

GRANDE PROGETTO COMPLETAMENTO DELLE OPERE CIVILI E
REALIZZAZIONE DELLE OPERE TECNOLOGICHE DELLA LINEA 1 DELLA
METROPOLITANA DI NAPOLI TRATTA DANTE (STAZIONE ESCLUSA) -
MUNICIPIO - GARIBALDI - CDN (STAZIONE ESCLUSA)
POR - FESR 2007/2013 - ASSE IV - O.O. 4.6 MATERIALE ROTABILE

**PROCEDURA APERTA PER L'ASSEGNAZIONE
DI UN ACCORDO QUADRO PER LA
FORNITURA E MESSA IN SERVIZIO
DI N. 10 ELETTROTRENI A SEI CASSE
PER LA LINEA 1 DELLA METROPOLITANA DI NAPOLI**

CUP B69H1300023002

CIG 5714067541

Elaborato

GT 04

Capitolato Tecnico

*condiziato con ANM come si evince
dell'allegato MOTW PROT. 229 del 9.6.2015*

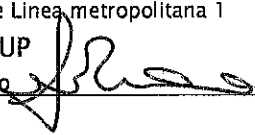
Vers.

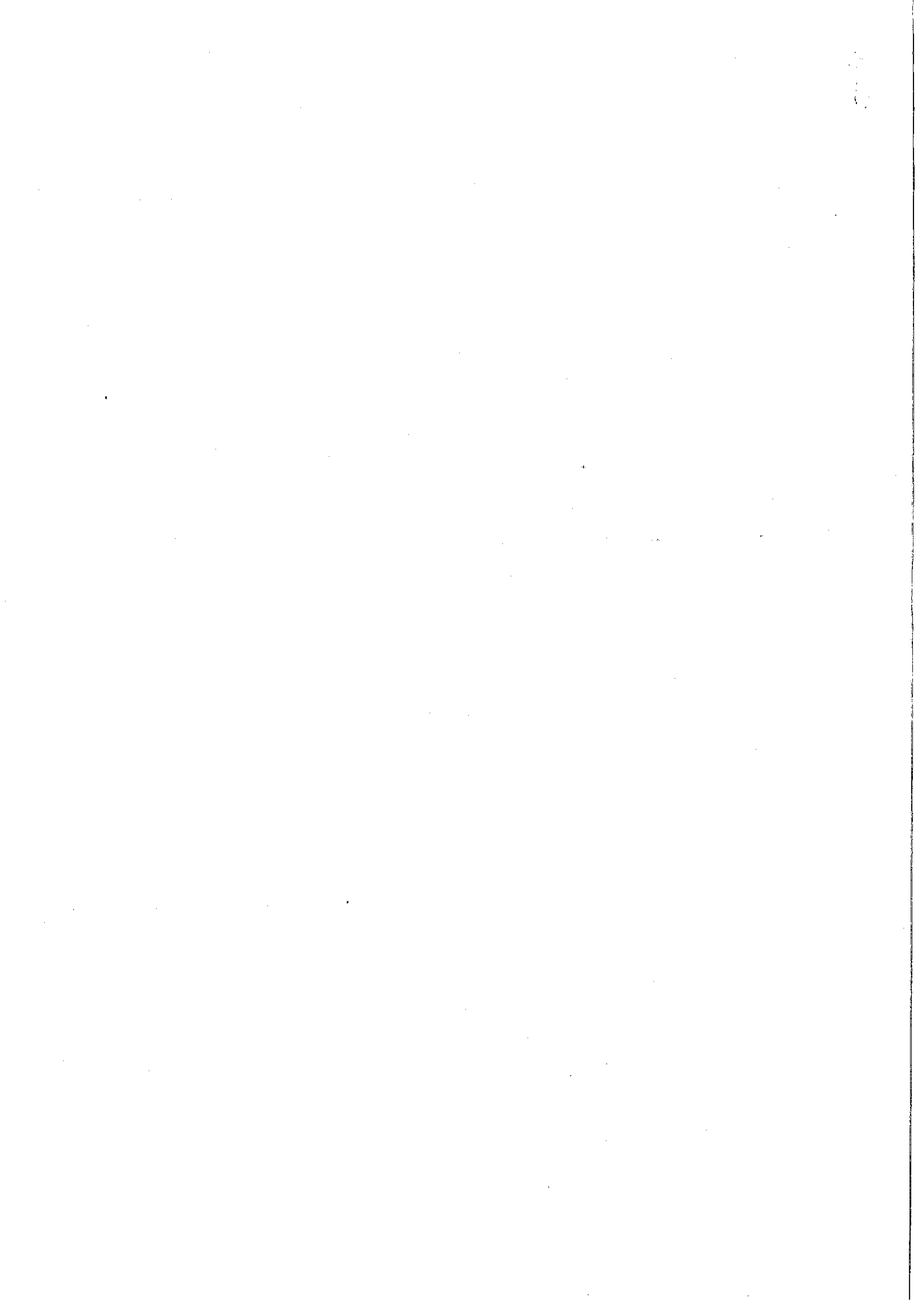
Emissione

Approvazione

Servizio Realizzazione e manutenzione Linea metropolitana 1

Il Dirigente e RUP

Ing. Serena Riccio 



Indice

1.0 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLA FORNITURA.....	31
1.1 OGGETTO	31
1.2 SPECIFICA GENERALE DELL'OGGETTO DELLA FORNITURA	31
1.2.1 IMPOSTAZIONI PROGETTUALI.....	31
1.2.2 COSTRUZIONE, CONSEGNA E GESTIONE ASSISTENZA IN GARANZIA.....	32
1.2.3 PROVE.....	33
1.2.4 CONSEGNA A DESTINO	33
1.2.5 GESTIONE DELL'ORGANIZZAZIONE DELLE FASI DI PRODUZIONE E CONSEGNA	33
1.2.6 MODELLO DIMOSTRATIVO IN SCALA REALE (MOCKUP).....	33
1.2.7 PARTI DI RICAMBIO	33
1.2.8 ATTREZZATURE SPECIALI PER LA MANUTENZIONE DEL TRENO E DELLE SUE APPARECCHIATURE DI BORDO.....	33
1.2.9 ATTREZZATURE PER LA DIAGNOSTICA E PROVA	33
1.2.10 MANUALI E CATALOGHI ILLUSTRATI DEL TRENO E DEI SOTTOASSIEMI IMPIANTISTICI DI BORDO	34
1.2.11 FORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO DEL PERSONALE DEL COMMITTENTE.....	34
1.2.12 RAPPRESENTANZA A NAPOLI.....	34
1.2.13 PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO	35
1.2.14 TRATTAMENTO DELLE CONTRADDIZIONI	36
2.0 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL TRENO	37
2.1 COMPOSIZIONE BASE.....	37
2.2 CARATTERISTICHE DEL BINARIO E LIMITI IMPOSTI DALLA INFRASTRUTTURA DELLA LINEA	38
2.3 CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO DELLA LINEA.....	39
2.4 CONDIZIONI AMBIENTALI.....	39

2.5 MASSE E CARICHI UTILI.....	40
2.6 PRESTAZIONI DEL TRENO.....	40
2.6.1 INFORMAZIONI GENERALI	40
2.6.2 INDICATORI DI PRESTAZIONE STABILITI.....	41
2.6.3 CARATTERISTICHE DI PRESTAZIONE	42
2.6.4 CALCOLI DI PRESTAZIONE	42
2.6.4.1 MISURAZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI.....	44
2.6.4.2 DIMOSTRAZIONE DEL CONSUMO ENERGETICO	45
2.6.5 PRESTAZIONI IN SITUAZIONI DI EMERGENZA E/O AVARIA	45
2.6.6 PRESTAZIONE DEL FRENO DI STAZIONAMENTO.....	46
2.7 SICUREZZA DELLA MARCIA	46
2.8 COMFORT DI MARCIA.....	46
2.9 REQUISITI DI IMPOSTAZIONE DEL PIANO DI MANUTENZIONE PROGRAMMATA PLURIENNALE	46
2.11 SISTEMA INFORMATICO DI DIAGNOSTICA, GESTIONE E CONTROLLO DEL TRENO (SCADA DI BORDO).....	48
2.12 RESISTENZA DEI COMPONENTI AGLI SHOCK ED ALLE VIBRAZIONI E PARAMETRI DI PROVA	48
2.13 RISPONDENZA AI REQUISITI PREVISTI PER L'IMPATTO SULL'AMBIENTE	49
2.13.1 PREMESSA	49
2.13.1.1 RUMORE	49
2.13.1.2 VIBRAZIONI	50
2.13.2 CONTROLLO DI VIBRAZIONI E RUMORE.....	50
2.13.2.1 REQUISITI PER IL CONTENIMENTO DEL RUMORE	50
2.13.2.2 REQUISITI PER IL CONTENIMENTO DELLE VIBRAZIONI.....	51
2.14 RISPONDENZA AI REQUISITI GENERALI DI SICUREZZA ELETTRICA	51
2.14.1 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA (EMC)	51

2.14.1.1	PRESCRIZIONI GENERALI	51
2.14.1.2	PIANO EMC	52
2.14.1.3	PROVE DI EMISSIONE SUGLI IMPIANTI DELLA LINEA DEL COMMITTENTE.	52
2.14.1.4	LIMITI DI EMISSIONE.....	52
2.14.1.5	CAMPI ELETTROMAGNETICI	52
2.14.1.6	MISURE DI SALVAGUARDIA DELLA SICUREZZA	53
2.14.1.7	STRUTTURA DEL REPORT (RAPPORTO) EMC	53
2.14.2	ALIMENTAZIONE IN CORRENTE CONTINUA A BASSO VOLTAGGIO.....	54
2.14.2.1	TENSIONE DI FUNZIONAMENTO	54
2.14.2.2	REQUISITI DEL TRANSITORIO DI TENSIONE.....	54
2.14.2.3	TENSIONE INVERSA	54
2.14.2.4	TRANSITORI GENERATI DAGLI IMPIANTI E/O APPARECCHIATURE	55
2.14.4	CRITERI GENERALI DI INSTALLAZIONE DELLE APPARECCHIATURE DI BORDO	55
2.14.4.1	INSTALLAZIONE ED ACCESSIBILITÀ DELLE APPARECCHIATURE E DEGLI IMPIANTI DI BORDO	55
2.14.4.2	CONTRASSEGNI DI RIFERIMENTO PER I DISPOSITIVI	55
2.14.4.3	COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI DELLE MASSE E MESSA TERRA.....	55
2.14.4.4	CONNESSIONI ELETTRICHE DI ACCOPPIAMENTO	56
2.14.4.5	IDENTIFICAZIONE DEI FILI	56
2.14.5	CARATTERISTICHE GENERALI SULLA PROTEZIONE DEI CIRCUITI ELETTRICI	56
2.14.5	ULTERIORI PRESCRIZIONI GENERALI PER LA SICUREZZA CONTRO I PERICOLI DI ORIGINE ELETTRICA.....	57
2.15	PROGETTO IN SICUREZZA RIDONDATA (FAIL SAFE).....	57
2.16	ELABORAZIONI DI CALCOLO PER DIMENSIONAMENTI E VERIFICHE.....	58
3.0	CASSA DEL ROTABILE.....	60

3.1 CARATTERISTICHE GENERALI	60
3.2 MATERIALI E FABBRICAZIONE	60
3.3 REQUISITI STRUTTURALI DELLE CASSE	61
3.3.1 PREMESSE GENERALI	61
3.3.2 CARICHI DI PROVA	61
3.3.2.1 PREMESSE GENERALI	61
3.3.2.2 CARICO DI COMPRESSIONE	62
3.3.2.3 SFORZO APPLICATO AGLI ACCOPPIATORI	62
3.3.2.4 CARICO DI CINTURA SULLA TESTATA	62
3.3.2.5 CARICO VERTICALE	62
3.3.2.6 RIALZO E SOLLEVAMENTO CASSE	62
3.3.2.7 TORSIONE DELLA CASSA	63
3.3.2.8 AGGANCI DI APPARECCHIATURE	63
3.3.3 AZIONI DOVUTE AL FENOMENO DELLA FATICA	63
3.3.3.1 PREMESSE GENERALI	63
3.3.3.2 CONDIZIONE DI CARICO EL-6	64
3.3.3.3 CARICO LATERALE	64
3.3.3.4 CARICO E SCARICO DI PASSEGGERI	64
3.3.3.5 AZIONI DOVUTE ALLO SGHEMBO DEL BINARIO	64
3.3.3.6 FORZE DI TRAZIONE E FRENATURA	64
3.3.3.7 ATTACCO CASSA/CARRELLO	64
3.3.3.8 AGGANCI DELLE APPARECCHIATURE	64
3.4 REQUISITI DI RESISTENZA AGLI URTI	65
3.4.1 REQUISITI GENERALI	65
3.5 IMPERIALE	65
3.6 MONTAGGIO E DISTRIBUZIONE APPARECCHIATURE DI BORDO	66

3.6.1	PREMESSE GENERALI	66
3.6.2	MODELLI IN SCALA DI VISTA DEL SOTTOCASSA E DEL TETTO.....	66
3.7	SEGNALETICA DI IDENTIFICAZIONE.....	66
3.8	FANALERIE ESTERNE	67
3.8.1	REQUISITI GENERALI	67
3.8.2	LUCI DI TESTA TRENO	67
3.8.3	LUCI DI CODA TRENO	68
3.9	BARRIERE ED INTERCOMUNICANTI.....	68
3.10	ALTRE APPARECCHIATURE ESTERNE	69
3.10.1	TROMBE	69
4.0	CARRELLI.....	71
4.1	PREMESSE GENERALI.....	71
4.2	SOSPENSIONI.....	72
4.2.1	REQUISITI GENERALI	72
4.2.2	IL SISTEMA DELLE SOSPENSIONI PRIMARIE	72
4.2.3	IL SISTEMA DELLE SOSPENSIONI SECONDARIE	73
4.3	SICUREZZA DI CORSA E COMFORT DI MARCIA	73
4.4	PERDITA DI PESO SULLA RUOTA.....	73
4.5	TELAIO DEL CARRELLO	73
4.6	RUOTE ED ASSILI.....	74
4.6.1	ASSE E CARICO DINAMICO	74
4.7	CORPO BOCCOLE.....	74
4.8	INSTALLAZIONE DEI MOTORI DI TRAZIONE.....	75
4.9	APPARECCHIATURE DEL FRENO MONTATE SUL CARRELLO	75
4.10	VARIE APPARECCHIATURE MONTATE SUL CARRELLO	75
4.10.1	PREMESSE GENERALI.....	75

4.10.2 LUBRIFICAZIONE DEL BORDINO DELLA RUOTA E DEL CERCHIONE	75
4.10.3 SABBIERE	75
4.11 CONNESSIONE CARRELLO-CASSA	76
4.12 TOLLERANZA CARRELLO/CASSA	76
4.13 REQUISITI STRUTTURALI.....	76
4.13.1 TIPOLOGIE E CASISTICHE PER LA SCELTA DEL CARICO DI PROVA.....	77
4.13.1.1 PREMESSE GENERALI.....	77
4.13.1.2 CARICHI VERTICALI DI PROVA	77
4.13.1.3 CARICHI LATERALI DI PROVA	77
4.13.1.4 CARICHI LONGITUDINALI DI PROVA	77
4.13.1.5 CARICHI INDOTTI DALL'INSCRIZIONE IN CURVA.....	77
4.13.1.6 CARICHI INDOTTI DALLO SGHEMBO DI BINARIO.....	77
4.13.1.7 CARICHI INDOTTI DAGLI APPARECCHI DEL FRENO AD ATTRITO	77
4.13.1.8 CARICHI INDOTTI DAL SISTEMA DI TRASMISSIONE DELLA COPPIA MOTRICE.....	78
4.13.1.9 CARICHI DINAMICI INDOTTI SULLE MASSE DELLE APPARECCHIATURE COLLEGATE AL CARRELLO.....	78
4.13.1.10 CARICHI DINAMICI INDOTTI SULLE APPARECCHIATURE COLLEGATE ALLA SALA	78
4.13.1.11 CARICHI DOVUTI A RIALZO DEL ROTABILE SUL BINARIO.....	78
4.13.1.12 CARICHI INDOTTI DAL SOLLEVAMENTO DELLA CASSA	78
4.13.2 CONDIZIONI DI CARICO A FATICA.....	78
4.13.2.1 PREMESSE GENERALI.....	78
4.13.2.2 CARICHI VERTICALI	78
4.13.2.3 CARICHI LATERALI.....	78
4.13.2.4 CARICHI DOVUTI ALL'INSCRIZIONE IN CURVA ED ALLA STERZATURA DEL CARRELLO	78
4.13.2.5 CARICHI INDOTTI DALLO SGHEMBO DI BINARIO.....	79

4.13.2.6 CARICHI INDOTTI DAGLI APPARECCHI DEL FRENO AD ATTRITO	79
4.13.2.7 CARICHI INDOTTI DAL SISTEMA DI TRASMISSIONE DELLA COPPIA MOTRICE.....	79
4.13.2.8 CARICHI DINAMICI INDOTTI SULLE MASSE DELLE APPARECCHIATURE COLLEGATE AL CARRELLO.....	79
4.13.2.9 CARICHI DINAMICI INDOTTI SULLE APPARECCHIATURE COLLEGATE ALLA SALA.....	79
4.13.2.10 CARICO E SCARICO DEI PASSEGGERI.....	79
4.13.2.11 SOSPENSIONI AMMORTIZZANTI	80
4.13.2.12 ALTRI EVENTUALI CASI DI CARICO	80
5.0 ACCOPPIATORI E BARRE DI TRAZIONE ED ASSORBIMENTO	81
5.1 REQUISITI GENERALI	81
5.2 ACCOPPIATORI AUTOMATICI INTEGRALI	82
5.3 ACCOPPIATORI SEMI-PERMANENTI	83
5.4 DISPOSITIVO DI ASSORBIMENTO DELL'ENERGIA D'URTO	83
6.0 FINITURE ED ALLESTIMENTI INTERNI.....	84
6.1 PREMESSE GENERALI.....	84
6.2 ISOLAMENTO	85
6.2.1 ISOLAMENTO TERMICO.....	85
6.2.2 ISOLAMENTO ACUSTICO.....	85
6.3 RIVESTIMENTI INTERNI.....	85
6.3.1 GENERALITÀ.....	85
6.3.2 RIVESTIMENTO PIANO DEL SOFFITTO	85
6.3.2.1 RIVESTIMENTO DEL SOFFITTO IN CORRISPONDENZA DELLE APPARECCHIATURE DI CONDIZIONAMENTO	86
6.3.3 RIVESTIMENTO CURVO O SAGOMATO DEL SOFFITTO.....	86
6.3.4 RIVESTIMENTO PARETI LATERALI E FRONTALI	86
6.4 PAVIMENTAZIONE INTERNA.....	86

