rilevatore di dispersione di cui al punto precedente.

B 1.8.2.7 Condensatori

Conforme.

B 1.8.2.8 Collegamenti equipotenziali

Conforme.

B 1.8.2.9 Compatibilità elettromagnetica

Conforme

Gli apparati elettrici ed elettronici non provocano e non subiscono nessun disturbo di natura elettromagnetica sia a bordo che a terra, così come prescritto dalla vigente normativa; pertanto il livello massimo dei disturbi generati è tale da non alterare l'utilizzazione regolare di tutti i componenti previsti nell'impianto elettrico ed in particolare modo non interferisce con i dispositivi di controllo, sicurezza, di trasmissione fonica e/o dati in genere.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 104 di 166

B 1.8.3 Componenti elettrici alimentati alla tensione di banda III.

B 1.8.3.1 Generalità

Conforme.

I componenti soddisfano la norma CEI 9-4.

B 1.8.3.2 Sistemi di captazione della corrente

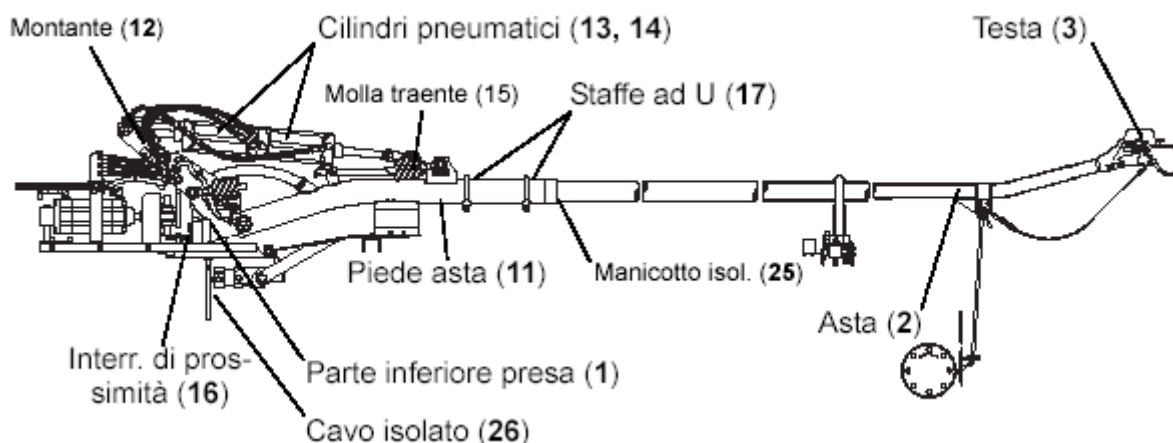
Conforme.

Per il collegamento del veicolo alla linea aerea di contatto é montato un sistema di captazione VOSSLOH KIEPE tipo OSA, rispondente la Norma CEI 9-49.

Il sistema è costituito da:

- basamento
- aste isolate complete di teste prese di corrente
- molle di contatto dimensionate per una pressione di contatto costante del pattino
- dispositivo di comando elettronico per le funzioni di abbassamento e sollevamento automatico delle aste, pilotabile dal posto di guida da parte del conducente
- valvole pneumatiche per l'abbassamento rapido, per l'accostamento e l'abbassamento di servizio e per il centraggio delle aste
- dispositivo di bloccaggio pneumatico, automatico delle aste sul tetto del veicolo per la marcia autonoma
- dispositivo di richiamo e centraggio delle aste
- dispositivo di visualizzazione della posizione delle aste.
- Dispositivo di limitazione delle escursioni.

L'organo di captazione é dotato di dispositivi per il doppio isolamento.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 105 di 166

Il dispositivo di captazione è adatto per altezze della linea aerea comprese tra 4,40 m e 6,50 m nel rispetto della Norma CEI 9-49 mentre il campo di brandeggio delle aste sull'asse longitudinale è di $\pm 55^\circ$. Anche la testa per presa di corrente è adatta ad un movimento sia orizzontale che verticale, presentando una rotazione del porta pattino sul piano orizzontale da 20° a $+15^\circ$ e sull'asse longitudinale di $\pm 55^\circ$.

E' previsto un dispositivo di trattenimento della testa porta pattino, che ne impedisce la caduta a terra in caso di sfilamento della stessa dall'asta, tramite fune.

Il profilo della testa e del porta pattino non consentono possibilità di aggancio alla linea aerea o sfilamento in casi di scarrucolamento delle aste.

Per le funzionalità del sistema si rimanda allo specifico punto B 1.8.8

Isolamento basamento

Nel sistema presa di corrente OSA le aste sono isolate dalla parte inferiore del dispositivo mediante una boccola isolata. La parte inferiore della presa di corrente ed il telaio formano un sistema unitario in termini meccanici ed elettrici.

Il secondo grado di isolamento viene realizzato con degli isolatori tra il telaio ed il tetto del veicolo. Gli interruttori di prossimità possiedono un isolamento di esercizio proprio e funzionano con livelli di tensione riferiti al potenziale di batteria. I dispositivi pneumatici sono collegati al comando ESA, alloggiato all'interno del contenitore delle apparecchiature sul tetto DGG/T, attraverso dei tubi in plastica. Il sistema di bloccaggio delle aste possiede un isolamento aggiuntivo rispetto allo chassis del veicolo ed è installato separatamente su supporti isolanti.

Testa presa di corrente

La testa presa di corrente è stata studiata e realizzata per evitare qualsiasi rischio di impigliamento alla linea aerea in caso di scarrucolamento. Gli striscianti sono in carbone del tipo già in uso presso la maggior parte delle aziende di trasporto italiane.

Controllo posizione teste presa di corrente

Sul veicolo è prevista una telecamera per il controllo continuo della posizione delle teste di presa corrente, le cui immagini possono essere visibili, in commutazione automatica, sul monitor utilizzato per il controllo della 2ª porta.

La telecamera è idonea alla visibilità anche durante le ore notturne.

Per le caratteristiche della telecamera si rimanda al punto B 1.3.7

Abbassamento di emergenza

Conforme

In caso di azionamento del pulsante di emergenza, o di intervento del rivelatore di dispersione, le aste rientrano automaticamente con aggancio meccanico.

Apparecchio limitatore abbassamento delle aste

Conforme

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 106 di 166

Sul tetto del veicolo è realizzata una struttura che impedisce l'abbassamento dell'aste al di sotto del limite di 2,70 m in accordo alla normativa CEI 9-49 e come già verificato da funzionari USTIF nei precedenti veicoli consegnati a Genova, Rimini, Bari, Lecce e Milano

Una descrizione del dispositivo di captazione del tipo OSA è riportata nell'allegato B 1.8.3.2



B 1.8.3.3 Cavi

Conforme.

I conduttori utilizzati sono del tipo non propagante l'incendio e a bassa emissione dei fumi e gas tossici, rispondono alle normative vigenti.

B 1.8.3.4 Gruppi ausiliari

Conforme.

Sul veicolo sono presenti due convertitori statici: uno per l'alimentazione della rete di bordo (BLG), l'altro (KGU) per l'alimentazione del circuito di bordo a tensione di 400 V.

Convertitore BLG

Il convertitore statico tipo BLG901 viene utilizzato per la carica delle batterie con un tensione continua di 24 V e per l'alimentazione dei servizi di bordo. Infatti il convertitore statico, possiede due uscite DC, separate galvanicamente dall'ingresso, per la carica delle batterie di bordo e per l'alimentazione dei servizi di bordo, come da schema di principio sotto riportato

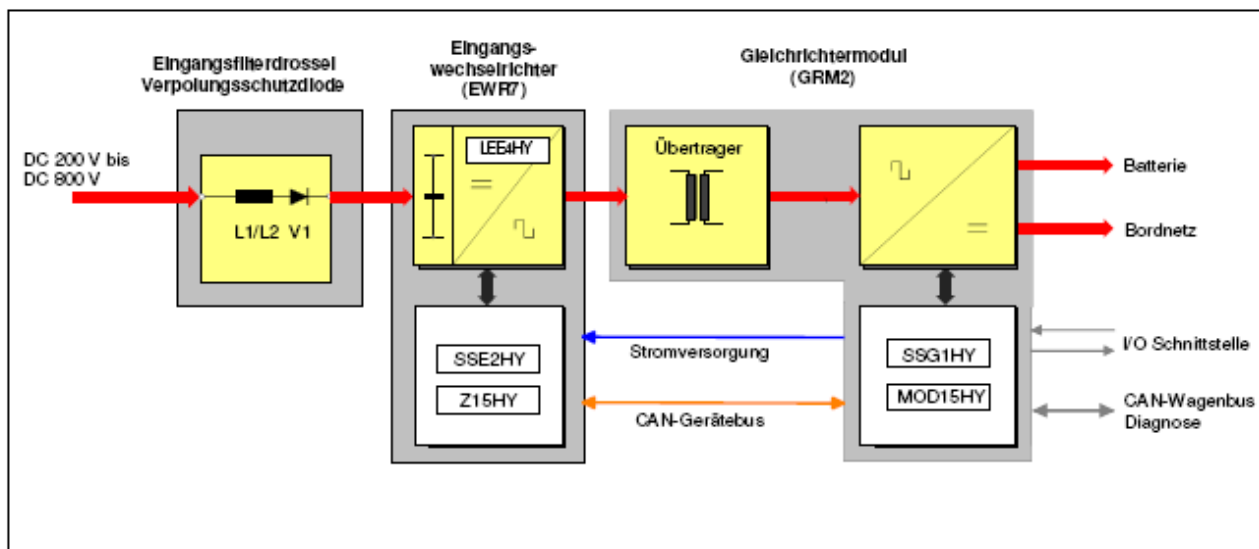


Abbildung 2: Prinzipschaltung des BLG901

La rete di alimentazione di bordo è così alimentata in corrente continua 24 V, con batterie in tampone. La carica delle batterie è effettuata tramite un'uscita separata, controllata in tensione e corrente, con una uscita massima di 50A.

La tensione di uscita massima è di 28,5V ed è regolabile. La corrente di uscita massima è di 200 A.

Il convertitore BLG 901 consiste in un contenitore con grado di protezione IP20. Tutti i componenti dell'elettronica di potenza come IGBT, bobine, condensatori e tutta l'elettronica di controllo si trovano all'interno del contenitore. I collegamenti si trovano sui due lati opposti mediante morsettiere. Il contenitore dispone di un coperchio facilmente apribile mediante 8 viti e permette un facile accesso all'interno. L'elettronica di potenza e i componenti magnetici sono montati su un radiatore e vengono raffreddati a liquido.

L'apparecchiatura viene collegata, mediante opportuni attacchi, al circuito di raffreddamento.

Il BLG901 viene controllato via Can Bus.

I dati tecnici del convertitore BLG sono:

Tensione di ingresso nominale:	DC 600V / 750 V +20%, -33%
Range di funzionamento:	200 VDC 950 VDC
Tensione massima di ingresso:	1000 VDC
Protezione contro l'inversione di polarità	
Corrente di uscita totale	200 A
Peso	23 kg

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 108 di 166

Uscita DC per le batterie

tensione	DC 27,5 ± 0,5V
corrente carica batterie	50 A
Potenza massima	1,2 kW

Uscita DC per impianto di bordo BT

tensione	DC 24 V nominale con campo da 16,8 a 30 V
corrente	200 A
potenza	4,8 kW



Convertitore KGU 901

Il convertitore ad IGBT tipo KGU 901 viene utilizzato per l'alimentazione dei componenti a 400V.

I dati tecnici del convertitore KGU sono:

Tensione di ingresso:	DC 200 - 780 Vdc
Tensione di uscita	trifase 400 Vac
Frequenza	50 Hz
Potenza in uscita	35 kVA
Raffreddamento	miscela acqua glicole

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 109 di 166

Dimensioni (lunghezza x larghezza x altezza)

ca. 554mm x 510mm x 272,5mm

Peso

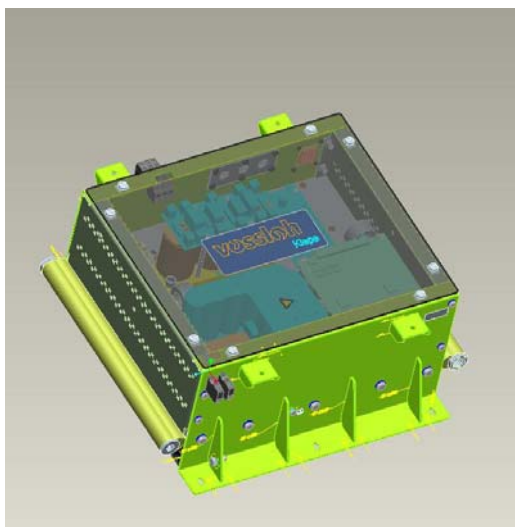
45 kg

Il convertitore KGU è posizionato nel container dei dispositivi di trazione (DGG) del veicolo.

Il KGU si contraddistingue per una struttura estremamente compatta che permette di installarlo senza problemi in vani di piccole dimensioni.

La base è costituita da un'unità refrigerante per il raffreddamento forzato.

Come elementi di commutazione si utilizzano gli "Insulated Gate Bipolar Transistors" (IGBT)



B 1.8.3.5 Impianti di riscaldamento

Conforme

B 1.8.4 Equipaggiamento elettrico di trazione

B 1.8.4.1 Generalità

Conforme

Tutte le apparecchiature elettriche a bordo del veicolo sono di progettazione e costruzione Vossloh Kiepe.

Ciò fa sì che ciascun componente sia perfettamente integrato in un sistema che ha le stesse filosofie unitarie progettuali realizzative.

Anche il sistema di diagnostica è progettato e realizzato da Vossloh Kiepe per una perfetta gestione di tutte le apparecchiature.

Non sono pertanto possibili zone grigie di interfaccia, fonti di malfunzionamenti e di mancate

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 110 di 166

ottimizzazioni.

