



trasporti regionali della sardegna



**FSC**  
Fondo per lo Sviluppo  
e la Coesione

# **RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE FORNITURA 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI**

## **ARST S.p.A**

Società con socio unico

Sede legale: via Posada 8/10, 09122 Cagliari


P.IVA / CF e iscrizione CCIAA Cagliari 00145190922

Capitale Sociale € 819.000 i.v.

t (+39)070265701 p arst@pec.arstspa.info m arst@arst.sardegna.it



Progettazione ed Erogazione del Servizio di TPL su gomma (in regione Sardegna)  
Sedi Certificate: Cagliari, Oristano, Iglesias, Carbonia, Nuoro

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE</b> <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 2 di 109

## 1. PREMESSA

Scopo della relazione è quello di fornire un inquadramento descrittivo e prestazionale della fornitura di 10 UdT, distinte in due diversi lotti, per le linee metrotranviarie di Cagliari e di Sassari.

- lotto a) 3 veicoli tranviari per la metrotranvia di Sassari;
- lotto b) 7 veicoli tranviari per la metrotranvia di Cagliari.

In sintesi, l'appalto ha per oggetto la progettazione definitiva, esecutiva, costruttiva e la fornitura di veicoli tranviari UdT a scartamento ridotto bidirezionali, di lunghezza massima pari a 30 m e 33 m rispettivamente per i lotti a) e b). La tensione di alimentazione è pari a 750 V dc.

Pertanto, è riportata una dettagliata descrizione delle caratteristiche e delle condizioni generali e particolari, tecniche, in conformità alle quali dovranno essere eseguite tutte le prestazioni oggetto dell'appalto di fornitura di nuovi rotabili tranviari.

È richiesta anche una quotazione per il servizio di manutenzione nel periodo di garanzia generale (5 anni) Le relative attività saranno finanziate in conto esercizio e disciplinate da apposito contratto, distinto da quello di fornitura delle UdT. ARST si riserva la facoltà di affidare il servizio di Full Service senza alcun obbligo a proprio carico. Il Fornitore aggiudicatario sarà obbligato ad effettuare il servizio di Full Service in caso di esercizio della predetta facoltà da parte di ARST.

Il prezzo offerto per il service sarà oggetto di valutazione e impegnativo per l'eventuale affidamento.

In generale, la presente Relazione Tecnica descrive i requisiti tecnici che l'Aggiudicatario deve soddisfare nella progettazione, costruzione, esercizio e successiva manutenzione del veicolo.


Il veicolo deve assicurare le seguenti prestazioni basilari:

- agevolare l'incarozzamento dei passeggeri;
- rendere lo spostamento dei passeggeri all'interno della vettura, agevole e sicuro;
- essere costruito in maniera tale da rispondere alle esigenze delle linee urbane e suburbane esistenti e già in esercizio, ovvero in costruzione;
- essere concepito in modo tale da non richiedere nessuna modifica all'infrastruttura e agli impianti di deposito esistenti;
- rispettare con ampio margine le misure intese a tutelare la qualità del trasporto, specie per quanto attiene alla riduzione dell'inquinamento acustico;
- essere progettato in modo da rendere fascia di ingombro e peso il più possibile contenuti. La sagoma limite deve rispettare la norma UNI 7156.

Elementi di valutazione del rotabile saranno, le caratteristiche tecniche, le prestazioni e la piena rispondenza ai requisiti della presente relazione.

**Tutti gli elementi tecnici della presente relazione non valutati, ovvero non vincolanti, potranno costituire oggetto di soluzioni alternative, purché motivate, rispettose dei requisiti minimi e delle prescrizioni normative e amministrative vigenti.**

**Quando non diversamente specificato, i dati e le caratteristiche fornite si riferiscono ad entrambi i lotti.**

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 3 di 109

Il rotabile deve essere pienamente conforme, per le sue caratteristiche generali alla norma italiana per le tranvie UNI 11174 o eventuali successivi aggiornamenti, per quanto non espressamente riportato nella documentazione di gara.

Il veicolo è concepito con tecnologie e soluzioni costruttive esistenti che abbiano dato prova di elevata affidabilità.

Qualora fosse proposto il ricorso ad elementi innovativi, deve esserne adeguatamente documentata la convenienza e l'affidabilità, nonché le garanzie che necessariamente devono accompagnare simili proposte.

La valutazione del rotabile si baserà anche sui parametri di massa specifica, intesa in termini di tara/posti offerti e di capacità di trasporto per unità di lunghezza.


Sulla scorta del presente documento dovranno **obbligatoriamente** essere redatte le **Relazioni tecniche descrittive e prestazionali di offerta** (distinte per il lotto a e per il Lotto b); ciascuna delle quali, al fine di agevolare la predisposizione dell'offerta, contiene per ogni paragrafo una specifica parte riquadrata in rosso dove inserire le "prestazioni" del veicolo offerto per ciascun lotto.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI


Per tutte le attività che concernono la fornitura dei veicoli per il lotto a) e per il lotto b) si deve fare preciso riferimento alla norma UNI 11174, per quanto non diversamente specificato in questo documento e nella documentazione di gara.

Di seguito si riporta un elenco di norme, estratto dalla norma sopra citata, cui fare riferimento; sono, comunque, da intendersi comprese le nuove emissioni di norma e i successivi aggiornamenti e/o revisioni di quelle citate:


- UNI 3332, Carrozze motrici tranviarie urbane - Cerchioni delle ruote;
- UNI 7156, Tranvie e tranvie veloci- Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e interbinario - Altezza della linea aerea di contatto;
- UNI 7836, Metropolitane e tranvie - Andamento piano-altimetrico dei binari;
- UNI 8379, Sistemi di trasporto a guida vincolata (ferrovia, metropolitana leggera, tranvia veloce e tranvia) - Termini e definizioni;
- UNI 8881, Veicoli per ferrovie, metropolitane e tranvie - Accoppiatori automatici integrali;
- UNI 11378, Metropolitane - Materiale rotabile per metropolitane - Caratteristiche generali e prestazioni;
- UNI 11624, Metropolitane, tranvie e ferrovie non interconnesse all'infrastruttura ferroviaria nazionale - Sistemi di registrazione dati di bordo;
- UNI 11750, Metropolitane e tranvie - Documentazione di progetto e prove di rotabili di nuova costruzione o modificati - Normativa di riferimento;
- UNI EN 12150-1, Vetro per edilizia - Vetro di silicato sodico-calcico di sicurezza temprato termicamente - Definizione e descrizione;

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b> Pag. 4 di 109	


- UNI EN 12299, Applicazioni ferroviarie- Comfort di marcia per passeggeri - Misurazione e valutazione;
- UNI EN 12663-1, Applicazioni ferroviarie- Requisiti strutturali delle casse dei veicoli rotabili ferroviari - Parte I: Locomotive e materiale rotabile per passeggeri (e metodo alternativo per i carri merci);
- UNI EN 13103-1, Applicazioni ferroviarie - Sale montate e carrelli - Parte 1: Metodo di progettazione per assi con boccole esterne;
- UNICEN/TS 13103-2 Applicazioni ferroviarie - Sale montate e carrelli - Parte 2: Metodo di progettazione per assi con boccole interne;
- prCEN/TS 13103-3:2022 Railway applications - Wheelsets and bogies - Part 3: Design method for axles with external journals for urban rail;
- UNI EN 13272-2, Applicazioni ferroviarie - Illuminazione elettrico per il materiale rotabile nei sistemi di trasporto pubblico - Parte 2: Ferrovia urbana;
- UNI EN 13452-1, Applicazioni ferroviarie - Freno - Sistemi di frenatura per il trasporto metropolitano - Parte 1: Requisiti di prestazione;
- UNI EN 13452-2, Applicazioni ferroviarie - Freno - Sistemi di frenatura per il trasporto metropolitano - Parte 2: Metodi di prova;
- UNI EN 13749, Applicazioni ferroviarie - Sale montate e carrelli - Metodi per specificare i requisiti strutturali dei telai per carrelli;
- UNI EN 13981, Alluminio e leghe di alluminio - Prodotti per applicazioni ferroviarie strutturali - Condizioni tecniche di collaudo e fornitura;
- UNI EN 14363, Applicazioni ferroviarie - Prove per l'accettazione delle caratteristiche di marcia del veicoli ferroviari - Prove di comportamentodinamico e statico;
- UNI EN 14750-1, Applicazioni ferroviarie - Aria condizionato per il materiale rotabile urbano e suburbano - Parte 1: Parametri di comfort;
- UNI EN 14750-2, Applicazioni ferroviarie - Aria condizionata per il materiale rotabile urbano e suburbano - Parte 2: Prove di tipo;
- UNI EN 14752, Applicazioni ferroviarie - Sistemi di ingresso laterale per il materiale rotabile;
- UNI EN 14813-1, Applicazioni ferroviarie - Condizionamento aria per cabine di guida - Parte 1: Parametri di comfort;
- UNI EN 14813-2, Applicazioni ferroviarie - Condizionamento aria per cabine di guida -Parte 2: Prove di tipo;
- UNI EN 15085, Applicazioni ferroviarie- Saldatura del veicoli ferroviari e dei relativi componenti;
- UNI EN 15153-3, Applicazioni ferroviarie- Dispositivi esterni di avviso ottico ed acustico - Parte 3: Dispositivi di avviso ottico per trasporto urbano;
- UNI EN 15153-4, Applicazioni ferroviarie - Dispositivi esterni di avviso ottico ed acustico - Parte 4: Dispositivi di avviso acustico p e r trasporto urbano;
- UNI EN 15227, Applicazioni ferroviarie - Requisiti di sicurezza passiva contro la collisione del veicoli ferroviari;

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>   Pag. 5 di 109	

- UNI EN 15461, Applicazioni ferroviarie - Emissione del rumore - Caratterizzazione delle proprietà dinamiche delle sezioni del binario per la misurazione del rumore del treno in transito;
- UNI EN 15610, Applicazioni ferroviarie - Acustica - Misurazione della rugosità della rotaia e della ruota collegate alla generazione del rumore di rotolamento;
- UNI EN 15663, Applicazioni ferroviarie - Definizione delle masse di riferimento dei veicoli;
- UNI EN 16019, Applicazioni ferroviarie - Accoppiatori automatici - Requisiti di prestazione, specifica geometria di interfaccia e metodo di prova;
- UNI EN 16186-1, Applicazioni ferroviarie - Cabina di guida - Parte 1: Dati antropometrici e visibilità;
- EN 16186-5 Railway applications- Driver's cabs - Part 5: External visibility for tram vehicles;
- EN 16186-6 Railway applications - Driver's cabs - Part 6: Integration of displays, controls and indicators for tram vehicles;
- EN 16186-8 Railway applications -Driver's cab -Part 8: Tram vehicle layout and access;
- UNI EN 16286-1, Applicazioni ferroviarie - Sistemi di intercomunicazione fra veicoli - Parte :1 Applicazioni principali;
- UNI EN 16286-2, Applicazioni ferroviarie - Sistemi di intercomunicazione fra veicoli - Parte 2: Misurazioni acustiche;
- UNI EN 16334-2, Applicazioni ferroviarie - Sistema allarme passeggeri - Parte 2: Requisiti di sistema per ferrovia urbana;
- UNI EN 17285, Applicazioni ferroviarie - Acustica - Misurazione degli avvisi acustici delle porte;
- UNI EN 17355, Applicazioni ferroviarie - Dispositivo di comunicazione per ferrovia urbana Requisiti di sistema;
- CEN/TR 16891, Railway applications - Acoustics - Measurement method for combined roughness, track decay rates and transfer functions;
- CEN/TR 17420, Railway applications - Vehicle end design for trams and light rail vehicles with respect to pedestrian safety;
- UNI CEI EN 45545, Applicazioni ferroviarie - Protezione al fuoco per i rotabili ferroviari;
- UNI EN ISO 3095, Acustica - Applicazioni ferroviarie - Misurazione del rumore emesso dai veicoli su rotaia;
- UNI EN ISO 3381, Applicazioni ferroviarie - Acustica - Misurazione del rumore interno dei veicoli su rotaia;
- CEI EN 50121, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Compatibilità elettromagnetica;
- CEI EN 50124-1, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane - Coordinamento degli isolamenti - Parte 1: Requisiti base - Distanze in aria e distanze superficiali per tutta l'apparecchiatura elettrica ed elettronica;

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b> Pag. 6 di 109	

- CEI EN 50125-1, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Condizioni ambientali per gli equipaggiamenti - Parte 1: Equipaggiamenti nel materiale rotabile;
- CEI EN 50126, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie, metropolitane - La specificazione e la dimostrazione di Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità e Sicurezza (RAMS);
- CEI EN 50128, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Sistemi di telecomunicazione, segnalamento ed elaborazione - Software per sistemiferroviari di comando e di protezione;
- CEI EN 50153, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane- Materiale rotabile- Misure di protezione contro i pericoli di origine elettrica;
- CEI EN 50155, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Equipaggiamenti elettronici utilizzati sul materiale rotabile;
- CEI EN 50163, Applicazioni ferroviarie - Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione;
- CEI EN 50206-2, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie, metropolitane - Materiale rotabile - Pantografi: Caratteristiche e prove - Parte 2: Pantografi per metropolitane e rotabili leggeri;
- CEI EN 50261, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Montaggio dell'apparecchiatura elettronica;
- CEI EN 50343, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Materiale rotabile - Regole per l'installazione del cablaggio;
- CEI EN 50500, Procedure di misura del livello dei campi magnetici generati dai dispositivi elettronici ed elettrici nell'ambiente ferroviario in riferimento all'esposizione umana;
- CEI EN 50533, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Caratteristiche della tensione della linea treno trifase;
- CEI EN 50657 CEI, EN 60077 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Apparecchiature elettriche p e ril materiale rotabile;
- CEI EN 60099, Scaricatori;
- CEI EN 60310, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie emetropolitane - Trasformatori e induttori di trazione su materiale rotabile;
- CEI EN 60322, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Apparecchiature elettriche per materiale rotabile- Prescrizioni relative a reostati di potenza in costruzione aperta;
- CEI EN 60349-1, Trazione elettrica - Macchine elettriche rotanti per veicoli su rotaia e stradali - Parte 1: Macchine diverse dai motori a corrente alternata alimentati da convertitori elettronici;
- CEI EN 60349-2, Trazione elettrica-Macchine elettriche rotanti per veicoli su rotaia e stradali-Parte2: Motori in corrente alternata alimentati da convertitori elettronici;
- CEI EN 61287-1, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filo tranviarie e metropolitane - Convertitori di potenza per materiale rotabile -Parte 1: Caratteristiche e metodi di prova;

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 7 di 109


- CEI EN 61373, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane Materiale rotabile - Prove d'urto e di vibrazioni;
- CEI EN 61375, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Materiale elettronico ferroviario - Rete di comunicazione di treno (TCN);
- CEI EN 61377, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Materiale rotabile;
- CEI EN 61881, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Materiale rotabile - Condensatori per elettronica di potenza;
- CEI EN 62625-1, Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Sistema di bordo per la registrazione dei dati di condotta- Parte 1: Specifiche di sistema;
- IEC 61133 RLV, Railway applications - Rolling stock - Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service;
- Circolare del Ministero dei Trasporti n. 201/83, relativa alle disposizioni per l'approvazione del materiale rotabile ferroviario.

### 3. TERMINI E DEFINIZIONI

Si applicano i termini e le definizioni della UNI 8379 e quelli di cui alla UNI 11174, paragrafo 3.

È utile riportare di seguito la definizione delle condizioni di carico, determinate secondo la UNI EN 15663, esse sono:

- **carico utile normale** di progetto devono essere considerati:
  - il 100 % dei sedili fissi occupati;
  - i sedili ripieghevoli situati al di fuori dei vestiboli in posizione aperta e occupati, per cui le aree dei passeggeri in piedi risultano diminuite di conseguenza;
  - i sedili ripieghevoli situati nei vestiboli in posizione ripiegata, per cui la superficie prospiciente ad essi concorre alle aree dei passeggeri in piedi;
  - le postazioni per passeggeri con disabilità su sedia a rotelle non occupate, per cui le corrispondenti superfici concorrono alle aree dei passeggeri in piedi;
  - -la densità di 4 passeggeri in piedi/m<sup>2</sup>, ovvero la massa unitaria di 280 kg/m<sup>2</sup>.
- **carico utile eccezionale** devono essere considerati:
  - il 100 % dei sedili fissi occupati;
  - tutti i sedili ripieghevoli in posizione ripiegata, per cui la superficie prospiciente ad essi concorre alle aree per i passeggeri in piedi;
  - le postazioni per passeggeri con disabilità su sedia a rotelle non occupate, per cui le corrispondenti superfici concorrono alle aree per i passeggeri in piedi;
  - la densità di 6 passeggeri in piedi/m<sup>2</sup>, ovvero la massa unitaria di 420 kg/m<sup>2</sup>.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b> Pag. 8 di 109	

## 4. COMPATIBILITÀ CON L'INFRASTRUTTURA

Per quanto non espressamente indicato nel presente documento di deve fare riferimento ai valori indicati nella norma UNI 11174.

### 4.1 SEDE

Il veicolo dovrà transitare su linee in:

- sede propria;
- sede promiscua.

Le fermate esistenti sono realizzate con marciapiedi a una altezza di 250 mm mentre quelle in costruzione ovvero in progettazione, nel rispetto della UNI 7156 hanno altezza non superiore a 300 mm, sempre dal piano del ferro. L'altezza della soglia delle porte rispetto al piano della banchina deve essere compresa tra +50mm e -20mm. E, comunque, a una quota tale da rendere agevole l'incarozzamento dei passeggeri.

Il veicolo deve essere in grado di percorrere tutte le linee metrotranviarie alle quali è destinato e al riguardo sono allegati i profili longitudinali e le planimetrie delle linee (Allegato A1a e Allegato A1b).

In ogni caso, si precisa che il veicolo deve potersi iscrivere in curve di raggio minimo pari a 25 m in deposito, 40 m in linea e superare pendenze pari al 60‰, in condizione di carico utile eccezionale.

### 4.2 ARMAMENTO E CIRCOLABILITÀ

#### 4.2.1 Sopraelevazione e sovrascartamento

In generale, distinguendo tra tratte con armamento ferroviario su ballast e tratte con armamento tranviario incassato "embedded" si ha:

armamento ferroviario su ballast	Sopraelevazione max 110 mm
	Sovrascartamento nessuno
armamento tranviario incassato "embedded"	Sopraelevazione max 30 mm
	Sovrascartamento nessuno


#### 4.2.2 lotto a) Sassari

Lo scartamento nominale è 942 mm, nella tratta tranviaria e 950 mm, nella tratta ferroviaria. Le rotaie sono:

- nella tratta ferroviaria rotaia tipo Vignole - UNI 36 (di primo impianto con acciaio Fe 680) e 36 E1 - acciaio R 260;
- nella tratta tranviaria rotaia a gola Ri59N (di primo impianto)

Le tipologie costruttive dell'armamento sono, per la tratta in esercizio:



<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 9 di 109
		<b>TEC</b>

**Tipo [A]:** "Armamento antivibrante" con rotaie "a gola" Ri59N disposte su traverse biblocco con attacchi elastici NABLA', inghisate in fondazione massiva in c.a. isolata dal terreno circostante (fondo e pareti) mediante materassino antivibrante in gomma pesante (sp 30/15 mm) in sede promiscua protetta pavimentata;

**Tipo [B-B1]:** Armamento con rotaie "a gola" Ri59N disposte su traverse biblocco con attacchi elastici NABLA', inghisate in fondazione massiva in c.a. in sede promiscua protetta pavimentata o sede riservata inerbita;

**Tipo [C]:** Armamento con rotaie UNI 36 su traverse biblocco con attacchi elastici NABLA' insistenti su ballast in sede protetta riservata;

**Tipo [D]:** Armamento con rotaie UNI 36 su traverse biblocco con attacchi elastici NABLA' insistenti su ballast in sede ferroviaria.

#### **4.2.3 lotto b) Cagliari**

Lo scartamento nominale è 950 mm su tutte le tratte in esercizio

- nella tratta ferroviaria rotaia tipo Vignole - UNI 36 (di primo impianto con acciaio Fe 680) e 36 E1 - acciaio R 260;
- nella tratta tranviaria, nei tratti in rettilineo e in curva con raggio  $\geq 100\text{m}$  rotaie a gola con profilo 59R2 (Ri59N) in acciaio R 260; nelle curve di  $R < 100\text{m}$  rotaie a gola con profilo 67R1, in acciaio R290 GHT-CL

### **4.3 ALIMENTAZIONE**

L'alimentazione avviene tramite linea aerea.

Per entrambi i lotti la tensione è di 750 Vcc (-30% +20%).

L'altezza della linea di contatto rispetto al piano del ferro è:

- nella tratta extraurbana: 5,00 m.
- nella tratta urbana: 5,20 m;
- negli incroci con la viabilità stradale: 5,60 m;
- minimo (sottopassi e vincoli vari): 4,40 m.

La linea di contatto è costituita da filo in lega di rame sospeso, soggetta a dilatazioni e ritiri per l'escursione termica.

Sezione del filo di contatto in rame è per:

#### **Lotto a)**

- tratta tranviaria urbana  $2 \times 150 \text{ mm}^2$  (fermata FS-fermata Emiciclo)
- tratta ferroviaria  $1 \times 150 \text{ mm}^2$  + corda portante  $1 \times 155 \text{ mm}^2$  (fermata FS-Fermata Santa Maria di Pisa).

#### **Lotto b)**

- $1 \times 120 \text{ mm}^2$ ;

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 10 di 109

La sospensione della linea di contatto è sia trasversale sia longitudinale.

È presente la poligonazione in tracciato rettilineo  $\pm 300$  mm.

Sono presenti separatori di zona (tratte isolate), di lunghezza pari a 500 mm.

Sforzo normale di trazione sulla linea di contatto, nel campo delle altezze previste per il filo di contatto, è compreso tra 6 daN e 7 daN.

#### 4.4 SEGNALAMENTO

Il segnalamento per la tramvia è fondamentalmente basato sul principio della marcia a vista: il conducente del tram è responsabile dell'osservanza dei segnali disposti lungo il tracciato e della distanza tra il proprio veicolo e quello che lo precede. I segnali, quindi, aiutano il conducente nella marcia a vista ma ciò non solleva il conducente stesso dalle proprie responsabilità.

I principali componenti dell'impianto di segnalamento della Metropolitana Leggera di Cagliari e Sassari sono:

- Posti Periferici di Controllo (PPC)
- Sistema di trasmissione Terra / Bordo (VECOM)
- Apparatì di binario.

La funzione dei PPC è di garantire transiti in sicurezza in tutti i punti della linea e del deposito che possono essere potenzialmente critici, in quanto interessati da rotte incompatibili.

Le funzioni svolte dai PPC sono:

- ricezione delle richieste di prenotazione rotta da apparati di bordo attraverso loop di comunicazione o da apparati di terra quali circuiti di binario;
- rilevamento dei convogli tramite i CDB;
- verifica delle rotte incompatibili;
- movimentazione dei deviatori mediante comando delle casse di manovra;
- controllo posizione degli aghi scambi
- controllo e predisposizione dei segnali di stop e di indicazione di posizione deviatori;
- blocco delle rotte conflittuali;
- attuazione sequenziale delle rotte richieste e successiva liberazione.


La logica programmata dei PPC prevede sempre una verifica degli eventi a partire da una qualsiasi richiesta: nel seguito sono riportate le indicazioni di carattere generale che definiscono le modalità di gestione delle rotte.

Le rotte sono percorsi preconfigurati delimitati da apparati di binario ed eventualmente preparate movimentando dei deviatori in modo controllato, che consentono lo spostamento di un veicolo da un punto ad un altro del tracciato tranviario.

#### 4.5 PROFILO DI MISSIONE – MODALITA' DI IMPIEGO DEL ROTABILE

Il profilo di missione atteso è il seguente:

Vita tecnica utile: 35 anni;

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE</b> <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 11 di 109

#### **4.5.1 Utilizzo giornaliero:**

- **Lotto a)** 15 ore in linea (durata del servizio) + tempi accessori di preparazione all'uscita, massimo 17 ore;
- **Lotto b):** 17 ore in linea (durata del servizio) + tempi accessori di preparazione all'uscita, massimo 19 ore.

#### **4.5.2 Linee esercite:**

##### **Lotto a)** Metrotranvia di Sassari:

- Linea urbana: Emiciclo Garibaldi - Stazione FS - Santa Maria di Pisa;

##### **Lotto b)** Metrotranvia di Cagliari:

- Linea 1 urbana: Repubblica - San Gottardo;
- Linea 2 extraurbana: San Gottardo - Settimo San Pietro;
- Linea 3 urbana: San Gottardo - Policlinico;
- Linea 3 urbana in costruzione Repubblica - Matteotti -Stazione FS;
- Linea 1 urbana in costruzione: raddoppio tratta Gennari - Caracalla.

#### **4.5.3 Densità di passeggeri durante le punte massime:**

- Metrotranvia Sassari 177 passeggeri/ora (rilevazioni febbraio 2019 7:30 - 8:30) ;
- Metrotranvia Cagliari 875 passeggeri/ora (rilevazioni gennaio 2019 7:30 - 8:30).

Tutti i dati forniti sono storici, puramente indicativi e sono suscettibili di variazione in base alle necessità future.

#### **4.5.4 Utilizzo annuo:**

- Lotto a) 306 giorni (al netto di 59 gg domenicali/festivi);
- Lotto b) 365 giorni.

Tutti i dati forniti sono storici, puramente indicativi e sono suscettibili di variazione in base alle necessità future.


#### **4.5.5 La lunghezza delle linee:**

##### **Lotto a)** Metrotranvia Sassari tot linea 4,331 km:

- linea Emiciclo Garibaldi - Stazione FS → 2,449 km;
- linea Stazione FS - Santa Maria di Pisa → 1,882 km.

##### **Lotto b)** Metrotranvia Cagliari tot 12,320 km + 2,530 km:

- linea 1: Repubblica - San Gottardo → 6,350 km;
- linea 2: San Gottardo - Settimo San Pietro → 4,250 km;
- linea 3: San Gottardo - Policlinico → 1,720 km;
- linea 3 in costruzione Repubblica - Matteotti - Stazione FS → 2,530 km.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 12 di 109
		<b>TEC</b>

#### **4.5.6 Percorrenza massima annua**

90'000 km per entrambi i lotti

#### **4.5.7 Velocità commerciale media**

**Lotto a)** Metrotranvia Sassari:

- linea Emiciclo Garibaldi - Stazione FS (centro urbano): 12,25 km/h;
- linea Stazione FS - Santa Maria di Pisa (periferia): 22,58 km/h.