6.5 SOFFITTO INTERNO.....	87
6.6 SEDILI PER PASSEGGERI	88
6.6.1 GENERALITÀ.....	88
6.6.2 CARATTERISTICHE DELLE SEDUTE	88
6.6.3 PROVE SUI SEDILI	88
6.7 PIANTONI DI SOSTEGNO E CORRIMANI PER PASSEGGERI	88
6.8 FINESTRINI E VETRATURE	89
6.8.1 FINESTRINI	89
6.8.2 PANNELLI DI SCHERMATURA.....	90
6.8.3 PARABREZZA.....	90
6.9 ILLUMINAZIONE COMPARTO PASSEGGERI	91
6.10 SEGNALETICA.....	92
6.10.1 GENERALITÀ.....	92
6.11 APPARECCHIATURE ED IMPIANTI VARI	92
6.11.1 ESTINTORI.....	92
6.11.2 PRESE ELETTRICHE	92
6.11.3 REGISTRATORE DI EVENTI.....	93
6.11.4 IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDI	95
6.12 MODELLO IN DIMENSIONI REALI DEGLI INTERNI (INTERIOR MOCKUP)	95
6.13 CABINA DI GUIDA.....	96
6.13.1 GENERALITÀ.....	96
6.13.2 SEDIA PER IL MACCHINISTA.....	96
6.13.3 COMANDI DELLA CABINA DI GUIDA.....	96
6.13.3.1 COMANDI PREVISTI SUI PANNELLI DEI QUADRI DI COMANDO DEL BANCO DI GUIDA (CONSOLLE DEL BANCO)	97
6.13.3.1.1 PANNELLO PRINCIPALE DI COMANDO	97
6.13.3.1.1.1 MANIPOLATORE DI MARCIA E FRENATURA (M/F).....	97

6.13.3.1.1.2 LEVA DI SELEZIONE DELLA MODALITÀ DI CONTROLLO DELLA MARCIA DEL TRENO (CMT)	98
6.13.3.1.1.3 PULSANTE/PEDALE DEL SISTEMA DI RILEVAZIONE DELLA PRESENZA ATTIVA DEL MACCHINISTA (VIGILANTE)	99
6.13.3.1.2 GRUPPO DISPOSITIVI E CONTROLLI DEI SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI	99
6.13.3.1.3 PULSANTI GESTIONE PORTE	100
6.13.3.1.3.1 GRUPPO COMANDO PORTE LATO SINISTRO DEL MACCHINISTA	100
6.13.3.1.3.2 GRUPPO COMANDO PORTE LATO DESTRO DEL MACCHINISTA	100
6.13.3.1.3.3 COMMUTATORE MODALITÀ APERTURE PORTE PASSEGGERI	100
6.13.3.1.3.4 LUCI DI SEGNALAZIONE APERTURA PORTE	100
6.13.3.1.4 COMANDI E SEGNALAZIONI DI BORDO ATO/ATP	100
6.13.3.1.5 PULSANTE DI RILASCIO (A DISTANZA) PINZE FRENO	101
6.13.3.1.6 PULSANTE DI RILASCIO A DISTANZA DEL FRENO DI STAZIONAMENTO	101
6.13.3.1.7 PULSANTI ON E OFF INTERRUTTORE EXTRARAPIDO	101
6.13.3.1.8 FRENATURA DI ESTREMA EMERGENZA (PULSANTE A FUNGO)	101
6.13.3.1.9 COMMUTATORE ALIMENTAZIONE CIRCUITI AUSILIARI	101
6.13.3.1.10 PULSANTE INNALZAMENTO / ABBASSAMENTO PANTOGRAFO	101
6.13.3.1.11 PULSANTE LUMINOSO ACCOPPIAMENTO A BASSA VELOCITÀ	101
6.13.3.1.12 ODOMETRO	101
6.13.3.1.13 COMMUTATORE LUCI DI CABINA	101
6.13.3.1.14 STRUMENTI DI MISURA DA BANCO	101
6.13.3.1.14.1 INDICATORE DI PRESSIONE SERBATOIO PRINCIPALE CILINDRO FRENO	101
6.13.3.1.14.2 INDICATORE TENSIONE LINEA DI CONTATTO	101
6.13.3.1.14.3 VOLTMETRO BASSA TENSIONE	101
6.13.3.1.15 PEDALE DEL SISTEMA DI RILEVAZIONE DELLA PRESENZA ATTIVA DEL MACCHINISTA (VIGILANTE)	102

6.13.3.1.16 PEDALE DEL SEGNALATORE ACUSTICO DELLA TROMBA AD AZIONE PNEUMATICA.....	102
6.13.3.1.17 PULSANTE DEL SEGNALATORE ACUSTICO ELETTRICO	102
6.13.3.1.18 COMMUTATORE DI COMANDO REMOTO DISPOSITIVO DI CORTO CIRCUITO	102
6.13.3.1.19 COMMUTATORE DISACCOPPIAMENTO TRENO.....	102
6.13.3.1.20 PULSANTE DISTACCO CIRCUITI DEL TRENO.....	102
6.13.3.1.21 PULSANTE LUCI ABBAGLIANTI / LUCI ANABBAGLIANTI	102
6.13.3.1.22 GRUPPO DIFFUSIONE SONORA.....	102
6.13.3.1.23 GRUPPO TERGICRISTALLI / LAVAVETRO	102
6.13.3.2 ALTRI COMANDI DI CABINA.....	102
6.13.3.2.1 COMANDO PORTE.....	102
6.13.3.2.2 COMMUTATORE DI BYPASS INTERBLOCCO PORTE E ARIA COMPRESSA	103
6.13.3.2.3 PANNELLO DI CONTROLLO DISPLAY INFORMAZIONI INTERNI ED ESTERNI.....	103
6.13.3.2.4 CICALINO ALLARME VIGILANTE	103
6.13.3.2.5 ALTOPARLANTI.....	103
6.13.3.2.6 CICALINA DELL'ATP.....	103
6.13.3.2.7 CICALINA DI ALLARME PER GUASTO A BORDO	103
6.13.3.2.8 QUADRO INTERRUTTORI MINIATURIZZATI	103
6.13.3.2.9 COMMUTATORE DI BYPASS ALLARME PASSEGGERI	103
6.13.3.2.10 COMMUTATORE DI BYPASS DEL SISTEMA VIGILANTE	104
6.13.3.2.11 COMMUTATORE PER SEGNALAZIONE ESTERNA DI EMERGENZA	104
6.13.3.2.12 COMMUTATORE ATTIVAZIONE ARIA CONDIZIONATA COMPARTO PASSEGGERI	104
6.13.3.2.13 COMMUTATORE ACCENSIONE LUCI COMPARTO PASSEGGERI.....	104
6.13.3.2.14 COMMUTATORE DI BYPASS SISTEMA ACCOPPIAMENTO MECCANICO..	104
6.13.3.2.15 COMMUTATORE BYPASS SISTEMA ATP.....	104

6.13.3.2.16	COMMUTATORE SISTEMA IDENTIFICAZIONE TRENO	104
6.13.3.2.17	COMMUTATORE DI ASSISTENZA PULIZIA TRENO	104
6.13.3.2.18	TASTIERINO SISTEMA IDENTIFICAZIONE TRENO	104
6.13.3.2.19	COMMUTATORE(RI) ISOLAMENTO CARRELLO MOTORE	104
6.13.3.2.20	DISPLAY DEL SISTEMA DI DIAGNOSTICA, CONTROLLO E GESTIONE DEL TRENO'	105
6.13.3.2.21	COMMUTATORE ARIA CONDIZIONATA CABINA DI GUIDA.....	105
6.13.3.2.22	PULSANTE PROVA LAMPADE.....	105
6.13.4	ILLUMINAZIONE CABINA DI GUIDA.....	105
6.13.5	ATTREZZATURE VARIE POSTE IN CABINA	105
6.13.6	IMPIANTO DI DISACCOPIAMENTO DEL SEMITRENO DAL CONVOGLIO.....	105
6.13.7	MODELLO IN SCALA REALE DELLA CABINA DI GUIDA	106
6.14	DISPOSITIVI PER DIVERSAMENTE ABILI.....	106
7.0	PORTE E CONTROLLI DELL'IMPIANTO PORTE.....	108
7.1	PORTE LATERALI DI ACCESSO PASSEGGERI.....	108
7.1.1	REQUISITI DI COSTRUZIONE.....	108
7.1.1.1	PROGETTO DEL VANO PORTE	108
7.1.1.1.1	INSTALLAZIONE DELLE PORTE	108
7.1.1.1.2	PRESTAZIONI DELLE PORTE	109
7.1.1.1.3	OPERATORE PORTE PASSEGGERI E CONTROLLI.....	109
7.1.1.1.4	GUARNIZIONI DELLE PORTE	109
7.1.1.2	DISCESA SUL BINARIO.....	109
7.1.1.3	DISTANZE E DISLIVELLI FRA BANCHINA E SOGLIA DI INGRESSO DELLE PORTE.....	110
7.1.1.4	MANIGLIONI DI SOSTEGNO LATERALI.....	110
7.1.1.5	LUCI VETRATE DELLE PORTE.....	110
7.1.2	RESISTENZA MECCANICA.....	110

7.1.2.1 RESISTENZA MECCANICA DELLE PORTE	110
7.1.2.1.1 RITENUTA DELLE PORTE PASSEGGERI	110
7.1.2.1.2 SAGOMA LIMITE DEL ROTABILE	110
7.1.2.1.3 VIBRAZIONI E SHOCK.....	110
7.1.3 DISPOSITIVI LOCALI DI COMANDO PORTE	110
7.1.3.1 PULSANTI PORTA	110
7.1.3.1.1 CARATTERISTICHE GENERALI.....	110
7.1.3.1.2 COLLOCAZIONE INTERNA.....	111
7.1.3.1.3 COLLOCAZIONE ESTERNA	111
7.1.3.1.4 POSIZIONAMENTO DEI PULSANTI DI APERTURA.....	111
7.1.3.1.5 FORMA, DIMENSIONI PROGETTUALI E LAY OUT DEI PULSANTI DI APERTURA	111
7.1.3.2 DISPOSITIVO DI COMANDO APERTURA DI EMERGENZA	111
7.1.3.2.1 NUMERO E POSIZIONE DEI DISPOSITIVI	111
7.1.3.2.2 PROTEZIONE DEL DISPOSITIVO DI COMANDO APERTURA IN EMERGENZA	111
7.1.3.2.3 COLORE DEL DISPOSITIVO DI COMANDO APERTURA IN EMERGENZA	111
7.1.3.3 DISPOSITIVO PER L' APERTURA PER L'ACCESSO IN EMERGENZA DALL'ESTERNO DELLA CASSA	112
7.1.3.3.1 NUMERO E POSIZIONE DEI DISPOSITIVI	112
7.1.3.3.2 CONCEZIONE DEL DISPOSITIVO	112
7.1.3.3.3 COLORE DEL DISPOSITIVO DI APERTURA PER L'ACCESSO IN EMERGENZA	112
7.1.4 PITTOGRAMMI E CARTELLI MONITORI.....	112
7.1.5 COLLEGAMENTI E CONNESSIONI CON I SISTEMI DI BORDO	112
7.1.5.1 ALIMENTAZIONI ELETTRICHE E PNEUMATICHE.....	112
7.1.5.2 INTERFACCIAMENTO MECCANICO CON LA STRUTTURA DEL TRENO.....	112
7.1.6 ALTRE CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI	112

7.1.6.1 RESISTENZA AL FUOCO	112
7.1.6.2 ISOLAMENTO	112
7.1.6.2.1 ISOLAMENTO ACUSTICO	112
7.1.6.2.2 ISOLAMENTO TERMICO	113
7.1.7 EQUIPAGGIAMENTO ELETTRONICO.....	113
7.1.7.1 HARDWARE.....	113
7.1.7.2 SOFTWARE.....	113
7.1.8 AFFIDABILITÀ, DISPONIBILITÀ, MANUTENIBILITÀ E SICUREZZA (RAMS)	113
7.1.9 PROTEZIONE CONTRO I RISCHI.....	113
7.1.10 CONDIZIONI AMBIENTALI	113
7.1.10.1 CONDIZIONI CLIMATICHE.....	113
7.1.10.2 RESISTENZA ALL'ACQUA.....	113
7.1.10.3 RESISTENZA ALLA PRESSIONE DELL'ARIA DOVUTA ALL'EFFETTO AERODINAMICO	113
7.1.11 CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI DI SERVIZIO	113
7.1.11.1 CONTROLLO PORTE.....	113
7.1.11.1.1 PREMESSE GENERALI.....	113
7.1.11.1.2 ATTUAZIONE APERTURA E CHIUSURA PORTE.....	113
7.1.11.1.3 SISTEMA DI CONTROLLO.....	114
7.1.11.1.4 BLOCCO MECCANICO	114
7.1.11.1.5 ESCLUSIONE PORTE DURANTE IL SERVIZIO.....	114
7.1.11.1.6 ESCLUSIONE A SCOPI MANUTENTIVI	115
7.1.11.2 CONDIZIONI PER LA CHIUSURA PORTE.....	115
7.1.11.2.1 SICUREZZA DURANTE LA FASE DI CHIUSURA.....	115
7.1.11.2.1.1 PREMESSE GENERALI.....	115
7.1.11.2.1.2 IMPLEMENTAZIONI DI SICUREZZA	115
7.1.11.2.1.3 AVVISO DI CHIUSURA PORTE.....	115

7.1.11.2.1.3.1 AVVISO ACUSTICO.....	115
7.1.11.2.1.3.1.1 PREMESSE GENERALI	115
7.1.11.2.1.3.1.2 SEQUENZA DI ATTUAZIONE DELL'AVVISO ACUSTICO DI CHIUSURA PORTE.....	115
7.1.11.2.1.3.1.3 AVVISO PER I PASSEGGERI DI CONSENSO PER L'APERTURA PORTE	115
7.1.11.2.1.3.2 AVVISO LUMINOSO ALL'ESTERNO ED ALL'INTERNO DELLE PORTE..	115
7.1.11.2.1.3.2.1 SEQUENZA DI ATTUAZIONE DELL'AVVISO LUMINOSO DI CHIUSURA PORTE.....	116
7.1.11.2.1.3.2.2 AVVISO PER I PASSEGGERI DI CONSENSO PER L'APERTURA PORTE	116
7.1.11.2.1.4 RILEVAMENTO OSTACOLI ALLA CHIUSURA	116
7.1.11.2.1.4.1 SENSIBILITÀ DEL SISTEMA BASE DI RILEVAMENTO OSTACOLI.....	116
7.1.11.2.1.4.2 FORZA DI IMPATTO DURANTE LA CHIUSURA.....	116
7.1.11.2.1.4.3 FORZA DI SFILAGGIO OSTACOLO.....	116
7.1.11.2.1.5 BORDI DI ACCOSTAMENTO DELLE PORTE	116
7.1.11.2.1.6 SISTEMA DI CONTROLLO PORTA CHIUSA.....	116
7.1.11.2.1.6.1 SISTEMA DI INTERBLOCCO PORTE	116
7.1.11.3 CONDIZIONI PER L'APERTURA PORTE	116
7.1.11.3.1 SICUREZZA DURANTE LA FASE DI APERTURA	116
7.1.11.4 CONDIZIONI DI EMERGENZA.....	117
7.1.11.4.1 EVACUAZIONE DI EMERGENZA	117
7.1.11.4.1.1 CONDIZIONI PER L'EVACUAZIONE DI EMERGENZA.....	117
7.1.11.4.1.2 FORZA DI SPINTA SU UN'ANTA.....	117
7.1.11.4.2.1 FORZA PER SCOSTAMENTO MANUALE DELLE ANTE ED APERTURA	117
7.1.11.4.2.2 AZIONAMENTO DEL DISPOSITIVO PER L'APERTURA DI EMERGENZA ..	117
7.1.11.4.2.3 PROTEZIONE CONTRO L'AZIONAMENTO ACCIDENTALE DEL DISPOSITIVO PER L'APERTURA IN EMERGENZA	117

7.1.11.4.3 DISPOSITIVO PER L'APERTURA PORTE PER L'ACCESSO DI SOCCORSO IN EMERGENZA.....	117
7.1.11.4.3.1 PREMESSE GENERALI.....	117
7.1.11.4.3.2 CONDIZIONI DI APERTURA PORTE PER L'ACCESSO DI SOCCORSO IN EMERGENZA.....	117
7.1.11.4.3.2.1 AZIONAMENTO DEL DISPOSITIVO DI APERTURA PORTE PER L'ACCESSO DI SOCCORSO DAL BINARIO.....	117
7.1.11.4.3.2.2 PROTEZIONE CONTRO L'AZIONAMENTO ACCIDENTALE DEL DISPOSITIVO DI APERTURA PORTE PER L'ACCESSO DI SOCCORSO.....	118
7.1.11.4.4 ALIMENTAZIONE.....	118
7.1.11.5 INTERFACCE E COLLEGAMENTI.....	118
7.1.11.5.1 PULSANTI PORTA.....	118
7.1.11.5.1.1 FUNZIONAMENTO.....	118
7.1.11.5.1.2 ILLUMINAZIONE.....	118
7.1.11.5.2 DISPOSITIVI DI SEGNALAMENTO DI FUNZIONAMENTO PORTE.....	118
7.1.12 TIPOLOGIE DI PROVE.....	118
7.1.12.1 PREMESSE GENERALI.....	118
7.1.12.2 PROVE DI TIPO.....	118
7.1.12.3 PROVE DI DI SERIE.....	118
7.1.12.4 PROVE FUNZIONALI SUL TRENO COMPLETAMENTE ASSEMBLATO.....	118
7.1.13 DOCUMENTAZIONI.....	119
7.2 PORTE DELLA CABINA DI GUIDA.....	119
7.2.1 PORTE DI ACCESSO.....	119
7.2.2 PORTA DI USCITA DI EMERGENZA VERSO IL COMPARTO VIAGGIATORI.....	119
7.2.3 SCALINI DI SALITA.....	119
7.2.4 CORRIMANI E MANIGLIE DELLE PORTE.....	119
7.2.4.1 CORRIMANI.....	119
7.2.4.2 MANIGLIE DELLE PORTE.....	120