Il sistema equipaggiamento elettrico alimentato dalla tensione di linea comprende:

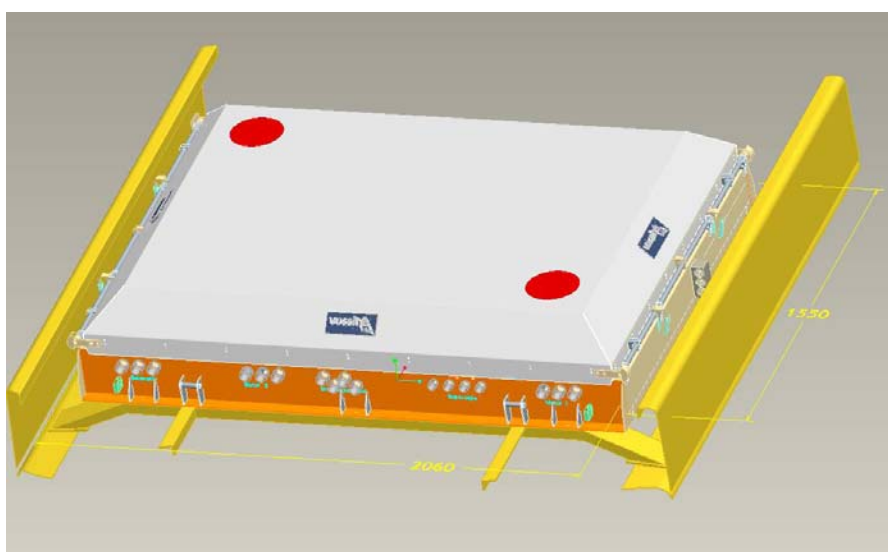
- Organi presa di corrente della serie OSA di Vossloh Kiepe
- Equipaggiamento di trazione composto dalle apparecchiature di controllo di marcia e frenatura, dall'apparecchiatura di trazione della serie DPU, di Vossloh Kiepe
- Motore di trazione tipo ZF
- Rivelatore di dispersione, di Vossloh Kiepe
- Convertitore per i servizi ausiliari e carica batterie, della serie BLG, di Vossloh Kiepe
- Convertitore per i servizi della tensione di 400V, della serie KGU, di Vossloh Kiepe
- Convertitore per la regolazione dei motori alle ruote DPU 151, di Vossloh Kiepe
- Gruppo di recupero ed accumulo di energia con moduli Supercap, di Vossloh Kiepe

Cassone apparecchiature DGG 151

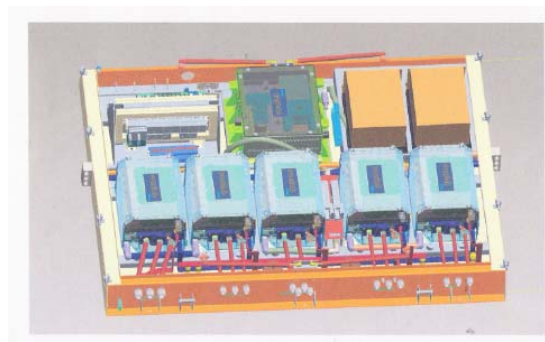
Tutte le apparecchiature di controllo e potenza trovano posto sul tetto del veicolo, su un apposito cassone DGG integrato, cablato e pronto per il collegamento.

I segnali di comando dei dispositivi di potenza alimentati alla tensione di linea sono realizzati mediante fibre ottiche. I canali di ventilazione dispongono di un filtro metallico che consente una energica funzione di filtraggio e può essere pulito, senza necessità di sostituzione completa, con acqua ed aria compressa. La trasmissione dei dati di comando e controllo fra i vari sistemi e sottosistemi elettrici installati a bordo del veicolo avviene mediante l'utilizzo di un bus di segnali tipo CAN-BUS

L'ispezionabilità delle apparecchiature è facilitata dalla speciale apertura del contenitore che consente una facile accessibilità da entrambi i lati del veicolo.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 111 di 166



Il cassone ha un grado di isolamento IP 54 costruito in alluminio con dimensioni ca. 1.150 mm x 2.060 x 396 mm

B 1.8.4.2 Motore di trazione

Conforme.

Il filobus é mosso da quattro ruote motorizzate. Ogni ruota motorizzata ha un motore elettrico montato all'interno del cerchione ruota del secondo e terzo asse del veicolo.

I quattro motori sono asincroni trifase di tipo ZF AVE 130, privi di elementi usurabili quali spazzole e collettori a lamelle, e non richiedono manutenzione.

Ogni ruota motorizzata é comandata indipendentemente da un inverter.

Tale soluzione garantisce, come già evidenziato, una ottimale aderenza al suolo ed assicura in caso di mal funzionamento di un motore o di un inverte, una condizione di marcia degradata del tutto accettabile ed in grado di assicurare la prosecuzione della corsa o in casi particola il rientro del veicolo in deposito

Dati tecnici di ciascun asse motore:

tensione nominale concatenata	350 - 420V, ca
potenza nominale continuativa	120 kW
potenza massima	240 kW
frequenza nominale	50 Hz
corrente nominale	135 A
corrente massima	350 A
numero max. di giri alle ruote	485 min-1
numero di giri nominale	4467 min-1
peso	720 kg

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 112 di 166

grado di protezione	IP6K9K
raffreddamento	miscela acqua glicole 50/50
rapporto	22,63

B 1.8.4.3 Azionamento per la trazione e la frenatura

Conforme

Le apparecchiature di azionamento e potenza trovano posto sul tetto del veicolo, all'interno di un cassone DGG, come indicato al precedente punto B 1.8.4.1.

Inverter di azionamento DPU 151

Sul veicolo sono montati quattro inverter di trazione con sistema di azionamento elettronico che alimentano ciascuno i motori di trazione in corrente alternata applicati alle ruote.

I convertitori, montati nel cassone DGG, sono rappresentati da moderni convertitori a impulso IBGT (DPU) raffreddati a liquido. La caratteristica della forza di trazione e della velocità viene percepita tramite regolazione della tensione (modulazione dell'ampiezza dell'impulso) e impostazione della frequenza statorica.

Durante la trazione del veicolo il DPU funziona come convertitore a impulso trifase; durante la fase di frenatura funziona invece come raddrizzatore che trasferisce l'energia di recupero del motore di trazione sui supercapacitori per il successivo recupero.

L'ulteriore energia, assorbita solo parzialmente dalla rete o dalle utenze proprie del veicolo, viene trasformata in calore nella resistenza di frenatura.

L'equipaggiamento di trazione garantisce le prestazioni richieste in ogni condizione d'esercizio.

Caratteristiche di base

Tecnica	IGBT
Tipo	DPU151
Potenza di uscita	140 kW continuativi/ 220 kW di picco
Raffreddamento	a liquido

Unità elettronica di comando e controllo

Per il controllo della marcia è prevista una gestione a microprocessore con le seguenti funzioni e caratteristiche:

- regolazione motore, regolazione chopper di frenatura con limitazione corrente,
- memoria errori con possibilità di diagnosi
- protezione da slittamento/pattinamento con sicurezza antiarretramento,

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 113 di 166

- limitazione jerk,

Altre caratteristiche:

- nella marcia in avanti e indietro, la velocità si può impostare gradualmente,
- l'accelerazione si può impostare tra 0,9m/s² e 1,4m/s²
- una limitazione di velocità per la marcia in avanti e indietro è liberamente parametrizzabile.

Al superamento del limite di velocità si applica una coppia di frenatura anch'essa impostabile

- La comunicazione degli altri dispositivi avviene tramite sistema CAN-Bus.
- La connessione tra controllo trazione e componenti elettronici della trazione si realizza tramite una fibra ottica.

B 1.8.4.4 Resistenze di riscaldamento e di frenatura

Conforme.

B 1.8.5 Componenti elettrici alimentati alla tensione di banda II

B 1.8.5.1 Generalità

Conforme

I componenti soddisfano la norma CEI 9-4.

B 1.8.5.2 Cavi

Conforme

I conduttori utilizzati sono rispondenti alla normativa vigente.

B 1.8.5.3 Separazione dai circuiti alimentati da tensione diversa della banda II

Conforme.

Il veicolo risponde alla Norma CEI 9-4 ed. IV.

I cavi dei circuiti alimentato a tensione di banda II sono contenuti in apposite canalizzazioni ad essi dedicate ed essere facilmente sfilabili dalle stesse.

Le canalizzazioni sono distinte e separate da quelle contenenti cavi alimentati in banda I e III, come precisato al punto 2.1.05 della Norma CEI 9-4 ed. IV.

Sono realizzate in materiale isolante con buone caratteristiche di reazione al fuoco, di dimensioni tali da assicurare elevata protezione sia elettrica che meccanica e buona resistenza ai reagenti chimici ed atmosferici.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 114 di 166

B 1.8.6 Componenti elettrici alimentati alla tensione di banda I

B 1.8.6.1 Generalità

Conforme

I componenti soddisfano la norma CEI 9-4.

Dispositivi di protezione

I dispositivi di protezione sono di tipo magnetotermico, automatico a riarmo manuale, adatti per l'impiego in corrente continua, con terminali a vite, di facile manutenibilità.

Gli interruttori automatici del comparto passeggeri sono parzialmente centralizzati, accessibili dall'interno del veicolo.

Gli interruttori montati al di fuori del comparto passeggeri, sono protetti dagli agenti esterni; identificati mediante targhetta esplicativa

B 1.8.6.2 Cavi

Conforme

I conduttori utilizzati sono rispondenti alla normativa vigente.

Per la parte "autobus" i cavi utilizzati sono conformi alla Normativa Automotive ISO 7622.

B 1.8.6.3 Separazione dai circuiti alimentati da tensione diversa della banda I

Conforme.

Il veicolo risponde alla Norma CEI 9-4 ed. IV.

I cavi dei circuiti alimentato a tensione di banda I sono contenuti in apposite canalizzazioni ad essi dedicate ed essere facilmente sfilabili dalle stesse.

Le canalizzazioni sono distinte e separate da quelle contenenti cavi alimentati in banda II e III, come precisato al punto 2.1.05 della Norma CEI 9-4 ed. IV.

B 1.8.7 Precauzioni costruttive da prevedere al fine della sicurezza dell'apparato elettrico

Conforme.

I veicoli rispettano le indicazioni riportate nell'appendice della norma CEI 9-4.

B 1.8.8 Dispositivo di captazione dalla rete bifilare

Conforme.

Il sistema permette:

abbassamento rapido pneumatico

In caso di scarrucolamento di una o di entrambe le aste, queste vengono abbassate rapidamente al di sotto della zona di pericolo della linea aerea di alimentazione e bloccate.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 115 di 166

Il dispositivo di abbassamento rapido automatico e ulteriori accorgimenti costruttivi impediscono un aggancio alla linea aerea di contatto nel caso di uno scarrucolamento.

centratura

Il dispositivo di centratura, subito dopo lo scarrucolamento, riporta il trolley entro la sagoma del filobus per evitare impigliamenti o urti indesiderati.

abbassamento automatico

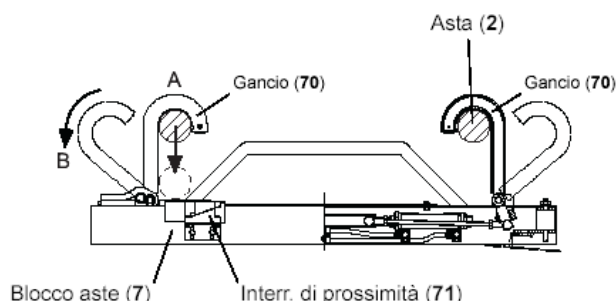
E' previsto un comando di abbassamento delle aste da posto di guida, nonché lo sblocco delle aste nel caso in cui dovessero posizionarsi, dopo uno scarrucolamento, al di sopra del bifilare di rete.

innalzamento automatico

Innalzamento automatico comandabile dal posto guida

E' previsto altresì l'innalzamento manuale a mezzo funi o con fioretto.

Il dispositivo di innalzamento automatico é escludibile.



Dispositivo di blocco
delle aste

In corrispondenza del posto guida é installato un sistema ottico dedicato, che segnala istantaneamente al conducente l'avvenuto scarrucolamento.

Nel sistema presa di corrente OSA le aste sono isolate dalla parte inferiore del dispositivo mediante una boccola isolata. La parte inferiore della presa di corrente ed il telaio formano un sistema unitario in termini meccanici ed elettrici.

Il secondo grado di isolamento viene realizzato con degli isolatori tra il telaio ed il tetto del veicolo. Gli interruttori di prossimità possiedono un isolamento di esercizio proprio e funzionano con livelli di tensione riferiti al potenziale di batteria. I dispositivi pneumatici sono collegati al comando ESA, alloggiato all'interno del contenitore delle apparecchiature sul tetto DGG/T, attraverso dei tubi in plastica. Il sistema di bloccaggio delle aste possiede un isolamento aggiuntivo rispetto allo chassis del veicolo ed è installato separatamente su supporti isolanti.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 116 di 166

Tempo innalzamento/abbassamento delle aste

Il tempo totale di discesa e risalita delle aste è regolabile (tramite la quantità di aria iniettata nei cilindri) in un intervallo che va da 6 secondi a 11 secondi in funzione dell'altezza media della linea aerea e dalla velocità che si vuole dare alle aste.

Il tempo ipotizzato (che è comprensivo dei tempi di aggancio sgancio nel blocco delle aste) è il tempo minimo realisticamente realizzabile sul veicolo, senza creare danni (al veicolo ed alla linea aerea/ai tegoli) dovuti ad una discesa/risalita delle aste troppo violenta.

A fronte di specifiche esigenze da parte del Cliente, si può procedere ad una taratura dei tempi di innalzamento ed abbassamento durante le prove del primo veicolo.

Il passaggio dalla linea aerea al modo autonomo, e viceversa, risulta essere un modo di funzionamento normale già testato nella sua piena funzionalità e frequenza in altre applicazioni su veicoli circolanti presso Aziende di trasporto italiane.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 117 di 166

B 1.9 IMPIANTO ELETTRICO NON DI TRAZIONE

Tensione di alimentazione

L'impianto elettrico dei servizi di bordo del veicolo è alimentato da una sorgente energetica, continua unidirezionale, avente valore di tensione nominale $V_n = 24V_{cc}$.

Caratteristiche dei componenti

Il campo di funzionamento regolare degli apparecchi utilizzatori, ha una tensione compresa tra $0,7 V_n \div 1,3 V_n$; con temperatura ambiente di riferimento $-20 \div +70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Dispositivi antiscintillio

Sulle bobine delle elettrovalvole, degli elettromagneti e dei relè sono applicati opportuni dispositivi antiscintillio.

Schemi di impianto BT

In allegato B 1.9 viene fornito un esempio di schema dell'impianto elettrico utilizzato per altri veicoli.

Identificazione dei circuiti

Il codice di individuazione dei componenti rispecchia il processo di industrializzazione della Apts VDL applicato per il mercato europeo ed extra-europeo dei veicoli di trasporto, mediante l'individuazione della numerazione rispondente a quanto indicato negli schemi elettrici.

Canalizzazioni

Tutti i cavi sono contenuti in apposite canalizzazioni, di cui le parti principali sono poste su entrambi i lati del veicolo, integrate nelle canalizzazioni di ventilazione.

Dette canalizzazioni sono distinte e separate da quelle contenenti cavi alimentati a tensioni appartenenti alle bande II e III presenti sul veicolo.