**Lotto b)** Metrotranvia Cagliari:

- linea 1: 21,17 km/h;
- linea 2: 36,43 km/h;
- linea 3: 25,80 km/h;

#### **4.5.8 Distanza media fra le fermate per salita e discesa passeggeri:**

**Lotto a)** Metrotranvia Sassari:

- 408 m nella linea Stazione FS - Emiciclo Garibaldi
- 1.882 m nella linea Stazione FS - Santa Maria di Pisa

**Lotto b)** Metrotranvia Cagliari:

- 529 m nella linea 1 (San Gottardo - Repubblica)
- 2.125 m linea 2 (San Gottardo - Settimo San Pietro)
- 860 m nella linea 3 (San Gottardo - Policlinico)

### **4.6 COMUNICAZIONI**

**Lotto a)** Un sistema di collegamento e comunicazione mediante apposito sistema telefonico (Allegato A2a).

**Lotto b)** Un sistema radio assicura il collegamento con il Posto di Comando e permette l'esercizio in condizioni di segnalamento degradate (Allegato A2b), che comprende un sistema telefonico come quello descritto per l'allegato A2a.

### **4.7 CONDIZIONI AMBIENTALI**

#### **4.7.1 Temperatura e umidità**


Il veicolo deve poter operare con temperatura dell'aria esterna tra -10 °C +45 °C.

Il veicolo deve poter operare con umidità relativa 70-80 % con valore massimo fino al 100%.

Comparsa di rugiada e condensa con elevato contenuto di sali.

#### **4.7.2 Condizioni climatiche**

I rotabili devono essere adatti ad un utilizzo senza alcun intervento dopo un rimessaggio di

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>			
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>			SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 13 di 109	

più giorni all'aperto, nonché a circolare in condizioni climatiche avverse e pertanto devono essere protetti contro l'azione del vento, dai getti d'acqua e dalla penetrazione dell'acqua per turbolenze conseguenti al movimento del rotabile.

La progettazione e costruzione dei rotabili deve, inoltre, tener conto delle seguenti condizioni ambientali:

- Possibilità di allagamenti in caso di forti piogge in alcuni tratti di linea specie in corrispondenza di zone pavimentate;
- Presenza di foglie, polvere e polline a seguito del transito dei rotabili in tratti con presenza di viali alberati.

## 5. DIMENSIONI PRINCIPALI DEI ROTABILI E CARATTERISTICHE

### 5.1 GENERALITÀ

Per i due lotti sono indicate la lunghezza, la larghezza, gli ingombri trasversali, e la circolabilità in relazione alla linea aerea di contatto

L'altezza limite dal piano del ferro del veicolo, a tara, compreso lo strisciante del pantografo, in posizione di riposo, è pari a 3600 mm.


prestazione offerta

#### 5.1.1 Lotto a) TRAM SASSARI

La larghezza del veicolo non deve essere maggiore di 2400 mm e la lunghezza "tutto fuori" non maggiore di 30 m, per tenere conto della compatibilità che il veicolo deve avere con la linea esistente, la larghezza in corrispondenza della soglia delle porte dovrà essere al massimo pari a 2400 mm e, in ogni caso, dovrà essere sempre verificato il rispetto delle distanze (franchi liberi) imposte dalla norma UNI 7156 e UNI 11174, anche in considerazione del transito dei rotabili nelle banchine di fermata senza che avvenga la sosta e la ripartenza.

Per la compatibilità con la rete e in particolare con la lunghezza delle attuali banchine la distanza tra i bordi delle porte di estremità di ciascuna fiancata non deve essere **inderogabilmente** maggiore di 25m.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 14 di 109



### **5.1.2 Lotto b) TRAM CAGLIARI**

La larghezza del veicolo non deve essere maggiore di 2460 mm e la lunghezza "tutto fuori" non maggiore di 33 metri, per tenere conto della compatibilità che il veicolo deve avere con la linea esistente, la larghezza in corrispondenza della soglia delle porte dovrà essere al massimo pari a 2400 mm e, in ogni caso, dovrà essere sempre verificato il rispetto delle distanze (franchi liberi) imposte dalla norma UNI 7156 e UNI 11174, anche in considerazione del transito dei rotabili nelle banchine di fermata senza che avvenga la sosta e la ripartenza.



### **5.1.3 PROFILO DELLE RUOTE**

Si allega il profilo ruota per il lotto a e per il lotto b Allegato A3

## **6. COMFORT**

### **6.1 ACCESSIBILITÀ**

Il veicolo per entrambi i lotti è bidirezionale, con porte poste su entrambi i lati.

Il pianale risulta ribassato di una percentuale non minore del 70% della superficie utile, intendendo per superficie utile quella calpestabile dai passeggeri.


Le porte per i passeggeri si devono trovare nelle zone del rotabile con pavimento basso.

Il piano di calpestio del veicolo, nella parte ribassata, è posto ad un'altezza nominale di 350 mm dal piano del ferro.

L'incarozzamento dei viaggiatori deve essere possibile, in modo agevole dalle banchine.

Le dimensioni delle porte per i passeggeri devono essere conformi alla UNI EN 14752 con le specificazioni di al par. 5.1.2 della UNI 11174.

Il valore minimo del rapporto tra la larghezza utile complessiva delle porte per i passeggeri di ciascuna fiancata e la lunghezza del rotabile deve essere almeno pari a 0.18.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 15 di 109

Devono essere presenti 2 postazioni per biciclette, ognuna in grado di ospitare 2 biciclette in sicurezza. Le postazioni (una per lato) dovranno essere posizionate in prossimità delle porte di ingresso a pianale ribassato.

prestazione offerta

### **6.1.1 PASSEGGERI CON RIDOTTE CAPACITÀ MOTORIE**

Particolare cura e accorgimento devono essere impiegati per consentire, in banchina, l'accesso al veicolo da parte di persone con limitate, ovvero ridotte, capacità motorie.

Nella progettazione dovranno essere rispettate le norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche di cui in particolare al D.P.R. n. 503 del 24.07.96 art. 24 e 25, nonché di tutte le normative vigenti in materia.

Almeno due porte per fiancata sono attrezzate con pedana mobile, a comando automatico, per permettere l'accesso con sedia a ruote. In prossimità di tali porte è prevista una postazione facilmente accessibile, per l'ancoraggio automatico di una sedia a ruote.

La pedana deve avere un sistema di riconoscimento degli ostacoli (bordo sensibile) che, in caso di presenza di un ostacolo, blocca la stessa in posizione retratta al terzo tentativo di uscita.

La richiesta di attivazione della pedana mobile da parte del passeggero disabile viene segnalata in cabina di guida in modo tale che il conducente possa comandare solo l'estrazione della pedana corrispondente.


Non è, invece, previsto un sistema di inclinazione laterale ("kleening system").

prestazione offerta

## **6.2 ABITABILITÀ**

### **6.2.1 Generalità**

Il Veicolo è dotato di almeno una postazione per disabile su sedia a ruote, disposta in

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>			
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>			SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 16 di 109	<b>TEC</b>

prossimità di una porta, facilmente accessibile e attrezzata.

Nella propria postazione la sedia a ruote è, preferibilmente, alloggiata in modo tale da avere l'asse delle ruote parallelo all'asse longitudinale del rotabile ed il sistema automatico di fissaggio è dotato di meccanismo di blocco e sblocco di facile e sicura manovrabilità, abilitato dal conducente.

Il sistema non consente la partenza del veicolo finché il dispositivo di fissaggio non è in posizione di fermo.

Tale sistema può comunque essere escluso, in caso di avaria, dalla cabina di guida.

L'Appaltatore deve rilasciare specifica attestazione che il sistema di aggancio resista a forze conseguenti ad accelerazioni di 2g.

### **6.2.2 Altezza interna**

L'altezza libera dal cielo all'interno del rotabile, lungo le zone di passaggio e di sosta in piedi, deve essere non minore di 2000mm. Questa indicazione non si applica ai mancorrenti posti longitudinalmente ai lati del corridoio; eventuali altri sostegni possono essere valutati caso per caso.

prestazione offerta

### **6.2.3 Capacità di trasporto**

#### **Lotto a)**


Il veicolo deve avere una capacità di trasporto minima, in condizione di carico utile eccezionale di 190 passeggeri di cui almeno il 20% seduti.

prestazione offerta

#### **Lotto b)**

Il veicolo deve avere una capacità di trasporto minima, in condizione di carico utile



<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 17 di 109

eccezionale di 220 passeggeri di cui almeno il 20% seduti.

prestazione offerta

- In particolare, con la scheda d'offerta da produrre in sede di gara per ogni lotto (Scheda per attribuzione punteggi (All. C lotto a); Scheda per attribuzione punteggi (All. C lotto b)) deve essere indicato il numero di passeggeri sia seduti e sia totali nelle seguenti condizioni:
  - Carico Utile Normale.
  - Carico Utile Eccezionale.

come definito al precedente punto 3

#### **6.2.4 Mancorrenti**

Sono previsti opportuni mancorrenti per l'appiglio in sicurezza dei passeggeri in piedi. Eventuali maniglie sui mancorrenti longitudinali devono essere previste solo se necessarie, purché opportunamente ancorate.

L'insieme dei mancorrenti nella loro configurazione e struttura deve inserirsi nel complesso estetico dei rotabili in modo gradevole e funzionale ed essere concordato con ARST.

Tali sostegni devono altresì essere collocati in modo da agevolare i flussi dei passeggeri in salita, in discesa e all'interno del rotabile.


prestazione offerta

### **6.3 COMFORT DI MARCIA**

Il gradiente di accelerazione (jerk) non deve superare il valore di 1,1 m/s<sup>3</sup>.

Il rotabile con la frenatura di servizio, comunque realizzata, deve garantire una decelerazione media di 1,2 m/s<sup>2</sup>, con un valore massimo di 1,4 m/s<sup>2</sup>.

Il gradiente di decelerazione non deve superare il valore di 1,2 m/s<sup>3</sup>.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>			
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>			SERVIZIO EMITTENTE
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 18 di 109	<b>TEC</b>

La frenatura di sicurezza interviene automaticamente in caso di disfunzione della frenatura di servizio realizzando le stesse prestazioni.

Il rotabile deve assicurare il miglior comfort di marcia per tutti i passeggeri, sia seduti che in piedi, il suo valore deve essere calcolato in base all'analisi ponderata delle accelerazioni verticali, laterali e longitudinali, in conformità con la UNI EN 12299.

In particolare, in qualunque punto della vettura, non devono essere superati i valori limite di seguito riportati.

Accelerazione, decelerazione e relativi gradienti:

- longitudinali
  - accelerazione (assoluta)                      1,5 m/s<sup>2</sup>                      jerk 1,1 m/s<sup>3</sup>
  - decelerazione (assoluta) di servizio        1,4 m/s<sup>2</sup>                      jerk 1,2 m/s<sup>3</sup>
  - decelerazione (assoluta) in emergenza    2,8 m/s<sup>2</sup>                      jerk 3,0 m/s<sup>3</sup>
- trasversali
  - in ogni condizione                              1,0 m/s<sup>2</sup>                      jerk 1,0 m/s<sup>3</sup>

Frequenze proprie:

Le frequenze proprie degli organi costituenti il rotabile (ed il rodiggio) devono discostarsi quanto più possibile dalle frequenze di maggiore sensibilità per i passeggeri, indipendentemente dalle condizioni di carico sul rotabile stesso.


I campi di frequenze da cui discostarsi sono:

- in verticale    0÷1 Hz e 4÷8 Hz
- in orizzontale (in ogni direzione)        1÷2 Hz

prestazione offerta

## 6.4 COMFORT ACUSTICO

I rotabili e tutte le macchine rotanti o statiche, in linea generale, devono essere realizzati in maniera tale da ridurre al minimo il rumore prodotto dal loro funzionamento e rispettare i valori limite assoluti di immissione ed emissione del rumore previsti dalla normativa vigente, in particolare valgono le indicazioni della UNI 11174 art. 5.4, con le seguenti precisazioni:

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 19 di 109
		<b>TEC</b>

- per la misura della rumorosità interna nel salone passeggeri il microfono va posizionato a 1,6 m di altezza dal pavimento, sulla mezzeria e in posizione centrale di ciascun modulo, i finestrini del comparto devono essere chiusi;
- per la misura della rumorosità nella cabina del conducente il microfono va posizionato a 1,2 m di altezza dal pavimento e a 0,2 m dall'orecchio del personale di condotta, anche in questo caso i finestrini della cabina devono essere chiusi;
- con il rotabile fermo il livello di pressione sonora continua equivalente non deve superare, in cabina di guida, il valore di  $63\pm 1$  dB(A) e in tutte le zone del comparto passeggeri il valore di  $65\pm 1$  dB(A), incluse le zone di passaggio da un modulo all'altro, le misurazioni devono essere effettuate con tutti gli impianti ausiliari, la climatizzazione e ventilazione a pieno regime;
- con il rotabile in movimento, alla velocità costante di 40 km/h, il livello di pressione sonora continua equivalente non deve essere superiore a  $70\pm 1$  dB(A) in cabina di guida, nel comparto passeggeri incluse le zone relative alle articolazioni la pressione sonora non deve essere superiore a  $74\pm 1$  dB(A), sempre con tutti gli impianti ausiliari, la climatizzazione e la ventilazione a pieno regime.

I livelli di rumorosità interna sono relativi ad intervalli temporali superiori a 15 secondi.

prestazione offerta

## 6.5 ILLUMINAZIONE INTERNA


Le caratteristiche del sistema di illuminazione devono rispettare la norma UNI EN 13272-2, con le precisazioni di cui alla UNI 11174 paragrafo 5.5.

Il rapporto tra la brillantezza delle luci e le zone di rivestimento vicine, non deve essere superiore a 1/40.

È prevista l'illuminazione di emergenza, sempre nel rispetto della norma UNI EN 13272-2, con le precisazioni di cui alla UNI 11174 paragrafo 5.5.

Per l'illuminazione in cabina si rimanda al paragrafo 13

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 20 di 109

## 6.6 COMFORT TERMICO

Il comparto passeggeri è dotato di impianto di climatizzazione distinto da quello delle cabine di guida per mantenere all'interno del rotabile i prescritti valori di temperatura e umidità relativa, con minima emissione di rumore anche al massimo della potenza e ventilazione.

Il sistema di comando permette il funzionamento automatico degli impianti per ottenere riscaldamento il raffreddamento o la sola ventilazione.

Il sistema sarà conforme alla norma UNI EN 14750-1 e 2, per quanto concerne il comparto passeggeri, mentre la UNI EN 14813-1 e UNI EN 14813-2 saranno le norme di riferimento per l'impianto di climatizzazione installato nella cabina di guida.

La temperatura deve rientrare nei seguenti valori:

TEMPERATURA AMBIENTE Ta	TEMPERATURA COMPARTO Tc
Ta < -10 °C	+25 °C rispetto alla temperatura ambiente
-10 °C < Ta < 0 °C	15 °C < Tc < 18 °C
0 °C < Ta < 15 °C	18 °C < Tc < 20 °C
15 °C < Ta < 28 °C	20 °C < Tc < 23 °C
28 °C < Ta < 40 °C	-5 °C rispetto alla temperatura ambiente

Tali valori di temperatura devono essere ottenuti tenendo conto delle dispersioni termiche dovute alle aperture delle porte nel normale ciclo di utilizzo del veicolo, considerando un affollamento pari a 4 passeggeri al m<sup>2</sup>.

Il sistema di climatizzazione deve garantire, in modo automatico, il rispetto dei valori ergonomici di temperatura per le persone, in tutte le condizioni climatiche.

In fase transitoria è ammesso che l'impianto di ventilazione, al fine di raggiungere le condizioni climatiche previste per il comparto, funzioni ad una velocità maggiore e con una rumorosità superiore di 3 dB(A) rispetto quello di normale funzionamento.


In condizioni di normale funzionamento la velocità dell'aria rilevata in corrispondenza di un passeggero seduto non deve superare 0,2 m/s.

Il refrigerante utilizzato nell'impianto di condizionamento è di tipo ammesso dalla vigente normativa italiana.

Il gas refrigerante per gli impianti di climatizzazione o altri impianti deve essere conforme alla Direttiva UE 2007/46/CE s.m.i.

Nelle Schede per attribuzione punteggi (All. C lotto a e All. C lotto b) devono essere precisati i valori di portate, numero ricambi aria per ora, percentuale minima di aria pura immessa.

Deve essere, inoltre, indicato il tempo necessario per raggiungere la temperatura di riferimento per il raffrescamento con veicolo esposto al sole (27°C con temperatura esterna media

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 21 di 109
		<b>TEC</b>

di 40°C (umidità del 40%).

Il flusso d'aria dell'impianto di climatizzazione delle cabine di guida deve poter essere regolato sia in termini di portata che di direzione.

Il numero minimo di compressori HVAC per tram è pari a 4.

È preferibile la presenza di una soluzione tecnologica che permetta il funzionamento dell'impianto di climatizzazione a portata variabile, in funzione della regolazione e del numero di passeggeri a bordo.

prestazione offerta

## 6.7 SISTEMI INFORMATIVI DI BORDO

Il veicolo è munito di impianto radio per le comunicazioni e di impianto di sonorizzazione che permette la diffusione sia di annunci originati in cabina di guida sia provenienti direttamente dal Posto Centrale (PCO o PCC).

Riferimento a documenti di Daniele

In corrispondenza del posto di guida sono alloggiati:


- microtelefono per radio comunicazioni in fonia, messaggi precodificati e dati;
- microfono per diffusione annunci;
- pulsante di allarme;
- pulsantiera per le attivazioni.

Devono, inoltre, essere lasciati spazi liberi per l'alloggiamento di ulteriori apparecchiature necessarie all'A.V.M. (Automatic Vehicle Monitoring) per i collegamenti radio e la regolazione del traffico.

Il rotabile deve essere dotato di impianto di prenotazione fermata, il quale deve prevedere:

- pulsanti di richiesta fermata adeguatamente distribuiti lungo il comparto passeggeri;
- avvisatore ottico-acustico in cabina di guida di richiesta fermata;
- avvisatori ottici di fermata prenotata nel comparto passeggeri, in posizioni che risultino agevolmente visibili da ogni porta destinata all'uscita dei passeggeri.

Il rotabile deve essere dotato di impianto acustico di indicazione porte aperte (o abilitate all'apertura), per i passeggeri non vedenti, il quale deve essere costituito da cicalini intermittenti alla frequenza di circa 30 impulsi al minuto, posti in corrispondenza di almeno una porta per cassa, ad attivazione automatica con l'apertura (o l'abilitazione) delle porte e, preferibilmente, udibili

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	<b>TEC</b>
Pag. 22 di 109		

anche dall'esterno del rotabile.

Per evitare inutile disturbo ai passeggeri e alle altre persone in caso di sosta prolungata del rotabile con porte aperte (o abilitate), è definito un limite di tempo, pari a 2 minuti, trascorso il quale la segnalazione acustica si interrompe. In tal caso, all'atto del comando di chiusura delle porte, l'avviso chiusura porte è preceduto da un breve periodo di segnalazione porte aperte (o abilitate).

Il rotabile deve essere dotato di impianto acustico di avviso chiusura porte, conforme alla UNI EN 14752. L'avviso acustico, che deve essere udibile all'interno e all'esterno del rotabile, deve avere frequenza maggiore dell'impianto di indicazione porte aperte (o abilitate all'apertura) oppure essere a suono continuo.

prestazione offerta

## 7. IMPATTO SULL'AMBIENTE

### 7.1 RUMOROSITÀ ESTERNA


Nel rispetto dei valori limite assoluti di emissione del rumore, in accordo alle normative e legislazioni vigenti in materia, è comunque indispensabile, in linea generale, che tali valori garantiscano il comfort acustico e non costituiscano alcun disturbo per le persone che sostano o transitano nelle immediate vicinanze di esso.

Per quanto concerne la misurazione della rumorosità esterna dei rotabili valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art. 6.1, con le seguenti precisazioni, il microfono va posizionato alla distanza di 7,5 m dall'asse del binario, alle quote di 1,2 m e 5 m (quest'ultima misura a rotabile fermo) rispetto al piano del ferro:

Da fermo, una volta che al veicolo sono state aperte le porte il valore di pressione sonora continua equivalente non deve essere superiore a 68 dB(A), con tutti gli impianti ausiliari, la climatizzazione e la ventilazione a pieno regime, i microfoni vanno posizionati uniformemente lungo la fiancata destra del veicolo con un passo pari a 2 m, a partire dalla linea di attestamento del veicolo. Come valore verrà scelto il più alto per tutte e due le differenti altezze.

In movimento alla velocità costante di 40 km/h, con un solo microfono posizionato, la pressione sonora continua equivalente non deve essere superiore a 75 dB(A), con tutti gli impianti ausiliari, la climatizzazione e la ventilazione a pieno regime.

In particolare, lo studio dovrà contenere almeno i seguenti punti:

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 23 di 109

- Una descrizione del tipo di elementi adottati es.: carrelli, articolazioni, ingranaggi, ruote etc. al fine di ridurre il rumore;
- Una simulazione di marcia che mostri il comportamento del mezzo che percorre una curva con raggio di 40 m.

Per tale simulazione, si predispose la postazione di misura posizionata al centro nel lato interno della curva ad una distanza di 4 m dalla mezzeria del binario e ad una altezza di 1,2 m dal PdF. La strumentazione utilizzata deve essere in grado di rilevare il rumore emesso dal transito del tram, utilizzando come descrittori acustici il SEL (dBA) ed il Lmax (dBA). La fase di misurazione inizierà quando la testa del tram si troverà all’inizio della curva e terminerà quando la coda del tram avrà abbandonato la fine della curva. Il tram dovrà eseguire almeno 10 passaggi a 15 km/h e le misure dovranno essere mediate sul numero di passaggi stabilito.

I valori ottenuti dalle misure effettuate dovranno, nel migliore dei casi, essere inferiori a:

- Livello sonoro di un singolo evento SEL<90 dB(A);
- Livello massimo Lmax<85 dB(A).

In ogni caso non dovranno essere superiori a:

- Livello sonoro di un singolo evento SEL<95 dB(A);
- Livello massimo Lmax<90 dB(A).


Valori maggiori di quest’ultimi comporteranno accorgimenti da parte del fornitore atti a ridurre i valori di emissione del rumore. Resta inteso che sarà cura del fornitore eliminare le cause di rumorosità eccedente i limiti suindicati.

prestazione offerta

## 7.2 VIBRAZIONI

Devono essere adottati provvedimenti atti a contenere le vibrazioni trasmesse al terreno e agli edifici prossimi ai binari. Fra i possibili provvedimenti sul veicolo vi sono l’adozione di ruote elastiche e la limitazione delle masse non sospese.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 24 di 109
		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>

### 7.3 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

Le emissioni elettromagnetiche del rotabile devono essere conformi alla CEI EN 50121.

prestazione offerta

### 7.4 ESTETICA E FUNZIONALITÀ

Il veicolo deve:

- inserirsi nel tessuto urbano e contribuire a migliorare la qualità della vita;
- essere confortevole, con una insonorizzazione curata, una luminosità riposante, con forme morbide e con una scelta di colori interni appropriati ed opportunamente abbinati, a tal proposito la scelta dei colori e materiali, specie dell'arredo dovrà, comunque, sottostare all'approvazione da parte di ARST.
- adottare particolari accorgimenti (ad es. pellicole autoadesive e vernici con additivi antigraffio ecc.) sulla cassa esterna del veicolo per resistere all'azione dei graffiti e consentirne la rapida rimozione.

Le differenti parti del veicolo devono riconoscersi facilmente e le differenti funzioni utili ai viaggiatori essere chiaramente identificate.


prestazione offerta

Nella realizzazione del rotabile devono essere, specificatamente, curati almeno i seguenti aspetti e contenuti:

#### 7.4.1 *Aspetti generali*

- funzionalità
- ergonomia
- comfort ed accessibilità



<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>			
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>			SERVIZIO EMITTENTE
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 25 di 109	<b>TEC</b>

- esercizio (condotta, manutenzione, pulizia, etc.)
- qualità della realizzazione
- standardizzazione e modularità degli equipaggiamenti
- economia del progetto
- immagine e valore estetico.
- 

prestazione offerta

#### **7.4.2 Immagine e disposizione esterna del veicolo**

- definizione del frontale
- definizione dell'aspetto globale delle facce laterali
- definizione dell'aspetto e delle finiture interne (dimensioni e posizione dei finestrini, delle porte, delle intercircolazioni etc.)
- modularità dei rivestimenti e degli equipaggiamenti
- finiture esterne
- estetica generale (forma, colori, materiali, etc.)
- estetica generale del tetto (tenuto conto della protezione dai raggi solari).
- 

prestazione offerta

#### **7.4.3 Disposizione interna**

- disposizione e spazi del compartimento viaggiatori ed intercircolazioni
- finiture interne
- disposizione della segnaletica e del sistema di informazione ai passeggeri (in italiano ed in inglese)
- estetica generale interna (forme, colori, materiali etc.)
- mancorrenti.
-

prestazione offerta

#### **7.4.4**    **Disposizione sotto cassa**

- integrazione rivestimenti dei carrelli
- cacciapietre
- carenature e paraurti
- 

prestazione offerta

#### **7.4.5**    **Cabina di condotta**


- ergonomia del posto di condotta (sedile, comandi)
- integrazione degli equipaggiamenti
- finiture
- estetica generale
- 

prestazione offerta

## **8. MASSE DI RIFERIMENTO, CARICHI UTILI E MASSE MASSIME**

Per quanto attiene a criteri di calcolo e condizioni di carico occorre fare riferimento alla UNI EN 15663, secondo quanto precisato al capitolo 7 della norma UNI 11174.

Il peso assiale massimo (in condizioni di carico utile eccezionale del veicolo) ammesso è di 95 kN.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>			
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>			SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 27 di 109	

Tale limite è **inderogabile**, per cui saranno **escluse** le offerte che prevedano carichi assiali maggiori.

prestazione offerta

## 9. CARATTERISTICHE DEL SISTEMA FRENANTE

### 9.1 GENERALITÀ

Il rotabile è equipaggiato con un sistema frenante opportunamente dimensionato per ottenere le prestazioni di frenatura richieste e conformi alla UNI EN 13452-1, di seguito riportate:

- Frenatura di Servizio
- Frenatura di Sicurezza;
- Frenatura di Emergenza
- Frenatura di Trattenuta
- Frenatura di Stazionamento.


### 9.2 FRENATURA DI SERVIZIO

La Frenatura di Servizio che, sulla base della norma UNI EN 13452-1 deve garantire una decelerazione equivalente non inferiore a  $1,3 \text{ m/s}^2$ , è realizzata mediante l'utilizzo del freno elettrodinamico dei carrelli motore e del freno ad attrito con il decadimento del primo a bassa velocità.

Il freno ad attrito è del tipo a recupero automatico del consumo delle guarnizioni frenanti e del disco, di semplice funzionamento e manutenibilità e deve garantire una frequenza di ispezione non inferiore a 20.000 km tenendo conto dei consumi delle guarnizioni. Il disco deve poter essere sostituito facilmente senza dover scalettare le ruote.

Nel caso di guasto alla frenatura elettrodinamica il sistema frenante garantisce la prosecuzione della corsa senza degrado delle prestazioni previste con l'intervento automatico della frenatura elettroidraulica (freno a disco).