7.2.4.2.1 MANIGLIE DELLE PORTE DI ACCESSO	120
7.2.4.2.2 MANIGLIE DELLE PORTE DI USCITA DI EMERGENZA DALLA CABINA	120
7.2.4.3 RIQUADRI DELLE PORTE DI ACCESSO	120
8.0 IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO ARIA	121
8.1 GENERALITA'	121
8.2 SISTEMA DI RISCALDAMENTO	122
8.2.1 PREMESSE GENERALI	122
8.2.2 UNITÀ DI RISCALDAMENTO A SOFFITTO	123
8.2.3 MODALITÀ STAND BY DELL'IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	123
8.3 IMPIANTO DI VENTILAZIONE	124
8.3.1 PREMESSE GENERALI	124
8.3.2 VENTILAZIONE IN CASO DI EMERGENZA	124
8.3.2.1 VENTILAZIONE IN CASO DI GUASTO DELL'UNITÀ DI CONDIZIONAMENTO	124
8.3.2.2 VENTILAZIONE IN CASO DI GUASTO DELL'ALIMENTAZIONE PRINCIPALE	125
8.3.2.3 VENTILAZIONE IN CASO DI PRESENZA DI FUMO A BORDO	125
8.3.3 VENTILAZIONE DEGLI APPARATI DI CONTROLLO MARCIA TRENO (ATC)	125
8.3.4 CONDOTTI DI DISTRIBUZIONE DELL'ARIA	125
8.3.5 DIFFUSORI D'ARIA	126
8.3.6 FILTRI DELL'ARIA	126
8.4 IMPIANTO DI RAFFREDDAMENTO	127
8.4.1 PREMESSE GENERALI	127
8.4.2 CIRCUITO FRIGORIGENO	128
8.4.3 SEZIONE EVAPORATORE	128
8.4.4 SEZIONE COMPRESSORE	128
8.4.5 SEZIONE CONDENSATORE	129
8.5 CENTRALINA DI TERMOREGOLAZIONE (UNITA' DI CONTROLLO)	130

8.5.1	PREMESSE GENERALI	130
8.5.2	CONTROLLO DELLA TEMPERATURE	130
8.5.3	CONTROLLO DEI COMPONENTI.....	131
8.6	SPECIFICHE DI COLLAUDO	131
9.0	EQUIPAGGIAMENTO FRENANTE E SISTEMI DI FRENATURA.....	132
9.1	GENERALITA'	132
9.2	FRENATURA DI SERVIZIO.....	132
9.3	FRENATURA DI SOCCORSO E DI EMERGENZA	133
9.3.1	FRENATURA DI SOCCORSO.....	133
9.3.2	FRENATURA DI EMERGENZA	133
9.3.3	FRENATURA DI ESTREMA EMERGENZA	133
9.3.4	FRENATURA ELETTROMAGNETICA CON PATTINI	133
9.4	FRENO AD AZIONE MECCANICA PER ATTRITO	134
9.4.1	PREMESSA	134
9.4.2	PINZE FRENO	134
9.4.3	GUARNIZIONI FRENANTI	134
9.4.4	FRENO DI STAZIONAMENTO E DI TRATTENUTA	135
9.4.4.1	FRENO DI STAZIONAMENTO.....	135
9.4.4.2	FRENO DI TRATTENUTA.....	135
9.4.5	COMANDO DI SBLOCCO DEL FRENO MECCANICO	135
9.4.5.1	COMANDO A DISTANZA DI SBLOCCO DEL FRENO	135
9.4.5.2	COMANDO MANUALE DI SBLOCCO DEL FRENO	135
9.4.5.3	SBLOCCO DEL FRENO DI STAZIONAMENTO	136
9.4.5.3.1	COMANDO A DISTANZA DI SBLOCCO DEL FRENO DI STAZIONAMENTO ...	136
9.4.5.3.2	SBLOCCO MANUALE DEL FRENO DI STAZIONAMENTO	136
9.4.5.4	NOTE	136

9.5 FRENO AD ATTUAZIONE ELETTRODINAMICA.....	136
9.6 FRENATURA MISTA	137
9.7 SISTEMA ANTI SLITTAMENTO/PATTINAMENTO	137
10.0 IMPIANTO PNEUMATICO.....	140
10.1 GENERALITA'	140
10.2 MOTOCOMPRESSORE.....	140
10.3 DETTAGLI DELL'IMPIANTO PNEUMATICO	142
10.4 CODIFICA DEI COMPONENTI.....	143
11.0 EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO DI TRAZIONE.....	144
11.1 PREMESSE GENERALI.....	144
11.1.1 TEST DI SISTEMA COMBINATO	144
11.2 SISTEMA DI CONVERSIONE DI POTENZA	145
11.3 REOSTATO DI FRENATURA	146
11.4 MOTORE DI TRAZIONE.....	147
11.5 RIDUTTORE E GIUNTO DI ACCOPPIAMENTO.....	149
11.6 REQUISITI DI MANUTENZIONE.....	150
11.7 CIRCUITO ELETTRICO DI TRAZIONE	150
11.7.1 PANTOGRAFO.....	150
11.7.2 PROTEZIONE ELETTRICA DEL CIRCUITO DI AZIONAMENTO E TRAZIONE...	151
11.7.3 CIRCUITO DI RITORNO CORRENTE.....	151
11.7.4 SISTEMI DI COMANDO PER IL COLLEGAMENTO A TERRA DEI CIRCUITI DI BORDO.....	152
12.0 ALIMENTAZIONE ELETTRICA DEGLI AUSILIARI DI BORDO.....	153
12.1 GENERALITA'	153
12.2 CONVERTITTORE AUSILIARIO.....	153
12.2.1 PREMESSE GENERALI.....	153
12.2.2 CARATTERISTICHE.....	154

12.2.2.1 CARATTERISTICHE DI INGRESSO.....	154
12.2.2.2 CARATTERISTICHE DI USCITA.....	155
12.2.3 SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO.....	155
12.2.4 MODALITÀ DI RIPARTIZIONE DEI CARICHI.....	155
12.2.5 DIAGNOSTICA E REGISTRAZIONE DEI GUASTI.....	156
12.2.6 AUTOSTARTER PER BATTERIA IN AVARIA.....	156
12.2.7 CARICABATTERIE.....	156
12.2.8 COLLEGAMENTO DELLE MASSE E MESSA A TERRA.....	157
12.2.9 PRESE ELETTRICHE IN CA.....	157
12.2.10 CONVERTITORI AUSILIARI AGGIUNTIVI CC/CC.....	157
12.3 BATTERIE.....	157
12.3.1 FUNZIONAMENTO IN EMERGENZA.....	157
12.3.2 CASSONE BATTERIE.....	158
12.3.3 PROTEZIONE ED ISOLAMENTO DELLE BATTERIE.....	158
12.4 CARICA E SCARICA DELLA BATTERIA.....	159
12.5 QUADRO INTERRUTTORI.....	159
12.6 PRESA OFFICINA.....	159
13.0 SISTEMA DI COMUNICAZIONI, SISTEMA DI INFORMAZIONE AI PASSEGGERI E SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA.....	160
13.0 SISTEMA DI COMUNICAZIONI, SISTEMA DI INFORMAZIONE AI PASSEGGERI E SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA.....	160
13.1 PREMESSE GENERALI.....	160
13.2 SISTEMA DI COMUNICAZIONI AUDIO.....	161
13.2.1 SISTEMA DI DIFFUSIONE SONORA.....	161
13.2.2 SISTEMA INTERCOMUNICANTE EMERGENZA PASSEGGERI.....	163
13.2.3 SISTEMA INTERCOMUNICANTE TRA CABINE DI GUIDA.....	163
13.2.4 RADIO TERRA TRENO (TETRA).....	163

13.3 SISTEMA DI INFORMAZIONE AI PASSEGGERI	164
13.3.1 PREMESSE GENERALI.....	164
13.3.2 INDICATORI ELETTRONICI DI DIREZIONE E DI LINEA	164
13.3.3 SISTEMA DI DISPLAY INFORMATIVI INTERNI.....	164
13.3.4 SISTEMA DI DISPLAY INFORMATIVI DI DIREZIONE TRENO.....	165
13.4 SISTEMA DI SICUREZZA DEI PASSEGGERI	165
13.4.1 TELEVISIONE A CIRCUITO CHIUSO (TVCC) PER LA SORVEGLIANZA DEL COMPARTO PASSEGGERI.....	165
13.4.2 TELEVISIONE A CIRCUITO CHIUSO PER LA SORVEGLIANZA DELLE PORTE.....	167
14.0 SISTEMA DI PROTEZIONE MARCIA TRENO: AUTOMATIC TRAIN CONTROL SYSTEM	168
14.1 PREMESSE GENERALI.....	168
14.2 RESPONSABILITA' DEL FORNITORE	168
14.3 COORDINAMENTO CON LA SOCIETA' PRODUTTRICE DEL SEGNALAMENTO ..	169
15.0 REQUISITI DI AFFIDABILITÀ, DISPONIBILITÀ, MANUTENIBILITÀ, SICUREZZA.....	170
15.1 CRITERI DI VALUTAZIONE DEL PIANO DI VERIFICA DELL' AFFIDABILITÀ	170
15.1.1 SCOPO.....	170
15.1.2 REQUISITI DI AFFIDABILITÀ.....	170
15.1.2.1 PRIMO OBIETTIVO DI AFFIDABILITÀ DI UN ELEMENTO MODULARE DEL TRENO (SEMITRENO): MEAN DISTANCE BETWEEN FAILURES	170
15.1.2.2 SECONDO OBIETTIVO DI AFFIDABILITÀ : MEAN DISTANCE BETWEEN COMPONENT FAILURES	171
15.1.3 MONITORAGGIO DELL'AFFIDABILITÀ.....	171
15.1.4 DIFETTI DI PROGETTAZIONE.....	172
15.2 REQUISITI DI DISPONIBILITA'.....	172
15.2.1 OBIETTIVO DI DISPONIBILITÀ.....	172
15.2.2 MONITORAGGIO DELLA DISPONIBILITÀ.....	172

15.3 REQUISITI DI MANUTENIBILITA'.....	173
15.3.1 OBIETTIVI DI MANUTENIBILITÀ	173
15.3.2 MONITORAGGIO DELLA MANUTENIBILITÀ	174
15.4 REQUISITI DI SICUREZZA.....	174
15.5 ANALISI DEI GUASTI	175
16.0 OBBLIGHI GENERALI RELATIVI ALLA REDAZIONE E CONSEGNA DELLA PRODUZIONE DOCUMENTALE	176
16.1 REQUISITI GENERALI DEGLI ELABORATI GRAFICI.....	176
16.1.1 CONSEGNA DISEGNI	176
16.1.2 DISEGNI DA TRASMETTERE PER L'ACCETTAZIONE DEL COMMITTENTE.....	176
16.1.2.1 DESCRIZIONE DI SISTEMA.....	176
16.1.2.2 STRUTTURA DELLE CASSE DEL ROTABILE.....	177
16.1.2.3 CARRELLI.....	177
16.1.2.4 ACCOPPIATORI E GANCI DI TRAZIONE.....	177
16.1.2.5 FINITURE INTERNE COMPARTO PASSEGGERI	177
16.1.2.6 PORTE E CONTROLLI DELLE PORTE.....	178
16.1.2.7 IMPIANTO ARIA CONDIZIONATA.....	178
16.1.2.8 IMPIANTO FRENANTE.....	178
16.1.2.9 IMPIANTO PNEUMATICO.....	178
16.1.2.10 IMPIANTO DI AZIONAMENTO E TRAZIONE.....	179
16.1.2.11 IMPIANTO AUSILIARIO DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA.....	179
16.1.2.12 IMPIANTO DI TELECOMUNICAZIONI DI BORDO (TCZ)	179
16.1.2.13 AUTOMATIC TRAIN CONTROL SYSTEM – APPARATO DI BORDO.....	179
16.1.3 FORMATO GENERALE DEI DISEGNI	180
16.1.4 REQUISITI RICHIESTI AI DISEGNI	180
16.1.4.1 INDICAZIONI PRINCIPALI NEI DISEGNI DEGLI ASSIEMI DI PRIMO LIVELLO	180

16.1.4.2 SCHEMI DEI CIRCUITI ELETTRICI.....	181
16.1.4.3 ANALISI FUNZIONALE	182
16.1.4.4 SPIEGAZIONE ARTICOLATA DEI DIVERSI SCHEMI CIRCUITALI (ELETTRICI, PNEUMATICI, RETE DATI, ETC)	182
16.1.4.5 DISEGNI DI ALLESTIMENTO DI APPARECCHIATURA	182
16.1.4.6 SCHEMI DI COLLEGAMENTO.....	182
16.1.4.7 DISEGNO TRACCIATO CAVI.....	182
16.1.4.8 LISTA CAVI.....	182
16.1.4.9 TAVOLE DELLE CONNESSIONI DELLE MORSETTIERE.....	182
16.2 REQUISITI DI TRASMISSIONE DELLE DOCUMENTAZIONI TECNICHE.....	183
16.3 SPECIFICHE AS-BUILT DEL TRENO	183
16.4 MANUALI DI MANUTENZIONE	183
16.4.1 PREMESSE GENERALI.....	183
16.4.2 MANUALI DI MANUTENZIONE CORRENTE	184
16.4.3 MANUALI DI MANUTENZIONE CICLICA.....	185
16.4.4 MANUALI DELLE REVISIONI	185
16.5 CATALOGHI ILLUSTRATI DELLE PARTI	185
16.6 MANUALI DI CONDOTTA.....	186
16.7 MANUALI DI ADDESTRAMENTO	187
16.8 LIBRETTO DI ACCOMPAGNAMENTO DELLA CARROZZA (CAR HISTORY BOOK)	187
16.9 FOTOGRAFIE	188
17.0 TIPOLOGIA DI PROVE RICHIESTE E CRITERI DI EFFETTUAZIONE ED ACCETTAZIONE	189
17.1 PROVE DI QUALIFICA DEL PROGETTO (PROVE DI TIPO).....	189
17.2 PROVE DI ACCETTAZIONE (CONFORMITA' DELLA PRODUZIONE O PROVE DI SERIE).....	189
17.3 DOCUMENTAZIONE PROBATORIA DELLE PROVE.....	190

17.3.1 PIANO DELLE PROVE DI ACCETTAZIONE.....	190
17.3.2 PROCEDURE DI PROVA.....	190
17.3.3 REPORT DELLE PROVE.....	190
17.3.4 PROVE DA EFFETTUARE.....	190
17.3.5 PIANO DELLE PROVE.....	191
17.4 PROVE DEL MATERIALE ROTABILE AL COMPLETAMENTO DELLA COSTRUZIONE E PRIMA DELL'IMMISSIONE IN SERVIZIO.....	191
17.4.1 PROVE PRELIMINARI DI MESSA A PUNTO.....	191
17.4.1.1 REQUISITI DELLE PROVE DI ASSESTAMENTO.....	191
17.4.1.2 PROVE DI PRE-ESERCIZIO DI SERVIZIO COMMERCIALE.....	192
17.4.2 PROVE DI ACCETTAZIONE.....	192
17.4.3 PROVE DI VERIFICA (INVESTIGATION TESTS).....	192
18 MATERIALI E MANIFATTURA.....	193
18.1 PREMESSE GENERALI.....	193
18.2 AGGANCI E SISTEMI DI FISSAGGIO.....	193
18.3 ELEMENTI E PEZZI.....	194
18.4 APPARECCHIATURE ELETTRICHE.....	194
18.4.1 CONNESSIONI ELETTRICHE.....	194
18.4.2 ISOLAMENTO DEI CAVI.....	195
18.4.3 CAPACITÀ DEI CAVI.....	195
18.4.4 CONDUTTORI E TREFOLI.....	196
18.4.5 RACCOMANDAZIONI PER IL CABLAGGIO.....	196
18.4.7.1 PROVE DI MISURA DELLA RESISTENZA DI ISOLAMENTO.....	196
18.4.7.2 PROVE DI TENSIONE.....	197
18.4.8 SEGREGAZIONE DI CAVI APPARTENENTI A SISTEMI CON CLASSE DI TENSIONE DI FUNZIONAMENTO DIFFERENTE.....	197
18.4.9 DISPOSITIVI E STRUMENTI INSERITI NEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....	198

18.4.9.1 PREMESSE GENERALI.....	198
18.4.9.2 INTERRUTTORI.....	198
18.4.9.2.1 PREMESSE GENERALI.....	198
18.4.9.2.2 INTERRUTTORI AD ALTA TENSIONE IN CORRENTE CONTINUA.....	198
18.4.9.3 RELE' E CONTATTORI.....	198
18.4.9.3.1 PREMESSE GENERALI.....	198
18.4.9.3.2 CONTATTORI E RELÈ DI CONTROLLO.....	199
18.4.9.3.3 CONTATTORI PER ALTA TENSIONE IN CORRENTE CONTINUA (DC).....	199
18.4.9.4 COMMUTATORI.....	199
18.4.9.5 FUSIBILI.....	200
18.4.9.6 SBARRE COLLETTRICI.....	200
18.4.9.7 TRASFORMATORI ED INDUTTORI.....	200
18.4.9.8 MOTORI ELETTRICI.....	200
18.4.9.9 SCHEDE CON CIRCUITI STAMPATI.....	201
18.4.10 POSA IN OPERA DI CONDUTTORI E CAVI.....	201
18.5 VERNICI, RIVESTIMENTI E PROTEZIONI.....	202
18.5.1 PREMESSE GENERALI.....	202
18.5.2 VERNICIATURA.....	203
18.5.3 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI.....	204
18.5.4 TRATTAMENTO DELLE SUPERFICI.....	204
18.5.5 APPLICAZIONE DELLE VERNICI.....	205
18.5.6 RIPARAZIONE DI SUPERFICI DANNEGGIATE.....	205
18.5.7 PROVA E CONTROLLO.....	205
18.5.8 RIMOZIONE DEI GRAFFITI.....	206
18.6 SICUREZZA ANTINCENDIO.....	206
18.6.1 PREMESSE GENERALI.....	206