Tutti i cavi che attraversano la ralla sono adeguatamente protetti

Conduttori

Di tipo unipolare flessibile, con caratteristiche secondo la normativa.

Cassette di derivazione

Le cassette di derivazione, hanno grado di protezione agli agenti esterni e sono realizzate in materiale isolante.

Collegamento del negativo a telaio

I punti di collegamento dei cavi a polarità negativa a telaio sono centralizzati a zone, ben individuabili, accessibili e protetti da agenti esterni.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 118 di 166

Presa di corrente ausiliaria

E' prevista n° 1 presa ausiliaria per l'uso di apparecchi mobili portatili, nell'armadio elettrico anteriore.

Dispositivi di protezione

I dispositivi di protezione sono di tipo magnetotermico, automatico a riarmo manuale, adatti per l'impiego in corrente continua, con terminali a vite, di facile manutenibilità.

Gli interruttori automatici del comparto passeggeri sono parzialmente centralizzati , accessibili dall'interno del veicolo.

Morsettiere

Per assicurare razionalità e sezionabilità dell'impianto elettrico, sono previste idonee morsettiere, realizzati con materiale ad alta resistenza elettrica.

B 1.9.1 Sistema "CAN-BUS"

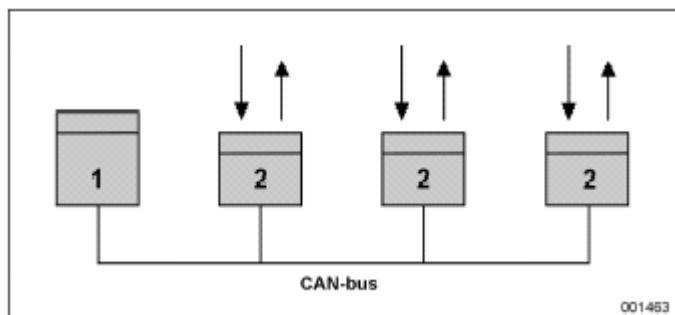
Conforme.

Il veicolo prevede l'esistenza di sistemi "can-bus" separati per il segnali automobilistici e per i segnali relativi alla guida vincolata.

Per questi ultimi vedere la descrizione al punto B 1.18

Il sistema di bordo elettrico da 24 V è costituito da un computer centralizzato, una serie di punti di collegamento e un'alimentazione elettrica, che consentono il funzionamento ed il controllo di un grosso numero di componenti presenti nel veicolo, ad es. funzionamento dell'illuminazione interna ed esterna, il riscaldamento degli specchietti, la segnalazione e l'informativa al conducente sullo stato del motore a combustione, ecc. Il computer centralizzato, i punti di collegamento ed i punti di misura sono collegati l'uno all'altro attraverso CAN bus.

L'impianto di comando e controllo è realizzato con tecnologia **Canbus** di marca Continental (ex Siemens – VDO) tipo KiBES (Kienzle Bord Elektronik System) configurato secondo la tecnologia MASTER – SLAVE nella sua ultima versione a 32 bits.



1. Master
2. Slave

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 119 di 166

L'impianto Canbus utilizzato permette l'ulteriore implementazione del sistema. SW per funzionalità aggiuntive.

B 1.9.2 Pannello centralizzato componenti elettrici

I componenti elettrici sono centralizzati in posizioni diverse del veicolo: anteriore, centrale e posteriore.

La distribuzione sul veicolo é dovuta anche alla presenza di moduli di azionamento della sterzata del primo asse e dei relativi nodi CA-BUS; inoltre il sistema di controllo e regolazione della guida automatica é ridondante con due linee nei due lati del veicolo.

Per le apparecchiature di AMT Verona é previsto un vano libero, accessibile tramite sportello

B 1.9.3 Batterie di accumulatori

Conforme.

Sono applicate due batterie di accumulatori al piombo per avviamento del tipo "senza manutenzione", da 230 Ah per ciascuna batteria.

Le batterie sono collocate su un telaio ruotante, all'interno di un vano

Le batterie sono alimentate dal convertitore statico BNU.

B 1.9.4 Deviatore - sezionatore

La presenza ed il posizionamento del deviatore sarà definito con AMT.

Per l'avviamento d'emergenza del motore vi é una presa esterna nelle batterie posteriori.

B 1.9.5 Comando centrale di emergenza (CCE)

Conforme

Sul veicolo é presente un interruttore a fungo a comando manuale, di colore rosso, con le seguenti funzioni e rispondente al **Decreto Ministeriale 238** relativo all'omologazione dei filobus

- interruzione rapida del comando trazione mediante apertura dell'interruttore di linea su entrambe le polarità;
- arresto del motogeneratore (in marcia autonoma);
- abbassamento delle aste di presa corrente;
- interruzione dell'alimentazione elettrica dell'impianto di bassa tensione, ad eccezione dei comandi delle porte e delle apparecchiature di ricetrasmisione;
- accensione della segnalazione di pericolo di veicolo fermo;
- accensione delle luci interne di emergenza.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 120 di 166

B 1.9.6 Teleruttore generale di corrente (TGC)

Conforme.

E' previsto un dispositivo di interruzione telecomandato, posto immediatamente a valle del polo positivo delle batterie dei servizi, azionabile da posto guida tramite chiave servizi; la sua funzione è quella di interrompere, anche sotto carico, i circuiti dei servizi alimentati alla tensione nominale di 24 Vcc e di ricarica.

L'inserimento del Comando Centrale d'Emergenza deve provocare l'immediata apertura del TGC.

Non sono compresi, tra i circuiti protetti dal teleruttore, quelli di comando delle luci di posizione, del segnalatore di veicolo fermo, del radiotelefono e logica AVM, del comando del motore compressore, del comando scambi, delle obliterate; questi circuiti verranno realizzati e protetti in modo indipendente.

Esso sarà comandato a mezzo di due interruttori a pulsante, ubicati sul cruscotto e chiaramente individuati; il pulsante di disinserimento sarà di colore rosso, quello d'inserzione sarà di colore verde.

Sul veicolo è presente un dispositivo automatico di apertura del TGC dopo un tempo regolabile, da concordarsi in fase di definizione del primo veicolo.

B 1.9.7 Illuminazione interna.

Conforme.

Illuminazione vani passeggeri

Il valore di illuminamento ad un'altezza di 1,30 m dal piano di calpestio è > 100 lux. La particolare realizzazione della cabina di guida, separata dal vano passeggeri, garantisce comunque la mancanza di fastidiosi riflessi sul parabrezza.

L'illuminazione del vano passeggeri è realizzata tramite n. 2 linee di tubi fluorescenti, su entrambi i lati del veicolo; è possibile disattivare la sola lampada vicino all'autista.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 121 di 166



Illuminazione vani porta

I vani porta sono illuminati automaticamente, solo all'apertura della porta, tramite n.2 lampade a led, poste sopra le porte.



Illuminazione posto guida

E' prevista l'illuminazione del vano conducente con idonea lampada alogena, con comando di accensione sul cruscotto.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 122 di 166



B 1.9.8 Luci fendinebbia e retronebbia.

Conforme.

Il veicolo é dotato di luci esterne fendinebbia e retronebbia.

L'illuminazione esterna anteriore é integrata nella linea estetica del veicolo.



B 1.9.9 Pulsantiera conducente comando porte.

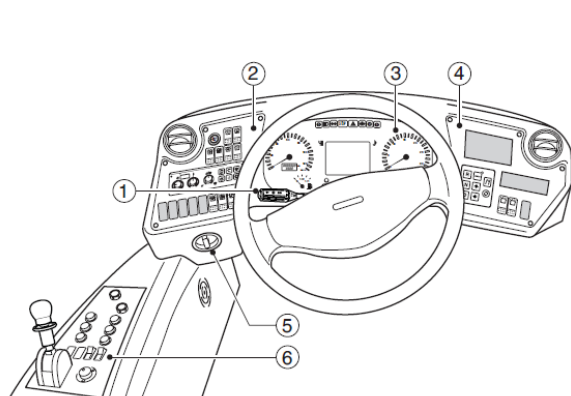
Conforme.

Il veicolo è dotato di pulsanti di comando apertura/chiusura per ciascuna porta.

L'apertura di ogni singola porta è segnalata da un indicatore luminoso.

I pulsanti di apertura si trovano nella consolle sulla sinistra del posto guida; una diversa disposizione sarà concordata in fase di definizione del primo veicolo.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 123 di 166



B 1.9.10 Blocchi di sicurezza

B 1.9.10.1 Circuito avviamento motore endotermico

Conforme

L'avviamento del motore endotermico é possibile tramite n° 2 comandi tra loro escludibili, ubicati uno al posto guida e l'altro nel vano motogeneratore e precisamente:

- Avviamento da posto guida condizionato da:
 - 1) interruttore per servizi inserito (cruscotto);
 - 2) selettore marce in posizione di "neutro" (o folle);
 - 3) portello vano motore chiuso;
 - 4) esclusione avviamento da posto guida disinserito (vano motogeneratore).
- Avviamento da vano motore condizionato da:
 - 1) esclusione avviamento da posto guida inserito (vano motogeneratore);
 - 2) freno di stazionamento inserito;
 - 3) selettore marce in posizione di "neutro" (o folle);
 - 4) portello vano motore aperto.

Circuito inserimento marcia

Per quanto riguarda l'inserimento della marcia, nel posto guida è installato un commutatore di asservimento a tastiera, a tre posizioni (D-N-R), per comando di inserzione-disinserzione marcia, avente le seguenti funzioni:

- marcia avanti (D)
- folle (N), con interblocco meccanico
- marcia indietro (R)

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 124 di 166

L'inserimento delle marce è possibile solamente con veicolo fermo, pedale dell'acceleratore rilasciato e pedale freni premuto a fondo.

B 1.9.10.2 Circuito arresto motore

Conforme.

B 1.9.10.3 Circuito blocco movimento veicolo con porte aperte

Conforme

Il veicolo è provvisto di dispositivo di frenatura a porte aperte ("blocco porte") asservito a segnale tachimetrico, in conformità alla Direttiva 2001/85/CE, con l'esclusione inoltre dell'alimentazione elettrica di trazione.

Tale blocco è provvisto di comando piombato per la disattivazione del sistema, posto nel posto guida.

La frenatura per porte aperte interviene per velocità ≤ 3 km/h; per velocità superiori a tale valore non è possibile l'apertura delle porte.

A porte chiuse, il veicolo può muoversi solo premendo il pedale dell'acceleratore.

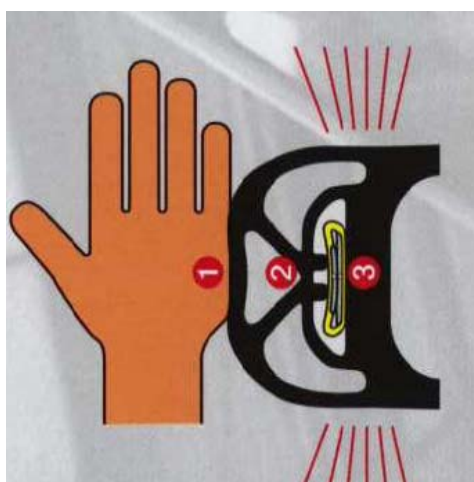
B 1.9.10.4 Sistema rilevamento ostacoli alla chiusura delle porte

Conforme

Sul veicolo è previsto un **sistema di controllo degli ostacoli** durante il movimento di chiusura delle porte

Il sistema è del tipo bordo sensibile che arresta la movimentazione delle ante e inverte la loro corsa fino alla riapertura completa.

Per le porte di qualsiasi tipo viene utilizzato il bordo sensibile del tipo elettrico, la soluzione adottata è la seguente:



Funzionamento:

Quando viene applicata una pressione sul profilato di gomma esterno della porta (n.1 della figura), in fase di chiusura, viene premuto il bordo sensibile (n.2 della figura) che attiva il sensore (n.3 della figura) che a sua volta trasmette un segnale di riapertura porte

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 125 di 166

Eventuali possibili diverse soluzioni potranno essere implementate secondo la tipologia di funzionamento delle porte.

In caso di guasto al sistema vi è una segnalazione all'autista ma la porta continua a funzionare regolarmente.

B 1.9.10.5 Circuito di emergenza comando porte

Conforme

Per l'apertura di emergenza di ciascuna porta sono strettamente osservate le Direttive Europee norme vigenti in materia. Le maniglie di comando sono sistemate nelle adiacenze di ciascun cassonetto ed in loro corrispondenza sono apposte le istruzioni per la manovra di emergenza.

Il comando di emergenza interno è posto direttamente sopra alla porta interessata; mentre quello esterno è posto in vicinanza della stessa.

La segnalazione dell'apertura di emergenza di una porta viene segnalata al conducente tramite il lampeggio della lampada spia integrata nel pulsante di apertura /chiusura della porta stessa e tramite la visualizzazione sul display grafico del cruscotto del veicolo con indicazione visiva della porta aperta.

Il riarmo del comando di emergenza esterno, se azionato per manomissione, può essere riarmato direttamente dal posto guida senza che l'autista debba abbandonare il suo posto di lavoro.

B 1.9.11 Diagnostica di bordo.

Conforme.

Sistema diagnostico su impianto di bassa tensione per segnali automobilistici

Il veicolo è equipaggiato di un sistema di diagnostica onboard, integrato nell'impianto Can Bus.

Le funzioni gestite da tale impianto sono tutte quelle relative al funzionamento del veicolo, in particolare:

- impianto porte
- climatizzazione
- riscaldamento
- illuminazione esterna
- impianto pneumatico
- eventuale rampa disabili servoassistita
- impianto frenante
- impianto ABS
- impianto ASR
- impianto idroguida
- gruppo per marcia autonoma

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 126 di 166

- motore di trazione
- logica funzionamento della trazione
- etc

Sistema diagnostico su impianto di bassa tensione per segnali di guida automatica

Un completo sistema di diagnostica con opportune segnalazioni e registrazioni é previsto anche per i sistemi relativi alla guida automatica.

Sistema diagnostico su impianto di alta tensione

E' previsto un sistema di diagnostica in ambiente Windows che consente l'analisi, con l'aiuto di un Personal Computer IBM compatibile, di circa 200 parametri e segnali provenienti dai diversi sistemi installati a bordo del veicolo. I dati vengono immagazzinati a bordo del veicolo e possono essere scaricati per mezzo di un Personal Computer, attraverso una porta seriale RS-232. Allo stesso modo è possibile, sempre tramite il software fornito, procedere alla regolazione dei parametri del sistema elettrico, da parte del personale autorizzato.