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b> Pag. 28 di 109	

### 9.3 FRENATURA DI SICUREZZA

La Frenatura di Sicurezza (ex-Frenatura di Soccorso) subentra automaticamente alla Frenatura di Servizio, mediante il manipolatore di trazione e frenatura, oppure agendo su un pulsante a fungo e/o apposito comando e in base alla Norma UNI EN 13452-1 deve garantire una decelerazione massima di 1,3 m/s<sup>2</sup> in condizioni di carico utile eccezionale.

prestazione offerta

### 9.4 FRENATURA DI EMERGENZA

La Frenatura di Emergenza, richiesta dal conducente tramite il manipolatore di trazione e frenatura, utilizza tutti i sistemi di frenatura disponibili per ottenere la massima decelerazione definita dalla Norma UNI EN 13452-1:


- Freno Elettrodinamico
- Freno Elettroidraulico ad Attrito
- Pattini Elettromagnetici
- Sabbiere
- Sistema Antipattinaggio (ABS)
- Sistema di controllo della frenatura in funzione del peso.

La frenatura di emergenza, caratterizzata dal più alto valore di decelerazione equivalente ottenibile, in ogni caso non inferiore a 2,8 m/s<sup>2</sup>, è realizzata, appunto, dalla contemporanea attivazione alla massima intensità di tutti gli impianti frenanti disponibili, coadiuvati dall'intervento dei sistemi ausiliari (ABS, sabbiere etc.).

In caso di guasto al sistema di controllo principale del freno di stazionamento, lo stesso deve potersi disinserire mediante telecomando, ubicato in cabina di guida.

In caso di non sfrenatura di uno dei freni, è previsto un sistema di liberazione del freno, alimentato da un accumulatore di batterie indipendente. Inoltre, un dispositivo di sbloccaggio manuale (sblocco pinze), al livello dei carrelli dovrà essere facilmente accessibile lateralmente dal veicolo disabilitato, l'operazione dovrà risultare di facile esecuzione con l'ausilio di un solo agente munito di apposito attrezzo

L'impianto frenante è dotato di sensori elettronici che segnalano, sul banco di manovra, il

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE</b> <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 29 di 109

freno serrato.

prestazione offerta

## 9.5 FRENATURA DI TRATTENUTA

La frenatura di trattenuta (holding brake), subentrante automaticamente a tram fermo, deve essere tale da mantenere il tram in posizione ferma, in condizioni di pieno carico, per almeno un'ora (EN 13452-1 par. 8.2.4.1), su una pendenza dell'8% nelle condizioni di carico utile eccezionale.

La sfrenatura sarà rapidissima, onde evitare ritardi nell'avviamento. La frenatura di trattenuta deve essere escludibile dal conducente.

prestazione offerta


## 9.6 FRENATURA DI STAZIONAMENTO

La frenatura di stazionamento (parking brake) deve essere tale da mantenere in posizione ferma il tram, per un tempo illimitato, su una pendenza dell'8% nelle condizioni di carico utile eccezionale.

prestazione offerta

## 9.7 CONSEGUENZE DI GUASTI DEL SISTEMA FRENANTE

Si fa riferimento a quanto previsto dalla UNI 11174 al paragrafo 8.7

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 30 di 109
		<b>TEC</b>

prestazione offerta

## 9.8 SISTEMI PER MIGLIORARE L'ADERENZA

Il veicolo è dotato di un impianto di sabbiatura o sistema equivalente per evitare degradi del coefficiente di aderenza ruota-rotaia in condizioni di binario non ottimali.

La sabbiera deve essere provvista di un sistema che elimini l'umidità della sabbia (es. con delle resistenze elettriche) così da assicurare una sufficiente scorrevolezza dei granelli.

prestazione offerta

## 10. PRESTAZIONI


### 10.1 PREMESSA

Le prestazioni di seguito indicate si riferiscono alla condizione di binario in piano e rettilineo e di rotabile con carico utile eccezionale (salvo ove diversamente indicato) e con ruote nuove.

### 10.2 PRESTAZIONI DI FRENATURA

Le prestazioni di frenatura devono essere conformi alla UNI EN 13452-1.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 31 di 109
		<b>TEC</b>

### 10.3 PRESTAZIONI SU TRATTA

Il veicolo deve essere in grado di raggiungere agevolmente la velocità di 70 km/h con ruote a massima usura ed accelerazione residua  $0,1 \text{ m/s}^2$  in piano e rettilineo.

I raggi di curvatura minimi in linea sono di 40 m e in deposito di 25 m.

La pendenza massima è del 60‰.

Gli impianti di trazione e frenatura devono assicurare che il rotabile a vuoto e a carico utile eccezionale, con tensione di alimentazione nominale, compia un ciclo (arresto sosta e ripresa della marcia) su tratta piana e rettilinea di 400 metri in un tempo di 65 s, corrispondenti ad una velocità commerciale massima di 22 km/h (tempo di sosta di 20 s).

Tale prestazione deve essere realizzata considerando una decelerazione di servizio pari a  $1,2 \text{ m/s}^2$  e una velocità massima di 50 km/h.

Le prestazioni si intendono su binario dritto, piano, con rotaia asciutta, con cerchioni nuovi e tensione di 750 Vcc ai capi dell'equipaggiamento.

L'accelerazione media di avviamento del rotabile, a tensione di alimentazione nominale e per velocità comprese tra 0 e 40 km/h, deve risultare di almeno  $1 \text{ m/s}^2$ .

In condizioni degradate - senza la disponibilità della frenatura elettrodinamica - con il solo utilizzo quindi della frenatura elettroidraulica, il rotabile deve essere in grado - sia pur a una velocità limitata (30 km/h), in condizioni di sicurezza, a pieno carico, di raggiungere (indipendentemente dalla distanza) il capolinea.

Il comando della frenatura di servizio e quella di sicurezza deve essere ottenuta manovrando un'unica manopola in un solo senso di rotazione, in modo che in caso di avaria dell'impianto di frenatura di servizio, il conducente possa immediatamente disporre l'intervento della frenatura di sicurezza.

Con l'intervento dei soli pattini elettromagnetici si deve assicurare, per un rotabile alla massima velocità ed a carico massimo ( $6 \text{ pax/m}^2$ ), una decelerazione media, calcolata dall'istante di inizio azionamento del comando, di  $0,5 \text{ m/s}^2$ .


L'intervento della frenatura di emergenza, comandata manualmente o tramite i dispositivi automatici, deve garantire una decelerazione equivalente almeno di  $2,8 \text{ m/s}^2$  (con freno a pattini e dispositivo antipattinamento).

Con il freno di stazionamento inserito, un rotabile, a carico utile eccezionale e su una pendenza pari al 60‰, deve garantire il fermo, per un tempo illimitato.

Il rotabile deve essere in grado di riprendere la marcia con pendenze del 60‰ e accelerazione  $\geq 0,08 \text{ m/s}^2$ .

L'equipaggiamento di trazione deve prevedere ridondanze delle parti e/o la possibilità di riconfigurare i circuiti per conservare le piene prestazioni, o limitarle solo parzialmente, in caso di un primo guasto all'equipaggiamento.

In particolare, in caso di un primo guasto all'equipaggiamento di trazione, il rotabile deve riprendere la marcia da una pendenza del 60‰, con coefficiente di aderenza 0,20 a massimo

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b> Pag. 32 di 109	

carico trasportato ed accelerazione 0,05 m/s<sup>2</sup>.

prestazione offerta

### **10.3.1 Verifica dell'accelerazione media**

Per la verifica dell'accelerazione media si fa riferimento al paragrafo 9.4.3 della UNI 11174.

## **11. SICUREZZA**

### **11.1 ANALISI DEI RISCHI**

Nell'ambito della progettazione del rotabile deve essere sviluppata un'analisi dei rischi secondo la normativa vigente [Regolamento di esecuzione UE n. 402/2013] e, ove necessario, in conformità con la CEI EN 50126. In tale analisi devono essere individuati i rischi e adottati i conseguenti provvedimenti, che garantiscano un elevato livello di sicurezza.

prestazione offerta


### **11.2 PROTEZIONE DAL FUOCO**

I rotabili devono essere conformi alle UNI CEI EN 45545.

Il sistema di condizionamento in cabina di guida e zona passeggeri devono essere dotati di sistemi di rilevazione fumi e di funzione di arresto automatico.

Inoltre, i cassoni elettrici, contenenti apparecchiature elettriche (filtri di linea, inverter, induttanze etc.) devono essere dotati di sistemi di rilevazione di fumi. Le protezioni al fuoco passive e attive devono essere concepite nel rispetto della norma CEI EN 45545 HL2, in modo coordinato. Tutti i dispositivi attivi di rilevazione incendi devono provocare l'attivazione di una segnalazione di intervento su banco, tramite spia.



<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE</b> <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 33 di 109

prestazione offerta

### 11.3 LIVELLI DI PROGETTO DEL SOFTWARE

Il software e, in particolare, i relativi livelli minimi di progetto devono essere conformi alla CEI EN 50128.

prestazione offerta

### 11.4 DISPOSITIVO VIGILANTE

Il rotabile deve essere dotato di un dispositivo vigilante, realizzato con criteri di sicurezza, avente la funzione di rilevare la presenza attiva del conducente durante la marcia.


Il mancato rilievo della presenza attiva del conducente, con il rotabile in movimento entro un determinato intervallo di tempo in seguito a una serie di azioni programmate (almeno sette azionamenti diversi) deve provocare l'attivazione della segnalazione acustica e ottica di preavviso di intervento e, successivamente, il comando della frenatura e quello del taglio trazione. Il veicolo andrà - automaticamente - in **frenatura di sicurezza**. I tempi d'intervento devono essere, comunque, facilmente modificabili.

Dopo le suddette attivazioni, può essere reso possibile al conducente interrompere l'intervento della frenatura e ripristinare la trazione senza attendere l'arresto del rotabile, purché il conducente, in aggiunta alla manovra sui normali organi di comando, esegua almeno un intervento su un altro organo a tal fine preposto o individuato.

Il dispositivo vigilante deve inserirsi automaticamente all'atto dell'abilitazione del banco di guida. Il comando di esclusione del dispositivo deve essere opportunamente protetto ("piombatura").

Per ogni tipo di guasto all'apparecchiatura interviene in maniera automatica la frenatura di sicurezza.

È prevista la possibilità di poter escludere il dispositivo, ma solamente per consentire il rientro del convoglio in deposito.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>			
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>			<b>SERVIZIO EMITTENTE TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 34 di 109	

Il principio di funzionamento sarà sottoposto all'approvazione di ARST.

prestazione offerta

### 11.5 SEGNALE D'ALLARME

Il veicolo è dotato di segnale d'allarme conforme alla UNI EN 16334-2.

Il pulsante allarme installato in corrispondenza di ogni porta passeggeri, deve essere azionato solo in condizione di effettivo pericolo. Il suo utilizzo genera un segnale visivo e acustico nella cabina del conducente che, se non disabilitato entro un certo numero di secondi, determina l'automatico azionamento della frenatura di sicurezza. L'intervallo di tempo tra l'azionamento e l'intervento della frenatura deve essere comunque regolabile. Prima di tale intervento automatico il conducente, valutato l'effettivo pericolo, può azionare - immediatamente - il livello di frenatura più opportuno in relazione al reale pericolo.

L'azionamento del pulsante genera la visualizzazione automatica sul monitor in cabina delle immagini relative alla videocamera di comparto pre-associata al singolo pulsante che è stato azionato.


Il registratore di bordo provvederà ad acquisire i dati relativi al suddetto evento.

prestazione offerta

### 11.6 CONFORMITÀ RISPETTO AI DISPOSITIVI MEDICI IMPIANTABILI ATTIVI

Agli effetti del sicuro funzionamento dei dispositivi medici impiantabili attivi (per esempio i pacemaker cardiaci), i campi magnetici generati dalle apparecchiature elettriche ed elettroniche a bordo dei rotabili devono rispettare i limiti stabiliti dalla CEI EN 50500.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 35 di 109
		<b>TEC</b>



## 12. CICLO DI VITA DEL ROTABILE

### 12.1 PARAMETRI RAM

La progettazione del rotabile e dei suoi componenti sarà condotta tenendo continuamente in considerazione gli obiettivi RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety), ai fini di rispettare i requisiti della presente Specifica e possibilmente migliorarli.

La documentazione RAMS è costituita dai seguenti documenti:

- "Piano di Dimostrazione dei Requisiti RAM";
- "Analisi Previsionale di Affidabilità";
- "Fault Tree Analysis di Missione".

Le analisi saranno condotte ad un livello di dettaglio convenientemente elevato, per consentire un'agevole comprensione, sia quantitativa che qualitativa, della rispondenza del rotabile ai requisiti prescritti.

Tutti i documenti sopra citati saranno consegnati al Committente, per approvazione, entro il periodo necessario al Committente per formulare l'Accettazione del Progetto Esecutivo del rotabile.


È onere dell'Appaltatore aggiornare la documentazione RAMS, per l'intera durata della garanzia, qualora intervengano modifiche di configurazione del rotabile o di gestione della manutenzione.

L'Appaltatore, inoltre, deve fornire un elenco delle apparecchiature il cui funzionamento o guasto possa provocare effetti sulla sicurezza delle persone in esercizio (personale di guida, passeggeri) ed in manutenzione (manutentori) o danni rilevanti al rotabile. Per tali apparecchiature dovranno essere indicate le azioni, le attrezzature e le procedure di intervento da adottare nelle attività di esercizio e manutenzione per segnalare, controllare, ridurre ed eventualmente, eliminare i rischi.

Le analisi saranno sviluppate conformemente alla norma CEI EN 50126.

Il periodo di osservazione per gli indici di Affidabilità, Disponibilità e Manutenibilità decorre dall'immissione in esercizio commerciale del primo rotabile della flotta sino al termine della garanzia dell'ultimo tram, del contratto di fornitura, immesso in esercizio commerciale.

I parametri RAMS, le analisi RAMS e il rilievo RAM si riferiscono al tram completo di tutti i suoi componenti.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE</b> <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 36 di 109

### **12.1.1 AFFIDABILITÀ (R).**

Nel calcolo dell'affidabilità, sono da includere le anomalie di funzionamento del tram che vengano risolte con reset di impianti elettronici e/o che al termine del servizio scaturiscano in "nulla riscontrato", in relazione al ritardo che hanno provocato.

Sono da considerare pari ad un solo guasto il complesso di guasti "in cascata", conseguenza di un unico guasto "a monte", previa dimostrazione tecnica dell'accaduto. L'Appaltatore può contestare l'attribuzione dell'evento in modo inequivocabile se supportato da evidenze del sistema diagnostico.

Vengono rilevati i seguenti indici di affidabilità:

#### **Affidabilità Globale A<sub>G</sub> del tram**

L'affidabilità globale del tram (A<sub>G</sub>) è così definita:

$$R_G = (N_1 / km) * 100.000$$

dove:

- R<sub>G</sub> è l'indice di affidabilità globale del tram,
- N<sub>1</sub> è il numero dei guasti totali del tram, nel periodo di osservazione,
- km è il numero di chilometri percorsi dalla flotta, nel periodo di osservazione.

È atteso che:

$$R_G \leq 70 \text{ guasti/100.000 km.}$$

#### **Affidabilità di Esercizio R<sub>E</sub> del tram**

L'affidabilità di esercizio del tram è così definita:

$$R_E = (N_2 / km) * 100.000$$

dove:


- R<sub>E</sub> è l'indice di affidabilità di esercizio del tram;
- N<sub>2</sub> è il numero dei guasti del tram che hanno causato l'arresto del rotabile in linea e/o il trasbordo dei passeggeri e/o il ritiro dalla linea (incluso il rientro del tram dal capolinea), nel periodo di osservazione;
- km è il numero di chilometri percorsi dalla flotta, nel periodo di osservazione.

È atteso che:

$$R_E \leq 5 \text{ guasti/100.000 km.}$$

Rientrano nei casi impattanti l'affidabilità di esercizio le seguenti avarie:

- Riduzione del 50% della trazione;
- Riduzione del 50% dell'impianto di frenatura ad attrito (elettroidraulica);
- Sostituzione del tram per avaria con altro tram;
- Avaria o malfunzionamento per il quale consegue la messa fuori servizio di almeno una porta;
- Avaria o malfunzionamento per il quale consegue il mancato svolgimento della funzione richiesta all'impianto di climatizzazione della cabina di guida;

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 37 di 109

- Avaria o malfunzionamento per il quale consegue la mancanza completa dell'impianto di climatizzazione passeggeri;
- Avaria o malfunzionamento per il quale consegue la messa fuori servizio del sistema AVM;
- Avaria o malfunzionamento per il quale consegue la messa fuori servizio del sistema vigilante attivo;
- Avaria o malfunzionamento per il quale consegue la messa fuori servizio di uno o più dei dispositivi ottico-acustici (campana, indicatori di direzione, luci frontali);
- Avaria o malfunzionamento del sistema retrovisore;
- Avaria o malfunzionamento del 50% delle sabbie.

Qualora uno o entrambi gli indici misurati risultino inferiori a quanto offerto, l'Appaltatore dovrà:

- Introdurre le migliori tecniche tali da riportare gli indici ai valori contrattuali,
- Estendere la garanzia a tutta la flotta per un periodo pari a:
  - 3 mesi se lo scostamento è inferiore al 5%,
  - 6 mesi se lo scostamento è compreso tra il 5% ed il 10%,
  - 9 mesi se lo scostamento è compreso tra il 10% e il 15%,
  - 12 mesi se lo scostamento è superiore al 15%.

L'estensione di garanzia sarà applicata in relazione al peggiore dei 2 indici misurati, comunque per tale periodo il Committente proseguirà il monitoraggio e il calcolo dei due indicatori.

prestazione offerta

### **12.1.2 DISPONIBILITÀ (A).**

#### **Disponibilità del tram Tk.**


Nel periodo di osservazione anzidetto, il calcolo della disponibilità viene misurato giornalmente secondo la seguente formula:

$$Tk = [\Sigma (\text{Tram\_disponibili\_da\_rilevazione\_iesima}) / (\text{Consistenza\_flotta})] / 3$$

Numero rilevazioni giornaliere: 3, precisamente alle ore 05.30, alle ore 11.30 e alle ore 17.00 di ogni giorno, ciascuna rilevazione ha lo stesso peso aritmetico.

La **Consistenza\_flotta** è definita dal numero dei tram consegnati e autorizzati al servizio commerciale.

I **Tram\_disponibili** sono dati dalla differenza tra i rotabili consistenti la flotta ed i rotabili non disponibili.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 38 di 109

Per **Tram\_non\_disponibili** si considerano quei rotabili in esercizio che al momento della rilevazione presentano una delle seguenti condizioni:

- sono fermi in CRM (deposito-officina) per Manutenzione Correttiva a carico dell'Appaltatore,
- hanno manifestato problemi in fase di abilitazione e/o controlli pre-esercizio e/o di manovra in deposito tali da comportarne il mancato utilizzo per il servizio o ritardi nell'uscita,
- sono fermi in linea o in fase di rientro per manutenzione correttiva a carico dell'Appaltatore.
- sono fermi per aggiornamenti tecnologici richiesti dall'Appaltatore per il tempo eccedente a quello strettamente necessario per l'esecuzione dell'attività. Per ciascuna modifica dovrà essere concordato il tempo di fermo rotabile per l'esecuzione dell'attività.

Una volta rientrato nel CRM per la manutenzione, il tram sarà considerato non disponibile sino a quando non verrà restituito all'esercizio perfettamente funzionante (a fine intervento di riparazione una volta ricevuto il foglio di lavoro dall'Appaltatore, ARST SpA si riserva di richiedere una prova funzionale del veicolo in contraddittorio ma questi tempi non sono imputabili all'Appaltatore).

Il consuntivo del monitoraggio avverrà durante un arco temporale stabilito e concordato tra Committente ed Appaltatore ed i valori da rispettare sono quelli indicati in offerta che comunque la disponibilità della flotta non potrà essere inferiore al 90%.


Qualora trimestralmente l'indice di disponibilità fosse al di sotto dei valori dichiarati, l'Appaltatore deve attuare tutti quegli interventi necessari per riportare i valori di disponibilità contrattuali.

Se al termine del periodo di monitoraggio l'indice medio risulta al disotto di quanto offerto, il periodo di garanzia viene esteso sino a quando, per due trimestri consecutivi non siano rispettati i valori di disponibilità contrattuali. L'estensione di garanzia non potrà essere superiore ad ulteriori 12 mesi.

prestazione offerta

### **12.1.3 MANUTENIBILITÀ (M).**

Il rilevamento del valore reale comprensivo di manodopera, materiali di ricambio e di consumo verrà consuntivato secondo i seguenti criteri:

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 39 di 109
		<b>TEC</b>

- sulla base dei costi dei materiali di ricambio e di consumo esposti dall'Appaltatore,
- o sul costo orario della manodopera pari a 50,00 Euro/ora (utilizzato solo al fine di rilievo dell'indice),

per i materiali riparabili, i costi dei materiali saranno quelli sostenuti dall'Appaltatore e debitamente giustificati, in mancanza di tale informazione verrà utilizzato il costo del materiale a nuovo.

Nel conteggio dei tempi di lavoro devono essere incluse:

- le operazioni preliminari di preparazione, e/o pulizia degli impianti da mantenere,
- la diagnosi e la ricerca guasti,
- l'intervento di riparazione e/o sostituzione,
- il collaudo/test della perfetta funzionalità dell'impianto al termine della lavorazione,
- i ripristini e pulizia dopo l'intervento di manutenzione (pulizia tecnica).

La manutenibilità media della flotta deve essere calcolata dall'Appaltatore considerando come parametro di riferimento l'indice "M" espresso in €/km.

prestazione offerta

## 12.2 COSTO DEL CICLO DI VITA (LIFE CYCLE COST)


L'insieme di tutti i costi di manutenzione preventiva (parti principali) e di quella correttiva, come precedentemente descritti per la definizione della Manutenibilità, costituiscono il Costo del Ciclo di Vita (LCC), che dovrà essere il più contenuto possibile.

L'Offerente/Appaltatore dovrà fornire il LCC in due momenti differenti:

- in sede di offerta con la presentazione della scheda per attribuzione dei punteggi;
- per l'approvazione del Progetto Esecutivo, il costo del ciclo di vita per l'intera vita del rotabile.

Per il calcolo del LCC vale quanto segue:

- per quanto riguarda il profilo di missione, impiegare i valori medi descritti all'art.4.4
- costo orario della manodopera di riferimento,
- la cadenza di sostituzione dei cerchioni coincide o è un sottomultiplo intero della revisione generale dei carrelli,
- in termini di manodopera devono essere considerati tutti i tempi necessari per l'effettuazione delle operazioni quali:
  - i tempi di preparazione, e/o pulizia degli impianti da mantenere,

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 40 di 109

- i tempi di accessibilità,
  - per i guasti i tempi di necessari per l'effettuazione della diagnosi,
  - i tempi di esecuzione dell'attività prevista,
  - gli eventuali tempi di stacco/riattacco del componente o sottogruppo,
  - il collaudo della funzionalità dell'impianto al termine della lavorazione,
  - i ripristini e pulizia tecnica dopo l'intervento di manutenzione,
  - da non considerare, i tempi di movimentazione e messa a disposizione dei tram.
- costo dei materiali di ricambio e di consumo vevoli per tutto il periodo di rilevazione, qualora ARST SpA decidesse di acquistarli direttamente dall'Appaltatore,
  - per i materiali riparabili, l'Appaltatore dovrà indicare il costo di riparazione fuori opera (materiali + manodopera) ed il costo di sostituzione a nuovo. Si evidenzia come nel periodo di verifica del LCC, qualora l'Appaltatore non giustifichi adeguatamente il costo sostenuto per la riparazione di un materiale riparabile guasto, verrà preso in considerazione il suo valore di acquisto a nuovo.

La procedura di calcolo dei vari addendi del costo del ciclo di vita si basa su:

- Sviluppo del piano di manutenzione preventiva programmata per anno, considerando l'intera vita del rotabile alla presentazione del progetto esecutivo;
- Costo della manutenzione preventiva;
- Costo della manutenzione correttiva;
- Costo della manutenzione delle parti principali.

La somma dei diversi costi relativi alla manutenzione preventiva, della manutenzione delle parti principali e della manutenzione correttiva costituisce il costo del ciclo di vita.

prestazione offerta


## 13. CABINE DI GUIDA

### 13.1 GENERALITÀ

Per la progettazione ergonomica delle cabine di guida:

- devono essere considerati i dati antropometrici specificati nella UNI EN 16186-1;
- i display, i comandi e i controlli devono essere progettati e disposti in conformità al prEN 16186-6);



<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE</b> <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 41 di 109

- per l'accesso, l'illuminazione, le sedute e l'uscita delle cabine di guida si deve fare riferimento alla FprEN 16186-8 e alla UNI EN 13272-2;
- la visibilità del conducente deve essere conforme alla prEN 16186-5.

Ai fini della sicurezza dei pedoni, le testate dei rotabili devono essere progettate tenendo conto del CEN/TR 17420.

Le norme prEN sono un riferimento, in ogni caso varrà quanto normato definitivamente durante la progettazione o la costruzione del veicolo.

prestazione offerta

### 13.2 SISTEMA RETROVISIVO

Il rotabile deve essere dotato di un sistema retrovisivo utilizzabile dal posto di guida, realizzato tramite specchi retrovisivi e un sistema di telecamere.

Il sistema retrovisivo deve assolvere le seguenti funzioni:

- controllo delle porte;
- controllo delle fiancate;
- controllo della coda.


Il rotabile è dotato di telecamere per il controllo delle fiancate e delle porte.

I rotabili devono anche essere muniti di specchietti retrovisori laterali (su entrambi i lati e in entrambe le cabine) di adeguata dimensione (in accordo ai limiti previsti dalla UNI7156, ma di ampia portata e visibilità tale da vedere gli ingressi sull'intera fiancata) regolabili elettricamente dall'interno e con sistema anti-sbrinamento.

Tali dispositivi dovranno essere previsti in aggiunta alle telecamere esterne di fiancata e delle porte.

Per la disposizione dei monitor in cabina di guida si deve tenere conto della prEN 16186-6.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 42 di 109
		<b>TEC</b>

## 14. CARATTERISTICHE STRUTTURALI

### 14.1 GENERALITÀ

Gli elementi strutturali di alluminio o sue leghe devono essere conformi alle UNI EN 13981. Le saldature devono essere conformi alla UNI EN 15085.

### 14.2 REQUISITI STRUTTURALI DELLE CASSE

Le casse sono preferibilmente costituite in lega leggera adottando la tecnologia dei grandi estrusi o in acciaio inossidabile.

In alternativa alla lega leggera e all'acciaio inossidabile per la costruzione delle casse può essere utilizzato un acciaio al carbonio opportunamente trattato (ad es. trattamento di cataforesi). In tal caso dovrà essere evitato – ove possibile – l'utilizzo di profili chiusi.

Deve essere indicato nella relazione d'offerta il trattamento superficiale da adoperare per la verniciatura.

In ogni caso, nelle zone più soggette all'ossidazione è utilizzato acciaio INOX.

Le estremità del veicolo possono essere costruite in materiale composito.