18.6.2 PROVA DI RESISTENZA AL FUOCO DEL PAVIMENTO STRUTTURALE DELLA CASSA	207
18.6.3 TOSSICITÀ.....	207
18.7 ARMADI DELLE APPARECCHIATURE.....	207
18.8 FOGLI DI COMPENSATO.....	208
18.10 LASTRE TERMOPLASTICHE	208
18.10.1 PREMESSE GENERALI.....	208
18.11 ELASTOMERI.....	209
18.12 POLIESTERE RINFORZATO CON VETRO.....	209
18.12.1 PREMESSE GENERALI.....	209
18.12.2 RESINA	210
18.12.3 RINFORZI IN FIBRA DI VETRO.....	210
18.12.4 ADDITIVI	210
19.0 PROJECT MANAGEMENT: REQUISITI.....	211
19.1 GENERALITA'	211
19.1.1 PROJECT MANAGER.....	211
19.1.2 RIUNIONI DI AVANZAMENTO.....	211
19.2 PROGRAMMAZIONE E REVISIONE DELLE ATTIVITA' DI VERIFICA DELLE DOCUMENTAZIONI TECNICHE PROGETTUALI.....	212
19.2.1 PREMESSE GENERALI.....	212
19.2.2 RIESAME DEL PROGETTO DI OFFERTA.....	214
19.2.3 RIESAME DEL PROGETTO DEFINITIVO DI PRIMA REVISIONE.....	215
19.2.4 RIESAME DEL PROGETTO DEFINITIVO COMPLETO.....	216
19.3 AVVIO REALIZZAZIONE PRODOTTO	216
19.4 INTEGRAZIONE DI SISTEMA.....	218
20.0 ASSICURAZIONE DI QUALITA'	219
20.1 PREMESSE GENERALI.....	219

20.2 PIANO DI ASSICURAZIONE DELLA QUALITA'.....	219
20.2.1 VALUTAZIONE DEL PIANO DI ASSICURAZIONE DELLA QUALITÀ.....	219
20.2.2 PROGRAMMA DI ASSICURAZIONE DELLA QUALITÀ.....	219
20.3 CONTROLLO DELLA CONFIGURAZIONE DEL MATERIALE ROTABILE.....	220
20.3.1 MODIFICHE AL PROGETTO	220
20.3.2 PART NUMBER E SERIAL NUMBER.....	220
20.4 OBBLIGHI DI CONFORMITA' DI PRESTAZIONE DA PARTE DEI PRODUTTORI/SUBFORNITORI	221
20.5 REQUISITI PER ISPEZIONI IN SITO	223
21.0 COMPONENTI DI RICAMBIO E SUSSIDI OPERATIVI PER LA MANUTENZIONE.....	224
21.1 RICAMBI NEL PERIODO DI GARANZIA.....	224
21.2 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI E LISTINO PREZZI NEI CATALOGHI ILLUSTRATI DEI SOTTOASSIEMI	224
21.3 RICAMBI E SCORTE STRATEGICHE.....	225
21.4 REPERIBILITA' DEI RICAMBI	225
21.5 ATTREZZATURE SPECIFICHE E SPECIALI	226
21.6 STRUMENTI DI PROVA E DIAGNOSTICA	226
21.7 SERVIZIO DI ASSISTENZA COMPLETA PER LA FASE DI RODAGGIO IN ESERCIZIO DEI SINGOLI TRENI.....	228
21.7.1 PREMESSA.....	228
21.7.2 OGGETTO DELLA PRESTAZIONE	228
21.7.3 PERIODI DI INDISPONIBILITÀ DEL MATERIALE ROTABILE PER L'ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI RICOMPRESI NELLE PRESTAZIONI DI ACFR.....	229
21.7.4 LUOGO DI ESECUZIONE DELLE PRESTAZIONI DI ACFR	229
21.7.5 MANUTENZIONE CORRETTIVA EXTRAGARANZIA	229
21.7.6 MODALITÀ DI EFFETTUAZIONE DEGLI INTERVENTI RELATIVI ALL'ACFR...	230
22.0 OBBLIGHI DI FORMAZIONE.....	231

22.1 PARTE GENERALE.....	231
22.2 OBIETTIVI DELLA FORMAZIONE	231
22.3 SELEZIONE DEL PERSONALE DA ADDESTRARE	231
22.4 METODOLOGIE DI ADDESTRAMENTO	231
22.5 PERSONALE DOCENTE DEL FORNITORE.....	232
22.6 SEDI DI FORMAZIONE	232
22.7 ATTREZZATURE FORMATIVE.....	233
22.8 ORGANIZZAZIONE DELLA LOGISTICA DEI DISCENTI	233
23.0 SISTEMA DI DIAGNOSTICA, CONTROLLO E GESTIONE DEL TRENO (SCADA)	234
23.1 GENERALITA'	234
23.2 RETE DI COMUNICAZIONE DEL TRENO (TRAIN COMMUNICATION NETWORK)	235
23.3 REQUISITI DI SISTEMA	235
23.3.1 REQUISITI HARDWARE	235
23.3.2 REQUISITI PER IL SOFTWARE	235
23.4 TRAIN NETWORK STRUCTURE.....	237
23.5 DATA COMMUNICATION.....	238
23.5.1 RETE PER IL 'SISTEMA DI DIAGNOSTICA, CONTROLLO E GESTIONE DEL TRENO'	238
23.5.2 L'MVM (MULTIFUNCTION VEHICLE BUS).....	239
23.5.3 MONITORAGGIO E CONTROLLO CENTRALIZZATO DEI DISPOSITIVI.....	239
23.5.4 CENTRAL CONTROL UNIT (Unità centrale di controllo).....	240
23.5.5 UNITÀ DI CONTROLLO DELL'INVERTER DI TRAZIONE.....	241
23.5.6 MODULI DI INPUT/OUTPUT	241
23.6 FUNZIONE DI AUTODIAGNOSTICA DEL TRENO	241
23.7 SISTEMA DI DIAGNOSTICA CENTRALIZZATO (CENTRAL DIAGNOSTIC SYSTEM/CDS).....	242

23.7.1 GENERALITÀ.....	242
23.7.2 SISTEMA DI CLASSIFICAZIONE DELLE AVARIE	244
23.8 DISPLAY DELLA CONSOLLE DEL BANCO DI GUIDA DEL MACCHINISTA.....	244
23.8.1 SCHERMATA DI SERVIZIO	245
23.8.2 SCHERMATA DI CONTROLLO	245
23.8.3 SCHERMATA DIAGNOSTICA.....	246
23.8.4 SCHERMATA DI MANUTENZIONE.....	246
23.9 REQUISITI PER LA MANUTENZIONE.....	247
23.10 TRASMISSIONE DATI WIRELESS.....	248

ALLEGATI

Allegato A	CONTENUTI DELLA PROPOSTA DI PROGETTO DI FORNITURA TRENI Allegato A1: TRENI ED APPARECCHIATURE DA FORNIRE Allegato A2: RICAMBI STRATEGICI Allegato A3: ATTREZZATURE SPECIALI E STRUMENTI DI PROVA E DIAGNOSTICA Allegato A4: ATTREZZATURE E STRUMENTI PER LA FORMAZIONE
Allegato B	PROVE Tavola B1 : Prove di tipo Tavola B2: Prove di serie
Allegato C	SUBFORNITORI E PRODUTTORI DI COMPONENTI ED EQUIPAGGIAMENTI DI BORDO: TIPOLOGIE, SEDI DI PRODUZIONE ED ASSEMBLAGGIO, MODALITA' DI VERIFICA E DI PROVA
Allegato D	CARATTERISTICHE TECNICHE E PARAMETRI PRESTAZIONALI DEI TRENI D1. TABELLA DESCRITTIVA DI TUTTI I PARAMETRI TECNICO PRESTAZIONALI DEI TRENI D2. LISTA DEGLI STANDARD TECNICI D3. TAVOLA DI RIASSUNTO CAPACITA' DI TRASPORTO PASSEGGERI D4. TAVOLA DI SUPPORTO CON I DATI TECNICI DEI TRENI D5. TAVOLA DI SUPPORTO CON I DATI TECNICI DEI TRENI
GT.04.1	- Sagoma limite degli ostacoli fissi
GT.04.2	- Figurino dell'Unità di Trazione Attuale
GT.04.3	- Sagoma limite cinematica dell'Unità di Trazione Attuale
GT.04.4	- Profili plano-altimetrici della linea
GT.04.5	- Piano schematico del segnalamento
GT.04.6	- Sistema Radio Terra Treno (TETRA)
GT.04.7	- Impianto di segnalamento della Linea 1 - Tratta Dante-Garibaldi/CDN

1.0 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLA FORNITURA

1.1 OGGETTO

Il Capitolato Tecnico della Fornitura riguarda la costruzione e la consegna di Elettrotreni Modulari – costituiti da sei casse e con due identiche cabine di guida alle estremità- da fornire al Committente per l'utilizzazione in esercizio pubblico con passeggeri sulla Linea 1 della metropolitana di Napoli.

Nel seguito un elettrotreno a sei casse verrà chiamato anche treno.

I treni dovranno essere fisicamente e funzionalmente compatibili con le caratteristiche tecniche esistenti sulla Linea 1, sia nella tratta già in esercizio sia in quella di prossima costruzione per la sua estensione.

Il Fornitore dovrà eseguire tutti i calcoli e le verifiche tecniche atte a dimostrare la piena compatibilità con le caratteristiche suddette.

Tutti i treni oggetto di questo appalto saranno alimentati attraverso linea aerea di contatto a 1500 Vcc e saranno definiti Serie ET-2.

1.2 SPECIFICA GENERALE DELL'OGGETTO DELLA FORNITURA

L'oggetto della fornitura sarà specificato nei capitoli e paragrafi seguenti e le varie caratteristiche di dettaglio saranno evidenziate nei diversi capitoli che formano questo Capitolato Tecnico.

In ogni caso, gli elementi modulari singoli (unità di trazione o semitreni) che compongono il treno devono essere perfettamente identici tra loro, con le stesse caratteristiche meccaniche, elettriche e geometriche, con gli stessi equipaggiamenti ed impianti di bordo.

I treni che formano l'oggetto di questa fornitura dovranno essere perfettamente accoppiabili con i treni della flotta già attualmente in esercizio in maniera da poter effettuare eventuali operazioni di soccorso reciproco con traino.

Per quanto non specificamente dettagliato nel presente Capitolato si farà riferimento alla Norma UNI 11378/2010 per quanto applicabile ed alle norme ivi richiamate.

I treni forniti non dovranno, in alcun modo, produrre vincoli al servizio in termini di prestazione rispetto a quanto già correntemente realizzato con gli attuali treni in esercizio su Linea 1.

1.2.1 IMPOSTAZIONI PROGETTUALI

Il Fornitore sarà responsabile per l'esecuzione dell'intero progetto relativo alla costruzione del singolo treno e di tutti i suoi equipaggiamenti, nonché per l'elaborazione e consegna di tutta la documentazione tecnica necessaria per l'attuazione del progetto.

Le linee guida per il progetto del singolo treno sono:

- a) Gradevole aspetto estetico, con cassa esterna dei veicoli a profilo aerodinamico e con la parte interna del comparto viaggiatori a massima funzionalità per il servizio metropolitano. La parte esterna delle casse dei veicoli e quella interna dovranno essere progettate per la massima armonia tra di loro. Il progetto relativo alle forme, ai colori ed alla scelta dei materiali e del lay out interno dovrà essere sviluppato anche in collaborazione con un Designer o un Architetto di provata esperienza nel campo.
- b) Massimo livello di sicurezza per i passeggeri ottenuta attraverso progettazione strutturale all'avanguardia rispetto all'analisi delle azioni di carico ed alla riduzione delle sollecitazioni a fatica

sugli elementi portanti della cassa e su quelli dei carrelli, utilizzando le verifiche agli elementi finiti contestualmente a test o prove in scala reale quando occorra.

- c) Ottimizzazione delle accelerazioni e decelerazioni, in coerenza con i dettami e con le caratteristiche del sistema di segnalamento e del sistema di alimentazione elettrica per la trazione dei treni, con capacità di potersi adeguare ai futuri sviluppi di questi ultimi, da mettere in campo per riduzioni delle frequenze o dei tempi di viaggio utili al miglioramento della capacità di trasporto della Linea.
- d) Ottimizzazione del comfort del viaggio attraverso un progetto dei carrelli e delle sospensioni specificamente sviluppato per la marcia sul tracciato della linea.
- e) Bassa emissione di rumore, attuata sia con il ricorso a soluzioni e materiali a bassa emissione sia attraverso l'impiego di tecnologie all'avanguardia per l'assorbimento del rumore indotto verso l'ambiente ed i passeggeri.
- f) Analisi approfondita dei carichi di incendio e massima sicurezza antincendio da conseguirsi attraverso utilizzo di materiali resistenti al fuoco e con ridotta emissione di fumi tossici in caso di incendio nonché attraverso la progettazione di un pavimento adeguatamente resistente alla propagazione delle fiamme.
- g) Efficace riduzione del peso massimo del treno tale da conseguire la riduzione del consumo energetico e di quello del sistema ruota/rotaia.
- h) Equipaggiamenti di trazione con prestazioni di alta efficienza e di altissima affidabilità, relativamente ad inverter di regolazione, motori di trazione e sistemi di trasmissione puntando, unitamente a quanto riportato al punto g), ad ottenere la massima riduzione di consumi energetici di tutti i sistemi di bordo di conversione ed utilizzazione dell'energia elettrica appartenenti al treno.
- i) Sistemi attivi di frenatura che attuino la gestione della opportuna combinazione tra la frenatura elettrodinamica (ED) e quella elettropneumatica (EP), puntando ad ottenere il controllo del pattinamento e dello slittamento del treno, massima accuratezza nell'arresto in frenatura e massima riduzione dell'usura delle guarnizioni frenanti e dei dischi freno.
- j) Progetto di adeguati spazi a bordo capaci di ospitare future implementazioni del sistema di controllo della marcia treno correlato con il sistema di segnalamento e di distanziamento treni.
- k) Elettronica di potenza all'avanguardia per la gestione dei sistemi di alimentazione degli impianti ausiliari di bordo (Convertitori ed alimentatori), puntando ad avere la più alta ridondanza possibile di questi sistemi ed una ottimale ripartizione dei carichi delle utenze tra gli stessi.
- l) Elevato e selettivo utilizzo di materiali riciclabili a bordo treno, puntando alla migliore ecosostenibilità del progetto del treno.
- m) Possibilità di trasmissione wireless dei principali parametri relativi alla marcia in esercizio dei treni verso lo staff della manutenzione rotabili sito presso le Officine del Committente.
- n) Elevate prestazioni RAMS (affidabilità, disponibilità, manutenzione e sicurezza) del treno.

1.2.2 COSTRUZIONE, CONSEGNA E GESTIONE ASSISTENZA IN GARANZIA

In ossequio a quanto indicato nel seguito di questo Capitolato Tecnico, il Fornitore sarà responsabile della costruzione del treno e dei suoi equipaggiamenti di bordo e dovrà eseguire, in garanzia, tutta la manutenzione correttiva e/o la riprogettazione di impianti/componenti difettosi nonché le attività di assistenza completa in fase di rodaggio e garanzia.

1.2.3 PROVE

Il Fornitore dovrà provare i treni e tutti i componenti (hardware e software) di bordo come di seguito descritto al fine di garantire che gli stessi siano perfettamente compatibili ed adatti con gli scopi prefissati dal Committente nell'ambito dell'appalto.

1.2.4 CONSEGNA A DESTINO

Il Fornitore dovrà effettuare la consegna franco destino di tutti i treni, delle scorte strategiche (impianti o apparecchiature o sottoassiemi meccanici rilevanti per la gestione della manutenzione ciclica e della disponibilità dei treni in esercizio) e dei ricambi consumabili, delle attrezzature speciali per la manutenzione e prove dei treni e delle attrezzature fisse e portatili per la gestione della diagnostica e ricerca guasti.

1.2.5 GESTIONE DELL'ORGANIZZAZIONE DELLE FASI DI PRODUZIONE E CONSEGNA

Il Fornitore dovrà curare tutta l'organizzazione delle varie fasi che accompagnano la produzione, la consegna e la messa in servizio dei treni in maniera da garantire che tutti i treni siano capaci di effettuare il servizio pubblico di trasporto passeggeri ottenendo le previste autorizzazioni dal competente Ministero dei Trasporti Italiano o dagli Uffici autorizzati da quest'ultimo.

1.2.6 MODELLO DIMOSTRATIVO IN SCALA REALE (MOCKUP)

Il Fornitore dovrà produrre dei modelli rappresentativi completi -in scala reale o in scala ridotta, secondo le esigenze del Committente- delle carrozze più rappresentative del treno nonché qualsiasi altro modello dimostrativo, in scala reale o in scala ridotta, previsto dal seguente Capitolato Tecnico.

1.2.7 PARTI DI RICAMBIO

Il Fornitore dovrà consegnare tutte i materiali di ricambio, costituenti scorta strategica per il Committente (compresi nella fornitura treni), presso il magazzino del Committente in Napoli.

Inoltre, il Fornitore dovrà consegnare a destino, gestendo appropriatamente le quantità di scorta, tutti i pezzi di ricambio ed i materiali di consumo, costituenti scorta tecnica, necessari per la corretta esecuzione degli interventi di manutenzione, nei tre anni di durata della garanzia dall'immissione in servizio pubblico per ciascun treno.

1.2.8 ATTREZZATURE SPECIALI PER LA MANUTENZIONE DEL TRENO E DELLE SUE APPARECCHIATURE DI BORDO

Il Fornitore dovrà consegnare a destino tutte le attrezzature necessarie all'effettuazione della manutenzione corrente nonché di quella ciclica di revisione speciale e generale.

1.2.9 ATTREZZATURE PER LA DIAGNOSTICA E PROVA

Il Fornitore dovrà consegnare a destino tutte le attrezzature di prova e diagnostica utili al monitoraggio diagnostico e funzionale di tutti i subcomponenti installati sui diversi impianti di bordo.

Il Fornitore dovrà altresì consegnare le attrezzature per effettuare eventuali recuperi di carrozze deragliate, con necessità di sollevamento ruote e carrelli interi dalla sede al binario.

1.2.10 MANUALI E CATALOGHI ILLUSTRATI DEL TRENO E DEI SOTTOASSIEMI IMPIANTISTICI DI BORDO

Il Fornitore dovrà consegnare tutti i manuali ed i cataloghi illustrati dei sottoassiemi di bordo per l'uso, la manutenzione corrente e per quella ciclica di revisione dei treni e dei sottoassiemi impiantistici di bordo. Tutta la documentazione tecnica richiamata ai precedenti punti, compresi i disegni, dovrà essere redatta in lingua Italiana.

1.2.11 FORMAZIONE ED ADDESTRAMENTO DEL PERSONALE DEL COMMITTENTE

Il Fornitore dovrà istruire il personale coinvolto nell'uso e/o nella manutenzione del treno (Responsabili di Formazione per macchinisti e manutentori) per garantire la piena conoscenza della concezione e del funzionamento di tutti gli impianti di bordo, della modalità di guida in esercizio, della gestione della manutenzione corrente e ciclica del treno.