Nel sistema di diagnostica sono, dunque, comprese le seguenti funzioni:

- Visualizzazione delle variabili numeriche e logiche
- Dati di esercizio, consumo di energia, tempi di funzionamento, contatore delle percorrenze ecc.
- Analisi oscilloscopica: funzioni di trigger, base tempi, diagrammi
- Dati generali e parametri: possibilità di regolazione e settaggi dei parametri previo inserimento di codici opportuni di sicurezza (password).
- Funzioni di test automatici e manuali.

Sono inclusi un software di diagnostica su CD-ROM e due licenze d'uso.

B 1.9.12 Interfacciamento con i sistemi di bordo.

Conforme.

Il veicolo é dotato di un sistema di registrazione dati parametri diagnostici di marca TEQ tipo BUS SAPIENS® & MONITORING®, peraltro già in uso presso AMT, le cui funzioni, in via esemplificativa ma non esaustiva, sono di seguito elencate:

- percezione della tensione di linea
- il controllo del contattore di linea e del contattore di carico
- regolazione della forza di trazione durante il funzionamento
- regolazione della forza frenante a recupero o reostatica
- limitazione della corrente di linea
- protezione della sovracorrente e nella sovratensione (software e hardware)

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 127 di 166

- protezione dello scorrimento e slittamento
- protezione della velocità eccessiva
- funzionamento e supervisione del sistema ausiliario
- funzionamento e supervisione dell'impianto di riscaldamento
- monitoraggio dell'impianto di isolamento del veicolo
- misurazione dell'energia raccoglitrice e recuperata
- misurazione della distanza coperta
- azionamento del tachimetro
-

Tutti i dati sono visionabili sul software TEQ, disponibile in formato “.csv”

Oltre alla raccolta dati sistematica, a frequenza, il dispositivo prevede di generare “eventi” al verificarsi di condizioni. Queste condizioni possono essere legate sia ai parametri letti dalle interfacce che raccolgono i dati diagnostici del veicolo che dai segnali collegati fisicamente agli ingressi della Black Box. Tutti gli eventi possono essere configurati da remoto tramite il software in dotazione (configurazione delle funzioni di base oppure avanzate)

Il sistema di bordo è equipaggiato di un dispositivo GSM/GPRS “tri-band” interno, che ha funzionalità di modem, per lo scambio dati

Per una descrizione dettagliata del sistema di diagnostica, si veda l'allegato B 1.9.12

B 1.9.13 Spegnimento automatico motore.

Conforme.

B 1.9.14 Antifurto.

Conforme.

La soluzione definitiva sarà concordata in fase di realizzazione del veicolo.

B 1.10 SISTEMI AUSILIARI PER L'ESERCIZIO

B 1.10.1 Indicazioni generali.

Conforme.

Il dispositivo previsto è della TEQ tipo BUS SAPIENS® & MONITORING®, come sopra indicato comprensivo di antenne, collegamenti alimentazione, collegamenti dati con il sistema ticketing e indicatori di percorso, interfacciamento dati con Can-Bus e terminale conducente

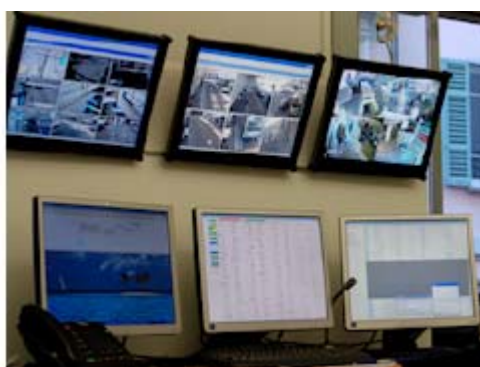
Il sistema permette:

Informazione all'utenza.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 128 di 166



Gestione e monitoraggio dello stato di esercizio.



Informazione agli autisti sulla regolarità dell'esercizio.



Gestione delle comunicazioni e della sicurezza

Integrazione dei sottosistemi di bordo.

Archiviazione e statistica.

Diagnostica del veicolo

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 129 di 166

B 1.10.2 Composizione impianto.

Conforme.

Dispositivo Monitoring.

Il dispositivo è della TEQ MONITORING come sopra indicato comprensivo di antenne, collegamenti alimentazione, collegamenti dati con il sistema ticketing e indicatori di percorso, interfacciamento dati con Can-Bus e terminale conducente

Indicatori di prossima fermata.

Come indicato al punto B 1.2.5 sono previsti indicatori a Led .

Sistema conta passeggeri

E previsto un impianto conta passeggeri con sensori su ciascuna porta.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 130 di 166

B 1.11 IMPIANTO ALIMENTAZIONE COMBUSTIBILE

B 1.11.1 Filtrazione

Conforme.

Il veicolo é dotato del sistema richiesto.

B 1.11.2 Serbatoio

Conforme

Il serbatoio del gasolio è composta da due unità tra loro collegati, realizzato in alluminio, con una capienza totale di circa 305 litri.

L'autonomia è superiore a 400 km.

Sul cruscotto vi è una segnalazione del livello di combustibile, l'indicazione di riserva viene mostrata all'autista tramite l'accensione di una spia giallo-arancio sul cruscotto e ripetuta con un ideogramma sul display di bordo.

Serbatoio urea.

Per l'urea viene utilizzato un serbatoio da 33 litri.

B 1.11.3 Bocchettone, nicchia e pescante

Conforme.

Con un unico sportello, posizionato nella fiancata destra del veicolo si accede ai bocchettoni diesel ed urea (AdBlue).

Il tappo, di marca Caf di Pistoia, è di tipo autochiudente.

B 1.11.4 Tubazioni

Conforme.

Nel comparto motore sono utilizzate tubazioni in metallo.

Le tubazioni per i liquidi raffreddanti sono in silicone.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 131 di 166

B 1.12 CARROZZERIA

B 1.12.1 Materiali

Conforme.

La scelta dei materiali tiene conto delle caratteristiche della loro resistenza meccanica a supportare sollecitazioni strutturali conseguite all'impiego dei veicoli nel traffico urbano. Particolare attenzione si è posta poi nell'impiegare dei materiali che soddisfino anche i requisiti di resistenza agli agenti atmosferici.

In particolare:

- struttura esterna delle fiancate in acciaio inossidabile.
- struttura esterna della testata anteriore e posteriore in acciaio inossidabile.
- tetto del tipo a sandwich con PU espanso, fibra di vetro all'esterno e materiale di finitura sul lato interno del soffitto

Le finestre sono incollate all'interno dei telai ed assorbono alcuni dei carichi torsionali della scocca.

B 1.12.2 Rivestimenti

Conforme.

I rivestimenti delle testate anteriori e posteriori sono pannelli sagomati in fibra di vetro.

I rivestimenti laterali sono pannelli in fibra di vetro.

I rivestimenti della fascia inferiore sono in fibra di vetro incollata superiormente facile da sostituire in caso di sinistri.



I rivestimenti della parte laterale superiore sono in profilo estruso di alluminio legato al tetto ed imbullonato alla struttura laterale con elementi di costruzione speciali, anche come copertura delle apparecchiature poste sul tetto.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 132 di 166



Proprietà isolanti

Tutte le pannellature laterali sono isolate con materiale espanso.

B 1.12.3 Verniciatura e livrea

Conforme.

La verniciatura del veicolo é eseguita a regola d'arte, atta a garantire le prestazioni richieste in Specifica.

I materiali sono trattati con verniciatura di protezione a polvere. I punti maggiormente soggetti a danni sono trattati ulteriormente con materiale cerato

Verniciatura antivandalo

Sulle superfici del veicolo, **esterne ed interne**, è applicata una vernice finale antivandalo di marca Akzo-Nobel o equivalente

B 1.12.4 Padiglione

Conforme.

Il tetto é realizzato con un solo pezzo con pannelli del tipo a sandwich, fibra di vetro all'esterno e materiale di finitura all'interno, ed un'anima di materiale espanso leggero che ha funzione anche di materiale isolante.

Sono previsti, sul padiglione, tutte le predisposizioni necessarie per il montaggio successivo dei vari componenti del filobus e la disposizione dei cablaggi per il 750 Vdc.

La struttura complessiva del padiglione consente la praticabilità del tetto.

Sulla zona di camminamento sono realizzate soluzioni antisdrucchiolo.

La pannellatura esterna del padiglione é sagomata in modo tale da impedire il ristagno d'acqua e permettere il suo deflusso a veicolo fermo.

B 1.12.5 Botole di sicurezza ed aerazione

La sistemazione dei componenti principali sul tetto, tale da far ottenere una soluzione di veicolo completamente ribassato, impedisce il montaggio di botole di aerazione sul tetto.

B 1.12.6 Sportelli sulle fiancate e testate

Conforme.

Gli sportelli del veicolo sono:

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 133 di 166

Anteriore, apribile verso l'alto, per accesso tergicristallo serbatoio liquido lavavetri, pannello controllo pneumatico e luci esterne.

Laterale anteriore sinistro (posto guida) per accesso vano batterie.

Laterale posteriore sinistro con molle a gas, incernierato verticalmente contro marcia, per accedere al radiatore.



Posteriore, apribile verso l'alto con molle a gas e con chiave quadra, per accedere ai gruppi meccanici posteriori.

Portellone posteriore

Il portellone posteriore é realizzato in fibra di vetro rinforzato

Esso é del tipo incernierato apribile verso l'alto e dotato di molle a gas e chiave quadra.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 134 di 166

B 1.12.7 Localizzazione batterie e istruzioni per la loro disconnessione

Conforme

B 1.12.8 Paraurti

Conforme.

Il paraurti anteriore é realizzato in n. 3 pezzi, in materiale poliestere rinforzato con fibre di vetro, colorato in armonia con i colori del veicolo e facilmente asportabile in caso di sinistro.

Il paraurti posteriore in un solo pezzo mobile verso il basso



B 1.12.9 Pavimento

Conforme.

Il pavimento é piano ed orizzontale dalla porta anteriore fino alla porta posteriore con una leggera pendenza sopra gli assali.

Realizzato in pannelli di legno multistrato dello spessore di 15 mm appoggiato su una struttura del telaio idoneo a sopportare il carico dei passeggeri senza deformazioni.

Le testate dei vari pannelli sono trattate mediante vernici impermeabilizzanti.

Rivestimento pavimento.

Il rivestimento del pianale é realizzato in materiale con elevate caratteristiche antisdrucchiolo, anche in caso di superficie bagnata, di resistenza all'usura e facilmente lavabile con prodotti a bassa aggressività, tipo Tarabus.

Il rivestimento prosegue con un risvolto a parete fino ai punti di attacco laterali dei sedili a sbalzo.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 135 di 166

Nella zona di movimentazione delle porte il colore del rivestimento é diverso dalle altre parti.

In sede di definizione del primo veicolo saranno concordate la tipologia ed il colore del rivestimento.



B 1.12.10 Botole di ispezione

Conforme.

Sul veicolo non sono presenti botole al pavimento.

B 1.12.11 Passaruota

Conforme.

Le cuffie, sono realizzate in modo da non presentare, all'interno del veicolo, spigoli vivi, viti sporgenti oppure elementi taglienti.

I passaruota sono in grado di resistere alla corrosione e sono realizzati:

- posteriori in poliestere rinforzato di fibra di vetro
- anteriori integrati nella struttura metallica dell'assale e ricoperti di fibra di vetro sagomata a stampo.

B 1.12.12 Superfici vetrate

Conforme.

Nello sviluppo del progetto, a partire dal nuovo design veicolare, si è prestata particolare attenzione a garantire la massima superficie vetrata a disposizione dei passeggeri, in modo da rendere luminoso e gradevole l'ambiente interno. I vetri hanno elevate caratteristiche per quanto riguarda i valori di trasmittanza termica, il tutto per evitare sprechi di energia da parte dell'impianto di climatizzazione. D'altra parte, dopo un attento studio energetico, si è deciso di

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 136 di 166

non utilizzare per la superfici vetrate, i vetrocamera poiché il maggior peso di tale soluzione avrebbe comportato una tara maggiore con dispendi energetici penalizzanti all'interno del bilancio veicolare.

Le superfici vetrate risultano in trasparenza con l'interno nel rispetto dei dettami di design ed estetici del veicolo stesso.



B 1.12.12.1 Vetri passeggeri

I finestrini dei passeggeri hanno vetri di sicurezza, dello spessore di 4mm, incollati di colore verde. La parte superiore dei vetri ha un'altezza di 2,37 m rispetto il piano stradale.

Il primo finestrino laterale destro è a vetrocamera.

La superficie vetrata della finestrature laterali è di circa 33 m².

La rimanente superficie vetrata che comprende il parabrezza i vetri anterolaterali e la finestratura delle porte è di circa 8 m².

L'ampia finestratura laterale, ad altezza utile totale di 1,2 m, assicura ai passeggeri un elevato confort visivo oltre che una gradevole visione estetica esterna.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 137 di 166



B 1.12.12.2 Superfici vetrate zona autista

Parabrezza

Il parabrezza, in un unico pezzo sagomato, è realizzato in vetro di sicurezza in doppio strato. Il parabrezza, nella parte superiore copre anche l'indicatore di direzione. E prevista l'applicazione di una tendina parasole ad avvolgimento automatico.

Vetri anterolaterali

I finestrini anterolaterali semicurvi sono costituiti da vetri di sicurezza trasparenti.

I vetri sono dotati di resistenze elettriche per una corretta visione degli specchi retrovisori.

Vetro laterale autista.

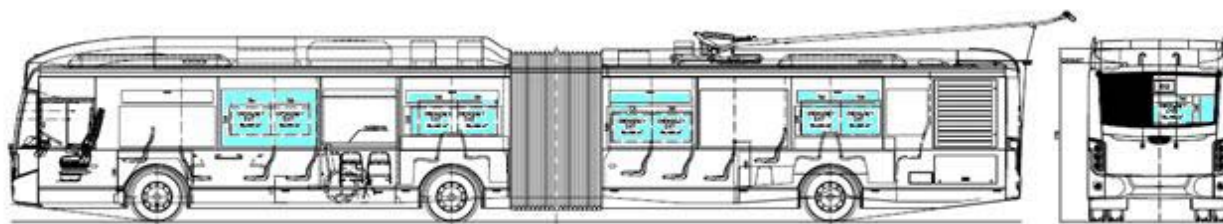
Il finestrino autista è composto da due vetri separati e scorrevoli. Entrambi sono a vetrocamera.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 138 di 166

B 1.12.12.3 Finestrini d'emergenza

I finestrini di emergenza sono posizionati sul lato sinistro del veicolo in opposizione alle porte.

I finestrini di emergenza sono costituiti da vetro fisso con dispositivo di rottura mediante martello di emergenza con cavo anti-scippo e molla di richiamo e segnalazione all'autista dell'asportazione.



B 1.12.12.4 Vetri porte

La prima porta ha vetri a vetrocamera su entrambe le ante in modo da evitare appannamenti.