Particolare attenzione deve essere posta per evitare fenomeni corrosivi nelle zone o parti in cui questi fenomeni si presentano con più facilità, ovvero:


- longheroni;
- collegamenti cassa carrello;
- traverse di testa e girovetto;
- imperiale;
- pareti longitudinali, particolarmente in corrispondenza di finestrini e porte di accesso;
- punti di fissaggio di componenti pesanti;
- articolazioni della cassa
- sportelli e portelloni in genere;
- intercapedini e scossaline.

Devono essere, inoltre, evitati punti con accumuli di acqua di condensa.

Il dimensionamento strutturale delle casse del rotabile deve essere conforme alle prescrizioni della UNI EN 12663-1 per le categorie P-IV o P-V secondo le caratteristiche del sistema e delle condizioni di esercizio.

Il rotabile deve essere dotato di paraurti ad assorbimento di energia con profilo antisormonto. Questi devono essere facilmente sostituibili e le deformazioni plastiche non devono interessare il posto di guida.

Al fine di proteggere il rotabile da urti contro veicoli, tali elementi debbono essere posizionati ad un'altezza massima di 800 mm dal piano del ferro e comunque in accordo a quanto previsto dalla normativa vigente.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 43 di 109
		<b>TEC</b>

Ai fini della sicurezza passiva in caso di collisione il rotabile deve essere conforme alla UNI EN 15227 per la categoria C-III, al fine di proteggere gli occupanti del veicolo attraverso il mantenimento della loro integrità strutturale.

La struttura delle casse deve resistere senza deformazioni permanenti né, tantomeno, fessurazioni, agli sforzi trasmessi dai carrelli attraverso gli elementi di collegamento telaio/carrello, ed agli sforzi di seguito descritti:

- carico verticale composto da: rotabile in ordine di marcia + conducente + passeggeri seduti + 7 kN/m<sup>2</sup>;
- forza longitudinale di compressione, non assorbita elasticamente dagli elementi preposti, non inferiore a 200 kN complessivi;
- forze trasversali corrispondenti ad una accelerazione trasversale pari a 0,3 g;
- forze d'inerzia generate dal movimento del veicolo.

La struttura deve anche resistere, senza deformazioni permanenti, a tutte le sollecitazioni conseguenti alle azioni per la rimessa sul binario, in caso di svio, ivi comprese l'applicazione di martinetti in tutti i possibili punti utili allo scopo.


prestazione offerta

### 14.3 REQUISITI STRUTTURALI DELLE SALE E DEI CARRELLI

Per le sale con caratteristiche geometriche conformi alle UNI EN 13103-1 ovvero UNI CEN/TS 13103- 2 il calcolo di verifica del dimensionamento deve essere eseguito secondo le norme stesse, considerando gli ulteriori fattori progettuali che tengono conto delle condizioni di esercizio delle tranvie, con particolare riguardo alla frequenza delle curve di piccolo raggio, ai picchi di accelerazione non compensata che si possono verificare nel percorrere le curve (dato che le tranvie possono non essere dotate di indicazioni precise delle velocità ammesse nelle varie tratte) e al transito su cuori degli scambi a gola rialzata (con appoggio del bordino).

Per le sale con caratteristiche geometriche diverse da quelle sopra specificate e per i rodiggi non convenzionali (per esempio "false sale" a ruote indipendenti) il calcolo di verifica del dimensionamento deve essere eseguito secondo i criteri stabiliti da una norma o documento di riconosciuta validità concordato fra committente e costruttore e approvato dall'Autorità competente.

Il dimensionamento strutturale dei telai dei carrelli, o strutture equivalenti, deve essere eseguito secondo la UNI EN 13749.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 44 di 109

prestazione offerta

## 15. CARATTERISTICHE DELLE PORTE LATERALI PER I PASSEGGERI

Le porte per i passeggeri devono essere conformi alla UNI EN 14752, con le specificazioni fornite al punto 6.1 e quelle riportate nel seguito.

prestazione offerta

### 15.1 REQUISITI DI FUNZIONAMENTO.

#### 15.1.1 *Comando delle porte*


##### 15.1.1.1 *Generalità*

L'apertura delle porte può essere comandata:

- da parte del conducente;
- da parte dei viaggiatori tramite pulsanti (conformi alla UNI EN 14752), previa abilitazione delle porte effettuata dal conducente.

Il comando dell'apertura (o dell'abilitazione) deve essere possibile dal solo banco di guida abilitato.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>			
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>			SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 45 di 109	

### **15.1.1.2 Apertura delle porte sui due lati**

Il dispositivo di apertura porte deve essere dotato di asservimento di lato, cioè l'esecuzione del comando per l'apertura delle porte è condizionata da un'informazione locale di lato banchina viaggiatori.

Due dispositivi ausiliari, uno per lato sono previsti in caso di avaria all'apparecchiatura di asservimento – per consentire l'esecuzione del comando di apertura porte. Questi devono essere collocati sui due lati opposti del banco di guida.

Il funzionamento delle porte per quanto riguarda la sicurezza deve essere conforme alla norma UNI EN 14752.

Il rischio dell'apertura delle porte sul lato sbagliato deve essere valutato nell'ambito dell'analisi dei rischi di cui al punto 11.1.

prestazione offerta

### **15.1.1.3 Isolamento di singole porte in servizio**


Valgono le indicazioni della UNI EN 14752, con la seguente precisazione.

prestazione offerta

### **15.1.2 Chiusura**

Per gli avvisi acustici di indicazione porte aperte (o abilitate all'apertura) e di chiusura porte, in aggiunta alle indicazioni della UNI EN 14752, si veda il paragrafo 6.7.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE</b> <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 46 di 109

### **15.1.3 Funzionamento in emergenza**

Valgono le indicazioni della UNI EN 14752, con la seguente precisazione.

L'effettuazione delle operazioni di chiusura di una porta che sia stata aperta con il dispositivo di emergenza deve essere possibile al solo personale di esercizio, a mezzo di opportuno dispositivo da azionarsi con chiave di servizio, collocato in corrispondenza di ciascuna porta. Tale dispositivo può essere integrato nell'elemento di comando del dispositivo per l'apertura di emergenza.

In prossimità delle porte è montata una maniglia che permette al passeggero di sbloccare meccanicamente le ante, in modo da consentire l'apertura manuale delle porte. Tale operazione è possibile solo ad una velocità del tram inferiore o uguale a 5 km/h, applicando alle antine una forza inferiore o uguale a 15 daN.

```
prestazione offerta
```

### **15.1.4 Indicazioni di stato**


Valgono le indicazioni della UNI EN 14752, con la seguente precisazione.

L'indicazione di stato delle porte deve essere costituita da una segnalazione ottica situata sul banco di guida, che segnali al conducente la condizione di porta aperta.

```
prestazione offerta
```

### **15.1.5 Asservimenti di sicurezza dei circuiti di trazione alla chiusura porte**

Valgono le indicazioni della UNI EN 14752.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>			
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>			SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 47 di 109	<b>TEC</b>

prestazione offerta

## 16. ALTRE CARATTERISTICHE

### 16.1 ORGANI DI AGGANCIO

L'accoppiabilità tra i rotabili, (tutti quelli in esercizio compreso il locotratore in dotazione ARST) sia anteriormente che posteriormente, deve essere garantita in qualsiasi condizione.

L'operazione di accoppiamento meccanico deve essere condotta in sicurezza da un solo operatore che agisca dal piano del ferro senza l'ausilio di nessun attrezzo.

Al fine di realizzare un veicolo di aspetto più gradevole l'accoppiatore, quando non utilizzato, sarà inserito nella carrozzeria.


Il tram destinato alle linee di Sassari (lotto a) deve essere munito di accoppiatore su ambedue le testate per consentire un agevole traino in condizioni di avaria. Questo per dimensioni tipologia e collocazione deve consentire l'accoppiamento diretto con quello montato sul tram in esercizio (tram Sirio) e locotratore FRESIA F 120 T/FS.

Il tram destinato alle linee di Cagliari (lotto b) deve essere munito di accoppiatore su ambedue le testate per consentire un agevole traino in condizioni di avaria. Questo per dimensioni tipologia e collocazione deve consentire l'accoppiamento diretto con quello montato sui tram in esercizio (tram Skoda tipo 06T e CAF Urbos 3) e locotratore VAIACAR TSR300.

L'accoppiamento elettrico con l'ausilio di un connettore deve consentire, almeno, il comando dell'illuminazione e dell'impianto di frenatura dal mezzo trainante che può essere uno dei tram in esercizio oppure il locotratore (strada/rotaia) in dotazione ad ARST:

- lotto a) (FRESIA F 120 T/FS)
- lotto b) (VAIACAR TSR300).

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 48 di 109

## 16.2 VETRI

Forme e dimensioni dei finestrini devono essere identiche salvo eccezioni giustificate.

I parabrezza ed i vetri laterali devono rispondere alle stesse misure di sicurezza previste per i veicoli stradali, conformi - pertanto - alle disposizioni del Codice della Strada ed alle norme europee vigenti in materia.

È richiesta, per quanto compatibile con la prescrizione suddetta, la conformità alla norma UNI 7348 per vetri e strutture.

Le finestre di soccorso, la cui disposizione deve essere sottoposta all'approvazione di ARST, devono aprirsi mediante rottura del vetro. A questo scopo, in prossimità, deve essere installato un martelletto di colore rosso, opportunamente piombato e collegato alla base con un cavetto di acciaio di opportuna lunghezza (per evitare che sia asportato). Deve, inoltre, essere previsto un sistema di segnalazione tale che, nel caso in cui venga asportato il martelletto, avvisi il conducente dell'anomalia attraverso una spia di allarme e un segnale acustico posti sul cruscotto. Il conducente dovrà poter tacitare il segnale acustico mediante opportuno segnale.

I finestrini sono a struttura portante in lega leggera, ancorati alla struttura delle fiancate a mezzo di guarnizione in gomma di facile applicazione e resistente nel tempo, o incollati. L'insieme deve essere a perfetta tenuta stagna.

Lo smontaggio dei finestrini deve essere semplice, senza implicare preventivi smontaggi di altri elementi della carrozzeria.

I finestrini sono a lastra unica, muniti di doppio vetro temperato di sicurezza.

I cristalli sono atermici, opportunamente oscurati per attenuare la luminosità solare esterna.

Tutte le parti metalliche dei finestrini devono essere dotate di messa a terra in conformità a quanto previsto dalla Circolare Ministeriale n. 4/81.

I finestrini devono garantire l'eliminazione delle correnti d'aria incontrollabili, l'assenza di penetrazione di polvere e l'abbattimento di rumori dall'esterno nonché l'aumento dell'efficienza della climatizzazione.

Almeno il 30% dei finestrini sono apribili con chiave di servizio. La disposizione e la tipologia delle aperture deve essere concordata con ARST.


Il disappannamento del vetro frontale è realizzato mediante resistenze elettriche incorporate, alimentate alla tensione di 24 V.

Il motorino tergicristallo ha minimo tre velocità di funzionamento di cui una temporizzata e regolabile dal conducente.

Il motorino tergicristallo e, in generale, i materiali e i materiali di consumo devono essere facilmente reperibili sul mercato ed intercambiabili con prodotti standard di derivazione automobilistica.

prestazione offerta



<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b> Pag. 49 di 109	



### 16.3 SISTEMI DI INTERCOMUNICAZIONE

I sistemi di intercomunicazione devono essere conformi alle UNI EN 16286-1 e UNI EN 16286-2.



### 16.4 INTERNI


#### 16.4.1 Rivestimenti e arredi

La parte in vista del rivestimento interno deve avere, per quanto riguarda colore e qualità media, una vita di almeno 15 anni. I rivestimenti interni devono essere in materiale "antigraffiti" o, almeno, ricoperti con materiale "antigraffiti".

L'arredo interno del rotabile, sia dello scompartimento passeggeri sia della cabina di guida, è caratterizzato da materiali assolutamente esenti da amianto, suoi derivati o composti. Non è, inoltre, consentito l'impiego di composti bituminosi, lana di vetro, lana di roccia, materiali a base fibrosa con diametro minimo della fibra inferiore a 6 µm e quant'altro dalla norma venga ritenuto inquinante per l'ambiente, tossico o nocivo per i viaggiatori e per gli operatori addetti alla condotta e manutenzione del rotabile.

Per tutti i materiali non interamente metallici, impiegati per la prima volta, che comportano o potrebbero comportare rischi per i viaggiatori, per il personale di condotta e di manutenzione e rischi per l'inquinamento ambientale, il Costruttore prima di avviare la produzione deve fornire la "SCHEDA DI SICUREZZA DEI MATERIALI" in ottemperanza al regolamento CE 1907/2006, al successivo 453/2010 ed alle direttive europee e nazionali in materia vigenti Decreto Ministeriale 28/01/92 del Ministero della Sanità, ed ottenere il benessere al loro impiego da parte di ARST.

Nell'utilizzo di materiali plastici, questi devono soddisfare le caratteristiche di reazione al fuoco.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b> Pag. 50 di 109	

prestazione offerta

### **16.4.2 Telecamere**

All'interno del rotabile, in prossimità delle porte di accesso passeggeri, sono installate telecamere ancorate al soffitto e protette contro gli atti vandalici, per permettere al conducente, attraverso monitor posti sul banco di manovra, di controllare la salita e discesa dei passeggeri, nonché registrare immagini di passeggeri che adottino comportamenti pregiudizievoli quali tentativi di aggressione, furti, vandalismi, etc.

Nella fase di apertura delle porte si accendono opportune luci che garantiscono la visibilità dalle telecamere ad impianto di illuminazione funzionante.

prestazione offerta

### **16.4.3 Segnalazioni**


All'interno del rotabile sono ubicate, in modo ben visibile da qualunque posizione, segnalazioni di fermata prenotata.

La protezione nelle superfici a contatto tra metalli diversi, nei confronti del flusso di correnti galvaniche, deve essere realizzata con interposizione di rivestimento laminare di zinco quale elemento di sacrificio, con collante elettroconduttore.

Le scritte da eseguirsi all'interno del rotabile devono essere serigrafate. Eventualmente, possono essere adottate pellicole adesive, purché offrano garanzie certificate di durata nel tempo e di resistenza agli atti vandalici.

Per le scritte esterne sono preferibili soluzioni di tipo adesivo, garantite all'usura dal Costruttore per un periodo non inferiore a 10 anni.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 51 di 109



#### **16.4.4 Sedili**

La posizione dei sedili è proposta dall'Appaltatore in sede di progetto esecutivo ed è concordata – nella soluzione definitiva – con la Committente ARST.

Tipologie e modalità di fissaggio dei sedili devono essere tali da rendere facili le operazioni di pulizia e, in ogni caso, gli stessi non si devono rompere né staccarsi a seguito di uno sforzo orizzontale longitudinale di 500 daN, applicato al punto di fissaggio alla struttura del veicolo e di 200 daN nel lato opposto allo schienale.

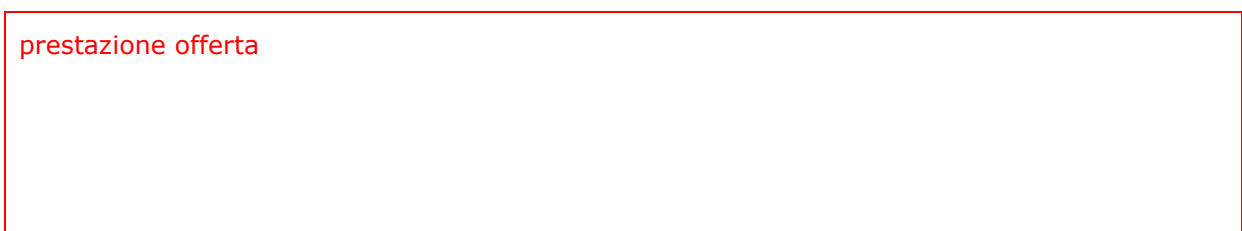
L'Appaltatore deve dimostrare con i calcoli che queste condizioni sono rispettate.

Il rivestimento dei sedili compreso quello del conducente è del tipo antivandalo, e dovrà essere sottoposto per tipologia e colori all'approvazione di ARST.

Il sedile del conducente deve essere sottoposto all'approvazione di ARST. Deve essere confortevole, con dispositivi di regolazione in orizzontale di almeno 165 mm ed in verticale di almeno 200 mm. I comandi devono essere agevoli e facilmente accessibili. Le inclinazioni della seduta e dello schienale devono essere regolabili. Il sedile deve essere fissato al pavimento e facilmente rimovibile per le pulizie. Lo schienale deve essere munito di un sostegno lombare regolabile. Deve essere inoltre dotato di un sistema di ammortizzatore pneumatico.

Nella zona dello scompartimento passeggeri riservata alla sedia a rotelle possono essere previsti sedili mobili tipo strapuntino.

Questi posti non verranno computati nel calcolo dei passeggeri seduti.




#### **16.4.5 Porte**

Il numero e la disposizione delle porte devono essere definiti, in funzione dell'architettura generale del rotabile. Comunque, sono previste almeno quattro porte per fiancata.

Valgono le seguenti prescrizioni **inderogabili**:

**Lotto a)** la distanza massima tra le aperture delle porte alle estremità di ciascuna fiancata deve essere al massimo pari a 25'000mm.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 52 di 109

**Lotto b)** la distanza massima tra le aperture delle porte alle estremità di ciascuna fiancata deve essere al massimo pari a 30'000mm.

Le porte presenti in ogni fiancata devono essere contrapposte.

La soglia di accesso deve essere alla stessa quota del pianale ribassato e non vi devono essere gradini in prossimità dei vani porta.

La dimensione in altezza del vano porta, ad ante aperte, non deve risultare inferiore a 1950 mm.

Le porte devono essere a scorrimento esterno ovvero ad espulsione e a scorrimento.

La larghezza libera, minima, della porta doppia deve essere 1200 mm.

Il montaggio della porta con il suo meccanismo deve essere realizzato, per quanto possibile, tramite una struttura da collegare all'ossatura della cassa.

Le porte in corrispondenza della postazione di aggancio della sedia a rotelle devono essere dotate di pedane per consentire il raccordo tra il piano di calpestio della vettura con il piano della banchina o del marciapiede.

La pedana deve, pertanto, avere un'escursione minima pari alla massima distanza prevista tra fianco vettura e banchina o marciapiede e una possibile inclinazione fino a 15 gradi. La pedana deve avere un sistema di riconoscimento degli ostacoli (bordo sensibile).

Il meccanismo di azionamento della pedana deve essere automatico, comandato dal conducente tale da consentire un facile e rapido azionamento nonché affidabilità e durabilità.

Il comando di apertura porta è locale, subordinato al consenso del conducente, ubicato sia internamente sia esternamente, ad un'altezza compresa tra 900 e 1200 mm dal piano di calpestio del rotabile e deve riconoscere la fermata, in modo da consentire l'apertura esclusivamente sul lato di banchina corretto.

Se il vano porta supera in larghezza i 1200 mm, i comandi devono essere ubicati su ciascuno dei montanti laterali al vano.


I dispositivi di comando delle porte devono essere sostituibili senza necessità di smontaggio di altre parti e/o organi.

Il sistema di apertura porte è vincolato dalla velocità del mezzo, per cui con una velocità  $\geq 3$  km/h, il comando di apertura porte non è attivo, viceversa con le porte aperte il mezzo non si avvia per mancanza di trazione.

Il circuito di comando è alimentato separatamente, in emergenza, dalle batterie.

Sulla fiancata esterna del tram, in corrispondenza delle porte è posizionata un'indicazione luminosa (led a luce rossa) per indicare l'eventuale fuori servizio della porta.

Un eventuale guasto delle porte è visibile mediante informazione sul monitor in cabina di guida. Nel caso venga azionato il comando di apertura porte d'emergenza, il conducente pur accorgendosi in modo indiretto dell'azionamento (per effetto dell'intervenuta frenatura di emergenza), è avvisato che la causa della frenatura è conseguente all'azionamento del dispositivo

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 53 di 109
		<b>TEC</b>

porte, così da escludere immediatamente, le altre possibili cause che comportino la frenatura di emergenza.

Il sistema di controllo del blocco porte (per velocità del tram  $\geq 3$  km/h) può essere escluso mediante un dispositivo di protezione – possibilmente piombato e collocato in cabina – da utilizzare soltanto in casi eccezionali.

Il comando di apertura temporizzato con avviso acustico è comandato dal conducente.

Un dispositivo di sicurezza (bordo sensibile) blocca la chiusura delle porte in caso di interposizione di un ostacolo di spessore non inferiore a 10 mm, in ogni caso tale dispositivo è conforme alla norma UNI EN 14752.

Devono essere montate maniglie per l'apertura in emergenza e opportune misure di ausilio ai non vedenti.

prestazione offerta

#### **16.4.6 Cabina di guida**

Il vano riservato alla cabina di guida è separato dallo scompartimento passeggeri a mezzo di parete divisoria di dimensioni tali da poter contenere eventuali apparecchiature.

La parete divisoria tra cabina e scompartimento passeggeri è provvista di porta per l'accesso in cabina, di facile apertura per agevolare l'evacuazione del conducente in caso di pericolo, anche a rotabile carico.


La porta deve essere dotata di cristallo di sicurezza fissato in maniera tale da essere protetto contro gli atti vandalici e provvisto di pellicola antiriflesso o sistema analogo, per impedire che l'illuminazione dello scompartimento passeggeri costituisca elemento di disturbo per la guida del conducente.

La porta deve essere a tenuta e deve aprirsi tramite maniglia incorporata nella serratura.

La cabina di guida deve essere considerata a tutti gli effetti posto di lavoro e di conseguenza deve rispondere alle prescrizioni della legislazione vigente.

Le sue pareti devono essere particolarmente insonorizzate e concepite per evitare vibrazioni sgradevoli per il conducente.

La struttura deve avere resistenza tale da proteggere il conducente in caso di urto specialmente con i veicoli stradali, rendere rapida l'evacuazione del conducente in caso di necessità ed avere un'estetica che si armonizzi con l'insieme del rotabile.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 54 di 109

L'altezza del vano cabina tra pavimento e cielo non deve risultare in alcun punto inferiore a 2 m.

Tutte le leve, eventuali rubinetti e altri organi di manovra disposti in cabina di guida devono essere chiaramente identificati mediante targhette.

Particolari manovre da eseguirsi da parte del conducente saranno illustrate, dettagliatamente, su quadretti esplicativi.

È previsto un impianto di illuminazione dell'intera cabina di guida che realizzi un flusso luminoso medio di 300 lux a 1,2 m dal suolo.

L'eventuale quadro contenente apparecchiature elettriche presente nella cabina di guida deve essere dotato di una plafoniera così da facilitarne l'ispezione. Tale lampada deve essere estraibile e autoalimentata, ricaricabile, in maniera tale da poter essere utilizzata anche da altre parti.

Per tutto quanto attiene alla cabina di guida, comprese le dotazioni, deve esserci specifica approvazione da parte di ARST.

prestazione offerta

#### **16.4.7 Pavimenti**

Il pavimento è costruito in maniera tale da sopportare, senza deformarsi in modo permanente, un carico di almeno 7 kN/m<sup>2</sup>.


Il pavimento e il suo rivestimento devono resistere anche a carichi concentrati importanti quali, ad esempio, quelli indotti dai tacchi a spillo.

Il pavimento deve essere realizzato in modo da contenere al massimo la rumorosità. Il rivestimento, direttamente applicato al pavimento, ha caratteristiche autoestinguenti, in conformità alla normativa tecnica vigente in materia di prevenzione incendi.

Il rivestimento è conformato a vasca, diminuendo il più possibile le giunzioni sugli spigoli. Viceversa, dovranno essere presi tutti i provvedimenti per rendere comunque "impermeabile" la vasca. Il tipo di rivestimento deve essere sottoposto ad approvazione di ARST.

La superficie del tetto/imperiale, nella parte percorribile, dev'essere trattata con materiale antisdrucchiolo.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 55 di 109



#### **16.4.8 Illuminazione**

L'illuminazione e le segnalazioni esterne comprendono, oltre a quelle previste dal vigente codice della strada, anche quelle relative alla segnalazione delle porte aperte e dell'azionamento del segnale di allarme.

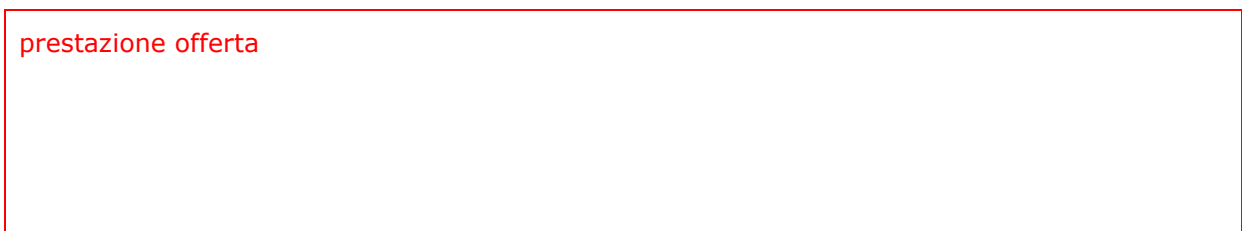


#### **16.4.9 Altri prodotti**

Le schede tecniche relative ai prodotti adoperati per la costruzione dei veicoli (ad es. antivibranti e per l'isolamento termico, etc.) devono essere sottoposte all'approvazione di ARST.

I medesimi prodotti devono soddisfare le normative vigenti al momento della installazione.

Il coefficiente di trasmissione globale deve essere, comunque, inferiore a 3 W/(m<sup>2</sup>K).




### **17. DISPOSITIVI DI AVVISO OTTICO E ACUSTICO**

#### **17.1 DISPOSITIVI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA E SEGNALAZIONE VISIVA**

I dispositivi di illuminazione esterna e segnalazione visiva devono essere conformi alla UNI EN 15153-3.

La tipologia, le caratteristiche e il posizionamento dei dispositivi devono essere per quanto

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 56 di 109
		<b>TEC</b>

possibile conformi alle corrispondenti disposizioni prescritte dal Codice della Strada per i veicoli stradali e devono comunque prevedere i dispositivi specificati nel seguito

Su entrambe le testate del rotabile devono essere installati, con gli opportuni adeguamenti, i dispositivi di seguito indicati. I dispositivi possono eventualmente assolvere più funzioni.

Su ciascuna testata devono essere installati:

➤ in condizione di cabina abilitata come anteriore

- a) due luci di posizione bianche;
- b) due proiettori anabbaglianti bianchi;
- c) due proiettori di profondità bianchi;
- d) due indicatori di direzione giallo ambra;
- e) due luci di ingombro bianche;
- f) due proiettori fendinebbia a luce bianca o gialla (facoltativi).

➤ in condizione di cabina abilitata come posteriore

- g) due luci di posizione rosse;
- h) due luci di arresto rosse;
- i) una o due luci bianche per retromarcia corredate di segnalazione acustica intermittente;
- j) due luci di ingombro rosse;
- k) una o due luci per nebbia di colore rosso, la cui attivazione è possibile solo a proiettori anabbaglianti in funzione.