In sede di esecuzione della fornitura dovranno essere dichiarate tutte quelle parti del rotabile che sono coperte al momento della gara stessa da brevetto o privativa industriale. Tutte queste parti, ancorché ammesse dovranno comunque essere corredate da ogni indicazione progettuale per una successiva corretta gestione da parte dell'acquirente dal punto di vista manutentivo e della ricerca guasti, senza dovere dipendere dal costruttore primo. I disegni di progetto dovranno essere resi disponibili con un grado di definizione ed approfondimento tale per consentire al cliente di eseguire correttamente le manutenzioni previste negli appositi manuali d'uso.

I SW installati sulle parti elettroniche di tipo digitale, dovranno essere consegnati debitamente documentati e descritti per consentirne la migliore comprensione funzionale degli apparati caricati con detti SW.

Dovranno essere comunicati i tools necessari alla manutenzione o all'attivazione in modo comprensibile e con facilità delle diagnostiche previste sugli apparati caricate con i già menzionati SW.

Dovrà essere comunicato l'elenco dei tools dedicati agli operatori della manutenzione dei treni per l'idonea interfaccia con le apparecchiature elettroniche di bordo.

Detti tools dovranno permettere di controllare la funzionalità e le operazioni di carico dati delle apparecchiature controllate.

La relativa gestione dovrà essere facilmente accessibile anche da parte di personale dotato delle normali conoscenze informatiche.

Al fine di garantire il committente da eventuali cessate attività da parte del costruttore dei treni e/o dei sottoassiemi impiantistici di bordo con relativa problematica di disponibilità dei Software definitivi, il Fornitore dovrà osservare gli obblighi imposti dall'art. 35 della Schema di contratto applicativo relativo alla fornitura degli elettrotreni.

1.2.12 RAPPRESENTANZA A NAPOLI

Il Fornitore dovrà mettere a disposizione, presso il deposito di Napoli, un presidio tecnico-operativo di supporto adeguato al raggiungimento di obiettivi di massima regolarità e disponibilità dei treni, come ulteriormente specificato nel Capitolato Tecnico.

Il presidio tecnico operativo di supporto dovrà essere impegnato, a titolo esemplificativo e non esaustivo, per:

- la gestione dei servizi di assistenza, manutenzione e riparazione durante la fase di rodaggio e quella di garanzia,

- la gestione dei processi di formazione del personale del Committente,
- la fornitura di manuali e cataloghi illustrativi dei sottoassiemi impiantistici di bordo,
- la fornitura e l'aggiornamento dei disegni e delle documentazioni.

Il presidio tecnico-operativo di supporto a Napoli dovrà altresì essere responsabile per il supporto tecnico per l'accettazione e la messa in esercizio sia degli impianti di bordo sia del treno prendendosi cura della effettuazione di tutte le prove richieste dal Committente e dagli Organi del Ministero dei Trasporti.

1.2.13 PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO

UNI 11378/2010	Materiale rotabile per metropolitane – Caratteristiche generali e prestazioni Norme correlate di cui al punto 2 per quanto applicabili
Circolare Ministero dei Trasporti – Direzione V - N.201 del 16 settembre 1983	D.P.R. 753/80 – Approvazione del materiale rotabile per le ferrovie in concessione...omissis.. e per le metropolitane
UNI CEI 11170-1	Linee guida per la protezione al fuoco dei veicoli ferrotranviari ed a via guidata – Principi generali.
UNI CEI 11170-2	Linee guida per la protezione al fuoco dei veicoli ferrotranviari ed a via guidata – Accorgimenti progettuali – Misure di contenimento dell'incendio – Sistemi di regolazione, controllo ed evacuazione.
UNI CEI 11170-3	Linee guida per la protezione al fuoco dei veicoli ferrotranviari ed a via guidata – Valutazione del comportamento al fuoco dei materiali - Limiti di accettabilità.
ISO 9001:2000	Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti.
EN 12663	Railway applications – Structural requirements of railway vehicle bodies
EN 50306-1-2-3	Railway rolling stock cables having special fire performance - Thin wall
CEI EN 50086	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
CEI EN 50121-1	Applicaz. ferroviarie. Compatibilità elettromagnetica. Parte 1 : Premesse generali
CEI EN 50121-3-1	Applicazioni ferroviarie. Compatibilità elettromagnetica. Parte 3-1 : Materiale rotabile – Treno e carrozza completo.
CEI EN 50121-3-2	Applicazioni ferroviarie. Compatibilità elettromagnetica. Parte 3-2 : Materiale rotabile – Apparecchiature.
CEI EN 50124-1	Applicazioni ferroviarie. Coordinamento degli isolamenti. Parte 1: Requisiti base – Distanze in aria e distanze superficiali per tutta l'apparecchiatura elettrica e elettronica.
CEI EN 50125-1	Applicazioni ferroviarie. Condizioni ambientali per le apparecchiature. Parte 1: apparecchiature nel materiale rotabile.
CEI EN 50153	Misure di protezione contro i pericoli di origine elettrica.
CEI EN 50155	Applicazioni ferroviarie - Equipaggiamenti elettronici utilizzati sul materiale rotabile
CEI EN 50215	Applicazioni ferroviarie. Prove sul materiale rotabile dopo il completamento della costruzione e prima dell'entrata in servizio.
EN 50264-1	Railway rolling stock cables having special fire performance - Standard wall – Part 1: general requirements.
EN 50264-2	Railway rolling stock cables having special fire performance - Standard wall – Part 2:

	single core cables
EN 50264-3	Railway rolling stock cables having special fire performance - Standard wall - Part 2: multicore cables
CEI EN 50274	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione - Protezione contro le scosse elettriche (contatto diretto accidentale).
EN 50343	Applicazioni ferroviarie, tranviarie e metropolitane - Materiale rotabile - regole per l'installazione del cablaggio.
CEI EN 60349-2	Macchine elettriche rotanti per veicoli su binario e stradali. Motori elettrici in corrente alternata alimentati da convertitori elettronici.
CEI EN 60439-1	App. assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: app. soggette a prove di tipo (AS) e parzialmente soggette (ANS).
CEI EN 60439-3	Idem c.s. - Prescrizioni particolari per app. installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso (quadri di distribuzione ASD).
CEI EN 60439-3/A2	Idem c.s. - Variante
CEI EN 60529	Gradi di protezione dalla penetrazione di solidi e liquidi per contenitori di apparecchiature elettriche.
CEI EN 61373	Applicazioni ferroviarie. Materiale rotabile. Prove d'urto e vibrazioni
UNI EN 14750-1	Applicazioni ferroviarie - Aria condizionata 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 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 779	Filtri d'aria antipolvere per ventilazione generale. Requisiti, prove, marcatura.

1.2.14 TRATTAMENTO DELLE CONTRADDIZIONI

Eventuali contraddizioni fra le prescrizioni del presente Capitolato e quelle previste dalle Norme italiane ed europee vigenti devono essere risolte in accordo con il Committente.

2.0 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL TRENO

2.1 COMPOSIZIONE BASE

L'elettrotreno a sei casse dovrà essere composto da due semitrene identici (denominati serie ET2/MT-00) costituiti da 3 casse ciascuno. Ai fini manutentivi, il semitreno modulare dovrà essere trattato autonomamente, senza vincoli di accoppiamento con l'altro semitreno.

Ogni semitreno rappresenterà il *modulo base* di composizione dei treni e dovrà avere la carrozza di testa dotata di cabina per la guida in servizio passeggeri e quella di coda dotata di banchetto o dispositivo per la manovra e guida in Deposito, a velocità non superiore a 15 km/h. Dovrà, inoltre avere, due pantografi non parallelati.

Ciascun semitreno modulare dovrà essere progettato con linea e forme estetiche capaci di ottimizzare la pulizia ed il lavaggio dei treni contestualmente alla miglior forma aerodinamica.

Disegni a colori e rendering relativi alla forma ed all'immagine del treno dovranno essere presentati al Committente per la sua approvazione.

Il treno dovrà avere una larghezza- misurata fra la parte esterna delle pannellature laterali della cassa del carrozza- non inferiore a 2,90 metri.

La lunghezza massima dei treni dovrà essere di 108,00 metri, al netto della sporgenza degli accoppiatori.

L'altezza massima del treno dovrà essere determinata dal Fornitore nel rispetto dei vincoli dettati dalla sagoma limite delle gallerie della linea e della esistente linea aerea di alimentazione.

L'altezza del pavimento del treno, in assetto di marcia ed a cerchioni nuovi, rispetto al piano di rotolamento (sommità della rotaia) dovrà essere non superiore a 1080 mm e, comunque, tale da rispettare la Norma UNI 7360/2010 in termini di garanzia di accessibilità di utenti disabili con carrozzina.

La capacità di incarozzamento del treno, calcolata con un coefficiente di 6 persone a mq e con la presenza a bordo di almeno 4 carrozzelle per disabili motori, dovrà essere *non inferiore a 1220 persone*.

La percentuale di posti a sedere rispetto alla capacità di incarozzamento totale di passeggeri, come sopra calcolata, dovrà essere *non inferiore al 12%*.

L'area degli intercomunicanti delle zone di accoppiamento fra casse adiacenti non dovrà essere considerata nel calcolo della capacità di trasporto.

I sedili dovranno essere disposti solo lateralmente, in adiacenza alle pareti laterali della cassa.

La larghezza di ciascun sedile dovrà essere non inferiore a 460 mm, fermo restando che si potranno progettare sistemi continui di sedute multiple.

Lo spazio disponibile per le gambe, per i passeggeri seduti dovrà essere di 300 mm, allorché si prevedano alloggiamenti di piantoni o altri ostacoli davanti alle sedute (per es. vani porta nel caso di strapuntini, etc).

L'area dedicata per l'alloggiamento delle persone disabili con carrozzelle, da porsi nelle due carrozze contenenti la cabina di guida, dovrà consentire il trasporto in sicurezza, nel rispetto delle prescrizioni contenute al punto 5.2 della norma UNI 11378/2010, di almeno due carrozzelle affiancate.

L'altezza libera del cielo all'interno del treno, lungo le zone di passaggio e di sosta in piedi, deve essere *non minore di 2000 mm*.

In punti singolari (per esempio passaggi liberi intercomunicanti) è ammessa un'altezza minore, fino a 1900 mm, purchè si adottino adeguate precauzioni e segnalazioni per la sicurezza dei passeggeri.

Tutte le aree disponibili per i passeggeri in piedi (vedere punto 7.1) devono essere dotate di adeguati sostegni (mancorrenti, maniglie, ecc.) agevolmente raggiungibili dai passeggeri stessi. Tali dispositivi devono altresì essere collocati in modo da agevolare i flussi dei passeggeri in salita, in discesa e all'interno del rotabile. L'eventuale raccordo fra tratti aventi direzione diversa deve essere realizzato mediante opportuni raccordi che non presentino spigoli e angoli retti.

I progetti delle singole apparecchiature ed equipaggiamenti dovranno avere preferenzialmente una collaudata dimostrazione di verifica di buon esito in servizio su altri treni in esercizio su linee metropolitane.

2.2 CARATTERISTICHE DEL BINARIO E LIMITI IMPOSTI DALLA INFRASTRUTTURA DELLA LINEA

Lo scartamento della linea, in rettilineo, è pari a 1435 mm. La tensione nominale di alimentazione della linea aerea di contatto è pari a 1.500 V in corrente continua.

Si evidenzia che la linea aerea è realizzata con "catenaria a fili" nel Deposito e nella tratta che va da Piscinola a Dante mentre è realizzata con sistema di catenaria rigida, con profilati metallici, nella tratta da Dante a Brin.

Il treno dovrà rispettare i limiti di ingombro geometrico imposti dalla "sagoma limite degli ostacoli fissi della linea 1" il cui disegno è allegato al presente Capitolato (**ALLEGATO GT.04.1**).

Come stabilito nella UNI 7361, i treni devono essere progettati in modo che, pur soddisfacendo gli appropriati livelli di qualità di marcia, lo scostamento laterale massimo dovuto al complesso dei giuochi e del consumi, alle dissimmetrie di costruzione e di carico, al molleggio e al complesso delle interazioni tra binario e rotabile non sia maggiore di 150 mm.

La compatibilità fra la linea metropolitana ed i nuovi treni che dovranno circolare sulla linea deve essere verificata secondo i criteri stabiliti nella UNI 7360.

La circolabilità del treno dovrà essere verificata attraverso il rispetto:

- della sagoma cinematica e della sagoma limite delle parti basse del materiale rotabile già circolante sulla linea stessa (**ALLEGATO GT.04.2 - ALLEGATO GT.04.3**);
- dei limiti d'ingombro dovuti all'iscrizione in curva.

Ai fini della verifica della compatibilità fra linea metropolitana e rotabili devono essere considerate anche le caratteristiche e le dimensioni della linea aerea di contatto secondo la CEI EN 50122-1 e la CEI 9-14.

Il Fornitore dovrà fornire la *sagoma cinematica limite del treno*, che dovrà tener conto di tutti i movimenti della cassa in esercizio, quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo,:

- profilo statico della cassa;
- oscillazioni della cassa rispetto ai carrelli (rotazioni e spostamenti laterali);
- tolleranze costruttive dei componenti montati e loro limiti di usura;
- tolleranze di scartamento tra bordino delle ruote e binario ed usura del bordino;
- movimenti bruschi dei carrelli;

- massimo carico passeggeri;
- monte create dal passaggio su raccordi verticali di tracciato.

Il Fornitore dovrà considerare altresì quanto richiesto dal p.to 4.4 della Norma UNI 11378/2010 relativamente alla circolabilità in relazione agli sghembi della via di corsa nonché quanto previsto dal p.to 5.1 della medesima Norma e dai punti successivi indicati nel presente Capitolato (Capitolo 7).

L'infrastruttura della linea è stata realizzata per adattarsi a treni simili a quelli esistenti, ossia con casse di circa 17,0 m di lunghezza, di circa 2,95 cm di larghezza e con una distanza fra i perni dei carrelli di circa 11,0 m.

Il Fornitore dovrà effettuare test di verifica, secondo le norme tecniche vigenti, per dimostrare che i treni potranno effettuare esercizio senza vincoli compatibilmente con la sagoma limite degli ostacoli fissi, continui e discontinui, della linea.

2.3 CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO DELLA LINEA

Il treno dovrà essere capace di inscrivere su tutte le curve del tracciato e del Deposito, con i relativi limiti di velocità dettati dal progetto del segnalamento della linea, nonché su tutte le livellette presenti sul medesimo tracciato.

Il raggio di curvatura planimetrica minimo del tracciato della linea commerciale su cui deve regolarmente inscrivere il nuovo treno dovrà essere pari a 120,0 m mentre quello del Deposito dovrà essere pari a 70,0 m.

Si rimanda agli allegati profili plano-altimetrici della linea (ALLEGATO GT.04.4), nonché agli allegati piani schematici del segnalamento (ALLEGATO GT.04.5).

2.4 CONDIZIONI AMBIENTALI

Le condizioni climatiche ambientali in Napoli possono riassumersi come appresso:

Minima temperatura ambientale: -10°C (assoluta di riferimento)

+ 5.0°C (media mensile minime invernali)

Massima temperatura ambientale: + 42°C (assoluta di riferimento)

+ 33°C (media mensile massime estive)

Il treno dovrà essere capace di effettuare servizio commerciale con piena funzionalità degli impianti anche in una condizione ambientale di:

- umidità media al 95% con temperatura media di 40°C per 30 gg consecutivi;
- presenza di rugiada, pioggia, con battente non superiore a 5 cm, e con altezza neve non superiore a 10 cm;

Il treno dovrà sopportare, senza alcun danneggiamento e penetrazione, getti d'acqua derivanti da impianti di lavaggio ovvero acqua e neve che lo investono in presenza di vento e turbolenza dovuta al moto del treno stesso.

Il Fornitore dovrà considerare che, a causa del forte irraggiamento solare estivo, le temperature del piano di posa del binario fuori dalle gallerie (soprattutto in Deposito, possono raggiungere valori di circa 52°C; pertanto, è richiesta la massima attenzione nel tenere debitamente in conto questo rischio per la progettazione delle apparecchiature sotto cassa).

Il Fornitore dovrà garantire che tutte le apparecchiature di bordo potranno singolarmente funzionare senza degrado in presenza delle condizioni climatiche estreme e contemporaneamente agli effetti (termici, vibrazionali, polveri, etc) indotti dal complesso delle apparecchiature installate sul treno.

Il Fornitore dovrà considerare, altresì, che nelle gallerie sono presenti elevate percentuali di polveri pesanti (specie metalliche) durante l'esercizio dei treni; pertanto, le scelte delle apparecchiature devono tenere debitamente in conto protezioni contro le polveri (per es. filtri) di facile ispezione e manutenzione.

2.5 MASSE E CARICHI UTILI

Il Fornitore dovrà dichiarare e garantire il peso massimo di ciascuna cassa e dell'intero treno, usando le seguenti denominazioni, in accordo con i requisiti della Norma UNI 11378/2010:

Descrizione Condizione di Carico:

1. EL- E = Treno completo con tutti gli equipaggiamenti e le apparecchiature ma senza passeggeri
2. EL- S = EL E + passeggeri seduti su tutte le sedute comprese postazioni per disabili
3. EL- 4 = EL S + passeggeri in piedi con una densità di calcolo a 4 persone/m² (Carico Normale)
4. EL- 6 = EL S + passeggeri in piedi con una densità di calcolo a 6 persone/m² (Pieno carico)
5. EL- 8 = EL S + passeggeri in piedi con una densità di calcolo a 8 persone/m² (Carico eccezionale)

dove,

EL: Carico Europeo (European Load)

E : Vuoto (empty)

S : Sedute fisse (Seats)

Criteri di calcolo:

Le masse ed i carichi utili devono essere determinati secondo la UNI EN 15663.

Il peso di un passeggero si assumerà pari a 70 kg.

"EL- E" la massa statica a vuoto dovrà includere l'ipotesi che tutti i serbatoi presenti a bordo siano riempiti e la massa del Macchinista.

Il peso complessivo del treno nella condizione di carico "EL- E" dovrà essere non superiore a 196 (centonovantasei/00) tonnellate. Tale peso sarà controllato dal Committente anche presso strutture specializzate per la pesa di rotabili.