Le altre porte hanno vetri di sicurezza incollati.

B 1.12.13 Mancorrenti

Conforme.

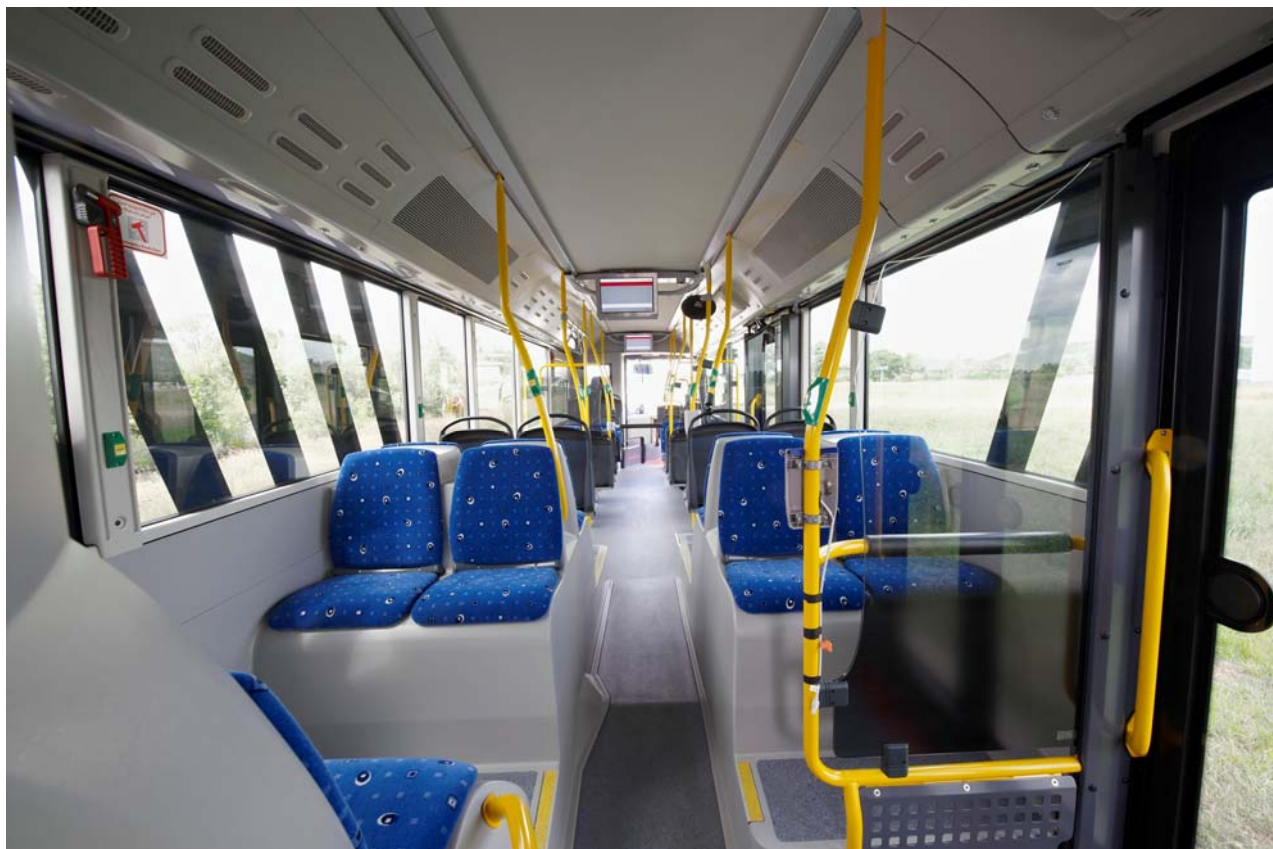
I mancorrenti e le piantane sono in acciaio verniciati a polvere, di colore da definire.

I mancorrenti in corrispondenza delle porte sono isolati elettricamente dal telaio.

I mancorrenti orizzontali sono provvisti di maniglie a pendaglio per passeggeri.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 139 di 166



I mancorrenti verticali sono fissati ai sedili lato corridoio come da rappresentazione sotto indicata.

B 1.12.14 Ralla

Conforme.

Il veicolo è dotato di una articolazione di tipo standard a pianale ribassato di produzione Hubner, che è stata modificata e riprogettata per essere adatta alla struttura a pianale ribassato.

L'articolazione è dotata di giunti meccanici a coltello anti sollevamento e di un sensore di misurazione dell'angolazione per controllare il raggio di rotazione massimo dell'articolazione.

L'arredamento é realizzato in modo tale che i passeggeri non potranno rimanere incastrati nel loro movimento.

La piattaforma girevole è in grado di compiere rotazioni orizzontali e rotazioni verticali senza creare spazi o dislivelli tra la superficie della piattaforma e la superficie adiacente al pianale del veicolo.

In fase di retromarcia è previsto il controllo della rotazione con intervento del primo livello di sicurezza a 40° e blocco della trazione a 45°.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 140 di 166

Copertura

La copertura è di marca Hubner di materiale Hypalon.

La zona interna ha una pavimentazione antisdrucciolo come il resto del pianale.

B 1.12.15 Copertura ruote secondo e terzo asse

E' possibile, avere le ruote del secondo e terzo asse, nascoste con idonee coperture in armonia con la pannellatura esterna.

La realizzazione della copertura sarà decisa in accordo con AMT in funzione del bilancio termico finale dei motori elettrici alle ruote.



	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 141 di 166

B 1.13 IMPIANTI DI ALLESTIMENTO

B 1.13.1 Mozzi, cerchi ruota e pneumatici

Conforme.

I cerchi ruota hanno attacco DIN.

Le ruote sono uguali per tutti gli assi.

- Assale anteriore: gomme di dimensioni 275/70 R22,5"
- Assale motore (centrale) e posteriore: gomme gemellate di dimensioni 275/70 R22,5"

Viene fornita la ruota di scorta completa di cerchio del tipo di quelle montate sul 2° asse.

B 1.13.2 Sistema di bordo per la rilevazione della pressione dei pneumatici

Il filoveicolo può essere equipaggiato, con un sistema di controllo delle pressioni di gonfiaggio e temperature dei pneumatici, con indicazione delle stesse su un apposito display, di marca Wabco.

In allegato B 1.13.2 viene fornita la descrizione del sistema.

B 1.13.3 Dispositivi atti al traino

Conforme.

Il veicolo è equipaggiato per il traino di emergenza con un punto di traino anteriore e posteriore accessibili con lo smontaggio dei paraurti.

B 1.13.4 Autoradio

Conforme.

La posizione è da concordare in fase di definizione del primo veicolo.

B 1.13.5 Accessori

Conforme.

Il veicolo è dotato di:



B 1.13.5.1 Accessori esterni

- **Specchi retrovisori esterni, comandati elettricamente dal posto guida, con visiera paracqua e resistenza elettrica antiappannante**
Entrambi gli specchi retrovisori sono muniti di paracqua, dotati di resistenza elettrica per sbrinamento e regolabili elettricamente dal posto guida.
- **Bracci specchi con fermo e ritorno rapido.**

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 142 di 166

- Occhione di traino
- Paraspruzzi per ruote anteriore e posteriori
- ceppi stazionamento veicolo.

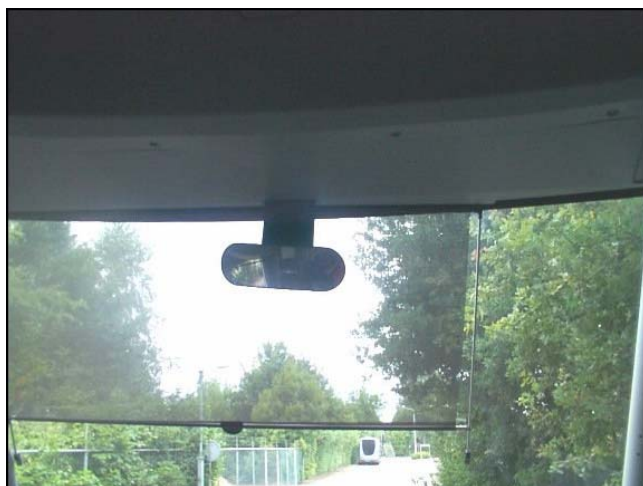
B 1.13.5.2 Accessori interni

- a. Specchi retrovisori interni atti ad assicurare al conducente la visibilità dell'area d'ingresso prima porta e dell'interno vettura
- b. Porta tabella orari.
- c. Porta tagliando assicurazione.
- d. Estintore di tipo approvato completo di indicatore di carica
- e. Cassetta sanitaria integrata nel vano guida.
- f. Triangolo di segnale di veicolo fermo di tipo regolamentare.
- g. Martelletti di emergenza del tipo con cavo di ancoraggio in acciaio e molla di richiamo



- h. Pulsanti richieste fermata su ogni montanti interni.
- i. Pulsanti richieste fermata sulle piantane di ogni porta.
- j. Maniglie passeggeri
- k. Paragradini tipo antisdrucchiolo.
- l. Staffa poggia piede conducente
- m. Parasole conducente

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 143 di 166



- n. Tendina filtravento finestrino autista.
- o. Custodia porta libretto.
- p. gancio giacca conducente.
- q. Porta pacchi per conducente con serratura a chiave.
- r. Porta ombrello per conducente.
- s. Bacheche per indicazioni AMT (n.3 formato A3 + n.1 formato A4)

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 144 di 166

B 1.14 CONSEGNA

Si conferma quanto richiesto in capitolato.

Il piano di consegna dei veicoli é riportato nel crono programma generale.

I veicoli saranno trasferiti presso il deposito aziendale per le necessarie messe a punto ed il collaudo di accettazione come previsto al punto E 1.3.3.2 propedeutico al loro pagamento.

B 1.15 COSTO DEL CICLO DI VITA

In allegato B 1.15 vengono fornite le schede relative al calcolo del costo di ciclo di vita

B 1.15.1 Definizioni

Si prende atto di quanto indicato.

B 1.15.2 Procedura di calcolo del costo di ciclo di vita

Si prende atto di quanto indicato.

B 1.15.3 Metodologia di calcolo

Si prende atto

B 1.15.4 Acquisizione dati

Si prende atto

B 1.15.4.1 Dati di riferimento su potenza e consumi specifici

Conforme.

Vedi scheda 3.4.1 Gruppo P in allegato B 1.15.4.1.

B 1.15.4.2 Dati di costo per la manutenzione ciclica

B 1.15.4.2.1 Controlli ispettivi

Conforme.

B 1.15.4.2.2 Manutenzione preventiva programmata

Si prende atto

B 1.15.4.3 Dati di costo per sostituzione parti principali

Conforme.

B 1.15.4.4 Interventi per sostituzione di parti minori, per riparazione a guasto e per interventi accessori

Si prende atto

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 145 di 166

B 1.16 MANUTENIBILITÀ

B 1.16.1 Definizioni

Si prende atto di quanto indicato.

Condizioni di manutenzione

Identificazione parti

Tutti i componenti facilmente accessibili sono individuabili tramite targhetta identificativa.

Accessibilità ed estraibilità

Non vi sono, in linea di massima, complessivi o parti non rispondenti alle caratteristiche di accessibilità.

L'ispezionabilità delle apparecchiature elettriche sul tetto è facilitata dalla speciale apertura del contenitore che consente una facile accessibilità da entrambi i lati del veicolo.

Intercambiabilità

I complessivi di tutti i veicoli forniti sono dello stesso tipo e marca e perfettamente intercambiabili.

Software di manutenzione.

I software necessari alla manutenzione sono inclusi nell'offerta.

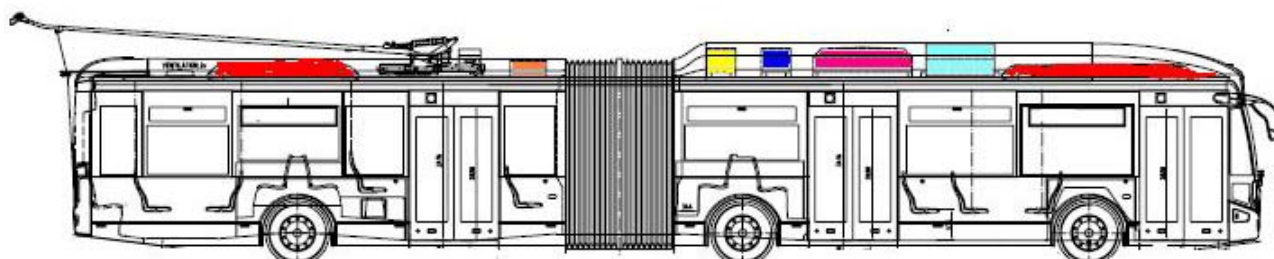
B 1.16.1.1 Ubicazione equipaggiamenti

Tutti i componenti e la loro ubicazione, unitamente alle attività necessarie per la loro manutenzione sono state attentamente studiate e sviluppate in accordo con la ns. multi decennale esperienza nel settore della manutenzione. L'accesso ai componenti è reso il più possibile immediato e diretto con particolare attenzione alle parti che necessitano interventi di manutenzione periodica più riaccurciati nel tempo. Ad es. il cassone delle apparecchiature sul tetto è progettato per essere aperto da entrambi i lati, con il coperchio montato su molle pneumatiche e non necessita di alcuna attrezzatura per la sua apertura che risulta così essere estremamente veloce per qualsiasi operazione di controllo.

La realizzazione di veicoli a pianale integralmente ribassato per tutta la sua lunghezza non consente di applicare i dispositivi per la gestione della trazione elettrica e ricarica delle batterie in posizione diversa da quella sul tetto.

La distribuzione è stata comunque studiata al fine di ottenere una ripartizione ideale delle masse, come da figurino successivo.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 146 di 166



B 1.16.2 Piano di manutenzione

B 1.16.2.1 Definizioni

Si prende atto di quanto indicato.

B 1.16.2.2 Manutenzione programmata

Conforme.

In allegato B 1.16.2.2 viene fornito il piano di manutenzione programmata secondo la scheda P 3.4.2.2/A e 3.4.2.2/B.

B 1.16.2.3 Manutenzione sotto condizione o a guasto

Le informazioni sono reperibili nel manuale di manutenzione

B 1.16.3 Documentazione a supporto della manutenzione

B 1.16.3.1 Prescrizioni generali

Si prende atto di quanto indicato.

B 1.16.3.2 Manuale di istruzione del personale di guida

Conforme.

Saranno fornite N.100 copie del Manuale di istruzione per il personale di guida del veicolo in formato unificato (A6).

B 1.16.3.3 Manuale per la manutenzione

Conforme.

Saranno fornite N. 25 copie del Manuale per la manutenzione.