L'abilitazione di ciascuna cabina di guida deve predisporre automaticamente il consenso all'accensione dei soli dispositivi di illuminazione dei tipi "anteriore" e "posteriore" sulle corrispondenti testate.

Su ogni fiancata devono essere installati:


l) indicatori di direzione giallo ambra:

- uno deve essere collocato in prossimità dell'inizio delle rastremature;
- qualora la rastrematura abbia una lunghezza maggiore di 2,5 m, deve essere previsto un indicatore di direzione anche sulla rastrematura, a meno che l'indicatore di direzione di testata risulti visibile anche lateralmente (dispositivo antero-laterale);
- ulteriori indicatori di direzione devono essere ripetuti ad intervalli, per quanto possibile equidistanti, non maggiori di 12 m;

m) catadiottri giallo ambra ad intervalli, per quanto possibile equidistanti, non maggiori di 6 m;

n) luci di posizione giallo ambra ad intervalli, per quanto possibile equidistanti, non maggiori di 6 m.



<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 57 di 109
		<b>TEC</b>

I dispositivi di cui sopra possono essere funzionalmente integrati.

prestazione offerta

### **17.1.1 Ulteriori indicazioni**

o) devono essere previsti i dispositivi per segnalazione di emergenza funzionanti su testate e fiancate (indicatori di direzione funzionanti contemporaneamente);

p) sul banco di guida devono essere riportate le segnalazioni di funzionamento dei vari dispositivi analogamente a quanto previsto per i veicoli a guida libera;


q) nel caso di sosta in avaria nelle ore notturne, la fonte di energia di emergenza deve essere in grado di alimentare i dispositivi di segnalazione di emergenza per almeno 1h.

prestazione offerta

### **17.2 DISPOSITIVI DI SEGNALAZIONE ACUSTICA**

I dispositivi di segnalazione acustica devono essere conformi alle disposizioni del Codice della Strada e alla UNI EN 15153-4.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 58 di 109
		<b>TEC</b>

## **18. CARATTERISTICHE DEGLI EQUIPAGGIAMENTI ELETTRICI**

### **18.1 TENSIONE DI ALIMENTAZIONE**

La tensione di alimentazione della linea aerea è di 750 V in corrente continua.

### **18.2 TENSIONE DEGLI EQUIPAGGIAMENTI AUSILIARI**

Le tensioni nominali degli equipaggiamenti ausiliari del rotabile devono essere di 24 V in corrente continua e/o da 230 V a 400 V in corrente alternata.

### **18.3 GENERALITÀ**

Gli equipaggiamenti elettrici devono in ogni caso essere conformi a quanto indicato nella norma UNI 11174 paragrafo 17.3.

L'equipaggiamento elettrico ed elettronico del tram deve assolvere alle seguenti funzioni: di captazione corrente, di trazione e frenatura elettrica, ausiliarie.

La funzione di captazione corrente è svolta dal pantografo.

Le funzioni di trazione e frenatura elettrica consistono nel comando e controllo della trazione, attraverso gli azionamenti di trazione ed il recupero/dissipazione di energia durante la frenatura elettrica.

Ai circuiti ausiliari sono demandate tutte le altre funzioni che richiedono alimentazione elettrica, quali, ad esempio: la climatizzazione, l'azionamento e controllo delle porte, l'illuminazione, la frenatura a pattini elettromagnetici, etc.

Per garantire il corretto grado di isolamento, l'architettura dell'impianto elettrico sarà conforme alla norma CEI EN 50124 in base ai differenti livelli di tensione.


Tutti i sottoassiemi degli equipaggiamenti elettrici saranno fissati all'imperiale della cassa, mediante sistemi d'attacco in grado sia di assorbire le sollecitazioni in direzione assiale e sia di attenuare, mediante apposite sospensioni, le vibrazioni.

Essi saranno concepiti per garantire, in sicurezza, tutte le operazioni di manutenzione preventiva e correttiva e potranno, inoltre, essere smontati singolarmente, previo scollegamento delle connessioni elettriche, senza smontare cassoni attigui o canaline porta cavi.

Le apparecchiature costituenti l'equipaggiamento elettrico, sia di regolazione / controllo sia di potenza, saranno costituite da più moduli facilmente accessibili e sostituibili in caso di avaria. Il peso e l'ingombro di ogni modulo saranno limitati in modo da poter essere manovrati da una sola persona.

Per l'azionamento sono da utilizzarsi tecnologie di più recente realizzazione, purché di consolidata esperienza in esercizio, che permettano una semplificazione dei circuiti, una diminuzione dei pesi e, soprattutto, una diminuzione dei costi.

L'equipaggiamento è costituito da più unità autonome, così da consentire al veicolo la possibilità di proseguire la marcia in condizioni degradate.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 59 di 109

E', inoltre, previsto il recupero di energia in frenatura.

L'Appaltatore dovrà garantire che, per quei sistemi elettronici che utilizzano programmi logici nei quali è possibile realizzare modifiche, siano fornite tutte le indicazioni occorrenti ad intervenire sui programmi, direttamente da parte di ARST, ai fini dell'adattamento degli stessi al variare delle condizioni di esercizio.

prestazione offerta

## 18.4 EQUIPAGGIAMENTO

L'equipaggiamento deve, in generale, corrispondere alle condizioni seguenti:

### 18.4.1 Affidabilità


Tutti gli elementi caratteristici del sistema devono presentare elevata affidabilità, comprovata da realizzazioni simili.

prestazione offerta

### 18.4.2 Raffreddamento

Sono preferiti equipaggiamenti con raffreddamento naturale. Qualora ciò non fosse possibile, gli elementi costituenti l'equipaggiamento devono essere raffreddati da efficaci dispositivi che, tuttavia, non devono necessitare di elevate manutenzioni rispetto a quelle normalmente occorrenti in impianti raffreddati ad aria.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE</b> <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 60 di 109

### **18.4.3 Interferenze**

L'equipaggiamento dell'azionamento elettrico deve essere tale da evitare interferenze elettromagnetiche di disturbo con i circuiti delle installazioni fisse, telecomandi delle sottostazioni, comunicazioni. Pertanto, sono da preferirsi soluzioni che presentino circuiti di comando/controllo realizzati in fibra ottica.


prestazione offerta

### **18.4.4 Motori**

I motori elettrici di trazione sono caratterizzati dalle seguenti peculiarità:

- Tipo trifase;
- Interventi di manutenzione preventiva di ridotta frequenza;
- Contenimento dei tempi di lavoro e semplificazione operativa delle operazioni di sostituzione;
- Connessioni elettriche realizzate tramite connettori multipolari, circolari, con attacco a baionetta;
- Carcassa a tenuta stagna;
- Raffreddamento ad aria, autoventilanti;
- Realizzati con materiali con ridotte perdite energetiche;
- Muniti degli opportuni provvedimenti per evitare la circolazione di correnti parassite nei cuscinetti;
- Devono essere conforme alla norma CEI EN 60349-2;
- Devono essere dotati di supporti e/o golfari di sollevamento e di appoggio in piano.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 61 di 109

#### **18.4.5 Punti di misura**

Ogni veicolo è munito di uno o più punti di misura, ai quali deve potersi facilmente connettere e rapidamente inserire uno strumento multifunzione per la misura di tutti i parametri elettrici ed energetici del tram. In particolare, da questi punti deve essere possibile misurare le grandezze elettriche in ingresso/uscita dei singoli motori, degli inverter e del complessivo dei servizi ausiliari.

Nel cassone degli apparecchi di AT, sono previsti due terminali che consentano l'inserimento di un voltmetro di AT.

prestazione offerta

#### **18.4.6 Scatole di connessione**

Le scatole di connessione devono consentire, con la massima facilità, le connessioni e le disconnessioni elettriche in occasione degli interventi manutentivi.

Le suddette manovre devono essere effettuate da una sola persona.

prestazione offerta


#### **18.4.7 Dispositivi di sicurezza**

Un dispositivo di chiusura impedisce l'accesso alle apparecchiature con pantografo alzato.

Devono essere realizzate tutte le protezioni contro i contatti accidentali.

Un dispositivo di messa a terra, con eventualmente una resistenza di limitazione, è installato per evitare incidenti durante il lavoro dovuti alla scarica delle capacità dei filtri.

Questo dispositivo deve essere tale da rendere impossibili i contatti accidentali con l'alta tensione e la scarica rapida dei condensatori dei filtri di entrata.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 62 di 109

prestazione offerta

#### **18.4.8 Contatore**

Questi dispositivi devono consentire di conoscere, ai fini della programmazione degli interventi di manutenzione, i tempi di funzionamento di alcune apparecchiature come convertitori, motori di ventilazione, etc.

prestazione offerta

#### **18.4.9 Interruttori magnetotermici di protezione dei circuiti BT**


Questi dispositivi di sezionamento e protezione devono possedere valori di portata, di tensione e potere di interruzione idonei al livello di tensione dei circuiti elettrici in cui essi sono inseriti.

prestazione offerta

#### **18.4.10 Prese di corrente e punti di misura**

Prese di corrente in BT, accessibili per la manutenzione, sono installate all'interno, in numero di tre, dislocate all'estremità del veicolo e nella parte centrale. Queste sono con tensione di 230 Vca e potenza pari a circa 1kVA.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 63 di 109



#### **18.4.11 Pantografo**

Il tram deve essere equipaggiato con un pantografo conforme alla norma CEI EN 50206-2 e alle indicazioni del presente documento.

La presa di corrente in servizio normale è garantita dal pantografo mediante captazione dal filo aereo. L'altezza del filo è compresa tra 4,40 m e 5,60 m.

Il pantografo è manovrato dal posto di condotta e deve esercitare una spinta tra 60 N e 80 N.

L'apparecchio di comando a distanza è caratterizzato da affidabilità, robustezza e minima manutenzione.

Il pantografo è **inderogabilmente**, per entrambi i lotti, posizionato centralmente rispetto all'asse longitudinale del veicolo. È ammessa una tolleranza di massimo 5m dalla posizione centrale.

Il pantografo sarà movimentato da un sistema elettrico a motore, comandato da logica di veicolo e da comandi posti nella cabina di guida; deve essere presente un dispositivo di innalzamento/abbassamento meccanico con comando manuale di emergenza, azionabile dall'interno del rotabile.

Il pantografo deve essere progettato e costruito per dover attraversare zone neutre dovute alla presenza di isolatori di sezione, della lunghezza compresa tra 600mm e 1'800mm, in particolare per il veicolo del **lotto b) Cagliari**, la lunghezza dell'isolatore di sezione utilizzato negli incroci tranviari ha lunghezza compresa tra 2'400mm e 2'900mm, senza alcun rischio di corto circuito ed evitando l'innescò dell'arco elettrico tra filo di contatto ed elemento strisciante del pantografo durante la transizione di ingresso e di uscita dalla zona neutra.


Il pantografo è montato su un supporto sufficientemente rigido, così da evitare oscillazioni, garantendo isolamento elettrico e sicurezza e deve essere dotato di dispositivo automatico di caduta.

Il pantografo deve essere assicurato al tetto del veicolo con un sistema di ancoraggio che ne impedisca la caduta in caso di rottura dei supporti per aggancio accidentale alla linea aerea.

Il pantografo deve essere costruito in tutte le sue parti in acciaio rivestito per resistere all'ossidazione (tubi di acciaio senza saldatura) o in lega leggera.

Gli snodi devono essere by-passati da trecce in rame stagnato ridondate.

Lo stato del pantografo (alto o basso) sarà rilevato dalla logica di veicolo e segnalato al conducente.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 64 di 109
		<b>TEC</b>

Il cavo di collegamento del pantografo al primo dispositivo di intervento in caso di corto circuito dovrà essere il meno lungo possibile ed essere protetto entro un tubo metallico ad elevata resistenza.

Un dispositivo automatico di sicurezza deve intervenire, invece, in caso di rottura dello strisciante abbassando il pantografo ed interrompendo il circuito per evitare la generazione di un arco elettrico.

Lo strisciante in carbonio deve essere realizzato in modo da garantire i seguenti requisiti:

- lunga durata con riduzione dei costi di manutenzione;
- ridotta azione di consumo sul filo di contatto con conseguente significativa riduzione dei costi di manutenzione della Linea di Contatto;
- effettiva eliminazione di interferenze elettriche con sistemi di telecomunicazioni e con circuiti di segnalazione.

prestazione offerta

#### **18.4.12 Ritorno di corrente**

I cavi negativi degli impianti AT, BT e il neutro degli impianti MT devono essere realizzati con conduttori isolati. Come ritorno di corrente non devono essere usate le strutture di cassa e carrello.

Il ritorno delle correnti (degli equipaggiamenti di trazione ed ausiliari) e la messa a terra di sicurezza delle strutture di cassa e carrello saranno realizzati mediante circuiti separati, ciascuno collegato a "stella" ad un unico punto di massa, al fine di evitare indebiti ritorni di corrente in caso di scollegamenti accidentali ed utilizzeranno assi distinti per il collegamento al binario.


I negativi di AT e BT sono collegati alla cassa in un solo punto e devono essere evitati collegamenti "a catena".

Tutta la logica del cablaggio dei negativi deve essere concordata con ARST in fase di progettazione costruttiva.

I sistemi di ritorno di corrente per i circuiti di trazione devono essere separati da quelli per la messa a terra dei circuiti similari e di controllo e comando.

Deve essere prevista una linea treno atta a rendere equipotenziali i ritorni correnti di tutti gli apparati di tutte le casse della vettura; essa sarà isolata rispetto alla massa della vettura e sarà collegata a dispositivi di ritorni correnti sulle boccole, in quantità tale da garantire ampia ridondanza e comunque non meno di 1 per carrello.



<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 65 di 109
		<b>TEC</b>

prestazione offerta

### **18.4.13 Protezioni**

Le protezioni dell'impianto elettrico ed elettronico saranno conformi alla UNI 11174 par. 17.5, norme specifiche richiamate nella UNI 11174 stessa e ulteriori precisazioni di seguito riportate.

#### Protezione contro il pericolo di incendio.

Le apparecchiature elettriche e gli impianti devono essere conformi alla norma CEI UNI EN 45545-4 per veicoli di categoria HL2.

#### Protezione contro il rischio elettrico.

L'equipaggiamento elettrico ed elettronico deve essere conforme alla norma CEI EN 50153.

Sulle protezioni di accesso a vani contenenti apparati AT e MT saranno applicate targhette monitoriche di rischio di shock elettrico (secondo norma CEI EN 61310-1), con l'indicazione del valore massimo di tensione di funzionamento dell'apparato.

L'accesso ad apparati AT e MT dall'interno del comparto passeggeri sarà protetto da doppia protezione; la targhetta ammonitrice sarà apposta sulla seconda di queste.

L'accesso ai vani esterni del veicolo contenenti apparecchiature con tensioni pericolose alle persone sarà subordinato, previa disalimentazione, all'annullamento di eventuali tensioni residue mediante resistori in parallelo ai condensatori di filtro.

#### Protezione da accidentale caduta di oggetti su parti in tensione.


Il layout interno dei vani elettrici (armadi di cabina, cassoni, ...) sarà concepito in modo tale che l'accidentale caduta di oggetti (es.: attrezzi, viti, trucioli, ...) o l'accidentale distacco di parti (es.: scollegamento di trecce, di connettori metallici, ...) non provochi corti circuiti con parti in tensione.

#### Protezione da acqua e polveri.

Tutte le apparecchiature da installare all'esterno della vettura saranno racchiuse in cassoni in acciaio inox o in lega leggera a tenuta di acqua e polvere con grado di protezione almeno IP65 secondo la norma CEI EN 60529; il requisito non si applica a componenti per i quali ampie aperture sono necessarie al funzionamento (es.: cassone reostato, cassone batterie, induttanze).

I connettori avranno grado di protezione:

- IP68 (con connettore accoppiato) se ubicati all'esterno cassa veicolo,

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 66 di 109

- IP42 (con connettore accoppiato) per qualsiasi altra collocazione all'interno cassa veicolo.

Protezione da sovratensioni, sovracorrenti e cortocircuiti.

A valle del pantografo l'equipaggiamento elettrico, all'ingresso, deve essere corredato di scaricatore da sovratensioni, conforme alla Norma CEI EN 60077.

Protezione da sollecitazioni meccaniche.

La progettazione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche sarà condotta considerando che esse saranno soggette agli urti e alle vibrazioni casuali che l'esercizio determina.

Laddove previsto che componenti e apparecchiature siano sottoposti a prova di urti e vibrazioni, questa sarà condotta secondo la norma CEI EN 61373.

Protezione da agenti atmosferici e ambientali.

La progettazione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche sarà condotta in conformità alla norma CEI EN 50125-1.


prestazione offerta

## **18.5 COMPOSIZIONE DELL'EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO**

### **18.5.1 GENERALITÀ**

Ogni rotabile tranviario sarà equipaggiato con:

- interruttore extrarapido unipolare di linea in funzione del numero degli equipaggiamenti di trazione e del loro tipo;
- un filtro di linea per ogni convertitore di trazione;
- convertitori a inverter dedicati ai motori di trazione;
- convertitori a inverter dedicati all'alimentazione dei servizi ausiliari (3x400 V<sub>AC</sub> e 230 V<sub>AC</sub>);
- moduli caricabatterie (24 V<sub>DC</sub>);
- reostato di frenatura in funzione del numero degli equipaggiamenti di trazione e del loro tipo;
- motori di trazione;
- logica di veicolo.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE</b> <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 67 di 109

### **18.5.2 INTERRUPTORE EXTRARAPIDO**

Per la protezione dalle sovracorrenti, in particolare dalle correnti di corto circuito, dei circuiti di trazione ed ausiliari, in funzione del numero degli equipaggiamenti di trazione e del loro tipo dovrà essere utilizzato un interruttore unipolare extrarapido, in grado, mediante sezionamento, di non consentire alcun passaggio di corrente.

L'interruttore deve essere conforme alle regole della norma CEI EN 60077 e alle raccomandazioni della IEC 77 racchiuso in un cassone di contenimento in materiale isolante resistente all'arco.

L'interruttore extrarapido, tipo unipolare e bidirezionale, deve essere idoneo alla protezione dalle sovracorrenti degli impianti a corrente continua, munito di comando elettromagnetico, con raffreddamento naturale.

L'interruttore extrarapido deve essere progettato e costruito per reagire molto rapidamente alle sovracorrenti spegnendo l'arco con una sovratensione costante generata immediatamente al distacco dei contatti principali e che permane per tutta la durata dell'arco.

L'interruttore extrarapido deve garantire i seguenti vantaggi:

- alto livello di isolamento rispetto a massa ed alta capacità d'interruzione;
- autonomia di funzionamento rispetto alle condizioni climatiche e lunga durata;
- elevata manutenibilità, ingombri e peso ridotti.


prestazione offerta

### **18.5.3 FILTRO DI LINEA**

Il filtro di linea deve essere progettato e dimensionato in maniera tale da non creare disturbi elettromagnetici sugli impianti di linea.

È opportuno prevedere la possibilità di intervenire sul software che controlla l'azionamento, in modo da permettere eventuali modifiche dei fronti della corrente assorbita o generata dall'equipaggiamento di trazione.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 68 di 109
		<b>TEC</b>



#### **18.5.4 EQUIPAGGIAMENTI ELETTRICI DI TRAZIONE E FRENATURA**

Il rotabile deve essere equipaggiato con almeno due azionamenti di trazione uguali e totalmente indipendenti.

Ogni convertitore, realizzato in versione statica, deve consentire, partendo dall'alta tensione (750 Vcc), prelevata dalla linea di Contatto e con gli isolamenti galvanici necessari:

- di alimentare i motori di trazione in corrente alternata;
- di alimentare i circuiti di asservimento e di caricare le batterie;
- di alimentare i motori dei ventilatori di compartimenti e cabine;
- di ottenere una tensione di 24 Vcc da utilizzare per i sistemi di comunicazione tram-terra ed altri circuiti.

Il convertitore per la trazione e la frenatura elettrica deve essere concepito e dimensionato al fine di conseguire, i seguenti obiettivi:

- il raggiungimento delle prestazioni dinamiche e di comfort;
- le ridondanze necessarie a garantire la possibilità di muovere il rotabile in condizioni di degrado;
- massimizzare l'affidabilità e minimizzare gli interventi di manutenzione;
- ottimizzare la frenatura elettrica, minimizzando i consumi di energia e la massimizzando il recupero di energia durante la frenatura;
- la misurazione, la lettura sul monitor di cabina e la registrazione dell'energia, avendo la possibilità di distinguerne l'impiego fra la trazione, frenatura e gli ausiliari.

Il dimensionamento della frenatura elettrica deve essere tale da realizzare, attraverso l'uso dei motori di trazione, la massima frenatura di servizio, su binario piano e rettilineo, a tensione di linea nominale, dalla massima velocità fino alla più bassa velocità possibile, possibilmente fino all'arresto della vettura, senza l'ausilio della frenatura di attrito (ottenendo ciò tramite blending tra frenatura elettrica e meccanica).


La frenatura elettrica sarà a recupero di energia, nel rispetto dei valori massimi ammessi per la tensione di linea, e in subordine dissipativa, su reostati.

Tramite il controllo del chopper di frenatura si realizza il controllo della frenatura elettrodinamica e la protezione contro sovratensioni di ingresso.

Il chopper deve essere attivato durante la frenatura elettrodinamica o, in trazione, per "tagliare" i picchi di sovratensione.

Tutti i cassoni e componenti dell'impianto di trazione saranno collegati elettricamente tramite appositi connettori.

L'azionamento deve essere conforme alla norma CEI EN 61287-1.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 69 di 109

Il suo funzionamento deve essere particolarmente silenzioso, i valori limite di emissione del rumore devono comunque rispettare quelli stabiliti dalla norma UNI EN ISO 3381.

I convertitori devono essere costituiti da inverter del tipo a IGBT.

Nel caso di azionamento a ventilazione forzata o raffreddamento convettivo, dato che i guasti alla ventilazione pregiudicano la catena di trazione, la ventola sarà almeno una per azionamento, priva di collettore, alimentata in BT e con alimentazione dedicata; i guasti all'alimentazione della ventola di raffreddamento saranno diagnosticati.

Circa le caratteristiche dell'azionamento, saranno soddisfatti i seguenti criteri (espressi in ordine di importanza):

- sovradimensionamento della potenza fornibile dall'equipaggiamento di trazione rispetto a quella effettivamente erogata ai motori;
- massimizzazione del rendimento energetico dell'apparecchiatura (quindi: minimizzazione del consumo e massimizzazione del recupero di energia);
- manutenibilità;
- contenimento del numero dei componenti;
- minimizzazione di ingombri e peso.


Il controllo dei motori asincroni di trazione, mediante il convertitore, deve essere di tipo vettoriale o a "orientamento di campo", realizzato tramite calcolo diretto del flusso di rotore e adattamento on-line dei parametri di motore.

I vantaggi di questa tecnica sono:

- elevate prestazioni in regime dinamico;
- indipendenza dalla variazione dei parametri del motore (legati alla temperatura);
- non è necessaria una elevata precisione di misura della velocità del motore;
- controllo separato del flusso e della coppia di motore.

Il software di gestione e controllo dell'inverter e del chopper di frenatura deve garantire, almeno, i seguenti livelli di protezione:

- corrente massima di fase - Nel caso venga rilevata, tramite i relativi trasduttori, una sovracorrente di fase, viene comandata l'apertura dell'interruttore di linea;
- sbilanciamento fasi - Se tra due correnti di fase viene monitorato uno sbilanciamento > 300 A, viene comandata l'apertura dell'interruttore di linea;
- sovratensione di filtro - Nel caso in cui la tensione dovesse superare 950 Vcc, verrà impulsato il chopper di frenatura (in funzione di sfioratore). Nel caso la tensione continuasse ad aumentare, verranno dapprima bloccati gli impulsi alle fasi, e per  $V > 1050V$ , viene comandata l'apertura dell'interruttore di linea;
- bassa tensione filtro - Nel caso la tensione dovesse scendere sotto i 500 Vcc viene avviata la gestione del circuito di precarica filtro;
- effettua il controllo della frenatura elettrodinamica e la protezione contro sovratensioni di ingresso;
- diagnostica le schede di pilotaggio - In caso di guasto ad una qualsiasi delle schede di pilotaggio, vengono bloccati gli impulsi ed aperto l'interruttore di linea;

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 70 di 109
		<b>TEC</b>

- diagnostica i termoswitch - Rilevando una sovratemperatura sui radiatori inverter, viene informata la CCU, che gestisce una diminuzione di prestazione (o al limite il coasting fittizio).

Dev'essere, inoltre, garantita la massima accessibilità ai diversi componenti e schede elettroniche dei differenti sistemi di regolazione, controllo e protezione. In generale, dovranno adottarsi tutte le disposizioni che permettano di ridurre al minimo gli interventi di manutenzione.

I carichi di bassa tensione dei circuiti di asservimento e regolazione devono prevedere prese e contatti multipli.

Tutti i convertitori devono essere intercambiabili.

L'appaltatore deve specificare in fase di progetto esecutivo le potenze previste per i diversi circuiti del convertitore statico, perfettamente compatibili con quelle dei circuiti da alimentare.

Le variazioni di tensione regolate e le limitazioni di intensità devono essere anch'esse dichiarate e devono essere, comunque, tali da permettere la carica delle batterie.

La regolazione è concepita per ridurre al minimo gli effetti di una eventuale interruzione dell'alimentazione in AT.

prestazione offerta


### **18.5.5 CONVERTITORI DI ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI AUSILIARI**

I convertitori di alimentazione dei servizi ausiliari hanno il compito di trasformare l'energia elettrica della linea AT in energia trifase a 400 Vca-50Hz sinusoidale e monofase a 230 Vca-50 Hz, per l'alimentazione dei carichi in MT, e in energia elettrica in corrente continua a 24 Vcc, per la carica delle batterie di bordo e l'alimentazione di tutti gli impianti ausiliari funzionanti in BT.

È accettata sia la soluzione progettuale di due convertitori separati, uno per le utenze MT e uno per le utenze BT e la carica delle batterie, sia la soluzione progettuale di un solo convertitore che integri entrambe le funzioni.

In ogni caso, i convertitori di alimentazione dei servizi ausiliari saranno ridonati secondo il principio di seguito descritto.

Durante l'alimentazione dei circuiti in MT, in condizioni di regolare funzionamento, entrambi i convertitori lavorano contribuendo a fornire l'energia complessivamente richiesta; in caso di guasto ad uno dei due convertitori, la generazione di energia continua ad avvenire, senza alcun degrado, essendovi una completa ridondanza, per alimentare un sottoinsieme di carichi "privilegiati". La commutazione dell'alimentazione verso i carichi privilegiati in caso di guasto a un

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 71 di 109
		<b>TEC</b>

convertitore avverrà automaticamente. Tra i "carichi privilegiati" in MT sono compresi: il condizionatore della cabina di guida e il riscaldamento dei cristalli delle cabine di guida.