2.6 PRESTAZIONI DEL TRENO

2.6.1 INFORMAZIONI GENERALI

Il treno nel suo complesso dovrà essere progettato e costruito per una vita utile non inferiore a 30 anni e, comunque, per una percorrenza di almeno 4,5 mil di km, conservando le condizioni di esercizio in sicurezza ed affidabilità sotto le specifiche di utilizzazione appresso specificate.

Ogni treno avrà una percorrenza media annua in esercizio di 150.000 km. Il Fornitore dovrà produrre documentazione certificata che attesti la capacità di vita utile specificata.

Allo scopo di calcolare e fornire i valori delle prestazioni del treno, si considererà:

- la composizione del treno ed i pesi definiti rispettivamente ai paragrafi 2.1 e 2.5;
- le ruote si supporranno essere in una condizione di usura intermedia (al 50%);
- piena efficienza della potenza del circuito di avviamento e trazione con tensioni effettive sulla linea di contatto variabili tra 1.100 V e 1.800 V c.c. (i carichi elettrici sostenuti dal sistema di alimentazione dovranno ridursi linearmente in correlazione con la riduzione di tensione sulla linea di contatto);
- piena efficienza prestazionale della frenatura elettrodinamica con tensioni effettive sulla linea di contatto variabili tra 1.100 V e 1.800 V c.c.

Il Fornitore dovrà dichiarare la formula per il calcolo della resistenza al moto del treno e dovrà fornire i calcoli utilizzati per l'inerzia rotazionale.

La resistenza al moto del treno essere verificata, con prove a diversa velocità e su tutto il tracciato, in armonia con quanto previsto dalla Norma CEI EN 50215.

2.6.2 INDICATORI DI PRESTAZIONE STABILITI

Salvo quando diversamente specificato, il treno dovrà possedere le seguenti caratteristiche prestazionali, con qualsiasi condizione di usura delle ruote:

- Velocità massima di progetto pari a 90 km/h;
- Massima velocità in esercizio, su pendenze superiori al 5,5 %, pari a 80 km/h;
- Accelerazione media pari a 1,1 m/s², in piano e su binario rettilineo, partendo da fermo e fino a 40 km/h; Tempo massimo di 35 sec per raggiungere la velocità di 80 km/h partendo da fermo, in piano e su binario rettilineo, con ruote usurate al 50% e con la condizione di carico normale;
- Valore limite minimo di Jerk (gradiente di accelerazione longitudinale) pari a 0,6 m/s³ sotto qualsiasi condizione di accelerazione durante le fasi di marcia e/o di frenatura di servizio;
- Massima decelerazione con frenatura di servizio pari a 1,2 m/s², portando la velocità da 80 km/h a 0 km/h, in piano e su binario rettilineo
- Decelerazione media con frenatura di servizio pari a 1,1 m/s², portando la velocità da 80 km/h a 0 km/h, in piano e su binario rettilineo
- Decelerazione media, con frenatura di emergenza e con carico massimo, pari a 1,40 m/s² (±5%), portando la velocità da 90 km/h a 0 km/h, in piano e su binario rettilineo
- Decelerazione media, con frenatura di estrema emergenza (frenatura di emergenza più pattini elettromagnetici) e con carico massimo, pari a 2,1 m/s² (±5%), portando la velocità da 90 km/h a 0 km/h, in piano e su binario rettilineo
- Decelerazione minima di frenatura, in piano a pieno carico, con solo freno elettromagnetico a pattini: da 80 km/h pari a 0,8 m/s²; da 65 km/h pari a 0,9 m/s²; da 43 km/h pari a 1,0 m/s²

Si sottolinea che i treni, in servizio effettivo commerciale, dovranno limitare le velocità di percorrenza lungo il tracciato secondo i limiti imposti dall'attuale sistema di controllo automatico della marcia e del distanziamento treni (ATC system con ATP continuo e ed ATP discontinuo).

I valori delle prestazioni in accelerazione devono essere mantenuti in tutte le condizioni di carico comprese tra EL-E e EL-4.

I valori delle prestazioni di decelerazione in frenatura devono essere mantenuti in tutte le condizioni di carico comprese tra EL-E ed EL-8.

Ai fini del calcolo, si assumerà che il coefficiente di attrito tra ruota e rotaia sia pari a 0,18, simulando anche con una variazione del coefficiente stesso del +/- 6%.

Occorre ribadire che gli spazi di distanziamento sovrapposti del segnalamento definiti dall'attuale sistema di controllo automatico della marcia e del distanziamento treni (ATC system con ATP continuo e ed ATP discontinuo) si basa sui valori delle massime accelerazioni possibili in funzione delle diverse velocità di marcia e sui tempi di reazione dell'impianto freno in emergenza e sui tempi di riempimento dei cilindri freno.

I valori sopra richiamati dovranno essere coerenti con quelli garantiti dai treni della flotta attualmente già in esercizio.

I dettagli dei tempi massimi di ritardo e reazione dell'impianto freno e dei valori massimi di accelerazione per i treni oggetto di questa fornitura dovranno essere dichiarati dal Fornitore dei treni e certificati dal Subfornitore prescelto per la fornitura del sistema di bordo per il controllo automatico della marcia e del distanziamento treni (ATC system con ATP continuo e ed ATP discontinuo) durante la fase di sviluppo del progetto definitivo.

Il Fornitore dovrà dimostrare la rispondenza con quanto sopra menzionato attraverso un report e dei test di accertamento della sicurezza (safety assessment report e test).

Il valore limite di jerk dovrà essere modificabile a parte -via software- sia in accelerazione che in frenatura nel range che va da 0,4 and 1,1 m/s³. Esso dovrà essere posto inizialmente a 0,6 m/s³; il valore finale sarà determinato dal Committente durante le prove funzionali di verifica di prestazione da tenersi in linea a Napoli.

2.6.3 CARATTERISTICHE DI PRESTAZIONE

Dovranno essere fornite le curve di prestazione del treno con la condizione di *carico normale EL-4*.

Le corrispondenti caratteristiche delle curve dei motori di trazione dovranno rispondere ai requisiti della Norma standard IEC 60349-2.

2.6.4 CALCOLI DI PRESTAZIONE

I Fornitori offerenti dovranno sviluppare un modello ed un algoritmo software per simulare la prestazione di un treno completo in esercizio con la condizione di *carico normale EL-4, con le ruote aventi una usura al 50%, ed effettuante un giro completo di andata e ritorno dai due capilinea della Linea 1 con l'attuazione della frenatura di servizio elettrodinamica durante il diagramma di moto.*

La simulazione dovrà essere condotta con l'ipotesi di condizioni climatiche estive (temperatura di 35°C ed umidità al 95%) e con sistema di climatizzazione e trattamento aria in funzione.

Dovranno altresì essere simulate le successive condizioni di esercizio, in coerenza con gli indicatori di prestazione stabiliti al p.to 2.6.2 di questo Capitolato Tecnico:

S1 – *Treno che viaggia con la massima accelerazione in avviamento e massima decelerazione in frenatura consentite dal Sistema attuale ATC di controllo marcia treni presente su Linea 1 per riuscire a realizzare il piu' breve tempo di giro commerciale possibile sui due capilinea (andata, cambio banco e ritorno).*

S2 – *Treno che viaggia con la massima accelerazione in avviamento e massima decelerazione in frenatura consentite dal Sistema attuale ATC di controllo marcia treni presente su Linea 1 per riuscire a realizzare la*

velocità di avviamento massima possibile nel più breve tempo possibile, ma con la marcia in coasting, interposta tra fase di accelerazione e frenatura fra le due stazioni successive di fermata, per una durata sufficiente ad incrementare il tempo di giro fra i due capilinea di 5 sec per km di percorrenza;

In aggiunta, si dovrà altresì simulare le successive condizioni di esercizio, in coerenza con gli indicatori di prestazione stabiliti da questo Capitolato Tecnico:

S3 – Treno che viaggia con la massima accelerazione in avviamento, consentita dal Sistema attuale ATC di controllo marcia treni presente su Linea 1, ed una decelerazione in frenatura di $0,9 \text{ m/s}^2$ per riuscire a realizzare il più breve tempo di giro commerciale possibile fra i due capilinea.

S4 – Treno che viaggia con la massima accelerazione in avviamento, consentita dal Sistema attuale ATC di controllo marcia treni presente su Linea 1, ed una decelerazione in frenatura di $0,9 \text{ m/s}^2$ per riuscire a realizzare la massima velocità possibile di marcia nel più breve tempo, ma con la marcia in coasting, interposta tra fase di accelerazione e frenatura fra le due stazioni successive di fermata, per una durata sufficiente ad incrementare il tempo di giro commerciale fra i due capilinea di 5 sec per km di percorrenza;

Per tutte le simulazioni anzidette si assumerà un “tempo di sosta nella stazione di capolinea” pari a 210 sec ed un “tempo di sosta nelle stazioni intermedie” pari a 20 sec.

Ciascuna delle simulazioni anzidette dovrà essere verificata nelle due situazioni di ricettività per energia a recupero della linea aerea, ossia:

(a) ricettività al 25% ;

(b) ricettività 0% (es. Nessun treno presente in linea capace di ricevere l’energia di frenatura a recupero)

I risultati delle simulazioni sopra descritte, con riferimento all’energia totale consumata per ciascun tempo di giro commerciale (vedi appresso) saranno utilizzati, con apposito criterio ponderale, nella Valutazione Tecnica delle Offerte ricevute in sede di gara .

In relazione a tutte le sopra menzionate condizioni di marcia, i risultati delle simulazioni da fornire al Committente dovranno contenere i seguenti dati e valori di calcolo:

- Nome delle stazioni;
- Distanza interstazionale d [km];
- Tempo di percorrenza interstazionale t [s];
- Energia di trazione interstazionale assorbita W_{line} [kWh];
- Energia di recupero interstazionale inviata in linea W_{rec} [kWh];
- Energia interstazionale di bilancio: W_{isp} [kWh] = $W_{\text{line}} - W_{\text{rec}}$;
- Energia di frenatura reostatica interstazionale dissipata: W_{rhe} [kWh];
- Energia interstazionale assorbita dai convertitori ausiliari di potenza: W_{aux} [kWh]
- Tempo di giro totale, comprensivo dei tempi di sosta alle fermate intermedie e di quello alle stazioni capilinea t_{total} [s]
- Energia complessiva di trazione assorbita nel tempo di giro commerciale fra i due capilinea: $W_{\text{line total}}$ [kWh]
- Energia complessiva di recupero inviata in linea nel tempo di giro commerciale fra i due capilinea: $W_{\text{rec total}}$ [kWh]

- Energia complessiva di frenatura reostatica dissipata : $W_{rhe\ total}$ [kWh]
- Energia complessiva assorbita dai convertitori ausiliari di potenza: $W_{aux\ total}$ [kWh]
- Energia complessiva di bilancio trazione e frenatura: W_{isp} [kWh] = $W_{line\ total} - W_{rec\ total}$;
- **Energia totale consumata nel tempo di giro commerciale** : $W_{FIN\ total}$ [kWh] = $W_{line\ total} + W_{aux\ total} - W_{rec\ total}$
- Valore efficace (RMS) della corrente assorbita dalla linea di contatto nel tempo di giro: I_L [A]
- Valore efficace (RMS) della corrente assorbita dai motori nel tempo di giro: I_M [A]

Inoltre, dovranno essere esposte le curve caratteristiche del motore in trazione ed in frenatura elettrodinamica, fornendo i valori di confronto:

- Sforzo di Trazione (kN) / Velocità (km/h)
- Sforzo di frenatura (kN)/ Velocità (km/h)
- Corrente di linea assorbita (A) / Velocità (km/h)
- Corrente assorbita ai motori (A) / velocità (km/h)
- Tensione ai motori (V) / Velocità (km/h)
- Frequenza di scorrimento del motore (Hz) / Velocità (km/h)
- Velocità del motore (giri al min) / Velocità (km/h)
- rendimento del motore (%) / Velocità (km/h)
- rendimento della trasmissione (%) / Velocità (km/h)
- Frequenza di rendimento dell'inverter (Hz) / Velocità (km/h)
- Resistenza al moto del treno (a 0%, 2.5%, 4,0 %, 5.5%) / Velocità (km/h)

Occorre fornire dati ulteriori quali:

- Rapporto di trasmissione
- Formula per il calcolo della resistenza al moto del treno;
- Formula per il calcolo della distanza di frenatura in piano e su pendenza del 5,5%;
- Massa rotazionale tollerata (Rotational mass allowance), Etc.

Nella fase di progetto, il Fornitore dovrà fornire ulteriori simulazioni per:

le condizioni di esercizio S1, S2, S3 ed S4, sia con 25% e sia con 0% di ricettività energetica della linea di alimentazione facendo l'ipotesi di minima tensione di alimentazione della linea di contatto (1.100 V cc) e massima tensione di alimentazione della linea di contatto (1.800 V cc).

2.6.4.1 MISURAZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI

Il Fornitore dovrà fornire, su ciascun treno, gli strumenti per misurare, separatamente ed indipendentemente, l'energia in kWh assorbita per la trazione, quella inviata a recupero, quella assorbita dagli impianti ausiliari di bordo.

Le misurazioni dovranno essere registrate e lette sul display della consolle del banco di guida del macchinista attraverso il sistema informatico (hardware e software) di bordo dedicato a "Diagnostica, Controllo e Gestione (SCADA)" del treno.

2.6.4.2 DIMOSTRAZIONE DEL CONSUMO ENERGETICO

Il Fornitore dovrà misurare il consumo energetico di un singolo treno sulla Linea 1 nelle ipotesi di esercizio formulate nello *scenario S4* al punto 2.6.4, con *0% di ricettività in linea* (nessun altro treno in linea).

I seguenti valori, ottenuti sia dalla simulazione in fase di offerta, sia dall'aggiornamento in fase di sviluppo progetto definitivo ed esecutivo, dovranno essere verificati e validati dopo il completamento della messa in servizio dei treni:

- *Tempo totale di giro commerciale T_{total} [s]*
- *Energia totale consumata nel tempo di giro commerciale $W_{FIN total}$ [kWh]*

Se le prove di messa in servizio dovessero far rilevare che il consumo di energia effettivo misurato fosse maggiore del 3% (tre per cento) rispetto al valore previsto, il Fornitore sarà sottoposto a valutazione del danno economico indotto al Committente, con conseguente trattenuta dagli Stati di Liquidazione e pagamento successivi.

Il controvalore del danno economico da risarcire si computerà valutando l'aumento di energia da consumare in esercizio da tutti i treni da fornire, per una vita utile di 30 anni e sulla base di una percorrenza stimata annua pari a 150.000 km per treno, rispetto al valore stimato e dichiarato nell'Offerta, dopo la detrazione della franchigia del 3%.

Il prezzo di riferimento per il calcolo del consumo energetico si baserà sui prezzi unitari esposti dalle Autorità competenti, comprensivi di tutte le tasse applicabili, al momento della firma del Contratto di Fornitura dei treni.

2.6.5 PRESTAZIONI IN SITUAZIONI DI EMERGENZA E/O AVARIA

In condizioni di guasto ad un treno completo a 6 casse, con richiesta di soccorso per incapacità di trazionare, ogni treno deve essere capace di effettuare il soccorso mediante spinta o traino.

I nuovi treni dovranno essere altresì capaci di effettuare soccorso- allo stesso modo- ai treni della flotta già attualmente in esercizio. Saranno specificate dal Committente le modalità di effettuazione di tali manovre di soccorso.

Il Fornitore dovrà anche confermare attraverso elaborazioni di calcolo, con l'utilizzo di un modello e di un algoritmo appropriato come citato al p.to 2.6.4, ed attraverso prove reali in linea, che *un treno (a 6 casse) nelle condizioni di carico normale EL-4*, con un azionamento di un ramo motori guasto/escluso su un semitreno (a 3 casse), sia capace almeno di effettuare un giro completo fra i due capilinea in servizio commerciale, compreso l'avviamento sulla pendenza del 5,5%.

Il Fornitore dovrà anche confermare, attraverso elaborazioni di calcolo, con l'utilizzo di un modello e di un algoritmo appropriato, come citato al p.to 2.6.4, ed attraverso prove reali in linea, che *un treno vuoto (a 6 casse) nelle condizioni di carico EL-E*, con un azionamento di un ramo motori guasto/escluso su un semitreno -a 3 casse-, sia capace di trainare o spingere un altro treno vuoto (a 6 casse) dal capolinea più lontano al Deposito, compreso l'avviamento sulla pendenza del 5,5%.

Analogamente, il Fornitore dovrà anche confermare, attraverso elaborazioni di calcolo, con l'utilizzo di un modello e di un algoritmo appropriato come citato al p.to 2.6.4, ed attraverso prove reali, che *un treno (a 6 casse) a pieno carico (condizione EL-6)*, con un azionamento di un ramo motori guasto/escluso su un semitreno a 3 casse, sia capace di trainare o spingere un altro treno a pieno carico (a 6 casse) da una qualsiasi stazione della linea a quella successiva, compreso l'avviamento sulla pendenza del 5,5%.

Il Fornitore potrà dimostrare altre situazioni di degrado possibili agli azionamenti dei rami motori previsti

sul treno con le prestazioni ridotte garantite sia per una prosecuzione eventuale del treno in servizio commerciale sia per condizioni di soccorso ad altro treno della stessa fornitura o della flotta esistente.

2.6.6 PRESTAZIONE DEL FRENO DI STAZIONAMENTO

Il Fornitore dovrà confermare, attraverso elaborazioni di calcolo ed attraverso prove reali, che il freno meccanico (ad attrito) di stazionamento è capace di trattenere un treno a 6 casse nella condizione di carico eccezionale (EL-8) su una pendenza del 5,5%, ipotizzando anche uno scenario di guasto parziale possibile, con relativa dimostrazione di prestazione degradata possibile.

2.7 SICUREZZA DELLA MARCIA

La sicurezza della marcia dovrà essere valutata secondo quanto previsto nella CEI EN 50215.

La sicurezza dovrà essere verificata in ossequio alle linee guida tracciate nella norma EN 14363 secondo il metodo semplificato di accettazione ivi descritto.

Per la verifica si dovranno considerare un profilo a nuovo delle ruote ed una qualità QN 2 per la geometria del binario.

2.8 COMFORT DI MARCIA

Il comfort di marcia dei rotabili dovrà essere valutato e verificato secondo quanto previsto al p.to 5.3 della norma UNI 11378/2010 per i rotabili con ruote di acciaio, ossia secondo quanto previsto con il metodo semplificato della EN 12299. L'indice di comfort NMV non dovrà essere inferiore a 2,5 per un profilo a nuovo delle ruote ed una qualità QN 1 per la geometria del binario (in linea con quanto stabilito dalla EN 14363).