B 1.16.3.4 Manuale per le riparazioni e Tempario

Conforme.

Saranno fornite N. 25 copie del Manuale per le riparazioni incluso nel manuale precedente.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 147 di 166

B 1.16.3.5 Catalogo parti di ricambio

Conforme.

Saranno fornite n° 20 copie del manuale parti di ricambio e su supporto informatico CD

B 1.16.3.6 Fabbisogno dei ricambi

Sarà fornito l'elenco richiesto alla consegna del primo veicolo.

B 1.16.3.7 Descrizione funzionamento

Le informazioni sono reperibili nel manuale di manutenzione

B 1.16.3.8 Aggiornamenti

Si prende atto di quanto indicato.

B 1.16.4 Attrezzature speciali

Conforme.

Le attrezzature speciali fanno parte della fornitura del veicolo.

Di seguito un elenco indicativo delle attrezzature previste:

- nr. 1 Notebook 15" con programmi per diagnosi completo di :
- nr.1 Set adattatori generici diagnostica tipo "TEXA"
- Set specifico composto da :
- Adattatore per programmazione e diagnosi porte Ventura con SW licenziato
- Adattatore Wabco per rilevatore pressione gomme con SW licenziato
- Adattatore Kibes 32 bit logicad con licenza
- Adattatore per diagnosi motore Diesel gruppo motogeneratore
- Adattatore Webasto + completo di SW licenziato
- Adattatore per diagnosi sistema Kiepe
- Tester Wabco full
- Nr 1 kit revisione pinze freni knorr
- Nr. 1 kit attrezzature specifiche ZF per ponte motorizzato

B 1.16.5 Addestramento del personale

Conforme.

Verranno svolti corsi di formazione sia per gli istruttori di guida che per gli addetti alla manutenzione con corsi specifici sia per la parte meccanica che per la parte elettrica.

Le riunioni e gli incontri tecnici con personale aziendale saranno tenuti in lingua italiana.

I corsi avranno una durata di una settimana per tipologia e potranno essere ripetuti per squadre di operatori.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 148 di 166

SIMULATORE PER L'ADDESTRAMENTO – Soluzione optional

In opzione, con variante economica, può essere fornita una maquette del posto guida completa di dispositivo per simulare in tempo reale la conduzione dei mezzi sulla base dei comandi del conducente.

I veicoli filobus virtuali si muovono su uno schermo in ambiente 3D con le prestazioni dei veicoli reali.

E' possibile con tale sistema eseguire in aula parte dell'addestramento dei conducenti con un notevole risparmio economico ed una ottimizzazione dei tempi senza l'impegno dei mezzi reali su strada.

Nell'allegato B 1.16.5 é inserita anche la descrizione dettagliata del simulatore SHRail.



B 1.17 GARANZIA ED ASSISTENZA POST-VENDITA

B 1.17.1 Natura e durata delle garanzie

B 1.17.1.1 Garanzia base

Conforme.

Il periodo di garanzia è pari a 10 anni o 700.000 Km (quale dei due termini scada per primo) dalla data di consegna contrattuale.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 149 di 166

Per quanto riguarda i veicoli, si ritiene che, grazie ai particolari processi produttivi impiegati ed all'esperienza acquisita nella gestione delle garanzie di lungo termine, possano essere garantiti i seguenti componenti e/o processi per un tempo maggiore di quello previsto a Capitolato.

Vengono offerti **ulteriori condizioni** migliorative riferite alle singole parti:

- corrosione passante carrozzeria 12 anni
- cedimenti strutturali 12 anni
- verniciatura 7 anni
- pavimento (escluso rivestimento) 12 anni
- Generatore per la marcia autonoma 12 anni

Per ciò che riguarda la corrosione passante per le parti di carrozzeria, si è tenuto in considerazione la particolare sequenza di lavorazione che, anche per l'esperienza su altri veicoli, ci permette di poter prevedere due anni in più rispetto alle richieste di capitolato.

Analogamente per i cedimenti strutturali si fa riferimento alle verifiche effettuate con i più moderni sistemi di calcolo previsionale con analisi agli elementi finiti, suffragati dai positivi riscontri su migliaia di veicoli prodotti con tali metodi.

Anche per la verniciatura, l'utilizzo di vernice altamente innovative per quanto riguarda la durata, la brillantezza ed il mantenimento nel tempo di tali caratteristiche, ci permette di poter estendere di un anno il valore di sei anni richiesto a capitolato.

Il pavimento viene realizzato in legno di altissima qualità opportunamente trattato e di spessore aumentato. Il tutto per garantire, nel tempo, la robustezza e le caratteristiche originarie, con un incremento di due anni rispetto alla garanzia base richiesta.

Il generatore elettrico, che viene accoppiato al motore diesel per fornire l'energia a bordo durante l'esercizio in marcia autonoma, viene progettato e costruito da Vossloh Kiepe, seguendo, pertanto, criteri produttivi di altissima qualità. Partendo da un design rigoroso e da un ampio dimensionamento, il generatore è stato pensato per un servizio, anche gravoso, esente da problemi, senza richiedere particolari attività data la sua robustezza costituzionale. Anche per tale componente possiamo garantire un incremento di due anni rispetto a quanto previsto in capitolato.

B 1.17.1.2. Garanzia difetti sistematici alla fine del global service

Si prende atto

B 1.17.1.3 Garanzia riferita al Costo del Ciclo di Vita

Si prende atto

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 150 di 166

B 1.17.2 Modalità di esecuzione degli interventi in garanzia

B 1.17.2.1 Organizzazione del supporto delle prestazioni in garanzia

Vedi punti seguenti

B 1.17.2.2 Responsabile dell'assistenza

Così come previsto, il nominativo del responsabile dell'assistenza verrà indicato prima della consegna del primo veicolo.

B 1.17.2.3 Struttura tecnica

Si prende atto

Per le caratteristiche della struttura tecnica in garanzia durante il periodo dei primi cinque anni del global service si fa riferimento a quanto descritto nella specifica sezione.

Per quanto riguarda il secondo periodo in caso di non prosecuzione del servizio di global service il servizio di garanzia sarà assicurato dalla disponibilità di tecnici specializzati, specificatamente formati, che garantiranno un servizio in linea con i requisiti richiesti.

In particolare saranno disponibili tecnici presso le sedi di Milano , Genova ed il punto di riferimento di Verona Service.

B 1.17.2.4 Interventi manutentivi a cura del Futuro Esercente

Si prende atto di quanto indicato.

B 1.17.3 Risultati da conseguire durante il periodo di garanzia

B 1.17.3.1 Indice di indisponibilità

Si prende atto.

B 1.17.3.2 Tempi di esecuzione interventi in garanzia

Si prende atto di quanto indicato.

B 1.17.4 Assistenza post vendita

B 1.17.4.1 Fornitura e reperibilità dei ricambi

La sede italiana per la fornitura dei ricambi relativi all'equipaggiamento della trazione elettrica e per tutti gli altri dispositivi caratteristici del veicolo é:

Vossloh Kiepe S.r.l.

Via Puecher 1

I - 20063 Cernusco sul Naviglio (MI)

Tel +39 02 92148148 Fax +39 02 92104057

e-mail: info@vki.vossloh.com

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 151 di 166

B 1.17.4.2 Reperibilità dei ricambi

Si prende atto.

Si prevede la costituzione di un adeguato magazzino ricambi presso il realizzando deposito

B 1.17.4.3 Follow up della fornitura

Si prende atto

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 152 di 166

B 1.18 REQUISITI DELLA EVENTUALE VIA GUIDATA

Conforme.

Viene offerto un veicolo dotato di sistema di via guidata di tipo funzionale con accosto di precisione alla banchine di fermata e in tratti critici.

B 1.18.1 Requisiti generali

Conforme.

Il veicolo è predisposto per una guida completamente automatica, che può prevedere anche l'accelerazione e la frenatura del veicolo.

Per la soluzione prevista per Verona, il veicolo sarà abilitato solo all'accosto automatico e di precisione alle fermate.

B 1.18.1.1 Sistemi di via guidata

Conforme.

Il veicolo è dotato di un sistema di guida automatico e di accostamento di precisione alla banchina da usare su vie di corsa specificatamente preparate a tale scopo.

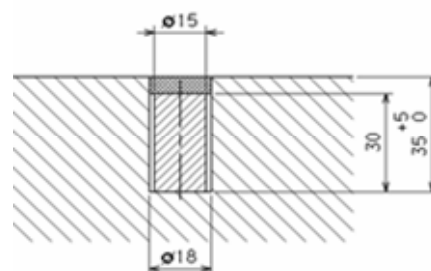
Riferimenti magnetici

Il sistema è di tipo immateriale non essendo presente alcun tipo di vincolo fisico fra il veicolo e l'infrastruttura. Sulla via di corsa sono, infatti, installati dei magneti permanenti (calamite) che vengono annegati nel manto stradale e sono completamente esenti da manutenzione/alimentazione. La guida automatica e l'accostamento di precisione consentono al veicolo di fermarsi ad una distanza minima costante tra la soglia delle porte ed il bordo della banchina.

Ne risulta un allineamento a raso con il marciapiede della banchina che permette l'incarozzamento rapido dei passeggeri limitando i tempi di fermata e mantenendo una elevata velocità commerciale.

Con il sistema di guida magnetica, il conducente non ha bisogno di usare il volante (v. foto) che si muoverà da solo. In presenza di ostacoli o di cattivo funzionamento, il conducente potrà passare alla guida manuale semplicemente impugnando il volante.

La tecnologia per la guida automatica con marker magnetici è stata brevettata dalla Frog Navigation Systems, società che fa parte del gruppo VDL, gruppo del quale fa parte APTS, ed è



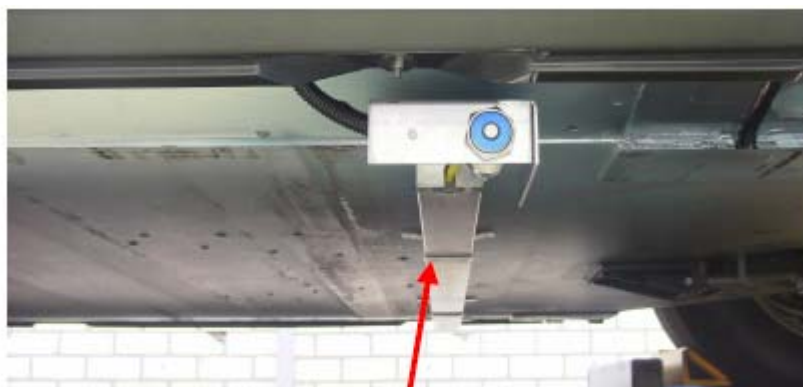
	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 153 di 166

denominata “Free ranging on grid”.

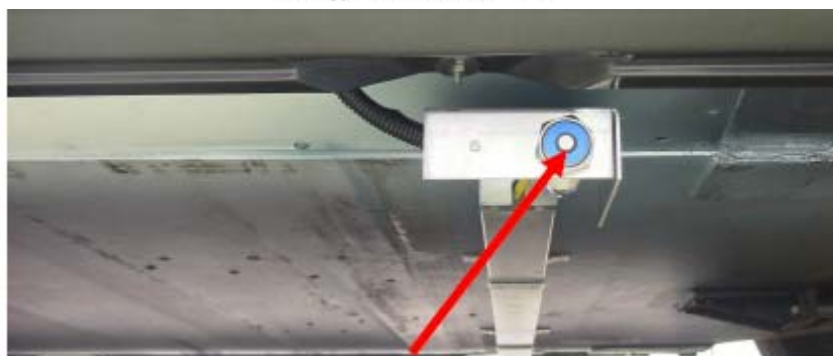
Il veicolo è in grado di sterzare automaticamente e seguire la propria traiettoria per una certa distanza senza bisogno di aiuti esterni grazie ad un sistema di computer e sensori indipendenti dall’infrastruttura quali encoder sulle ruote, encoder sul sistema di sterzo, giroscopi, ecc.; il tutto con la precisione richiesta.

Per un posizionamento ancor più preciso sono previsti dei magneti al centro della carreggiata ad una distanza intermedia di ca. 2...3 m.

Le immagini mostrano un esempio del tipo di magneti e le relative dimensioni. Il campo magnetico generato dai magneti è estremamente basso e assolutamente non pericoloso né per gli uomini né per le cose. Sono state effettuate a tal proposito accurate misurazioni (relazioni disponibili) con livelli che sono risultati più bassi del campo magnetico terrestre cui si è normalmente esposti.



Magnet sensor bar



Ultrason sensor

I sensori dei magneti posti nella parte inferiore del veicolo registrano il passaggio sui magneti stessi. I computer di bordo mettono a confronto la posizione misurata del magnete con quella prevista per lo stesso magnete. La differenza viene usata per correggere la posizione del veicolo

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 154 di 166

calcolata.

Dal momento che il veicolo può anche sterzare automaticamente e seguire la propria posizione senza i magneti, l'eventuale mancanza di qualche magnete non comporterà alcuna perdita di controllo. Il conducente verrà avvertito della mancanza di un numero eccessivo di magneti o della loro posizione sbagliata ed il veicolo si fermerà. L'unico intervento da effettuare sull'infrastruttura consisterà nel posizionamento dei magneti nel manto stradale, così come indicato.

Il sistema proposto è **del tutto insensibile alla presenza di neve o ghiaccio sulla sede stradale, così come è insensibile alla presenza di fogliame, sporcizia, acqua, pozzanghere e alle condizioni di illuminazione della via di corsa; può funzionare al buio o con alternanza di luci ed ombre sulla sede stradale.** Inoltre il sistema è stato testato per funzionare per velocità del veicolo fino a 70 km/h.

Questo poiché il sistema di computer di bordo, avendo in memoria la traccia digitalizzata della via di corsa, può predisporre i parametri di direzione e velocità da inviare agli attuatori con il necessario anticipo e con anticipo tanto maggiore, quanto maggiore è la velocità. Non si tratta, in sostanza, di un sistema puramente meccanico che ad una certa rilevazione ottica o meccanica fa seguire un'azione dello sterzo, ma di un sistema intelligente che tratta i parametri del moto in maniera esperta.

Gestione delle vie guidate

Il veicolo è predisposto per una guida completamente automatica, che può prevedere anche l'accelerazione e la frenatura del veicolo. Per la soluzione prevista per Verona, il veicolo sarà abilitato solo all'accosto automatico e di precisione alle fermate.

Il veicolo, in modalità semiautomatica, consente al conducente di accelerare e frenare, provvedendo in modo automatico alle operazioni di sterzata.

Il veicolo rimarrà in modalità semiautomatica fino a quando il conducente non pigerà l'apposito pulsante oppure non eserciterà una coppia torcente sul volante.