L'uscita in MT del convertitore avrà forma d'onda il più possibile sinusoidale (distorsione massima del 10%). L'uscita in MT deve essere galvanicamente separata dalla tensione di linea. L'isolamento galvanico ha l'importante ruolo di assicurare che la tensione di linea non raggiunga i circuiti MT in alcun caso di guasto anche grave, garantendo quindi un sufficiente grado di sicurezza. L'isolamento galvanico sia realizzato tramite trasformatore ad alta frequenza ( $\geq 8$  kHz). L'uscita in MT deve essere dotata di neutro collegato al negativo di bassa tensione. Le uscite in BT del convertitore devono essere galvanicamente isolate dalla tensione di linea e realizzare una ridondanza al 100%. Le uscite saranno due: una per l'alimentazione dei carichi di bordo ed una per la ricarica delle batterie, per evitare che nelle batterie circolino correnti non controllate.

L'uscita per la ricarica delle batterie presenterà una tensione tale da far circolare nelle batterie stesse una corrente controllata e costante, funzione della temperatura della batteria, di valore congruo con le caratteristiche delle batterie. Con l'aumentare della carica delle batterie la corrente erogata dal convertitore decrescerà, fino ad annullarsi a carica completa.

Deve essere prevista la funzione di arresto automatico del carica-batterie nel caso di batteria estratta e/o scollegata e la funzione di avvio del carica-batterie, dalla condizione di rotabile disabilitato, in presenza di tensione di linea, anche con batteria del tutto scarica.

Il convertitore deve essere conforme alla norma CEI EN 61287-1.

Al fine di ridurre gli sprechi di energia, sarà prevista una funzione della Logica di Veicolo capace di spegnere e riaccendere automaticamente gli impianti di climatizzazione, al fine di contenere il consumo energetico, pur senza diminuire il comfort dei passeggeri. In particolare, si richiede l'installazione di un apposito dispositivo che comanda lo spegnimento dei condizionatori dopo un prestabilito intervallo di tempo che il tram è fermo, abilitato, e di riaccenderli non appena il rotabile va in trazione, ritenendo che la condizione di tram abilitato e fermo per il suddetto periodo temporale prestabilito si verifichi durante la permanenza in deposito.


I tempi dovranno essere programmabili.

I circuiti indispensabili per la sicurezza devono essere separati, anche perché alcuni circuiti devono restare alimentati quando il convertitore statico è inoperante (motorizzazione, illuminazione di soccorso, fanaleria, radio, etc.). Alcuni circuiti potranno essere disconnessi in caso di arresto del convertitore (riscaldamento, ventilatori, etc.), per aumentare l'autonomia delle batterie.

I cavi che assicurano il collegamento radio sono alloggiati in una custodia separata, per assicurare loro una protezione particolare, al fine di mantenere per il maggior tempo possibile il contatto tra il centro di controllo ed i passeggeri, in caso di incendio.

Tutti i cassoni AT e MT devono essere muniti di connettori per i collegamenti elettrici.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b> Pag. 72 di 109	



### **18.5.6 REOSTATO DI FRENATURA**

Ogni azionamento è dotato di un reostato, tramite il quale deve essere dissipata l'energia di frenatura controllata dal chopper, nel caso la linea non sia ricettiva.

Il chopper di frenatura deve essere costituito da IGBT, come una fase inverter, con ciò determinando una effettiva standardizzazione dei componenti di potenza, a beneficio delle scorte di parti di ricambio.

Il dimensionamento del reostato è effettuato tenendo conto del ciclo di carico in cui l'energia di frenatura viene completamente dissipata su di esso, senza alcun recupero in linea.

L'insieme chopper più reostato deve, inoltre, essere utilizzato come sfioratore in caso di sovratensione di linea.

Gli elementi attivi del reostato devono essere realizzati in materiale amagnetico.

Il telaio di sostegno deve essere in acciaio e adeguatamente protetto contro l'ossidazione.

Gli elementi resistivi sono isolati dal telaio di sostegno tramite isolatori in grado di resistere ad elevate temperature.

Il collegamento dei cavi è realizzato al di fuori del flusso di aria calda, tramite terminali isolati dal telaio.




### **18.5.7 MOTORI**

I motori di trazione sono di tipo asincrono trifase a gabbia, autoventilati, la cui progettazione e costruzione ed il cui sistema di isolamento e i materiali utilizzati devono garantire una elevata affidabilità ed una ridotta frequenza degli interventi di manutenzione programmata/preventiva.





<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 73 di 109
		<b>TEC</b>



### **18.5.8 LOGICA DI VEICOLO**

La logica di veicolo (LV) avrà il compito di raccogliere, elaborare, sincronizzare e trasmettere agli azionamenti i segnali di trazione e frenatura impartiti dal manovratore, in funzione dei consensi ricevuti dai circuiti di controllo di bordo.

La logica di veicolo deve essere completamente ridondata, in modo da garantire la piena funzionalità del rotabile anche in caso di primo guasto.


Al fine di mantenere costanti le prestazioni di accelerazione e frenatura del rotabile con qualsiasi condizione di carico, deve essere previsto un dispositivo di rilievo del carico, in subordine sarà adottato un sistema di controllo dell'accelerazione, opportunamente integrato con le funzioni di antipattinaggio e antislittamento.

Inoltre, la logica di veicolo deve assolvere alle funzioni di comando, controllo e diagnostica degli impianti di veicolo.

La Logica di veicolo sarà interfacciata con gli impianti di bordo attraverso la rete MVB.

La Logica del rotabile deve garantire, almeno, le seguenti funzioni:

- gestire l'acquisizione dei segnali di comando provenienti dal posto guida (marcia/frenatura);
- effettuare il coordinamento del freno meccanico con quello elettrodinamico;
- concentrare le informazioni diagnostiche provenienti dal veicolo, provvedere a sintetizzare le stesse per la presentazione al personale di guida tramite il display di banco (diagnostica di 1° livello), effettuare la memorizzazione statica delle informazioni, per gli interventi di riparazione/manutenzione;
- consentire il collegamento con l'Unita Diagnostica Portatile per lo scarico delle informazioni diagnostiche (diagnostica di 2° livello), tramite un'interfaccia seriale;
- gestire le comunicazioni sul BUS.
- generare il segnale di coppia, da trasmettere via BUS ai controlli degli azionamenti, proporzionale allo spostamento angolare del manettino trazione/frenatura, posto sul banco di manovra. Tale segnale deve essere opportunamente corretto in funzione delle condizioni di carico, in modo da mantenere costanti le prestazioni richieste.
- provvedere a tutte le operazioni relative all'abilitazione automatica del rotabile;
- per via della ridondanza al primo guasto il sistema diagnostico della Logica di Veicolo deve garantire la prosecuzione del servizio del veicolo senza nessuna limitazione prestazionale.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b> Pag. 74 di 109	

prestazione offerta

### **18.5.9 BATTERIE**

Una o più batterie di accumulatori, conformi alla norma CEI EN 60623, svolgono la funzione di tampone dell'alimentazione in BT 24 Vcc, anche del tipo a carica autoregolata, sono dimensionate in funzione dei carichi in BT, con capacità sufficiente a mantenere tali carichi in BT in regolare esercizio per tutto il tempo occorrente al rientro in deposito del rotabile in caso di avaria del relativo gruppo di ricarica.

Le batterie devono avere capacità sufficiente a permettere lo stazionamento del veicolo per almeno due ore con il funzionamento di tutti i servizi ausiliari indispensabili, illuminazione di soccorso e freni di immobilizzazione.

In caso di rottura e di interruzione del cablaggio principale deve essere garantita, tramite una batteria di soccorso, l'alimentazione degli impianti di sicurezza.

Sulla linea sono presenti dei tratti neutri (Isolatori di Sezione) in cui le batterie devono alimentare tutti i carichi alla tensione massima.


La batteria deve avere caratteristiche superiori o uguali a quelle al nichel-cadmio di tipo aperto. Non devono essere usate batterie al piombo.

L'Appaltatore, in sede di progetto esecutivo, deve indicare i criteri di dimensionamento che hanno determinato la scelta delle batterie. In particolare, il dimensionamento delle batterie deve essere tale che, nella circostanza di assenza di tensione di linea e sosta delle vetture in linea con passeggeri a bordo, le batterie abbiano autonomia tale da alimentare per almeno 1 ora:

- l'illuminazione esterna;
- l'illuminazione interna di emergenza. In caso di assenza di tensione di linea, l'illuminazione del comparto passeggeri deve rimanere attiva per almeno 1 ora, alimentata da batterie (illuminazione di emergenza). È ammesso che in tale condizione l'impianto di illuminazione rimanga attivo solo al 50%; in tal caso le parti attive saranno uniformemente distribuite;
- la ventilazione interna;
- la diffusione sonora.

La batteria dovrà essere in grado di sopportare, alla fine dei normali cicli, un ulteriore ciclo della durata di 30 secondi con un picco di corrente assorbita dato dalla sovrapposizione dell'assorbimento del freno a pattini con quello del freno meccanico.

Le batterie saranno installate su un cestello contenuto in un cassonetto estraibile del sottocassa dotato di sfiati nella parte superiore per lo sfogo di gas e di forature sul fondo per il

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 75 di 109
		<b>TEC</b>

drenaggio di liquidi; il cestello sarà provvisto di opportuni punti di aggancio per la rimozione dello stesso.

Cestello e cassonetto saranno in acciaio inox; l'involucro plastico degli elementi sarà conforme alla norma CEI UNI EN 45545 – HL2.

La batteria sarà dotata di sensori di temperatura atti a regolare i parametri di carica da parte del caricabatterie.

La batteria sarà protetta da interruttore automatico bipolare ripristinabile da remoto o da fusibili posti sia sul ramo positivo sia sul ramo negativo; tali protezioni saranno collocate in un vano separato dalla batteria e posto nelle immediate vicinanze della batteria stessa.

L'inserzione delle batterie deve avvenire da remoto, realizzando così la funzione di "telecomando di inserzione batterie", tramite contattore oppure tramite l'interruttore di protezione automatico bipolare, se presente.

Gli organi di inserzione e protezione della batteria saranno segregati rispetto ad essa, al fine di evitare possibili inneschi dell'idrogeno prodotto dalla batteria a causa di eventuali archi elettrici prodotti dagli organi di protezione stessi.


La batteria deve essere dotata di connettori di potenza, rapidi, antisbaglio per essere disconnesse in sede di manutenzione.

prestazione offerta

## **18.6 MOVIMENTAZIONE DEL TRAM SENZA ALIMENTAZIONE ELETTRICA DALLA LINEA AEREA DI CONTATTO**

Il veicolo deve essere dotato di un gruppo di batterie di accumulatori (elettrochimici, a effetto capacitivo, etc.) distinto da quello previsto per i sistemi ausiliari in BT di cui al punto precedente, in grado di consentire lo spostamento del tram senza alimentazione elettrica dalla linea aerea di contatto. Il sistema deve consentire, senza particolari ed onerose attività del conducente, lo spostamento del tram, in condizioni di carico utile eccezionale, su un binario in piano per una lunghezza di almeno 100 m.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 76 di 109

### 18.7 ANELLO DELLE SICUREZZE

Sul rotabile deve essere presente un circuito denominato "Anello delle Sicurezze" che raccoglie la serie dei contatti di tutti i dispositivi di sicurezza installati a bordo del rotabile ossia che rileva l'intervento di tutti i dispositivi di sicurezza installati a bordo.

L'intervento anche di uno solo dei dispositivi facenti parte del laccio, deve provocare la **frenatura massima di servizio**. Per garantire il sicuro intervento devono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari.

I criteri adottati per la realizzazione di questo impianto devono essere concordati con ARST in fase di progetto costruttivo.

Tale "Anello delle sicurezze" è costituito da:


- i contatti relativi agli impianti/dispositivi di sicurezza presenti nella vettura (il dispositivo vigilante attivo, etc.) e quelli del manipolatore in posizione di "frenatura di emergenza";
- dai relè finali collegati in serie a detti contatti che comandano, quando diseccitati, la massima frenatura di servizio in caso di apertura del "laccio".

```
prestazione offerta
```

### 18.8 PROTEZIONE DA SLITTAMENTO E PATTINAMENTO

Il sistema di propulsione deve garantire la protezione da fenomeni di slittamento. Il dispositivo anti pattinante deve prevedere, almeno, l'esclusione della frenatura elettrodinamica.

```
prestazione offerta
```

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 77 di 109

## 18.9 DIAGNOSTICA

Il rotabile deve essere equipaggiato con un sistema diagnostico che evidenzi eventuali anomalie, con particolare riguardo a quelle inerenti alla sicurezza e permetta una programmazione efficace della manutenzione.

Il sistema diagnostico è organizzato su tre livelli:

1° livello	tramite indicazioni sul banco di manovra devono essere presentate al conducente le segnalazioni di avaria provenienti dal rotabile, in maniera tale da ripristinare piena o degradata funzionalità;
Azioni	
2° livello	il personale di manutenzione potrà utilizzare sia le indicazioni del banco sia del display su attrezzature portatili, per ridurre al minimo i tempi di ricerca del guasto;
Ausili diagnostici	
3° livello	fornisce il supporto al personale di laboratorio per minimizzare i costi di riparazione.
Competenze del personale	

Oltre ai livelli diagnostici finalizzati all'individuazione dell'avaria o parte di essa, è raccomandato che sia previsto anche un livello di "diagnostica predittiva", che realizzi il cosiddetto "monitoraggio della condizione", con finalità di effettuare operazioni di manutenzione programmata soltanto in caso di effettiva necessità.


Il sistema di diagnostica dovrà essere compatibile con il software (fornito dal costruttore) da utilizzarsi per la gestione informatizzata della manutenzione e deve comunque essere conforme alla norma UNI 11174.

prestazione offerta

## 18.10 REGISTRAZIONE DATI DI BORDO

Il veicolo è dotato di registratore, completamente indipendente dal resto degli impianti di bordo, le cui funzioni minime sono:

- registrazione statica di eventi;
- totalizzatore chilometrico;
- elaborazione tachimetrica;
- memorizzazione dei dati che avviene secondo l'ordine temporale di accadimento;
- facile scarico dei dati registrati e conservati a bordo;
- garantire l'integrità e la non modificabilità (fatta eccezione per la sovrascrittura quando ammessa) dei dati registrati.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 78 di 109
		<b>TEC</b>

I dati immagazzinati devono permettere di ricostruire tutte le condizioni inerenti alla circolazione dei rotabili, agli interventi delle apparecchiature di sicurezza, alle azioni del personale di condotta e al funzionamento dei rotabili nel caso di inconveniente.

I dati registrati possono essere utilizzati per finalità diverse:

- *per fini giuridici*. Questi dati, da utilizzarsi per l'analisi in caso di incidente, devono essere conservati all'interno di un supporto avente caratteristiche di "scatola nera".
- *per fini di monitoraggio*. Questi dati sono utilizzati per l'attività di controllo dell'esercizio tranviario.

Per l'accensione e lo spegnimento dell'apparecchio registratore non deve essere richiesta al personale di condotta alcuna operazione dedicata.

L'apparecchio registratore deve garantire la rintracciabilità dei dati registrati, correlandoli e conservandone il reperimento in maniera selettiva con le seguenti informazioni:

- identificativo del rotabile;
- identificativo del personale di condotta;
- numero del tram;
- data e orario.

Nella Scheda per attribuzione punteggi (All. C lotto a); Scheda per attribuzione punteggi (All. C lotto b) potranno essere indicate funzioni aggiuntive.

prestazione offerta

### 18.11 CONTEGGIO ENERGIA


Allo scopo di verificare e monitorare l'energia assorbita in fase di trazione e resa in frenatura a recupero, deve essere prevista una apposita funzione di conteggio delle seguenti energie:

- energia assorbita dalla linea per la trazione;
- energia restituita alla linea durante la fase di frenatura a recupero;
- energia assorbita dai circuiti ausiliari.

La funzione può essere realizzata tramite appositi contatori e/o dalla logica di veicolo, sfruttando trasduttori di tensione e di corrente presenti a bordo.

I valori devono essere leggibili su monitor di banco.

I valori dei contatori saranno memorizzati ad intervalli regolari da concordare con ARST (es.: ogni mese) e ogni volta occuperanno una nuova riga di una tabella scaricabile in formato xls., riportante anche il numero di matricola del rotabile, i km percorsi dal tram e la data, in modo

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 79 di 109
		<b>TEC</b>

che si possano associare i consumi letti a km percorsi.

I dati memorizzati non devono essere persi anche in mancanza di alimentazione per lunghi periodi.

prestazione offerta

### 18.12 SINCRONIZZAZIONE APPARECCHI

Tutte le apparecchiature dotate di timer sono sincronizzate con un unico orario ("master") residente presso gli impianti di segnalamento del PCC/PCO.

prestazione offerta


### 18.13 INDICATORI DI PERCORSO

Sono installati indicatori di percorso, a messaggio variabile, illuminati o retroilluminati, in modo da garantire la leggibilità dalle diverse posizioni. Una segnalazione luminosa indica - per la fermata successiva - il lato della banchina abilitata alla salita e discesa dei passeggeri.

prestazione offerta

### 18.14 VALIDATRICI

In corrispondenza di tutte le porte, a una adeguata distanza da esse - per evitare problemi di affollamento in entrata - è prevista l'installazione di macchine validatrici, che dovranno essere dello stesso tipo, ovvero compatibili (dal punto di vista dei biglietti e tessere in uso e per il tipo di

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 80 di 109
		<b>TEC</b>

funzioni svolte) con quelle attualmente installate nei mezzi in servizio, illustrate nell'Allegato A3.

La disposizione finale deve essere concordata con ARST, in sede di progetto costruttivo.

### **18.15 SISTEMA DI BORDO (SEGNALAMENTO, PRENOTAZIONE SEMAFORICA E COMANDO DEVIATOI)**

Il veicolo deve essere equipaggiato con il sistema di bordo illustrato nell'Allegato A5 alla presente relazione che consente l'interfaccia con gli impianti di segnalamento, prenotazione semaforica e comando deviatoi, in accordo a quanto previsto con gli impianti costituenti il sistema di segnalamento della tranvia nel complesso.

Pertanto, la tipologia e il funzionamento di questa apparecchiatura deve essere perfettamente compatibile con gli impianti in esercizio della tranvia esistente.

### **18.16 UBICAZIONE APPARECCHIATURE**

La soluzione a piano ribassato condiziona la possibilità di avere a disposizione il sottocassa per la sistemazione di equipaggiamenti e macchine nonché per carrelli di tipo tradizionale.

Gli equipaggiamenti potranno essere disposti in parte sul tetto in modo da eliminare i quadri elettrici tradizionali tra cabina e comparto a tutto vantaggio del comfort visivo per conducente e passeggeri, fermo restando che dovrà essere curato l'aspetto protettivo dei suddetti equipaggiamenti che risultassero esposti agli agenti atmosferici. In abitacolo passeggeri potranno essere previste solo apparecchiature in bassa tensione.


prestazione offerta

### **18.17 CONTA-PASSEGGERI**

In ogni vano di accesso passeggeri, deve essere installato un conta-passeggeri. I dati di conteggio verranno storicizzati all'interno del DVR (su HDD). Il sistema deve essere gestibile da remoto grazie al modulo Wi-Fi e 4G per le funzioni di diagnostica, programmazione e scarico immagini, con sistema GPS integrato. L'hard disk è di tipo estraibile a chiave e con dimensione di 1TB per facilitare le operazioni di scarico delle registrazioni. Il sistema di conteggio passeggeri è composto da dispositivi compatti e autonomi, progettato per contare i passeggeri che entrano ed escono dai mezzi in qualsiasi condizione di luce. Vengono memorizzati i valori di ingresso o uscita passeggeri del tram con relativa data, ora e posizione veicolo.

prestazione offerta



<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 81 di 109
		<b>TEC</b>



## 19. CARATTERISTICHE MECCANICHE

### 19.1 CASSA

Le dimensioni del rotabile devono rispettare la sagoma prescritta da ARST, come indicato al paragrafo 5.1.

Le altezze dal p.d.f. si intendono a vuoto, con ruote e sospensioni a nuovo.

Particolare importanza riveste l'aspetto legato all'abbassamento del veicolo a carico utile eccezionale, che non dovrà costituire – per quanto possibile - ostacolo alla fuoriuscita della pedana mobile, si dovrà, quindi, tenere conto sia dei consumi che delle deformazioni elastiche delle sospensioni.

Il rotabile deve essere progettato contenendo al massimo il peso, che costituirà elemento di valutazione del punteggio da attribuire al veicolo offerto; in particolare si valuterà il rapporto tara/passeggeri trasportabili.

Il tetto deve sopportare, oltre ai normali carichi delle apparecchiature, il peso del personale di manutenzione, stimato in un massimo di 3 persone: una persona (800 N) in qualsiasi punto e due persone (1600 N) nella zona del pantografo che deve essere strutturalmente idonea.

Sui telai sono previsti opportuni punti di appoggio (che non devono necessitare di smontaggi per la loro utilizzazione), per gli elevatori utilizzati nei depositi e nelle officine ARST per il rialzo delle casse.


Tutti i punti di sollevamento sono evidenziati con pittogrammi ben visibili all'esterno del rotabile.

Sulle fiancate e sul frontale sono previsti vani per l'alloggiamento degli indicatori di percorso.

Nella progettazione della struttura del rotabile deve essere fatta un'analisi del comportamento della struttura stessa in caso d'urto, al fine di minimizzare i rischi per il conducente e i passeggeri. Tutti gli elementi previsti allo scopo dovranno comunque avere caratteristiche e funzioni che siano in accordo a quanto previsto dalla normativa e legislazione vigente.

I frontali sono allestiti con paraurti dotato di elementi ad assorbimento di energia, o altro idoneo dispositivo, in grado di assorbire, senza deformazioni della struttura delle casse, l'urto del rotabile a carico utile normale (tara + passeggeri seduti + 4 passeggeri in piedi per m<sup>2</sup>) ad una velocità di 4 km/h contro un ostacolo fisso.

Gli elementi di assorbimento sono, preferibilmente, di tipo autorigenerativo.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 82 di 109
		<b>TEC</b>

Lo spazio di sopravvivenza del posto di guida deve essere garantito in caso di urto del rotabile a carico normale alla velocità di 15 km/h contro un ostacolo fisso.

L'elemento di continuità tra le casse deve essere realizzato in modo tale da consentire l'iscrizione in curva del rotabile.

La riduzione del passaggio in corrispondenza dell'elemento di continuità deve essere la minima possibile e deve consentire un facile movimento dei passeggeri all'interno del rotabile.

Per quanto possibile deve consentire anche il movimento del passeggero su sedia a ruote.

Il dislivello tra le due casse contigue ferme in piano con pavimento di pari altezza e con carico identico deve essere inferiore a 5 mm.

L'elemento di intercircolazione deve tollerare le possibili variazioni di altezza a seconda dello stato di carico delle sospensioni e dell'usura delle ruote. Inoltre, l'elemento di intercircolazione deve permettere l'iscrizione del rotabile sui raccordi di curva verticale previsti, senza che si manifestino interferenze, anche nelle condizioni di massima usura.

Eventuali guarnizioni devono essere di tipo antivandalo.

Il passaggio di cavi elettrici e dei cavi dell'elettronica avviene in condotte separate.

Cavi AT o MT recanti disturbi elettromagnetici non devono essere posati, senza schermatura, nella stessa condotta con altri cavi.

Le condotte non devono avere spigoli vivi o curve di piccolo raggio e devono essere occupate per non più dell'80% del volume. Deve essere evitato l'ancoraggio delle apparecchiature o di infrastrutture sulle pareti o sui coperchi delle condotte. Sono previsti cavi di riserva per gli impianti in BT per la realizzazione di eventuali modifiche che si rendessero necessarie anche dopo l'immissione in servizio. La quantità di cavi di riserva non è comunque inferiore al 10 % del totale. Le riserve sono da distribuire proporzionalmente ai cavi utilizzati nelle singole sezioni di impianti.


Eventuali minime differenze rispetto a quanto sopra esposto, potranno essere valutate, se opportunamente giustificate e documentate.

Deve essere indicato nella relazione d'offerta il trattamento superficiale da adoperare per la verniciatura.

prestazione offerta

## 19.2 CARRELLI

Il tipo di carrello non è imposto; tuttavia, le soluzioni proposte devono ispirarsi a

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 83 di 109
		<b>TEC</b>

realizzazioni recenti ed affidabili.

Tutti gli elementi del carrello devono essere costruiti nel rispetto della normativa vigente e devono assicurare l'assoluta sicurezza di marcia in tutte le condizioni di esercizio.

I carrelli motori devono essere completamente intercambiabili.

Le scatole al cui interno si effettuano collegamenti elettrici non potranno contenere simultaneamente cavi di alta, media e bassa tensione, se non opportunamente schermati.

Tutte le parti in moto rotatorio devono essere adeguatamente equilibrate.

I carrelli devono essere studiati in modo da ridurre al minimo il peso non sospeso, da evitare di trasmettere alla cassa gli urti, le vibrazioni, i rumori dovuti al rotolamento e da contenere le spese di manutenzione.

La marcia del convoglio deve essere confortevole e regolare.

Il sistema di collegamento cassa e carrello deve essere valutato in modo approfondito prima di essere adottato per evitare usure difformi dei bordini ed un consumo anomalo delle rotaie.

Lo smontaggio dei motori deve essere assicurato, preferibilmente, senza sollevare la cassa.

Qualunque sia il tipo di carrello i riduttori devono subire un sufficiente rodaggio nelle officine del produttore prima di essere installati. Le condizioni del rodaggio saranno fissate in comune accordo tra ARST e Appaltatore.

Non dovranno essere posizionate botole sul pavimento per accedere al carrello o a parti di esso.

Tutte le coppie di ruote trasversalmente opposte devono costituire un insieme sicuro e affidabile.

La resistenza elettrica tra due ruote trasversalmente opposte deve essere tale da garantire la chiusura di eventuali circuiti di binario sia a fermo sia in movimento e deve – comunque – essere la più bassa possibile e tale valore deve essere garantito nel tempo.


La misura deve essere fatta tra le due superfici di rotolamento dei cerchi senza che questi tocchino le rotaie. Questa condizione deve essere rispettata per tutte le coppie di ruote.

Saranno preferite, nella valutazione delle offerte, soluzioni a due stadi di sospensione che presentino le qualità seguenti:

- stabilità della cassa per tutti i carichi e velocità, che implicherà:
  - ◆ libertà laterale nei limiti permessi dalla sagoma;
  - ◆ smorzamento efficace delle oscillazioni nelle tre direzioni fondamentali;
  - ◆ guida elastica con sistemi senza attrito, senza giochi e non sottoposta ad usure.

Le condizioni di stabilità delle casse saranno dimostrate dall'Appaltatore con idonei calcoli.