Il Fornitore dovrà misurare *il comfort di marcia* in ogni tipo di carrozza costituente il treno secondo una procedura approvata dal Committente.

Il Fornitore dovrà rilasciare una *analisi delle vibrazioni indotte a bordo* dal treno durante la marcia per la successiva approvazione, previa eventuale rivisitazione, da parte del Committente. Tale analisi deve dimostrare la conformità con i requisiti di comfort di questo Capitolato Tecnico.

Le informazioni sullo stato- a nuovo e con l'usura di esercizio- del binario saranno, eventualmente, fornite dal Committente nella fase di progetto definitivo del treno.

2.9 REQUISITI DI IMPOSTAZIONE DEL PIANO DI MANUTENZIONE PROGRAMMATA PLURIENNALE

In aggiunta ai requisiti già specificate in altre parti di questo Capitolato, il materiale rotabile costituente i treni dovrà essere progettato con l'intento di perseguire i seguenti obiettivi:

1. Nessun controllo e/o ispezione manutentiva dovrà essere necessaria su nessun componente ad intervalli di percorrenza inferiori a 5.000 km;
2. Nessun intervento programmato di "Verifica e controllo manutentivo di Primo livello (con sosta massima in Officina di 4 ore)" dovrà essere necessario su nessun componente ad intervalli di percorrenza inferiori a 20.000 km;
3. Nessun intervento programmato di "Verifica e controllo manutentivo di secondo livello (con sosta massima in Officina di 8 ore)" dovrà essere necessario su nessun componente ad intervalli di percorrenza inferiori a 120.000 km;

4. Nessun intervento programmato di "Verifica e controllo manutentivo di livello generale (con sosta in Officina di 12 ore)" dovrà essere necessario su nessun componente ad intervalli di percorrenza inferiori a 180.000 km;
5. Nessun impianto meccanico/elettromeccanico/elettronico di bordo dovrà richiedere una Revisione Parziale (ossia manutenzione, con significativa sostituzione di componenti effettuata su parte dell'impianto/apparecchiatura, previo smontaggio dell'impianto dal treno e nuovo collaudo funzionale dello stesso effettuato sia in maniera indipendente sia a valle di montaggio a bordo treno) fino a che il treno non abbia percorso almeno 350.000 km di servizio.
6. Nessun impianto meccanico/elettromeccanico/elettronico di bordo dovrà richiedere una Revisione Generale (ossia manutenzione, con significativa sostituzione di componenti effettuata su tutto l'impianto/apparecchiatura, previo smontaggio dell'impianto dal treno e nuovo collaudo funzionale dello stesso effettuato sia in maniera indipendente sia a valle di montaggio a bordo treno) fino a che il treno non abbia percorso almeno 750.000 km di servizio.
7. Tutte le unità o sub unità impiantistiche (quali ad esempio cassoni, cestelli, schede, etc) che richiedano manutenzioni frequenti o regolazioni da effettuare a treno fermo dovranno essere montate in appositi vani dotati di slitte in maniera che un solo tecnico possa essere capace di estrarre o infilare l'elemento modulare senza che si renda neanche necessario dover stringere o svitare morsetti elettrici di collegamento.
8. Per quanto possibile, tutti gli equipaggiamenti e le apparecchiature montate sotto il pavimento o sopra al tetto dovranno essere rapidamente accessibili dal lato del treno per la manutenzione corrente.
9. Il profilo e la sagoma del treno dovranno essere configurati in maniera che sia reso possibile il lavaggio del treno nell'impianto automatizzato posto nel Deposito di Piscinola.
10. Le schede e le apparecchiature elettroniche che diventeranno obsolete durante i 30 anni di vita del treno dovranno essere configurate in maniera che sia facile collegarle e scollegarle.

2.10 ATTIVITA' DI CONTROLLO DELLE MASSE E DEI PESI

Il Fornitore dovrà predisporre un'attività di controllo e gestione dei pesi dei componenti di bordo in maniera da riuscire a garantire che il peso finale delle carrozze che compongono il treno non superi quello dichiarato in fase di offerta e che lo squilibrio di cassa sia conforme allo standard fissato dalla CEI EN 50215. Il Fornitore dovrà produrre schede di evidenza del peso dei componenti principali e di quelli accessori per ciascuna carrozza; dovrà documentare tale attività con frequenza mensile, sia durante la fase di progetto che durante quella di costruzione delle diverse carrozze.

Se le schede di evidenza dovessero indicare che il peso di qualsiasi apparecchiatura fosse superiore al valore previsto, il Fornitore dovrà immediatamente avvisare il Committente delle azioni che intende intraprendere per riuscire a mantenere il peso complessivo garantito in sede di offerta.

Durante la fase di costruzione, ovviamente, nelle schede di evidenza si inseriranno i pesi reali delle apparecchiature primarie ed accessorie.

Il Fornitore dovrà anche dare le posizioni del baricentro sia della struttura della cassa completata, sia del carrello completato e sia di ogni carrozza completata.

Il peso totale di ogni carrozza ed il peso assiale di ciascuna ruota di ogni carrozza dovrà essere misurato e registrato nel Libretto del Treno.

2.11 SISTEMA INFORMATICO DI DIAGNOSTICA, GESTIONE E CONTROLLO DEL TRENO (SCADA DI BORDO)

I requisiti e le specifiche sono fornite al successive capitol 2.23

2.12 RESISTENZA DEI COMPONENTI AGLI SHOCK ED ALLE VIBRAZIONI E PARAMETRI DI PROVA

Tutti gli impianti di bordo, compresi i sub componenti degli stessi, i telai di supporto e di aggancio degli impianti nonché i componenti dei sistemi di fissaggio (viti, saldature, rivetti, smorzatori,etc) devono essere progettati e scelti per sopportare, senza danno o malfunzionamento alcuno, le sollecitazioni casuali prevedibili all'interno delle carrozze componenti l'elettrotreno, durante la marcia sulla Linea 1.

Gli impianti di bordo dovranno rispettare i requisiti normativi previsti dalle IEC 61373, IEC standard 60077, o normative EN correlate, laddove siano più restrittive.

I requisiti normativi da rispettare per la costruzione ed il montaggio dei carrelli sono ulteriormente specificati nel capitolo 4 di questo Capitolato Tecnico; in ogni caso, i requisiti dovranno essere quelli delle norme IEC standard o EN più restrittivi, riferiti alla versione della norma aggiornata al momento del rilascio della firma del Contratto.

Fatti salvi i requisiti anzidetti per impianti e componenti, sarà necessario che ogni impianto sia stato sottoposto ai controlli ed alle pertinenti prove di laboratorio, inclusa la prova di Resistenza di Isolamento Elettrico e di Alta Tensione.

Dopo aver effettuato positivamente tutte le prove di resistenza agli shock ed alle vibrazioni, ogni componente dovrà anche superare positivamente tutti i controlli e le prove elettriche.

Nel caso il Committente ritenesse, a suo insindacabile giudizio, che talune prove su componenti e/o impianti identici di serie possano non essere ripetuti dopo aver testato uno o più di una serie, potrà esentare per iscritto il Fornitore dalla loro effettuazione, ferme restando le garanzie di rispondenza ai requisiti

Le prove di vibrazione dovranno essere effettuate nelle direzioni laterale, longitudinale e verticale. Se non diversamente specificato, dovranno essere effettuate in assenza di alimentazione elettrica.

Tutte le connessioni non dovranno scollegarsi o rompersi durante tutte le fasi delle prove.

Il metodo per controllare la discontinuità di collegamento dovrà essere approvato dal Committente.

Se il componente/impianto non dovesse superare una parte delle prove, si dovranno ripetere tutte le prove.

L'insuccesso di una prova sarà accalorato ogni qual volta il componente/impianto richieda nuove regolazioni o modifiche a qualsiasi stadio dell'effettuazione delle prove.

Tutti i risultati e le modalità delle prove dovranno essere trascritte e rese disponibili su dei Test Report per essere sottoposti al vaglio ed all'approvazione del Committente.

Dopo la piena rispondenza con buon esito a tutte le prove, il componente/impianto dovrà essere disassemblato ed aperto per effettuare la verifica di eventuali danni fisici interni ai subcomponenti. Qualsiasi disallineamento o danno ritrovato dovrà essere registrato e comunicato in forma scritta al Committente.

2.13 RISPONDENZA AI REQUISITI PREVISTI PER L'IMPATTO SULL'AMBIENTE

2.13.1 PREMESSA

2.13.1.1 RUMORE

I treni dovranno essere progettati e provati per la verifica del rispetto dei livelli di rumore appresso specificati. La prova all'interno delle carrozze dovrà essere effettuata secondo i dettami della UNI EN 3381/2005.

La prova all'esterno dovrà essere effettuata secondo i dettami della ISO Standard 3095, con i microfoni posti a 7,5 m dalla mezzera del binario. Le prove in galleria verranno effettuate in linea a Napoli.

Valori Richiesti

1 - Rumore interno

1.1 Treno fermo su tratta all'aperto

Il livello di rumore interno $L_{p,A,eq,T}$ in qualsiasi carrozza (compresa la cabina del macchinista) mentre il treno è fermo su tratta all'aperto, ma con tutti i sistemi ausiliari di bordo accesi e funzionanti (es. sistema di climatizzazione trattamento aria,compressori, etc), non dovrà superare 68 dB(A).

1.2 Treno marciante in galleria

Il livello di rumore interno $L_{p,A,eq,T}$ in qualsiasi carrozza (compresa la cabina del macchinista) mentre il treno sta marciando alla velocità di 65 km/h in galleria, su binario rettilineo e su rotaie senza marezzatura, con tutti i sistemi ausiliari di bordo accesi e funzionanti (es. sistema di climatizzazione trattamento aria,compressori, etc), in qualsiasi fase di marcia (accelerazione, frenatura, coasting), non dovrà superare 72 dB(A).

Il coefficiente principale di assorbimento in galleria, alle differenti frequenze, differisce nelle tratte a canna singola ed a canna doppia. Il Fornitore effettuerà, sotto l'approvazione ed il controllo del Committente, le misurazioni del coefficiente e si impegna, in ogni caso, al rispetto di quanto stabilito al comma precedente.

1.3 Treno marciante all'aperto

Il livello di rumore interno $L_{p,A,eq,T}$ in qualsiasi carrozza (compresa la cabina del macchinista) mentre il treno sta marciando alla velocità di 77 km/h all'aperto, su binario rettilineo e su rotaie senza marezzatura, con tutti i sistemi ausiliari di bordo accesi e funzionanti (es. sistema di climatizzazione trattamento aria,compressori, etc), in qualsiasi fase di marcia (accelerazione, frenatura, coasting), non dovrà superare 70 dB(A).

2 - Rumore emesso all'esterno

2.1 Treno fermo su tratta all'aperto

Il livello sonoro continuo equivalente in dB(A) emesso all'esterno $L_{p,A,eq,T}$ in qualsiasi carrozza (compresa la cabina del macchinista) mentre il treno è fermo su tratta all'aperto, ma con tutti i sistemi ausiliari di bordo accesi e funzionanti (es. sistema di climatizzazione trattamento aria,compressori, etc), non dovrà superare 70 dB(A).

2.2 Treno marciante all'aperto

Il livello sonoro emesso all'esterno $L_{p,A,Fmax}$ (per accelerazione e frenatura) e TEL (per Coasting) in qualsiasi carrozza (compresa la cabina del macchinista) mentre il treno sta marciando alla velocità di 77 km/h all'aperto, su binario rettilineo e su rotaie senza marezzatura, con tutti i sistemi ausiliari di bordo accesi e funzionanti (es. sistema di climatizzazione trattamento aria, compressori, etc), in qualsiasi fase di

marcia (accelerazione, frenatura, coasting), non dovrà superare 84 dB(A).

3 - Livelli di esposizione al rumore sul macchinista

L'esposizione al rischio rumore da parte del macchinista dovrà essere minimizzata rispettando i limiti fissati dalla Direttiva 2003/10/EC e successive norme di recepimento italiane in materia (D. L.vo 195/2006 e D.M. 81/2008)

In particolare, il valore limite di esposizione al rumore ed il valore misurato di azione (giornata lavorativa di 8h) ed il valore di picco di pressione sonora dovranno essere inferiori ai Valori inferiori di azione seguenti:

$L_{EX,8h} = 80\text{dB(A)}$ e $p_{\text{peak}} = 112\text{ Pa}$ rispettivamente.

Nota: Il Committente accetterà che i valori del rumore interno nelle zone degli intercomunicanti possa essere leggermente superiore ai valori sopra menzionati.

I livelli indicati di rumore dovranno essere ridotti di 3 dB(A) se sono presenti significativi toni puri nella banda tra 300Hz e 4000Hz. Il rumore da toni puri sarà considerato significativo se il livello di pressione sonora di una qualsiasi banda 1/3 di ottava è maggiore o uguale di 5 dB della media di due adiacenti bande 1/3- di ottava che non contengano toni puri o rumore tonale.

2.13.1.2 VIBRAZIONI

A treno fermo, con tutti gli impianti ausiliari di bordo funzionanti al valore nominale, nessuna parte dell'interno del treno dovrà avere livelli di vibrazioni che eccedano:

- 2,54 mm ampiezza peak-to-peak inferiori a 1,4 Hz,
- 0,01 g accelerazione di picco da 1.4 Hz a 20 Hz
- 0,762 mm/secondo velocità di picco per frequenze nel range sopra 20 Hz.

O, alternativamente, con treno fermo con tutti gli impianti ausiliari di bordo funzionanti al valore nominale, nessuna parte dell'interno del treno dovrà avere livelli di vibrazioni che eccedano i seguenti limiti di vibrazione in conformità alla EN 12299:

- $N_{MVX} = 1.0$
- $N_{MvY} = 1.5$
- $N_{MVZ} = 1.0$

2.13.2 CONTROLLO DI VIBRAZIONI E RUMORE

Qualsiasi sottoassieme di bordo (carrello o cassa costruita) che possa divenire sorgente di rumore e qualsiasi impianto di bordo, montato sulla cassa, con parti in rotazione o con parti sottoposti ad elettroinduzione (come trasformatori, induttori, etc) che possa diventare sorgente di vibrazione dovrà rispettare i requisiti descritti appresso.

2.13.2.1 REQUISITI PER IL CONTENIMENTO DEL RUMORE

Al fine di riuscire a garantire che il treno nel suo complesso possa riuscire a rispettare i limiti esposti nel p.to 2.13.1.1 di questo Capitolato Tecnico, il Fornitore dovrà consegnare tutte le informazioni di progetto, unitamente ad una analisi che dimostri che i valori obiettivo del disturbo acustico saranno mantenuti in fase esecutiva.

Sarà cura e responsabilità del Fornitore adottare tutte le precauzioni possibili per ridurre l'emissione e la propagazione del rumore utilizzando tecniche all'avanguardia nelle scelte progettuali e materiali che riescono a mitigare la propagazione dove necessario.

Il Fornitore dovrà sottoporre al vaglio del Committente tutti i dettagli relativi alla mitigazione del disturbo acustico, comprese tecniche ad hoc.

2.13.2.2 REQUISITI PER IL CONTENIMENTO DELLE VIBRAZIONI

A meno di diversa indicazione, ogni qualvolta un sottoassieme o apparecchiatura sarà montata a bordo treno e sarà messa in funzione a regime, dovrà trasferire vibrazioni sulle staffe di montaggio non superiori ai seguenti livelli RMS, a qualsiasi frequenza discreta su qualsiasi asse:

- 0,05 g per frequenze inferiori a 14 Hz,
- 1.5 mm/s per frequenze superiori a 14 Hz.

In alternativa, il Fornitore dovrà proporre i valori in conformità con le specifiche fissate dalla EN 12663 e EN 61373.

Su qualsiasi apparecchiatura che presentasse livelli di vibrazione più elevate dei predetti valori dovrà essere previsto il montaggio di sospensioni.

La frequenza propria del sistema di sospensione (tra cassa e carrello) dovrà essere progettata per evitare risonanza con quella della struttura del rotabile.

Le sospensioni/smorzatori di vibrazione dovranno essere progettati per resistere, senza alcun danno o anomalia di funzionamento, a carichi di impatto transitorio, come dettagliati in questo Capitolato Tecnico, e derivanti potenzialmente da urto violento fra carrozze, urto con grosse barre metalliche, etc.

Inoltre, gli smorzatori di ritenuta delle apparecchiature devono essere disposti in maniera che l'apparecchiatura sia saldamente ancorata alla cassa del rotabile, potendo continuare a funzionare in tutte le condizioni di esercizio prese in considerazione in questo Capitolato Tecnico, anche se si verificasse la completa rottura del materiale viscoelastico.

In tale ultima circostanza, l'apparecchiatura dovrà rimanere all'interno delle tolleranze dell'involucro/vano di montaggio.

2.14 RISPONDEZZA AI REQUISITI GENERALI DI SICUREZZA ELETTRICA

2.14.1 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA (EMC)

2.14.1.1 PRESCRIZIONI GENERALI

I treni ed i semitreni a 3 casse dovranno essere fra di loro compatibili dal punto di vista elettromagnetico, sia fra un treno ed un altro, sia con altri treni già in esercizio sulla Linea, sia con i sistemi di segnalamento e di controllo della marcia dei treni, sia con i sistemi di comunicazione radio del Committente, sia con altri impianti installati in contiguità.

I treni ed i semitreni a 3 casse non dovranno apportare, per nessuna fase di funzionamento, alcun disturbo che possa ledere la sicurezza degli impianti fissi di sicurezza e segnalamento della linea.

Il Fornitore dovrà realizzare un piano che attui e dimostri la compatibilità elettromagnetica, e le specifiche del piano dovranno essere applicate a tutti i sottosistemi prodotti o approvvigionati da altri Costruttori.

Il Fornitore dovrà garantire che tutti gli impianti di bordo, sia singolarmente che complessivamente, siano conformi con i requisiti di compatibilità elettromagnetica.

Il Fornitore dovrà garantire che ogni treno sia conforme con i requisiti di compatibilità elettromagnetica in tutte le condizioni di esercizio e di funzionamento degli impianti, comprese le condizioni degradate o quelle di avaria.

A testimonianza di quanto sopra, Il Fornitore dovrà garantire che l'interferenza elettromagnetica (EMI) sia conforme con i limiti qui descritti e dovrà dimostrare, con prove, che i livelli di EMI siano conformi, in particolare, con quanto stabilito dalle norme standard EN 50121-3-1 e EN 50121-3-2.