In pratica, il volante si muove da solo su azionamento del sistema di guida automatico ed il sensore di coppia montato sul piantone non viene sollecitato; nel momento in cui il volante viene azionato dal conducente o soltanto viene tenuto fermo, mentre il sistema di guida automatico comanderebbe una sterzata, il sistema, riconoscendo la volontà dell'autista, si posiziona immediatamente in modalità manuale, rilasciando al conducente la completa padronanza del mezzo.

In modalità semiautomatica, viene assicurato il massimo comfort per i passeggeri, sicuramente maggiore che durante la guida manuale; questo poiché i parametri del moto vengono ottimizzati in modo digitale per arrivare ad un jerk pari a zero, con variazione della decelerazione nulla.

Viene assicurato il rispetto della traiettoria prefissata sia per quanto riguarda la sagoma statica che per ciò che riguarda la sagoma dinamica in relazione alla velocità, accelerazione, dislivelli eventuali della via di corsa, vento laterale, il tutto in relazione alle dimensioni della piattaforma, sia in accosto che in uscita dalla fermata.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 155 di 166

Il sistema di guida automatico sostituisce il conducente nella funzione di sterzata del volante, di accelerazione e frenatura durante le fasi di accosto alla fermata. Naturalmente la responsabilità del veicolo rimane in carico al conducente che deve, necessariamente, vigilare per adottare le opportune azioni correttive nel caso di attraversamenti improvvisi oppure occupazioni indebite della sede stradale.

Applicazioni in corso

Il sistema è già stato utilizzato per la città di Eindhoven in Olanda e, attualmente, è in corso di certificazione nella città di Douai in Francia, dove il sistema nella sua interezza, veicoli ed infrastruttura, verrà certificato per un grado di sicurezza **SIL4**, il massimo livello previsto dalla normativa EN 50129, pari al livello di sicurezza previsto per le metropolitane di tipo automatico.

In tali applicazioni, il sistema di guida è applicato su veicoli con tutti gli assi sterzanti e funziona in modalità completamente automatica: il veicolo accelera, frena e sterza in modo totalmente automatico.

Un'Analisi di Modo Comune effettuata dal TÜV Rheinland Inter Traffic, a firma del dott. H. Schäbe, ha confermato il funzionamento sicuro del sistema di sterzo dell'asse anteriore (Relazione disponibile).

Il sistema proposto per la città di Verona, come anticipato nella relazione generale, si presta ad essere upgradato così da contemplare tratti di percorso in guida semiautomatica; questo faciliterebbe il superamento di particolari punti del tracciato in cui l'ampiezza della carreggiata imponga un ingombro il più possibile ridotto della corsia di marcia.

B 1.18.1.3 Accostamento di precisione e ripartenza

Per il riconoscimento veloce della posizione del veicolo in determinati punti del percorso, si utilizzano delle sequenze più ravvicinate di marker magnetici. Tali sequenze costituiscono i cosiddetti "codici di inizializzazione". In certi punti, in genere circa 120 metri prima di una fermata, i magneti vengono infatti posizionati in modo più ravvicinato tra loro, ad intervalli di circa 1 m.

La successione di poli nord e sud dei marker costituisce un codice a barre che permette ai computer di bordo un riconoscimento immediato della posizione del veicolo, della direzione e del senso di marcia; tutto ciò, naturalmente, a condizione che il conducente abbia impostato correttamente il numero di linea del veicolo.

Il processo di accosto è avviato dal conducente. Per l'autorizzazione al passaggio in modalità di accosto automatico, devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- Il GCS (Sistema di Controllo della Guida) ha riconosciuto la posizione del veicolo
- Il veicolo è all'interno dell'area di transizione (v. figura 1) Tale area comincia circa 110 m prima della fermata e finisce circa 60 m prima della fermata
- La deviazione laterale del veicolo rispetto alla sua posizione predefinita è al disotto del limite ammesso

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 156 di 166

- La velocità del veicolo è inferiore ad una soglia definita

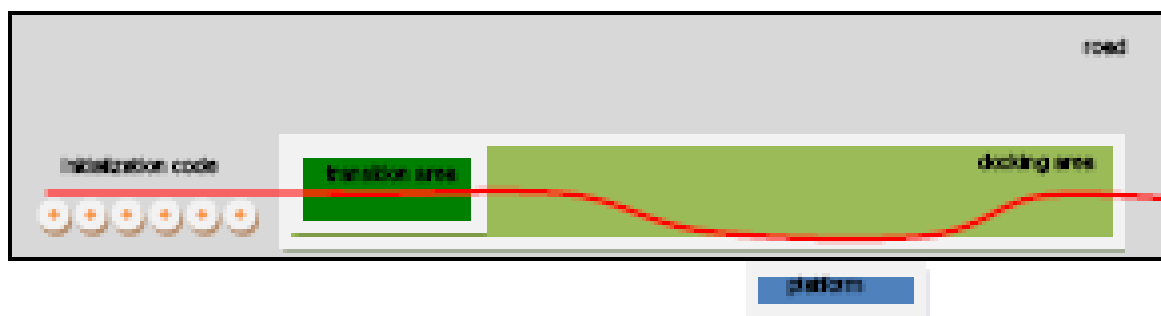


Figura 1. Area di transizione e zona di fermata

Per aiutare il conducente nel posizionamento del veicolo all'interno dell'area di transizione, sul cruscotto è posizionata una linea di LED (fig.2) di colore rosso, alle estremità laterali, e verdi, in zona centrale. Quando il veicolo è posizionato in modo tale che un LED della zona verde è acceso, il passaggio alla modalità di accosto automatico è permessa. Il processo è molto semplice e non richiede particolari difficoltà di apprendimento o procedurali da parte dell'autista.



Figure 2: Array of LEDs as guiding aid for the driver

Figura 2. Sequenza di Led di ausilio all'autista

La velocità del veicolo rimane sotto il controllo dell'autista, ma il GCS controllo che essa non superi i valori predefiniti dal profilo di velocità inserito nella memoria del GCS. Il veicolo si fermerà quindi dolcemente con una precisione di ± 5 centimetri in senso longitudinale nella posizione desiderata.

La distanza fra banchina di fermata e le porte di entrata del veicolo viene mantenuta al di sotto dei 6 cm. con la stessa altezza fra banchina e soglia della porta. In caso di necessità, può essere utilizzata la funzione di kneeling di cui il veicolo è dotato.

La limitazione automatica della velocità viene usata per posizionare il veicolo in modo preciso lungo la banchina di arresto. I passeggeri possono salire o scendere non appena il conducente aziona i pulsanti di comando delle porte. Per tutto il tempo in cui le porte restano aperte, l'azionamento dell'acceleratore non ha alcun effetto ed il freno continua a restare inserito. Non

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 157 di 166

appena il flusso dei passeggeri in salita o discesa è terminato, il conducente disattiva i pulsanti di comando delle porte che si chiudono automaticamente. Una volta che le porte sono chiuse, il sistema di propulsione si reinserisce ed il conducente può staccarsi dalla pensilina usando l'acceleratore. Il freno si è nel frattempo disinserito automaticamente. Il conducente non deve sterzare quando si scosta dalla banchina per ripartire. Dopo una certa distanza dalla banchina, il conducente verrà avvisato di passare in modalità manuale, afferrando il volante e continuando a guidare senza soluzione di continuità. Nel caso in cui il conducente non agisca in tal senso (distrazione o malore), il veicolo si fermerà automaticamente.

Come si evince, la presenza del GCS fa sì che la guida automatica proposta non sia una semplice attivazione meccanica degli organi di guida, ma costituisce un sistema intelligente che agisce anche sui parametri del moto. Ciò garantisce, già con la soluzione proposta, dei vantaggi ineguagliabili in termini di confort e di sicurezza, lasciando aperte enormi possibilità di automazione ed interazione con i sistemi informativi infrastrutturali che potranno essere sviluppate in futuro con la condivisione della spett. AMT.

Cattivo funzionamento, fine del percorso, errori di traiettoria

Nel caso in cui venga rilevato un cattivo funzionamento di natura tale da non pregiudicare la funzione di guida comportando solo una minore ridondanza, il conducente ne verrà informato ricevendo l'istruzione di passare alla guida manuale. Se il conducente non risponde, il veicolo viene fermato automaticamente dal sistema di guida con la normale frenata di servizio ed attende che il conducente passi alla guida manuale.

B 1.18.1.4 Sistemi di sterzata

Il veicolo è dotato di un sistema di sterzata sul primo asse.

Due sono le modalità di sterzata:

1. **Con la guida manuale** l'assile anteriore viene sterzato dal conducente per mezzo del volante. L'assile anteriore è dotato di servosterzo idraulico di tipo tradizionale.
2. Nella modalità **a guida semiautomatica** l'assile anteriore viene sterzato automaticamente con tre servomotori elettrici che agiscono sulla stessa colonna di sterzo del volante ed usa la stessa idroguida normalmente usata dal conducente con la guida manuale. Le regolazioni per i servomotori sono determinate dal sistema di guida elettronico.

Attuatori dello sterzo

Il gruppo di servosterzo dell'assile anteriore è del tipo fail-operational, costituito da tre servoattuatori indipendenti, tutti regolati nello stesso modo ed attivi contemporaneamente. I costruttori dei servo meccanismi e dei controller dei servo sono diversi: questo per garantirsi da eventuali guasti di tipo comune. Se uno dei servoattuatori si guasta, gli altri due sono in grado di contrastare il guasto e di continuare a sterzare.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 158 di 166

B 1.18.2 Funzioni e prestazioni della via guidata e delle fermate

Conforme.

B 1.18.2.1 Sicurezza e livello di rischio del sistema

Funzioni primarie e requisiti di sicurezza

Le modalità di funzionamento del veicolo sono la guida manuale e quella semiautomatica di accosto alla fermata e ciascuna di esse presenta funzioni e requisiti di sicurezza differenti.

Guida manuale

Con la guida manuale, il conducente guida il veicolo come se si trattasse di un normale autobus. Le funzioni del sistema di guida elettronico con la guida manuale comprendono:

- Inizializzazione del sistema di guida elettronico;
- Informazione al conducente del momento in cui il veicolo può essere commutato in modalità a via guidata;
- Gestione dei percorsi.

I principali requisiti di sicurezza del sistema di guida durante la guida manuale sono:

1. Minimizzare il rischio che il veicolo venga inizializzato con una posizione e direzione sbagliate.
2. Impossibilità di commutare il veicolo da modalità manuale a quella semiautomatica quando sussiste almeno una delle seguenti condizioni:
 - Non è disponibile alcun percorso valido;
 - Uno o più componenti del sistema di guida elettronico sono guasti;
 - Non sono note la posizione e/o la direzione;

Modalità a guida semiautomatica di accosto alle fermate

Le funzioni primarie del sistema di guida elettronico nella modalità di funzionamento semiautomatico sono le seguenti:

- a) Accostamento di precisione automatico lungo il bordo banchina;
- b) Supervisione e limitazione della velocità del veicolo;
- c) Intervento della frenatura di sicurezza automatica in caso di guasti dei sistemi critici di sicurezza richiesti dal sistema di guida elettronico;
- d) Registrazione di eventi e messaggi importanti;
- e) Messa fuori servizio della sterzata automatica quando il conducente impugna il volante;
- f) Informazioni al conducente circa l'attuale stato del sistema di guida elettronico.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 159 di 166

Inoltre:

1. Il servosistema dell'assile anteriore viene disattivato quando il conducente applica una certa coppia sul volante per indicare che desidera disattivare la sterzata automatica.
2. Il veicolo non può seguire un tracciato diverso da quello previsto dal conducente, qualora intervenga sul volante.
3. Il veicolo non può urtare contro il bordo banchina durante l'accostamento di precisione.

Il conducente può bloccare in qualsiasi momento la procedura di accosto automatico, anche se ha già dato il suo benestare al sistema di guida.

Realizzazione delle funzioni e dei requisiti di sicurezza

Il veicolo è dotato di computer, sensori ed attuatori per la realizzazione delle funzioni di cui sopra. I componenti più importanti del sistema di guida elettronico comprendono:

- Un computer programmatore per la gestione dei programmi di percorso;
- Un computer di monitoraggio guida;
- Una serie di sensori per la misurazione dei diversi stati del veicolo;
- Sistema servosterzo dell'assile anteriore per il funzionamento del meccanismo di sterzo anteriore;
- Due alimentatori da 24V ridondati;
- Link di comunicazione CAN bus, critici e non per la sicurezza, opportunamente ridondati;
- Sistemi ridondati di attivazione della frenatura di sicurezza automatica;
- Moduli di input/output per l'interfaccia tra i segnali dei sensori e degli attuatori ed i CAN bus;
- Interfaccia uomo-macchina per passare dalla modalità di funzionamento manuale a quella semiautomatica e per l'invio di informazioni al conducente circa lo stato del sistema di guida;
- Interfacce con i seguenti sistemi:
 1. pedali acceleratore e freno
 2. sistemi di sterzo elettro-idraulico degli assili posteriori;
 3. sistema frenante pneumatico;
 4. sistema di propulsione ibrido;
 5. porte di servizio elettriche.

I componenti pure presenti nei veicoli tradizionali quali ruote, motore, porte, gruppo di sterzo meccanico assile frontale, gruppo di sterzo idraulico assili posteriori, telaio, scocca, ecc. non fanno parte dello scopo del sistema di guida elettronico.

Al fine di evitare che il guasto di un solo componente pregiudichi la guida, l'architettura dell'hardware del sistema di guida e l'alimentazione da 24V dello stesso sono progettati con una molteplice ridondanza soddisfacendo quindi in tal modo ai requisiti di sicurezza del sistema di

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 160 di 166

guida.

Se il sistema di guida rileva il guasto di un componente ridondante, critico per la sicurezza, nella modalità di funzionamento automatico, tale sistema effettuerà un arresto controllato usando il normale sistema di frenatura di servizio per fermare il veicolo. Con il sistema di frenatura di servizio, il veicolo viene fermato in meno di 7 secondi. La probabilità che, in tale lasso di tempo, un secondo componente critico per la sicurezza possa guastarsi è da considerare trascurabile.

B 1.18.2.2 Architettura dell'Hardware

Computer di guida

Il Computer di guida è la piattaforma su cui è installato il software di controllo per l'accosto automatico alla fermata. Esso calcola i set points che vengono inviati ai servo controller dei motori dello sterzo per guidare il veicolo sulla traiettoria definita. Esso:

- Controlla gli attuatori e gli altri componenti del sistema per verificarne continuamente il regolare funzionamento.
- Aziona immediatamente una frenatura di emergenza nel caso in cui venga rilevato un guasto che possa mettere a rischio la sicurezza del sistema.
- Provvede alla corretta informazione dell'autista sul funzionamento del sistema

Il Computer di Guida ha un'interfaccia CANopen e CANJ1939, un'interfaccia RS232 per scopi diagnostici. Dispone di una memoria flash per i dati ed è collegato all'alimentazione 24V in modo ridondato.