- rotolamento il più silenzioso possibile in servizio:
  - ◆ a questo scopo deve essere prevista la possibilità di montare degli schermi per insonorizzare i carrelli, senza creare difficoltà di accesso;

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 84 di 109
		<b>TEC</b>

- ◆ come pure deve essere prevista la possibilità di montare ruote progettate con sistemi idonei e garantire la riduzione dei rumori e delle vibrazioni. La riduzione dei rumori costituirà un criterio importante nella scelta tra le diverse soluzioni proposte.
- economia di manutenzione, realizzata mediante:
  - ◆ grande durata dei componenti;
  - ◆ facilità di smontaggio e rimontaggio;
  - ◆ intercambiabilità dei componenti;
  - ◆ metodo semplice per l'aggiustamento della altezza delle casse;
  - ◆ standardizzazione dei lubrificanti utilizzati;
  - ◆ buona accessibilità dei componenti e dei punti di ingrassaggio, senza sollevamento delle casse;
  - ◆ riduzione dei punti di ingrassaggio e il distanziamento degli interventi;
  - ◆ possibilità, in caso di svio, di sollevare il rotabile per la rimessa a binario del carrello, contenendo al minimo le quote di rialzo e la possibilità di annullare l'escursione della sospensione primaria e secondaria a ruote scariche.

I carrelli sono concepiti per la riprofilatura delle ruote in tornio in fossa

Il dimensionamento dei vari componenti del carrello, dove non specificato, deve essere eseguito secondo i criteri più appropriati ed innovativi e soddisfare, dove non diversamente specificato, le condizioni previste dalle UNI EN 13103-1.

I giunti saldati situati nelle zone fortemente sollecitate sono obbligatoriamente realizzati in classe I.


prestazione offerta

### **19.2.1 Rodiggio**

Il rodiggio ha le seguenti caratteristiche

#### **Lotto a)**

- scartamento: 942/950 mm
- diametro ruote a nuovo: max 680 mm
- franco minimo a massime usure e cedimenti sul p.d.f. 50 mm
- profilo del cerchione adatto a circolare su rete tranviaria e ferroviaria ARST v. Allegato A3

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 85 di 109

### **Lotto b)**

- scartamento: 950 mm
- diametro ruote a nuovo: max 680 mm
- franco minimo a massime usure e cedimenti sul p.d.f. 50 mm
- profilo del cerchione adatto a circolare su rete tranviaria e ferroviaria ARST v. Allegato A3

La geometria del profilo della superficie di rotolamento dei rotabili, che devono circolare sulla linea, si coniuga correttamente, in ogni condizione, con le caratteristiche dei profili di rotaia "a gola" e ferroviaria, nonché degli "apparecchi di via" tenuto conto dei diversi valori di scartamento. Si vedano al riguardo i profili ruota ARST.

A tal proposito i rotabili dovranno circolare sulle linee esistenti ARST e quelle di nuova realizzazione, in particolare la nuova linea Repubblica – Matteotti – Stazione RFI e l'estensione delle linee appartenenti all'area vasta.

Nell'ambito dei lavori del 1° lotto della metropolitana leggera di Sassari è stato effettuato uno studio relativo all'accoppiamento ruota-rotaia, che ha individuato un particolare profilo "kihn" per la ruota tranviaria che fornisce sufficienti garanzie in merito alla sicurezza contro lo svio in linea e sugli apparecchi di via, sia con cerchi nuovi che in condizioni di massima usura.

In ogni caso il profilo della ruota del nuovo rotabile deve essere compatibile con tutte le tipologie di rotaie installate sulle linee esistenti UNI 36, RI 59 N, RI 59, 36 E1, e rotaie di tipo 59R2 e 67R1 che saranno installate sulla linea di nuova realizzazione Repubblica – Matteotti – RFI.

Di seguito si riportano i dati caratteristici e le soluzioni individuate per il corretto accoppiamento ruota-rotaia.

### **Altri dati caratteristici**

#### BINARIO CON ROTAIA 36 UNI


- Scartamento in rettilineo:  $s = 950 \text{ mm};$
- Usura laterale totale:  $u = 16 \text{ mm}$  (su un solo lato o ripartita)
- Scartamento massimo in curva:  $s' = 980+0 \text{ mm};$

#### BINARIO CON ROTAIA "A GOLA" RI 59N solo lotto a)

- Scartamento in rettilineo:  $s = 942 \text{ mm};$
- Tolleranze: Scartamento  $+2/-1 \text{ mm};$   
Larghezza gole  $+/-1 \text{ mm};$   
Dimensione Protezione aghi:  $+2/0 \text{ mm}.$

Usura laterale gole cuori:  $U' = 3 \text{ mm}$  (su un lato o ripartita);

Assenza di guida sulla "bavetta" a cerchione nuovo.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 86 di 109

### GEOMETRIA DEGLI "APPARECCHI DI VIA"

Scartamento nell'apparecchio:  $s = 950 \text{ mm};$

Aria controrotaia  $b = 40 \text{ mm};$

Quota protezione del cuore:  $p = (950-40) = 910 \text{ mm};$

In sede di offerta l'Appaltatore deve dichiarare l'abbassamento totale del carrello tra tara e carico massimo anche considerando l'invecchiamento degli elementi elastici della sospensione.

Il passo dei carrelli è tale da ottimizzare le esigenze di una facile inscrivibilità con la riduzione al minimo di fenomeni quali serpeggio, rollio e beccheggio.

Al fine di garantire le prestazioni richieste dalla frenatura, tutti i carrelli del rotabile devono essere equipaggiati con pattini elettromagnetici opportunamente dimensionati. È necessario che siano montati nella parte fissa dei carrelli - senza quindi l'influenza degli ammortizzatori - così da garantire il rispetto, in tutte le condizioni di carico, della distanza tra pattino e rotaia.

I pattini devono essere dotati di espansioni polari a blocchetti indipendenti, per adeguarsi alle asperità del binario, inoltre, i due pattini di un medesimo carrello saranno alimentati in serie, così da evitare asimmetria di frenatura tra i due lati del carrello in caso di interruzione elettrica di uno dei due pattini.

Sia sul telaio del carrello come sui pattini, nelle zone di scarico delle reazioni della frenatura, devono essere previste delle piastre di materiale antiusura facilmente sostituibili. Il sistema di sospensione del pattino deve essere tale che l'altezza dal piano del ferro non sia influenzata dai cedimenti delle sospensioni. Deve essere, inoltre, dotato di un apposito e agevole sistema di registrazione che consenta il ripristino di tale quota a seguito delle torniture delle ruote. I pattini elettromagnetici devono essere progettati in modo tale da ottimizzare le operazioni di smontaggio, montaggio e regolazione evitando di intervenire su altri componenti installati sul carrello.


Sulla struttura sono previsti opportuni fermi, atti ad assorbire le reazioni di frenatura dei pattini elettromagnetici, nel caso in cui questi fossero fissati alla struttura del rodiggio.

Sono previsti dispositivi per sabbiatura ed ungiordo a stick con molle a pressione costante.

Le ruote sono preferibilmente con cerchione e centro ruota, con interposto un inserto in gomma.

Non è ammesso il collegamento rigido nella trasmissione del moto tra due sale.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 87 di 109

### **19.2.2 Continuità elettrica assi veicolo**

Per consentire la rilevazione continua del veicolo da parte dei CdB dovrà essere garantito che tutti i circuiti tra ruota-asse-ruota del veicolo, anche in presenza di eventuali ruote indipendenti, abbiano le seguenti caratteristiche elettriche:

- Resistenza  $R > 0,3 \Omega$
- Induttanza  $L < 5 \mu H$
- Tolleranza + 0

Al fine di verificare le interferenze per i disturbi scaturiti dal ritorno di trazione sulla rotaia, di seguito si riportano le caratteristiche elettriche dei CdB che saranno installati lungo la tranvia:

- Forma d'onda della tensione di alimentazione: sinusoidale
- Frequenza di funzionamento: variabile da 7 a 13,5 kHz
- Tensione circuito secondario (tensione applicata alle rotaie): normale 1V picco-picco, massima 10V picco-picco
- Corrente circuito secondario (corrente immessa nelle rotaie): normale 4A picco-picco massima 4A picco-picco

Si precisa, inoltre, che per il corretto funzionamento dei circuiti di binario, deve essere considerato anche quanto segue.

Solo i disturbi di tipo "differenziale" possono interferire con il corretto funzionamento dei circuiti di binario. I disturbi di tipo "comune" (contemporanei per corrente e tensione su entrambi i binari) non influiscono sul comportamento dei CDB;

I limiti di accettabilità dei suddetti disturbi di tipo differenziale sono di 0,3 A picco picco nel range di frequenza 7-13 kHz per una durata non superiore a 100 ms;


Devono, inoltre, essere rispettati i limiti di emissione del veicolo indicati nella norma CEI EN 50121-3-1.

prestazione offerta

## **20. DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO E PROVE SUI ROTABILI**

Per i documenti tecnici di progetto che il fornitore deve fornire si deve fare riferimento alla UNI 11750.

Nell'ambito del piano di qualità di progetto, fabbricazione e controllo del prodotto deve essere redatto un piano delle prove conforme alla IEC 61133. Per le prove di tipo si deve fare

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 88 di 109
		<b>TEC</b>

riferimento alla UNI 11750.

Le prove dell'equipaggiamento elettrico di trazione devono essere condotte secondo la CEI EN 61377.

Le prove del sistema frenante e delle prestazioni di frenatura devono essere condotte secondo la UNI EN 13452-2.

Le prove delle caratteristiche di marcia devono essere condotte secondo la UNI EN 14363.

Per la misurazione degli avvisi acustici delle porte si deve fare riferimento alla UNI EN 17285.

prestazione offerta

## 21. CRITERI DI MANUTENZIONE

### 21.1 DEFINIZIONI

La manutenzione si divide essenzialmente in corrente, preventiva e correttiva:

#### Manutenzione corrente

La manutenzione corrente consiste in controlli visivi, operazioni di rimessa, lavaggi.

#### Manutenzione preventiva

La manutenzione preventiva consiste in visite eseguite sistematicamente ad intervalli regolari seguendo un ciclo predeterminato e nel cambiare o riparare equipaggiamenti dopo una durata di funzionamento determinata in anticipo (manutenzione preventiva sistematica).

#### Manutenzione correttiva

Consiste nel cambiare e nel riparare equipaggiamenti difettosi per rendere il materiale atto a riprendere l'esercizio.

### 21.2 PRINCIPI GENERALI DI MANUTENZIONE


I principi generali per garantire una facile manutenzione del rotabile sono i seguenti:

Architettura del materiale rotabile e disposizione degli equipaggiamenti che facilitino al meglio gli interventi di manutenzione.

Predisposizione di apposita documentazione del materiale rotabile che permetta:

- formazione del personale preposto alla manutenzione;
- determinazione rapida delle cause di una avaria a livello di veicolo;



<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 89 di 109

- conoscenza delle procedure di lavoro, mezzi, uomini e materiali da utilizzare per ripristinare il materiale rotabile od un equipaggiamento;
- individuazione rapida di un equipaggiamento non funzionante per determinare la procedura più adatta da attuare;
- la scelta, senza rischi di errore, dei ricambi da utilizzare per la rimessa in funzione del materiale rotabile od un equipaggiamento, compresi pezzi di fissaggio.

### **21.3 FACILITÀ DI MANUTENZIONE DEL MATERIALE ROTABILE**

La facilità di manutenzione del rotabile dev'essere desumibile dal relativo piano di manutenzione.

#### **21.3.1 Piano di manutenzione**

Il piano di manutenzione comprende e descrive:

##### **Manutenzione corrente:**

- ◆ operazioni di lavaggio e di pulizia;
- ◆ operazioni in rimessa e officina;
- ◆ operazioni visive quotidiane.

##### **Manutenzione preventiva:**

- ◆ manutenzione preventiva sistematica;
- ◆ manutenzione preventiva condizionata al superamento di soglie predeterminate;
- ◆ manutenzione preventiva predittiva, sull'analisi dell'evoluzione dei parametri significativi.

##### **Manutenzione correttiva:**


- ◆ manutenzione correttiva di primo intervento (interventi a titolo provvisorio);
- ◆ manutenzione correttiva curativa (interventi a carattere definitivo).

##### **Operazioni particolari:**

- ◆ interventi gravosi in linea;
- ◆ rialzo delle casse;
- ◆ smontaggio dei carrelli o dei gruppi di propulsione;
- ◆ grandi revisioni (frequenza > 600'000 km);
- ◆ operazioni di metà vita;
- ◆ riprese di carrozzeria e di pittura;
- ◆ grandi riparazioni.

### **21.4 CRITERI DI FACILITÀ DI MANUTENZIONE**

I criteri da rispettare per garantire la facilità di manutenzione devono essere riferiti, almeno, ai seguenti aspetti:

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>			
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>			SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 90 di 109	<b>TEC</b>

#### **21.4.1 Sicurezza del personale durante gli interventi**

La concezione del veicolo e le prescrizioni di manutenzione devono garantire la sicurezza del personale nel rispetto di leggi, norme e regolamenti riguardanti l'igiene e la sicurezza in officina, in deposito ed in linea.

prestazione offerta

#### **21.4.2 Attitudine alle operazioni correnti e periodiche**

Le informazioni relative ai limiti di riempimento delle diverse riserve devono essere poste in cabina.

Il riempimento deve essere fatto in maniera agevole dall'esterno del veicolo.

Il rilevamento del consumo dei pezzi soggetti ad usura deve essere rilevabile dall'esterno.

Gli organi esterni come, per esempio, gli equipaggiamenti di segnalazione, devono essere accessibili dall'esterno.

Un dispositivo particolare e sottochiave, manovrabile dall'esterno, permette:


- la messa sotto tensione e la preparazione del veicolo;
- l'illuminazione interna;
- la possibilità di apertura di qualunque porta.

prestazione offerta

#### **21.4.3 Attitudine alla pulizia interna**

Per le operazioni di pulizia interna e di manutenzione, un comando posto nella cabina di guida, deve permettere l'apertura di tutte le porte contemporaneamente.

Deve essere possibile il lavaggio del pavimento con acqua.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 91 di 109

prestazione offerta

#### **21.4.4 Attitudine al lavaggio esterno**

Il veicolo deve permettere il lavaggio in impianti automatici, con organi di captazione in presa, senza rischi per le spazzole.

Con opportuni accorgimenti e particolari di rifinitura deve evitarsi che l'acqua sporca ristagni sul veicolo, in particolare sul tetto, e produca, poi, colature sulla carrozzeria.

Analoghi accorgimenti devono essere adottati per eventuali acque di condensa, sia per effetto dell'umidità sia prodotte dai climatizzatori.

La cassa esterna del mezzo deve consentire la rapida asportazione dei grafiti mediante appositi prodotti o con la rimozione di pellicole preventivamente applicate.


Per tali prodotti deve essere assicurata una facile reperibilità sul mercato.

prestazione offerta

#### **21.4.5 Attitudine al sollevamento**

Il veicolo è equipaggiato con organi necessari a permettere di realizzare gli interventi di sollevamento e di posa su rotaia anche con minimi spazi di manovra, il rialzo sarà eseguibile a tram completo (tutte le casse contemporaneamente) anche con i carrelli "appesi" senza che ciò comporti nessun rischio per la sicurezza degli operatori.

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE</b> <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 92 di 109

#### **21.4.6 Attitudine alla riprofilatura delle ruote**

La concezione del veicolo è tale da permettere la riprofilatura delle ruote senza alcun smontaggio (tornio in fossa).

prestazione offerta

#### **21.4.7 Standardizzazione**

Il veicolo deve essere costruito utilizzando componentistica e materiali standard, facilmente reperibili sul mercato, industriali e ferroviari, in tutti i casi in cui questo sia possibile.

prestazione offerta


#### **21.4.8 Raggruppamento di funzioni**

La sistemazione degli equipaggiamenti deve essere tale per cui apparecchi, organi ed equipaggiamenti correlati ad una medesima funzione risultino raggruppati.

prestazione offerta

#### **21.4.9 Ergonomia**

L'ergonomia dei materiali e degli equipaggiamenti deve permettere al personale di manutenzione di realizzare i suoi compiti nelle condizioni e con un equipaggiamento adatto alle normali possibilità umane, in particolare dovranno essere considerate tutte le norme di ergonomia

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 93 di 109

applicabili nella definizione di "posto di lavoro".

prestazione offerta

#### **21.4.10 Accessibilità**

Tutte le zone del veicolo nelle quali i viaggiatori possono stazionare o spostarsi sono libere da equipaggiamenti.

La sistemazione di equipaggiamenti od apparecchiature deve essere tale da limitare al massimo i motivi di accesso al personale di manutenzione all'interno del veicolo e deve essere, comunque, tale da non permettere l'accesso ai viaggiatori.

Equipaggiamenti e componenti che esigono interventi frequenti devono essere i più accessibili. In questi interventi vanno comprese operazioni di pulizia e depolveramento preventive.

La sistemazione delle apparecchiature sul tetto deve essere consentita lateralmente, a tal proposito il rotabile dovrà essere predisposto per l'utilizzo da parte del personale di manutenzione di un trabattello in dotazione del CRM di ARST.

L'apertura delle zone di accesso per operazioni di manutenzione deve essere comoda, rapida e standardizzata su tutto il veicolo.


I tram devono essere concepiti in modo tale da non richiedere nessuna modifica agli impianti installati nel CRM.

prestazione offerta

#### **21.4.11 Facilità di smontaggio**

Per effettuare operazioni di verifica da parte di un solo operatore occorre che:

- Ogni modulo di apparecchiatura, equipaggiamento ed arredo soggetto a smontaggio per sostituzione in occasione di avarie o di manutenzione programmata abbia un peso inferiore ai 250 N.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 94 di 109

(Tale valore può essere raddoppiato se le condizioni di accessibilità consentono di operare contemporaneamente a due addetti).

- La distanza tra due punti di presa manuale degli equipaggiamenti montati su guide non deve eccedere i 700 mm da asse ad asse.

Gli equipaggiamenti ed i pannelli mobili di rivestimento devono essere manipolabili da una sola persona.

Lo smontaggio rapido degli equipaggiamenti dev'essere garantito con la standardizzazione dei sistemi di fissaggio e l'utilizzo di fissaggi rapidi per i componenti che necessitano di frequenti interventi.

Gli elementi di carrozzeria e di arredo interno sottoposti a choc o a vandalismi devono poter essere sostituiti rapidamente e senza riparazione dei supporti.

Gli equipaggiamenti in cabina e nei compartimenti devono essere facilmente sconnettibili e smontabili da parte degli addetti alla manutenzione.

Le caratteristiche esterne di forma degli equipaggiamenti devono essere tali da permettere una agevole movimentazione e non presentare pericoli di infortuni.

Nel caso di parti o componenti da movimentare con mezzi meccanici di sollevamento e/o trasporto, devono essere previsti accorgimenti adeguati a permettere operazioni di aggancio, ancoraggio, inforcamento.

Nelle apparecchiature devono essere montati dispositivi atti alla loro movimentazione (ganci, golfari, etc.).

Le apparecchiature devono essere completamente accessibili e gli spazi tra esse devono consentire l'ispezione e l'estrazione dei sottoassiemi funzionali.


Tutti i punti di fissaggio delle apparecchiature e i punti di interfacciamento tra apparecchiature e infrastrutture (canali di ventilazione, ventilatori, filtri, etc.) devono, di norma, essere raggiungibili senza l'ausilio di attrezzature speciali.

prestazione offerta

#### **21.4.12 Intercambiabilità, ottimizzazione della ricambistica**

La sostituzione di moduli standard intercambiabili degli equipaggiamenti deve avvenire, per quanto possibile, senza alcuna azione di taratura elettrica/meccanica od aggiustaggio.

Tutti i rotabili in fornitura devono essere tra loro perfettamente uguali ed utilizzanti i

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 95 di 109
		<b>TEC</b>

medesimi apparati.

Deve essere fisicamente impossibile scambiare insieme o componenti che non abbiano la medesima funzionalità.

È ammessa solo la differenza relativa alla targa identificativa del rotabile recante l'indicazione ed il logo dello stabilimento di costruzione dell'unità completa.

Il grado di intercambiabilità deve essere completo e quindi tale da non richiedere all'utilizzatore alcuna soggezione, quali ad esempio: tarature di grandezze ed apparecchiature elettriche ed elettroniche, lavori di adattamento ed aggiustaggio meccanico etc., sia da parte del personale di condotta che del personale di manutenzione, in caso di eventuali sostituzioni o interventi di riparazione.

Il Fornitore/Appaltatore dovrà quindi provvedere alla realizzazione di attrezzature di fabbricazione, maschere, dime di controllo, calibri e verificatori di costruzione, controllo e collaudo per la definizione delle dimensioni degli oggetti e delle loro quote, per i fissaggi relativi ed i posizionamenti sui telai e sulla cassa.

Il Fornitore/Appaltatore dovrà consegnare al Committente un esemplare di tutte le attrezzature, maschere, dime di controllo necessarie all'assemblaggio dei convogli. Dovranno altresì essere consegnati tutti gli elaborati tecnici necessari alla realizzazione delle varie attrezzature senza alcun onere per il Committente.

Il Committente/ARST si riserva il diritto di rifiutare componenti e/o parti dei convogli le cui caratteristiche siano riconosciute fuori delle tolleranze previste in progetto e si riserva di verificare l'aspetto uguaglianza e intercambiabilità nel corso dei test di Manutenibilità che verranno eseguiti in accordo al Piano RAMS.


Per i componenti per i quali è necessario avere uniformità di aspetto esteriore, di colore, di resistenza al fuoco ed all'abrasione, etc., il Committente si riserva il diritto di richiedere al Fornitore, entro 6 mesi dall'avvio della costruzione del primo convoglio, campioni sui quali eseguire in proprio test e sui quali esprimere la propria approvazione.

prestazione offerta

#### **21.4.13 Gestione delle certificazioni**

L'intera fornitura dei rotabili, dei materiali di ricambio, delle prestazioni complementari o accessorie relativamente all'appalto in questione, sarà eseguita in regime di assicurazione di qualità, conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2015.

La gestione e il controllo dei processi e del prodotto relativi all'espletamento della fornitura

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 96 di 109
		<b>TEC</b>

in tutti i suoi aspetti saranno conformi ai requisiti della norma UNI ISO 10005.

Quanto agli aspetti di impatto ambientale della produzione dei beni e servizi oggetto di fornitura, i processi saranno condotti conformemente alla norma UNI EN ISO 14001.

prestazione offerta

#### **21.4.14 Serial Number**

Al fine di consentire la tracciabilità della componentistica, comprese le scorte tecniche, essa dovrà essere contrassegnata da un serial number.


È richiesto che ai principali componenti sia applicata una targa facilmente leggibile quando il componente è in opera, resistente alle condizioni ambientali per tutta la vita del veicolo, riportante:

- nome del costruttore;
- data di fabbricazione codice del prodotto;
- dati di targa;
- serial number, secondo la codifica del costruttore.

Gli elementi da immatricolare sono almeno i seguenti:

- carrello completo
- telaio/i carrello;
- trave oscillante;
- ralla (se presente);
- assile (se presente);
- fusello (se presente);
- ruota (centro ruota e cerchione);
- motore di trazione;
- statore del motore di trazione;
- rotore del motore di trazione;
- riduttore/trasmissione;
- sospensione primaria;
- sospensione secondaria;
- telaio cassa;
- cassa completa;
- barre di traino;
- intercomunicanti;
- pantografo;



<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 97 di 109

- interruttore extrarapido;
- contattore di linea;
- azionamenti di trazione;
- azionamenti ausiliari AT;
- convertitore statico carica batterie;
- contattori AT;
- trasformatori AT;
- induttanza AT;
- cassoni apparecchiature elettriche AT e BT;
- reostato di frenatura;
- batterie;
- disco freno;
- pinza freno;
- recipienti di pressione;
- centralina idraulica del freno;
- piastre pneumatiche e/o idrauliche;
- pattini elettromagnetici;
- quadri elettrici di bordo;
- manipolatore di trazione e frenatura;
- condizionatori;
- centraline elettroniche;
- azionamenti porte; monitor di banco;
- estintori.

Per ogni tram Appaltatore dovrà fornire la lista di tutti i serializzati che lo compongono, in forma distinta ad albero, su file excel e su carta, controfirmandola.

## **21.5 OBIETTIVI DELLA MANUTENZIONE**

### **21.5.1 Obiettivi della manutenzione corrente**

Il tempo necessario per effettuare l'insieme delle operazioni di manutenzione corrente giornaliera non deve essere superiore ai 30 minuti a veicolo.

### **21.5.2 Obiettivi della manutenzione preventiva**


Per la manutenzione preventiva, la facilità di manutenzione si misura con il numero di ore utilizzate a questo titolo per ogni veicolo in un anno.

L'Appaltatore deve precisare in offerta, i dati corrispondenti impegnandosi al rispetto di quanto dichiarato.

### **21.5.3 Obiettivi della manutenzione correttiva**

La manutenzione correttiva si misura con le seguenti grandezze:

- media dei tempi tra due interventi (MTBF Mean Time Between Failures)

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 98 di 109
		<b>TEC</b>

- media dei tempi di riparazione (MTTR, Mean Time To Repair)
- media degli uomini-ora di riparazione (MPTTR, Mean Person Time To Repair)

È definita come riparazione, qualunque intervento a carattere definitivo effettuato da un addetto alla manutenzione.

Dopo una riparazione il rotabile deve riacquisire tutte le caratteristiche di origine.

L'MTTR e l'MPTTR tengono conto del solo tempo di intervento sul veicolo per la sola funzione od unità in causa.

Comprendono:

- tempo di diagnosi.
- tempo di riparazione sul posto o di montaggio - smontaggio dell'organo difettoso.
- tempo di controllo di buon funzionamento e di rimessa in servizio.
- numero di persone necessarie per ciascuna di queste tappe.

Al di fuori di operazioni particolari, il tempo medio di intervento sul veicolo deve essere non superiore a 1,5 ore.

Il tempo massimo per il 90% di questi interventi non deve superare le 3 ore ed il 90% di questi interventi deve essere realizzato da un solo addetto alla manutenzione.

prestazione offerta

## 21.6 COSTI DI MANUTENZIONE

### 21.6.1 *Software di gestione della manutenzione*


Deve essere fornito, con i rotabili, uno specifico software – con licenza d'uso esplicitamente intestata ad ARST - che, attingendo anche dai dati elaborati a bordo del singolo rotabile, permetta la gestione in automatico delle scadenze della manutenzione preventiva.

Il software dovrà consentire l'inserimento agevole dell'elenco della ricambistica e la possibilità di collegamento ai dati del magazzino onde poter aggiornare la lista.

Allo stesso modo, un sistema di avviso, consentirà la predisposizione dell'ordine di acquisto dei materiali, secondo i documenti in uso presso l'ARST.

Pertanto, il software fornito deve essere strutturato per conseguire i seguenti obiettivi:

- allungamento della vita tecnica degli impianti e dei sotto-assiemi del rotabile;

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	Pag. 99 di 109
		<b>TEC</b>

- miglioramento dell'efficienza tecnica globale degli impianti e dei sotto-assiemi del rotabile;
- riduzione dei costi di manutenzione.

Tali obiettivi devono essere ottenuti mediante:

- razionalizzazione degli interventi manutentivi;
- organizzazione finalizzata soprattutto alla manutenzione preventiva;
- controllo e gestione delle scorte di ricambi e materiali;
- razionale utilizzo delle risorse umane e tecniche.

Il software fornito deve essere perfettamente compatibile ed interfacciabile con i più diffusi pacchetti informatici per elaborazione e processo dati, gestibile con personal computer in configurazione standard ed in ambiente Microsoft Windows. Inoltre, deve avere caratteristiche di impiego che consentano di effettuare operazioni anche complesse nonché consentire la gestione dei flussi informatici in maniera semplice ed efficace, riducendo i tempi di addestramento degli operatori. Deve essere inoltre interfacciabile con il sistema SAP e suoi pacchetti applicativi.


prestazione offerta

### **21.6.2 Componenti soggetti ad usura**

L'Offerente deve specificare (nel riquadro che segue) l'usura (mm/km) e la durata (km) almeno per i seguenti componenti:

- ruote
- pattini
- guarnizioni dei freni
- dischi dei freni
- pantografo
- pulitori (ad es. spazzole tergcristallo)
- stick ungibordo

prestazione offerta

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	

### **21.6.3 Tempi di rimpiazzo degli organi**

In sede di offerta dovranno essere indicati i tempi di rimpiazzo, i pesi e l'MTBF di ciascuno degli organi seguenti, se presenti:

- carrelli/assi
- transistori / diodi
- motore di trazione
- riduttore e frizione
- moduli
- tachimetri
- batterie
- motori ausiliari (per motore)
- filtri dell'aria (per unità di trazione)
- lampade interne
- fari
- compressori (pneumatici)
- accoppiatori
- blocchi di resistenze
- pantografi

I tempi di lavoro da considerare sono netti, ovvero:

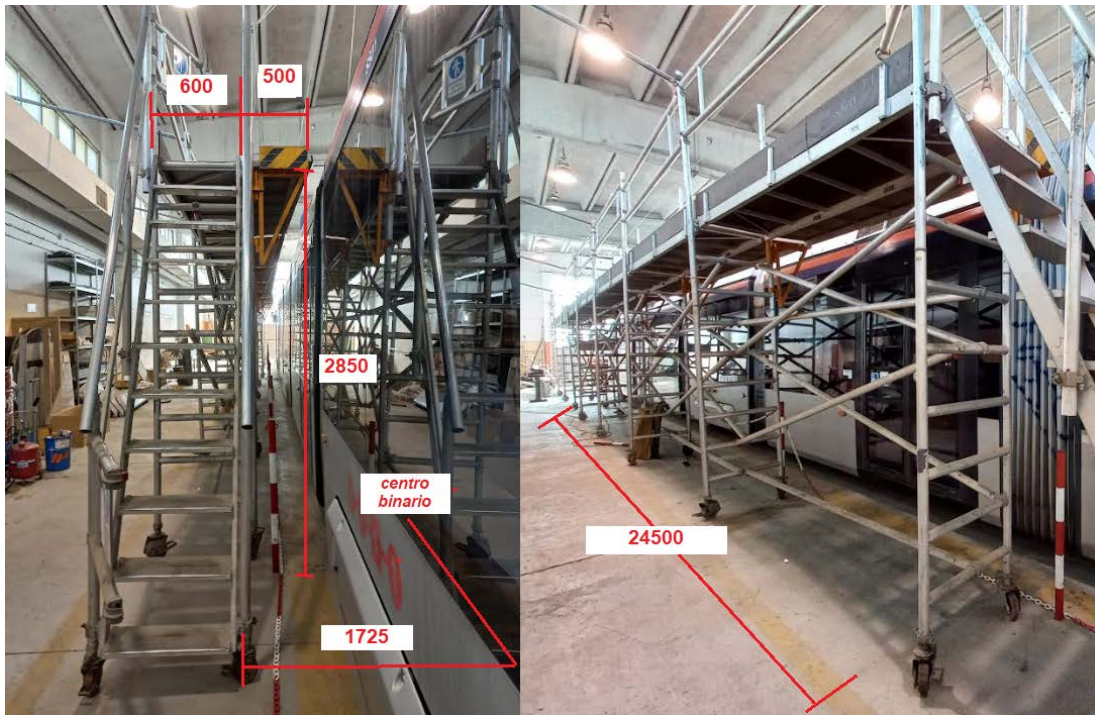
- con vettura su fossa od elevatore e vettura non preparata;
- attrezzature e pezzi di ricambio sul posto;
- regime di lavoro normale, riposo non compreso.

prestazione offerta

## **21.7 RIFERIMENTI DIMENSIONALI IMPALCATI PER FORNITURA**

### **21.7.1 lotto a) SASSARI**

Si riporta una rappresentazione fotografica degli impalcati utilizzati. Si tratta di una struttura fissa, che consente di operare su un solo lato del tram



Le misure sono espresse in mm

### 21.7.2 lotto b) CAGLIARI


Si riporta una rappresentazione fotografica degli impalcati utilizzati.



Le misure sono espresse in cm

## 22. MANUALISTICA

Tutti i manuali devono essere in lingua italiana.

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	

## 22.1 MANUALE PER LA FORMAZIONE DEL PERSONALE DI CONDOTTA

Prima del 30° giorno antecedente la consegna del primo rotabile deve essere consegnato un documento per la formazione dei conducenti di linea.

Tale documento, anche su supporto informatico, deve comprendere, almeno, i seguenti capitoli:

### Cap. 1 Descrizione generale

- 1.1 Caratteristiche tecniche
- 1.2 Funzionamento dei principali sistemi e sottosistemi
- 1.3 Accessori ed equipaggiamenti di soccorso e loro utilizzazione

### Cap. 2 Condotta

- 2.1 Comandi
  - 2.1.1 Nel posto di guida
  - 2.1.2 Nel comparto viaggiatori
  - 2.1.3 All'esterno del veicolo
- 2.2 Preparazione e partenza del veicolo, rimessaggio
- 2.3 Messa fuori servizio
- 2.4 Frenatura

### Cap. 3 Allarmi e sicurezze

### Cap. 4 Ricerca dei guasti e rimedi

### Cap. 5 Preparazione del veicolo per il rimorchio


Nel manuale si deve far ricorso alla stampa a colori per illustrare segnali, simboli, informazioni visualizzate in cabina, e quanto altro per cui il colore riveste determinante importanza.

prestazione offerta

## 22.2 MANUALE MANUTENZIONE ORDINARIA

Nel termine indicato al precedente punto deve essere consegnato il manuale manutenzione ordinaria che deve contenere tutte le informazioni utili e necessarie per la verifica della messa a



<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	
		Pag. 103 di 109

punto del rotabile (in ordine di marcia), per l'individuazione dei guasti, la modalità di ricerca guasti con procedura collegata alla diagnostica di bordo e di terra per giungere all'individuazione dell'apparato guasto e successivamente del componente guasto e per l'esecuzione corretta, nei tempi e nei modi, della manutenzione.

Nel manuale devono essere trattati, almeno, i seguenti argomenti:

- elementi da ispezionare, modalità di ispezione ed i limiti ammessi per gli elementi di usura;
- interventi di lubrificazione, modalità di controllo e di ripristino ed i tipi di lubrificanti (sia quello utilizzato che possibili alternative di altri fornitori);
- verifiche da effettuare per la messa in servizio della vettura dopo ogni intervento manutentivo;
- procedure, su supporto informatizzato, per l'individuazione dei guasti per tutti i sistemi principali, con e senza l'ausilio della diagnostica di bordo;
- procedure per il sollevamento del rotabile;
- procedure d'intervento sul rotabile in caso di deragliamenti;
- descrizione funzionale dei sottosistemi (cassa, carrello e rodiggio, trazione, impianti elettrici, elettroidraulici, impianto freno, accoppiatori, porte accesso viaggiatori, illuminazione, ventilazione e condizionamento), compresa anche la descrizione dei singoli componenti e le modalità di intervento (ispezione, manutenzione, rimozione, installazione, sostituzione delle parti di usura, regolazioni, tarature al banco e sul rotabile, verifiche di funzionalità).

Il manuale deve contenere diagrammi ed illustrazioni che ne facilitino la comprensione.

Tutte le procedure e le modalità operative devono essere testate sul primo rotabile consegnato, alla presenza di incaricati ARST, ed aggiornate se necessario.


### **22.3 MANUALE MANUTENZIONE STRAORDINARIA**

Il manuale manutenzione straordinaria deve contenere tutte le informazioni utili e necessarie per una completa revisione del rotabile.

Il manuale deve fornire informazioni in merito alla rimozione, verifica, revisione, sostituzione, controllo ed installazione di ogni sottosistema e di ciascun suo componente.

Nel manuale devono essere trattati, almeno, i seguenti argomenti:

- descrizione funzionale dei sottosistemi;
- diagrammi di blocco;
- diagrammi di flusso dei segnali;
- schemi funzionali;
- elenco cavi;
- diagrammi funzionali cavi e condotte;
- disegni topografici impianto elettrico ed idraulico;
- limiti di usura, regolazioni e tolleranze, nonché modalità di ripristino;
- procedure dettagliate di rimozione e montaggio;

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI: LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
TITOLO DOC.: <b>RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	

- procedure dettagliate di revisione;
- procedure di verifica del rotabile per la messa in servizio dopo gli interventi di revisione;
- istruzioni per il corretto utilizzo di attrezzature speciali ed eventuali disegni ed informazione per la loro costruzione od approvvigionamento;
- movimentazione di tutti i componenti di peso superiore ai 250 N;
- cicli di verniciatura.

Il manuale deve essere organizzato per sottosistemi ed essere idoneo per l'utilizzo nei corsi di addestramento del personale, con aggiunta di materiale illustrativo.

Se il formato impedisce la realizzazione di dettagli sufficientemente chiari è ammesso allegare disegni, di formato comunque unificato; tali disegni devono essere contenuti singolarmente in buste trasparenti allegate in appendice.

Nelle procedure devono essere comprese informazioni sull'uso dell'equipaggiamento diagnostico.

La procedura di verifica del rotabile per la messa in servizio dopo manutenzione programmata deve essere testata sul primo rotabile consegnato.

## **22.4 MANUALE MANUTENZIONE ACCIDENTALE**

Il manuale manutenzione accidentale deve contenere tutte le informazioni complete e dettagliate per le riparazioni di tutti i componenti di cassa e rodiggio soggetti a danni nei casi di: deragliamento, collisione o incidente grave.

Il manuale deve contenere le specifiche del materiale e dei procedimenti di saldatura e di trattamento termico.

Devono essere indicate anche le avvertenze per la sicurezza degli operatori nel corso degli interventi.

## **22.5 MANUALE RICAMBI**

L'Appaltatore organizzerà il manuale dei pezzi di ricambio in maniera tale che possa essere facilmente consultato per:


- nominare il pezzo di ricambio;
- determinare il codice interno;
- determinare il codice del costruttore o del fabbricante.

Il manuale dei pezzi di ricambio comporta tanti volumi quanti sono gli insiemi di costruzione dei veicoli.

Un volume complementare deve contenere indicazioni generali concernenti i pezzi di ricambio, la loro utilizzazione, il modo di utilizzo dei volumi, etc.

Per quanto riguarda la documentazione relativa alla parte elettronica, oltre a quanto già indicato, deve essere consegnata l'eventuale attrezzatura diagnostica occorrente per effettuare



<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		SERVIZIO EMITTENTE <b>TEC</b>
TIPOLOGIA DOC.: <b>CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	INDICE DI REV: <b>0</b>	
		Pag. 105 di 109

una corretta manutenzione.


ARST deve essere messa in grado di reperire i componenti ed i materiali necessari.

Quanto sopra indicato è valido anche per sistemi a microprocessori dei quali deve essere fornita una descrizione dettagliata della organizzazione del programma.

La documentazione deve essere costantemente aggiornata a seguito delle modifiche per tutto il periodo di garanzia.


Tutti i documenti devono essere approvati da ARST.

Il numero delle copie verrà concordato prima della consegna dei manuali e non potrà comunque essere inferiore al numero dei rotabili in fornitura, maggiorato di due ulteriori copie.


<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE</b> <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 106 di 109

## 23.SOMMARIO


<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>3</b>
<b>3. TERMINI E DEFINIZIONI.....</b>	<b>7</b>
<b>4. COMPATIBILITÀ CON L'INFRASTRUTTURA .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1 SEDE .....</b>	<b>8</b>
<b>4.2 ARMAMENTO E CIRCOLABILITÀ.....</b>	<b>8</b>
4.2.1 Sopraelevazione e sovrascartamento	8
4.2.2 lotto a) Sassari	8
4.2.3 lotto b) Cagliari	9
<b>4.3 ALIMENTAZIONE .....</b>	<b>9</b>
<b>4.4 SEGNALAMENTO .....</b>	<b>10</b>
<b>4.5 PROFILO DI MISSIONE – MODALITA' DI IMPIEGO DEL ROTABILE .....</b>	<b>10</b>
4.5.1 Utilizzo giornaliero:	11
4.5.2 Linee esercite:	11
4.5.3 Densità di passeggeri durante le punte massime:	11
4.5.4 Utilizzo annuo:	11
4.5.5 La lunghezza delle linee:	11
4.5.6 Percorrenza massima annua	12
4.5.7 Velocità commerciale media	12
4.5.8 Distanza media fra le fermate per salita e discesa passeggeri:	12
<b>4.6 COMUNICAZIONI.....</b>	<b>12</b>
<b>4.7 CONDIZIONI AMBIENTALI .....</b>	<b>12</b>
4.7.1 Temperatura e umidità	12
4.7.2 Condizioni climatiche	12
<b>5. DIMENSIONI PRINCIPALI DEI ROTABILI E CARATTERISTICHE.....</b>	<b>13</b>
<b>5.1 GENERALITÀ .....</b>	<b>13</b>
5.1.1 Lotto a) TRAM SASSARI	13
5.1.2 Lotto b) TRAM CAGLIARI	14
5.1.3 PROFILO DELLE RUOTE	14
<b>6. COMFORT .....</b>	<b>14</b>
<b>6.1 ACCESSIBILITÀ .....</b>	<b>14</b>
6.1.1 PASSEGGERI CON RIDOTTE CAPACITÀ MOTORIE	15
<b>6.2 ABITABILITÀ.....</b>	<b>15</b>
6.2.1 Generalità	15
6.2.2 Altezza interna	16
6.2.3 Capacità di trasporto	16
6.2.4 Mancorrenti	17
<b>6.3 COMFORT DI MARCIA .....</b>	<b>17</b>
<b>6.4 COMFORT ACUSTICO .....</b>	<b>18</b>
<b>6.5 ILLUMINAZIONE INTERNA .....</b>	<b>19</b>
<b>6.6 COMFORT TERMICO .....</b>	<b>20</b>
<b>6.7 SISTEMI INFORMATIVI DI BORDO .....</b>	<b>21</b>
<b>7. IMPATTO SULL'AMBIENTE .....</b>	<b>22</b>
<b>7.1 RUMOROSITÀ ESTERNA.....</b>	<b>22</b>
<b>7.2 VIBRAZIONI.....</b>	<b>23</b>
<b>7.3 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA .....</b>	<b>24</b>
<b>7.4 ESTETICA E FUNZIONALITÀ .....</b>	<b>24</b>
7.4.1 Aspetti generali	24
7.4.2 Immagine e disposizione esterna del veicolo	25
7.4.3 Disposizione interna	25
7.4.4 Disposizione sotto cassa	26
7.4.5 Cabina di condotta	26

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE</b> <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 107 di 109

<b>8. MASSE DI RIFERIMENTO, CARICHI UTILI E MASSE MASSIME .....</b>	<b>26</b>
<b>9. CARATTERISTICHE DEL SISTEMA FRENANTE.....</b>	<b>27</b>
<b>9.1 GENERALITÀ .....</b>	<b>27</b>
<b>9.2 FRENATURA DI SERVIZIO .....</b>	<b>27</b>
<b>9.3 FRENATURA DI SICUREZZA .....</b>	<b>28</b>
<b>9.4 FRENATURA DI EMERGENZA.....</b>	<b>28</b>
<b>9.5 FRENATURA DI TRATTENUTA .....</b>	<b>29</b>
<b>9.6 FRENATURA DI STAZIONAMENTO.....</b>	<b>29</b>
<b>9.7 CONSEGUENZE DI GUASTI DEL SISTEMA FRENANTE .....</b>	<b>29</b>
<b>9.8 SISTEMI PER MIGLIORARE L'ADERENZA .....</b>	<b>30</b>
<b>10. PRESTAZIONI.....</b>	<b>30</b>
<b>10.1 PREMessa .....</b>	<b>30</b>
<b>10.2 PRESTAZIONI DI FRENATURA.....</b>	<b>30</b>
<b>10.3 PRESTAZIONI SU TRATTA .....</b>	<b>31</b>
10.3.1 Verifica dell'accelerazione media	32
<b>11. SICUREZZA.....</b>	<b>32</b>
<b>11.1 ANALISI DEI RISCHI.....</b>	<b>32</b>
<b>11.2 PROTEZIONE DAL FUOCO.....</b>	<b>32</b>
<b>11.3 LIVELLI DI PROGETTO DEL SOFTWARE .....</b>	<b>33</b>
<b>11.4 DISPOSITIVO VIGILANTE .....</b>	<b>33</b>
<b>11.5 SEGNALE D'ALLARME .....</b>	<b>34</b>
<b>11.6 CONFORMITÀ RISPETTO AI DISPOSITIVI MEDICI IMPIANTABILI ATTIVI</b>	<b>34</b>
<b>12. CICLO DI VITA DEL ROTABILE.....</b>	<b>35</b>
<b>12.1 PARAMETRI RAM.....</b>	<b>35</b>
12.1.1 AFFIDABILITÀ (R).	36
12.1.2 DISPONIBILITÀ (A).	37
12.1.3 MANUTENIBILITÀ (M).	38
<b>12.2 COSTO DEL CICLO DI VITA (LIFE CYCLE COST).....</b>	<b>39</b>
<b>13. CABINE DI GUIDA .....</b>	<b>40</b>
<b>13.1 GENERALITÀ .....</b>	<b>40</b>
<b>13.2 SISTEMA RETROVISIVO .....</b>	<b>41</b>
<b>14. CARATTERISTICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>42</b>
<b>14.1 GENERALITÀ .....</b>	<b>42</b>
<b>14.2 REQUISITI STRUTTURALI DELLE CASSE.....</b>	<b>42</b>
<b>14.3 REQUISITI STRUTTURALI DELLE SALE E DEI CARRELLI.....</b>	<b>43</b>
<b>15. CARATTERISTICHE DELLE PORTE LATERALI PER I PASSEGGERI .....</b>	<b>44</b>
<b>15.1 REQUISITI DI FUNZIONAMENTO. ....</b>	<b>44</b>
15.1.1 Comando delle porte	44
15.1.2 Chiusura	45
15.1.3 Funzionamento in emergenza	46
15.1.4 Indicazioni di stato	46
15.1.5 Asservimenti di sicurezza dei circuiti di trazione alla chiusura porte	46
<b>16. ALTRE CARATTERISTICHE .....</b>	<b>47</b>
<b>16.1 ORGANI DI AGGANCIAMENTO.....</b>	<b>47</b>
<b>16.2 VETRI.....</b>	<b>48</b>
<b>16.3 SISTEMI DI INTERCOMUNICAZIONE.....</b>	<b>49</b>
<b>16.4 INTERNI .....</b>	<b>49</b>
16.4.1 Rivestimenti e arredi	49
16.4.2 Telecamere	50
16.4.3 Segnalazioni	50
16.4.4 Sedili	51
16.4.5 Porte	51

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE</b> <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b> Pag. 108 di 109	

16.4.6	Cabina di guida	53
16.4.7	Pavimenti	54
16.4.8	Illuminazione	55
16.4.9	Altri prodotti	55
<b>17.</b>	<b>DISPOSITIVI DI AVVISO OTTICO E ACUSTICO .....</b>	<b>55</b>
<b>17.1</b>	<b>DISPOSITIVI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA E SEGNALAZIONE VISIVA..</b>	<b>55</b>
17.1.1	Ulteriori indicazioni	57
<b>17.2</b>	<b>DISPOSITIVI DI SEGNALAZIONE ACUSTICA .....</b>	<b>57</b>
<b>18.</b>	<b>CARATTERISTICHE DEGLI EQUIPAGGIAMENTI ELETTRICI .....</b>	<b>58</b>
<b>18.1</b>	<b>TENSIONE DI ALIMENTAZIONE.....</b>	<b>58</b>
<b>18.2</b>	<b>TENSIONE DEGLI EQUIPAGGIAMENTI AUSILIARI.....</b>	<b>58</b>
<b>18.3</b>	<b>GENERALITÀ .....</b>	<b>58</b>
<b>18.4</b>	<b>EQUIPAGGIAMENTO.....</b>	<b>59</b>
18.4.1	Affidabilità	59
18.4.2	Raffreddamento	59
18.4.3	Interferenze	60
18.4.4	Motori	60
18.4.5	Punti di misura	61
18.4.6	Scatole di connessione	61
18.4.7	Dispositivi di sicurezza	61
18.4.8	Contaore	62
18.4.9	Interruttori magnetotermici di protezione dei circuiti BT	62
18.4.10	Prese di corrente e punti di misura	62
18.4.11	Pantografo	63
18.4.12	Ritorno di corrente	64
18.4.13	Protezioni	65
<b>18.5</b>	<b>COMPOSIZIONE DELL'EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO.....</b>	<b>66</b>
18.5.1	GENERALITÀ	66
18.5.2	INTERRUTTORE EXTRARAPIDO	67
18.5.3	FILTRO DI LINEA	67
18.5.4	EQUIPAGGIAMENTI ELETTRICI DI TRAZIONE E FRENATURA	68
18.5.5	CONVERTITORI DI ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI AUSILIARI	70
18.5.6	REOSTATO DI FRENATURA	72
18.5.7	MOTORI	72
18.5.8	LOGICA DI VEICOLO	73
18.5.9	BATTERIE	74
<b>18.6</b>	<b>MOVIMENTAZIONE DEL TRAM SENZA ALIMENTAZIONE ELETTRICA DALLA LINEA AEREA DI CONTATTO .....</b>	<b>75</b>
<b>18.7</b>	<b>ANELLO DELLE SICUREZZE.....</b>	<b>76</b>
<b>18.8</b>	<b>PROTEZIONE DA SLITTAMENTO E PATTINAMENTO .....</b>	<b>76</b>
<b>18.9</b>	<b>DIAGNOSTICA.....</b>	<b>77</b>
<b>18.10</b>	<b>REGISTRAZIONE DATI DI BORDO .....</b>	<b>77</b>
<b>18.11</b>	<b>CONTEGGIO ENERGIA .....</b>	<b>78</b>
<b>18.12</b>	<b>SINCRONIZZAZIONE APPARECCHI.....</b>	<b>79</b>
<b>18.13</b>	<b>INDICATORI DI PERCORSO.....</b>	<b>79</b>
<b>18.14</b>	<b>VALIDATRICI .....</b>	<b>79</b>
<b>18.15</b>	<b>SISTEMA DI BORDO (SEGNALAMENTO, PRENOTAZIONE SEMAFORICA E COMANDO DEVIATOI) .....</b>	<b>80</b>
<b>18.16</b>	<b>UBICAZIONE APPARECCHIATURE .....</b>	<b>80</b>
<b>18.17</b>	<b>CONTA-PASSEGGERI.....</b>	<b>80</b>
<b>19.</b>	<b>CARATTERISTICHE MECCANICHE .....</b>	<b>81</b>
<b>19.1</b>	<b>CASSA.....</b>	<b>81</b>
<b>19.2</b>	<b>CARRELLI.....</b>	<b>82</b>

<b>FORNITURA N. 10 UDT PER LE LINEE METROTRANVIARIE DI CAGLIARI E DI SASSARI:</b> <b>LOTTO A) 3 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI SASSARI</b> <b>LOTTO B) 7 VEICOLI TRANVIARI PER LA METROTRANVIA DI CAGLIARI</b>		
<b>TITOLO DOC.: RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA E PRESTAZIONALE</b>		<b>SERVIZIO EMITTENTE</b> <b>TEC</b>
<b>TIPOLOGIA DOC.: CONTRATTI E CAPITOLATI</b>	<b>INDICE DI REV: 0</b>	Pag. 109 di 109

19.2.1	Rodiggio	84
19.2.2	Continuità elettrica assi veicolo	87
<b>20.</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO E PROVE SUI ROTABILI.....</b>	<b>87</b>
<b>21.</b>	<b>CRITERI DI MANUTENZIONE .....</b>	<b>88</b>
<b>21.1</b>	<b>DEFINIZIONI .....</b>	<b>88</b>
<b>21.2</b>	<b>PRINCIPI GENERALI DI MANUTENZIONE.....</b>	<b>88</b>
<b>21.3</b>	<b>FACILITÀ DI MANUTENZIONE DEL MATERIALE ROTABILE .....</b>	<b>89</b>
21.3.1	Piano di manutenzione	89
<b>21.4</b>	<b>CRITERI DI FACILITÀ DI MANUTENZIONE .....</b>	<b>89</b>
21.4.1	Sicurezza del personale durante gli interventi	90
21.4.2	Attitudine alle operazioni correnti e periodiche	90
21.4.3	Attitudine alla pulizia interna	90
21.4.4	Attitudine al lavaggio esterno	91
21.4.5	Attitudine al sollevamento	91
21.4.6	Attitudine alla riprofilatura delle ruote	92
21.4.7	Standardizzazione	92
21.4.8	Raggruppamento di funzioni	92
21.4.9	Ergonomia	92
21.4.10	Accessibilità	93
21.4.11	Facilità di smontaggio	93
21.4.12	Intercambiabilità, ottimizzazione della ricambistica	94
21.4.13	Gestione delle certificazioni	95
21.4.14	Serial Number	96
<b>21.5</b>	<b>OBIETTIVI DELLA MANUTENZIONE .....</b>	<b>97</b>
21.5.1	Obiettivi della manutenzione corrente	97
21.5.2	Obiettivi della manutenzione preventiva	97
21.5.3	Obiettivi della manutenzione correttiva	97
<b>21.6</b>	<b>COSTI DI MANUTENZIONE .....</b>	<b>98</b>
21.6.1	Software di gestione della manutenzione	98
21.6.2	Componenti soggetti ad usura	99
21.6.3	Tempi di rimpiazzo degli organi	100
<b>21.7</b>	<b>RIFERIMENTI DIMENSIONALI IMPALCATI PER FORNITURA .....</b>	<b>100</b>
21.7.1	lotto a) SASSARI	100
21.7.2	lotto b) CAGLIARI	101
<b>22.</b>	<b>MANUALISTICA .....</b>	<b>101</b>
<b>22.1</b>	<b>MANUALE PER LA FORMAZIONE DEL PERSONALE DI CONDOTTA .....</b>	<b>102</b>
<b>22.2</b>	<b>MANUALE MANUTENZIONE ORDINARIA.....</b>	<b>102</b>
<b>22.3</b>	<b>MANUALE MANUTENZIONE STRAORDINARIA.....</b>	<b>103</b>
<b>22.4</b>	<b>MANUALE MANUTENZIONE ACCIDENTALE .....</b>	<b>104</b>
<b>22.5</b>	<b>MANUALE RICAMBI .....</b>	<b>104</b>
<b>23.</b>	<b>SOMMARIO.....</b>	<b>106</b>