Monitor Computer

Il Monitor Computer è la piattaforma su cui è installato il software di monitoraggio del sistema di guida. Esso calcola i propri set points che vengono comparati con quelli generati dal Computer di Guida. In caso di discordanza, disabilita i servo e attiva una frenatura di emergenza attraverso il CBCOM (Meccanismo di interruzione del Collegamento al Bus) che interrompe fisicamente il comando ai servo. Ha interfacce CANopen e CANJ1939. L'alimentazione 24V è anche in questo caso ridondata per motivi di sicurezza.

Sensori di guida

Un certo numero di sensori vengono utilizzati per le funzioni di guida:

- Sensori di angolo: sono montati sui mozzi dell'asse frontale e nel meccanismo di articolazione. Si tratta di encoder ottici ridondati, utilizzati dal GCS per il corretto computo dei setpoints per i servo.
- Sensori odometrici: misurano la distanza percorsa da ogni singola ruota e sono connessi ai moduli I/O mediante un encoder di rifasatura e collegati mediante CANopen.
- Sensori di rilevazione dei magneti (MMS): due linee di sensori magneto-resistivi sono montate sotto il veicolo, all'altezza dell'asse anteriore e del terzo asse. Essi rilevano la variazione del campo magnetico prodotto dai magneti, inviando l'informazione, mediante CANbus al GCS.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 161 di 166

- Giroscopio: viene utilizzato un giroscopio a fibre ottiche (effetto Sagnac) per misurare la variazione di orientazione del veicolo.
- Sensori ad ultrasuoni: sono montati sulla fiancata del veicolo ed assicurano un avvicinamento perfetto alla banchina di fermata in aggiunta ai magneti.



- Sensore di coppia: è montato sul piantone dello sterzo; basato sull'effetto Hall, il sistema, privo di contatti fisici, rileva immediatamente la volontà dell'autista di passare alla modalità automatica. Le informazioni vengono inviate al GCS attraverso il CANopen.

Attuatori di guida

- Sistema di propulsione: il sistema di propulsione del veicolo presenta un'interfaccia con il GCS. In modalità manuale il conducente comanda l'acceleratore e il pedale del freno. In modalità guidata, anche il GCS controlla l'accelerazione del veicolo, nel senso che non permette che l'autista acceleri oltre un certo valore. Il GCS non accelererà mai il veicolo. Un sensore sul pedale dell'acceleratore (idle) rileva se l'autista sta utilizzando il pedale. Il tutto viene controllato dal GCS.
- Sistema di frenatura: Il sistema di frenatura presenta un'interfaccia con il GCS. Tale interfaccia è necessaria per inviare un segnale di decelerazione o di frenatura, ricevendone un feedback di conferma. In modalità manuale esso è comandato dall'autista; in modalità di accosto automatico è pilotato dal GCS per fermare il veicolo dopo l'accosto di precisione o attivare una frenatura di emergenza in caso di necessità.
- Moduli di Input/output: servono per l'interfaccia tra i segnali analogici, i segnali dei sensori ed attuatori analogici ed i CAN bus digitali. I moduli di input/output trasformano i segnali da analogici a digitali con il formato richiesto per il CAN-bus, o i segnali digitali dei CAN bus in segnali analogici.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 162 di 166

B 1.18.2.3 Livello di rischio del sistema in caso di avaria

Conforme.

Effetti di guasti singoli

Il modello di architettura del sistema di guida, dell'alimentazione da 24V e delle linee di comunicazione assicura che il guasto di un singolo componente non comporti delle situazioni pericolose. Tutti i componenti critici per la sicurezza sono stati previsti in modo ridondante in modo che ciascuna funzione critica per la sicurezza possa essere attuata da almeno due componenti indipendenti. La descrizione che segue spiega come singoli guasti dei componenti non pregiudicano la guida né portano ad un superamento della velocità massima consentita soddisfacendo in tal modo i requisiti di sicurezza del sistema di guida.

Anche la asportazione di magneti per un tratto di strada fino a 15 metri, non provocherà malfunzionamenti del sistema poiché la mappa elettronica della traiettoria da seguire è immagazzinata nel computer di bordo.

Computer di guida

Vengono usati tre microprocessori di guida indipendenti. In presenza di un guasto casuale dell'hardware, vi sono ancora due computer che funzionano correttamente, cosa questa sufficiente ad eliminare l'effetto del computer difettoso.

Sensori odometrici

Tutti i sensori odometrici che misurano le condizioni critiche per la sicurezza del veicolo sono previsti in numero minimo di tre per garantire la totale ridondanza. Essi comprendono i sensori per la misurazione delle posizioni dei meccanismi di sterzo, i sensori per la misurazione dell'angolo di articolazione ed i codificatori di guida per la misurazione della velocità del veicolo. Ciò permette al computer di guida di rilevare ed isolare i guasti mediante strategie di votazione a maggioranza. I giroscopi servono per dare al sistema di guida elettronico la precisione richiesta. Poiché in presenza di due letture diverse non è possibile stabilire qual è il giroscopio che funziona male, il computer di guida non terrà conto di nessuno dei due.

Sensori di informazione della posizione assoluta

Esistono due sistemi di misurazione dei magneti per il rilevamento dei marker sul fondo stradale. Essendo montati in posizione diverse sul veicolo, il computer di guida utilizza una strategia avanzata per individuare ed isolare le misure non corrette. In breve, una serie limitata di rilevamenti viene messa assieme a delle informazioni odometriche e confrontata con le polarità e le posizioni dei magneti rispetto al tracciato. Quando la differenza tra la posizione prevista e quella misurata di un magnete va al di là di una certa soglia, la misura non viene considerata nel calcolo della posizione assoluta e della direzione del veicolo. I sensori a ultrasuoni vengono usati come misura addizionale per garantire che il veicolo non si avvicini troppo alla banchina di arresto rialzata durante la manovra di accostamento. Se un sensore ultrasonico indica che il veicolo si avvicina troppo alla banchina, il tracciato viene traslato via software dalla banchina stessa.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 163 di 166

Alimentazione da 24V

I sensori, i computer e gli attuatori sono divisi in due gruppi, ciascuno di essi alimentato da una diversa scatola di alimentazione. Le scatole di alimentazione sono collegate al sistema elettrico primario e sono dotate di fusibili diversi con una diversa localizzazione. Se una alimentazione 24V si guasta, l'altra continua a funzionare.

Link di comunicazione

Il guasto del CAN bus J1939 non pregiudicherà la guida, in quanto tramite questo bus vengono trasmesse solo informazioni che non sono critiche dal punto di vista della sicurezza. Il guasto del collegamento Ethernet non comporterà l'esecuzione di un tracciato guidato sbagliato, in quanto il computer di guida vedrà dai controlli CRC (Cyclic Redundancy Code) che i dati del tracciato trasmessi non sono validi.

B 1.18.2.4 Effetti in caso di doppi guasti

In caso di guasto di un componente critico dal punto di vista della sicurezza, il veicolo riceve immediatamente il comando di fermarsi quando si trova nella modalità di funzionamento automatico Poiché il tempo richiesto per l'arresto del veicolo è inferiore a 7 secondi, la possibilità che si guasti un altro componente critico per la sicurezza durante l'arresto comandato con la creazione di situazioni pericolose è considerata altamente improbabile e la probabilità che si verifichi è estremamente bassa.

Prevenzione dei guasti per cause comuni

L'architettura è stata progettata in modo da ridurre il rischio dei guasti per cause comuni come segue:

- I componenti ridondati sono separati fisicamente:
 - o Un computer di guida sulla parte anteriore destra del primo scompartimento, uno al centro a sinistra del primo scompartimento ed uno nell'ultimo scompartimento;
 - o Le linee di un'alimentazione da 24V sono situate a sinistra del veicolo, mentre quelle dell'altra alimentazione da 24V si trovano a destra;
 - o Le linee di un CAN bus open si trovano a sinistra del veicolo, mentre quelle dell'altro CAN bus open si trovano a destra;
 - o I sensori dell'angolo di sterzata sono montati sul meccanismo di sterzo in diverse posizioni;
 - o I codificatori di guida sono distribuiti sulle ruote del veicolo.
- Misurazioni multiple basate su principi diversi sono previste per la misurazione di grandezze critiche per la sicurezza:
 - o Il grado di orientamento del veicolo viene misurato sia utilizzando i giroscopi sia determinando le differenze di velocità delle ruote e degli angoli di sterzata;
 - o La posizione del veicolo viene determinata attraverso la tecnica dell'odometria ed il rilevamento dei marker magnetici;

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 164 di 166

- o Durante l'accostamento di precisione vengono misurati dati di posizione supplementari relativamente al bordo della banchina utilizzando sensori ultrasonici;
- o Gli angoli di sterzata e quelli di articolazione vengono misurati sia con potenziometri ad alta precisione sia con codificatori ottici ad alta precisione.
- Due gruppi di attuatori e sensori separati, dove il gruppo di alimentazione da 24V n. 1 è separato il più possibile dal gruppo CAN di comunicazione aperto n. 2 e dove il gruppo di alimentazione da 24V n. 2 è separato il più possibile dal gruppo CAN di comunicazione aperto n. 1.
- Entrambi i giroscopi sono montati in verticale, ma ruotati di 180° l'uno rispetto all'altro. Quindi, i segnali del grado di orientamento, per maggior sicurezza devono essere sempre invertiti l'uno rispetto all'altro.
- Il corretto funzionamento del GCS, inclusi tutti i sensori, odometri e i componenti interessati al processo di guida sono controllati dall'FDIR (Rilevamento, Isolamento e Risoluzione Guasti). Esso funziona con la tecnologia "watchdog". Questo assicura che in presenza di guasti, il veicolo avvia una frenatura automatica di emergenza. Analogamente una procedura di blocco assicura che solo l'intervento consapevole dell'uomo possa riattivare il sistema anche se la causa del guasto si stata autonomamente risolta.

Conclusioni

Il livello di sicurezza del sistema, grazie alla ridondanza dei componenti devoluti al mantenimento dei parametri di traiettoria e di velocità risulta essere capace di soddisfare i requisiti previsti dalla norma EN 50126.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 165 di 166

B 1.18.3 Livello di degrado del sistema in caso di avaria del sistema a via guidata

Conforme.

B 1.18.3.1 Effetti in caso di guasto

In caso di malfunzionamento di un componente critico per la realizzazione della funzione di guida automatica, il veicolo avvisa il conducente della necessità di passare alla guida manuale. Qualora il conducente non prenda in considerazione l'avviso, il veicolo riceve immediatamente il comando di fermarsi. Poiché il tempo richiesto per l'arresto del veicolo, in modalità di accosto alla fermata, è inferiore a 10 secondi, la possibilità che si guasti un altro componente critico per la sicurezza durante l'arresto comandato con la creazione di situazioni pericolose è considerata altamente improbabile e la probabilità che si verifichi è estremamente bassa.

Il sistema, passando alla modalità manuale, mantiene inalterate tutte le caratteristiche e le performance in termini di velocità ed accelerazione verificate per questa modalità. In caso di guasto ad un componente necessario per la guida semiautomatica, il sistema non consentirà il passaggio a questa modalità di approccio alle fermate che, dunque, dovranno essere eseguite in modalità manuale, senza l'assistenza della sterzata automatica. Il veicolo potrà continuare il suo esercizio fino al termine del servizio per poter poi essere assistito secondo le normali procedure di riparazione in officina.

B 1.18.3.2 Attuatori di guida

In caso di malfunzionamento di uno dei tre attuatori, gli altri due continuano a funzionare, senza degrado per le condizioni di guida. Infatti ogni servo è connesso al GCS mediante uno dei due CAN bus ed alimentato da uno dei due alimentatori a 24 V. Gli altri due sono collegati al secondo CAN bus ed alimentati dal secondo alimentatore a 24 V.

- Tutti e tre i servo ricevono lo stesso set point da parte del GCS ed inviano il loro feedback di set point effettuato. Questo fa sì che, poiché i tre servo ricevono lo stesso comando allo stesso momento, in caso di malfunzionamento, non ci sarà alcun degrado delle prestazioni perché, senza soluzione di continuità, gli altri due eseguiranno il comando imposto dal GCS.

- Anche in caso di malfunzionamento di uno dei controller degli attuatori, il sistema continuerà a funzionare in modo non degradato. Infatti un servo neutralizzerà il mancato funzionamento del servo guasto (anche in caso di completo blocco del motore o dell'attuatore), mentre il terzo eseguirà il comando del GCS.

- In caso di rottura di uno dei due CANbus (guasto o incidente), l'altro CANbus continuerà, senza interruzione, a provvedere alla trasmissione dei comandi e dei feedback da e per il GCS. I CANbuses sono disposti uno a sinistra del veicolo e l'altro a destra per una maggiore protezione in caso di incidenti laterali.

- Ad ogni ciclo di sincronizzazione (SYNC), i dati di ciascun servo sono inviati al GCS che li compara immediatamente per rilevare eventuali malfunzionamenti a carico di uno dei tre canali.

	 fornitura di filosnodati urbani bimodali	
Doc. 467PDH0000RT01A	Relazione tecnica	Pagina 166 di 166

- In caso di rottura di uno dei due alimentatori a 24V, non ci sarà alcun degrado delle prestazioni poiché tutti i componenti critici per la guida sono duplicati ed alimentati da sorgenti separate.
- In caso di rottura di uno dei due inverter che generano la tensione a 230V AC per i motori dei servo, l'altro continuerà a funzionare ed alimenterà, senza degrado, i rimanenti servo attuatori.

B 1.18.3.3 Conclusioni

In caso di malfunzionamento del sistema di via guidata, le prestazioni del sistema rimangono inalterate per quanto riguarda le funzioni comuni quali velocità accelerazione e, in generale, tutte le prestazioni della parte automobilistica. Come descritto in dettaglio nei paragrafi precedenti, tutti i malfunzionamenti di primo livello dei componenti dedicati alla funzioni di accosto automatico alla fermata, in caso di primo guasto, non portano ad alcun livello di degrado nelle prestazioni e nelle performance del veicolo. E' evidente che guasti di primo livello devono essere affrontati e risolti poiché il sistema non consentirà il passaggio a modalità automatica in situazione di guasto di primo livello presente e non risolto.

Per motivi legati alla sicurezza del sistema, tutte le attività inerenti la guida automatica devono essere prestate da personale qualificato e specificatamente istruito.