Il Fornitore dovrà dimostrare, attraverso prove, che i treni non provocano interferenze con alcuno degli impianti fissi di linea esistenti.

Se le prove dovessero dimostrare che, a giudizio del Fornitore del segnalamento, il treno provocasse interferenza elettromagnetica su qualche impianto fisso di linea, il Fornitore dovrà apportare le modifiche necessarie al treno per riuscire a conseguire la piena conformità ai requisiti anzidetti.

A testimonianza di ciò, il Fornitore dovrà eseguire le prove di laboratorio su tutte le apparecchiature di potenza in conformità a quanto stabilito dalle EN 50121-3-2 e EN 50125 al fine di poter garantire, con elevata probabilità, la conformità del treno.

In aggiunta alle singole prove, il Fornitore sarà chiamato a dimostrare la compatibilità elettromagnetica del sistema di azionamento e di quello di alimentazione dei servizi ausiliari di bordo con una prova di laboratorio combinata.

2.14.1.2 PIANO EMC

Il Fornitore dovrà sottoporre all'approvazione del Committente un Piano EMC che descriva l'approccio generale utilizzato per raggiungere la conformità.

Il Piano dovrà includere tutte le attività da farsi e la loro cronologia, il personale impegnato e le qualifiche possedute, le procedure e le specifiche di controllo, etc

2.14.1.3 PROVE DI EMISSIONE SUGLI IMPIANTI DELLA LINEA DEL COMMITTENTE.

Il Fornitore dovrà dimostrare, con prove di emissioni induttive e irradiate, che i treni e le unità modulari a 3 casse, nel caso peggiore, sono elettromagneticamente compatibili con tutti i sistemi e impianti installati sulla linea del Committente. Prove relative alle emissioni (compatibilità con il sistema di segnalamento) dovranno essere eseguite secondo la EN 50238 sia per la modalità normale che degradata.

Prove relative alle emissioni induttive e irradiate dovranno essere eseguite secondo la EN 50121-3-1.

Come minimo, dovranno essere considerati le seguenti casistiche:

- un azionamento di trazione difettoso
- due azionamenti di trazione difettosi.

Le prove dovranno comprendere varie combinazioni di accelerazioni minime e massime dei treni, frenatura elettrodinamica con dissipazione su reostato, frenatura elettrodinamica a recupero (con diverse percentuali di ricettività della linea), servizi ausiliari di bordo funzionanti a minima e massima potenza, marcia in avanti ed in senso inverso, marcia con avarie a bordo tali che il treno possa continuare ad operare con degrado della prestazione, etc

2.14.1.4 LIMITI DI EMISSIONE

I limiti di emissione potranno essere acquisiti in corso di redazione del progetto definitivo successivo all'aggiudicazione

2.14.1.5 CAMPI ELETTROMAGNETICI

Il Fornitore dovrà assicurare che qualsiasi campo statico o alternato generato dai sistemi elettrici del treno non dovrà interferire con il corretto funzionamento dei pacemakers cardiaci né con quello di apparecchi elettronici portatili dei viaggiatori o dei manutentori.

Il Fornitore dovrà rispettare le linee guide ICNIRP (Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), la direttiva dell'Unione Europea 1999/519 / CE, nonché la EN 45502-2-1:

Come minimo la densità del flusso magnetico in qualunque cassa non dovrà superare:

- $1 \times 10^{-3}T$ tra il livello del pavimento e 600 mm sopra il livello del pavimento, e
- $5 \times 10^{-4}T$ altrove,

in qualsiasi modalità di funzionamento, comprese le modalità di guasto.

2.14.1.6 MISURE DI SALVAGUARDIA DELLA SICUREZZA

Il Fornitore dovrà presentare una "Safety Analysis" ad hoc (quale parte integrante della Safety Analysis del punto 15 di questo Capitolato Tecnico) all'approvazione del Committente che dimostri che le emissioni EMI dei treni sono sicure sotto la condizione di normale esercizio dei treni e che gli impianti del treno forniscono adeguata prevenzione e risposta alle eventuali avarie che potrebbero causare un aumento delle EMI sopra i livelli verificati.

L'Analisi dovrà includere anche una Valutazione dei Rischi; un'analisi dell'albero di successione delle potenziali avarie; una lista di avarie e dei relativi effetti critici indotti su tutti gli impianti significativi.

L'analisi di sicurezza dovrà indicare chiaramente le azioni da adottate per impedire il verificarsi di un pericolo, e dovrà dimostrare che le attrezzature e le azioni siano adeguate per evitare il pericolo di EMI.

L'analisi di sicurezza dovrà distinguere tra difetti che innescano EMI protetti automaticamente, quelli che vengono segnalati per un intervento del guidatore (personale di macchina) o per quello di tecnici di manutenzione, e quelli che non sono segnalati.

Il già citato test dovrà comprendere, nel peggiore dei casi, tutti i guasti segnalati e non.

L'analisi dovrà coprire i movimenti dei treni sulla linea con ATP e circuiti di binario di linea in audio frequenza e movimenti nel deposito di Piscinola con circuiti tradizionali.

L'analisi di sicurezza dovrà considerare tutte i pertinenti guasti alle apparecchiature del treno, compresi i componenti del filtro di linea, la rilevazione EMI e sistemi di segnalazione, e tutte le componenti che possono influenzare il livello o la frequenza delle EMI.

L'analisi di sicurezza dovrà considerare anche le condizioni operative insolite e il guasto di qualsiasi apparecchiatura di terra che interagisca con i treni.

I treni dovranno incorporare un sistema di rilevazione delle EMI, che dovrà evidenziare una segnalazione di pericolo EMI generato dalle correnti di ritorno.

I livelli di rilevamento, i tempi di risposta, frequenze e ampiezze di banda dovranno essere compatibili con l'analisi di sicurezza.

Il software di simulazione dovrà garantire che nessun rischio EMI esiste, massimizzando la disponibilità del treno.

Dovranno essere adottate misure onde evitare l'accidentale o intenzionale manomissione delle caratteristiche di rilevamento.

Il fornitore dovrà analizzare e documentare le interazioni e le risposte di tutti i rilevamenti EMI su un treno, per rilevare il guasto su una o più vetture e problemi per le apparecchiature di linea che interagiscono con i treni.

2.14.1.7 STRUTTURA DEL REPORT (RAPPORTO) EMC

Durante la fase di revisione finale del progetto definitivo il Fornitore dovrà sottoporre all'approvazione del Committente una struttura del Report EMC che evidenzii le prescrizioni di progettazione per ottenere la compatibilità elettromagnetica.

Questo dovrà includere la disposizione delle attrezzature, il progetto degli armadi, i percorsi dei fili e dei cavi, le connessioni elettriche di interfaccia (filo singolo, doppio filo, doppino, scudo, scudo a terra, ecc), la tensione di segregazione, coordinamento delle frequenze e la stabilità, filtri, schermatura, e percorsi per le correnti di terra, etc.

Il rapporto dovrà anche mettere a punto una descrizione di tutte le unità di potenza con valore superiore a 10 kW, che dovrà includere le caratteristiche di emissioni rispetto alla modalità di funzionamento, di tensione e di carico, così come filtro di linea, filtro di uscita, impedenza di linea e le caratteristiche del circuito e modalità di funzionamento.

Inoltre, dovrà essere inclusa una descrizione completa di rilevazione EMI.

Il rapporto dovrà includere emissioni simulate o calcolate per un treno completo e per le singole casse, con emissioni simulate o calcolate in condizioni di pieno carico.

Il rapporto dovrà inoltre documentare che le apparecchiature del treno sono adeguatamente protette contro le emissioni di radiofrequenza da radio mobili e portatili e telefoni cellulari.

2.14.2 ALIMENTAZIONE IN CORRENTE CONTINUA A BASSO VOLTAGGIO

A tensione nominale si dovrà avere la prestazione nominale di queste alimentazioni, e tutte le apparecchiature collegate in bassa tensione non dovranno, entro il minimo e massimo range di tensione previsto, essere danneggiate da un uso continuo

Inoltre, le apparecchiature non dovranno subire danni da cali di tensione continua fino a scendere a 0 Vdc.

2.14.2.1 TENSIONE DI FUNZIONAMENTO

Se non diversamente specificato, le apparecchiature collegate in bassa tensione dovranno operare in un range di tensione da 0,7 x (valore nominale di tensione "nom Vdc") a 1,25 x (nom Vdc), secondo la EN 50155.

È preferibile, che il ripple della tensione picco-picco di un convertitore statico di potenza non superi il 3% del valore nominale della tensione di uscita.

Se viene usato un trasformatore-raddrizzatore per generare la bassa tensione continua, il ripple della tensione sarà sostanzialmente maggiore del 3%.

2.14.2.2 REQUISITI DEL TRANSITORIO DI TENSIONE

Gli apparecchi collegati al sistema di alimentazione a bassa tensione dovranno essere in grado di sopportare variazioni di tensione e picchi come previsto dalla EN 50155.

L'alimentazione a bassa tensione fornita non dovrà danneggiare le apparecchiature per un buco di abbassamento di tensione (o buchi) di qualsiasi entità o durata.

Il recupero della piena efficienza delle apparecchiature, in questo caso dovrà essere automatico o tramite reset dal treno.

Il relè di batteria non dovrà intervenire per tensioni minori di 0,4 x (Vnom), con una durata fino a 50ms.

2.14.2.3 TENSIONE INVERSA

Apparecchiature che possono essere alimentati dalle batterie non devono essere danneggiate da tensione con polarità inversa dello stesso ordine di grandezza e durata rispetto alle condizioni di tensione positive.

2.14.2.4 TRANSITORI GENERATI DAGLI IMPIANTI E/O APPARECCHIATURE

Gli apparecchi collegati in bassa tensione, comprese le linee di batteria dei treni, non dovranno generare tensioni transitorie superiori a + 200Vpk, con un contenuto energetico non superiore a 0,3 joule.

Le apparecchiature non devono portare ad una variazione della tensione, in qualsiasi , superiore 10V/msec.

2.14.4 CRITERI GENERALI DI INSTALLAZIONE DELLE APPARECCHIATURE DI BORDO

2.14.4.1 INSTALLAZIONE ED ACCESSIBILITÀ DELLE APPARECCHIATURE E DEGLI IMPIANTI DI BORDO

Qualsiasi dispositivo di taratura, di regolazione nonché qualsiasi interruttore o altri punti di interfaccia per agire sulle apparecchiature - durante l'esercizio o la manutenzione del treno- dovrà essere facilmente accessibile ed inequivocabilmente identificabile con una etichettatura permanente.

Il sistema di etichettatura e di identificazione dei dispositivi dovrà essere approvato dal Committente.

Tutti i relè ed i contattori elettrici dovranno essere installati dentro appositi quadri, rispettando le raccomandazioni del fornitore di questi ultimi ed il cablaggio non dovrà avere connessioni dirette alle estremità dei dispositivi/apparecchiature alimentati.

Qualora il dispositivo sia allocato su barra di montaggio, il Fornitore dovrà dimostrare che tale disposizione riesce a soddisfare i criteri di resistenza agli shock ed alle vibrazioni sanciti in questo Capitolato Tecnico.

Qualsiasi dispositivo o apparecchio utilizzato nei circuiti riconosciuti critici, ai fini della sicurezza del rotabile, dovrà essere montato in maniera che, in caso di collisione del treno con altro ostacolo fisso o mobile, non si abbia un cambio momentaneo di stato dei contatti di collegamento che induca una condizione di maggior rischio rispetto al normale funzionamento.

2.14.4.2 CONTRASSEGNI DI RIFERIMENTO PER I DISPOSITIVI

Tutti i dispositivi elettrici (relè, interruttori, etc) dovranno essere identificati con una propria indicazione alfanumerica corrispondente a quella utilizzata sugli schemi impiantistici principali.

I contrassegni di riferimento dei dispositivi dovranno essere scritti o incisi in maniera indelebile su targhette e dovranno essere installati accanto o sopra gli stessi

2.14.4.3 COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI DELLE MASSE E MESSA TERRA

Tutte le apparecchiature e gli impianti di bordo, escluso i cassoni batteria, dovranno essere collegati a massa sulla cassa del rotabile. La messa a terra della casse deve essere distinta dal circuito di trazione di ritorno verso terra.

Il collegamento equipotenziale deve essere effettuato con cavi di rame stagnato, puliti, non verniciati e di area sufficiente a garantire il corretto contatto elettrico per le fascette di messa a terra.

Saranno accettati anche collegamenti equipotenziali con bronzo non stagnato o con acciaio inossidabile di tenore austenitico.

Nel caso di costruzione della cassa con estrusi di alluminio, dovranno adottarsi collegamenti in alluminio con le precauzioni opportune per prevenire effetti galvanici.

L'area della piastra di qualsiasi collegamento saldato ad una superficie dovrà essere almeno uguale alla sezione trasversale del cavo di collegamento a terra.

I nodi dei collegamenti verso terra dovranno essere dotati di un foro, con accesso da ambo i lati, opportunamente dimensionato in maniera da poter far passare le punte dei perni di collegamento.

La sezione minima dei cavi di collegamento equipotenziale verso terra dovrà essere di 6 mmq, laddove non diversamente richiesto dal Committente, e la dimensione dovrà essere uguale o superiore a quella del cavo

di sezione più grande di alimentazione dell'apparecchiatura a cui ci si riferisce.

Tutti i fili ed i cavi per il collegamento equipotenziale verso terra dovranno, alternativamente, essere:

- bianchi (diametri maggiori di 16 mmq),
- a fasce longitudinali Verdi e gialle (diametri maggiori di 16 mmq),
- con tubazione restringibile applicata a caldo sopra il conduttore di isolamento.

Nei circuiti nei quali la perdita del collegamento verso terra può comportare correnti molto elevate, anche se al di sotto delle tarature di esercizio dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti, si dovrà realizzare e porre in essere un sistema di protezione contro la perdita di collegamento verso terra.

2.14.4.4 CONNESSIONI ELETTRICHE DI ACCOPPIAMENTO

Le connessioni elettriche dei cavi e dei fili, sia per la trasmissione di potenza che per quella dei segnali, dovranno essere fatte con sistema a blocco meccanico con avvitatura (normalmente $\frac{1}{4}$ di giro) ed a tenuta stagna con conferma tattile e visiva dell'avvenuto accoppiamento.

Il Committente si riserva di valutare ed approvare il sistema di connessione proposto. Le uscite libere dovranno essere collegate con spine raccomandate dal produttore.

Le morsettiere di connessione, quando utilizzate, dovranno essere di elevate qualità, con viti placcate filettate dove possibile, con adeguate distanze di isolamento rispetto alle tensioni utilizzate.

Possano essere utilizzate anche *morsettiere senza viti* adatte all'ambiente ferroviario. Le morsettiere di connessione dovranno avere un unico numero identificativo e ciascun morsetto dovrà essere numerato. Lo schema di numerazione dovrà essere presentato per valutazione ed approvazione da parte del Committente. Per quanto possibile le morsettiere dovranno essere montate su sviluppo verticale al fine di evitare che oggetti estranei vadano a collegare impropriamente i terminali dei morsetti.

2.14.4.5 IDENTIFICAZIONE DEI FILI

Tutti i fili delle apparecchiature dovranno essere marcati con un numero identificativo unico attraverso una targhetta a manicotto posta a circa 50 mm dall'estremità del filo.

Il numero identificativo potrà altresì essere stampato direttamente sulla guaina di isolamento del filo.

Inoltre, la guaina dovrà recare, in maniera indelebile, il numero identificativo del cavo ad intervalli di circa 0,50 m. Il Fornitore dovrà dare dimostrazione dell'efficacia della tenuta dell'indelebilità della marcatura del numero identificativo.

Il Sistema di numerazione identificativa sui fili corrisponderà al sistema di numerazione ed identificazione adottato negli schemi elettrici dei circuiti e sarà avallato dal Committente.

2.14.5 CARATTERISTICHE GENERALI SULLA PROTEZIONE DEI CIRCUITI ELETTRICI

Tutti i circuiti di alimentazione dovranno essere singolarmente protetti da interruttori, e nessun interruttore dovrà proteggere più di un circuito, a meno di specifica autorizzazione del Committente.

I morsetti di contatto principale dell'interruttore di potenza non dovranno essere usati come punti di giunzione.

Ogni interruttore dovrà essere di taglia appropriata rispetto al valore di corrente ed al tempo di intervento per proteggere sia l'apparecchiatura sottostante e sia, tenendo conto del range di temperature ambientali previste, la sezione del cavo utilizzato per la distribuzione dell'alimentazione nel circuito da esso protetto.

I fusibili si dovranno utilizzare, previa esplicita approvazione del Committente solo quando specificamente richiesto da questo Capitolato Tecnico o quando l'uso di interruttori non è tecnicamente praticabile.

In alcuna circostanza dovrà altresì prevedersi il cablaggio di contatti principali o ausiliari di contattori o di relè in parallelo al fine di portare un carico al valore uguale o superiore a quello di punta nominale dichiarato dal costruttore.

In alcuna circostanza dovrà altresì prevedersi che i contatti degli interruttori siano cablati in parallelo al fine di portare un carico al valore uguale o superiore al valore nominale dichiarato da costruttore dei contatti.

2.14.5 ULTERIORI PRESCRIZIONI GENERALI PER LA SICUREZZA CONTRO I PERICOLI DI ORIGINE ELETTRICA

Fermo restando che occorrerà rispettare tutte le prescrizioni normative derivanti dalle Leggi vigenti in Italia rispetto alla sicurezza delle persone rispetto al rischio elettrico, tra cui si evidenziano la Norma CEI EN 50153, la Norma CEI 64-8 ed il Decreto Legislativo 81/2008, si ribadiscono le seguenti raccomandazioni:

- L'alimentazione della rete MT ausiliaria (380 Vca) deve prevedere l'isolamento galvanico rispetto ad altri circuiti di maggior tensione, quali ad esempio quelli collegati alla linea di contatto;
- Tutti i punti accessibili alle apparecchiature che possono trovarsi a potenziali superiori a 50Vcc o 25 Vca devono essere protetti contro i contatti accidentali;
- Le portelle di accesso ai cassoni delle apparecchiature che possono trovarsi a potenziali superiori a 50Vcc o 25 Vca devono essere metalliche e collegate a massa con adeguate treccie di rame e l'apertura delle stesse potrà essere consentita secondo quanto di seguito specificato:
 - L'apertura delle portelle chiuse con serrature deve essere possibile solo quando è sicuramente garantita la disconnessione elettrica del treno dalla catenaria a 1500 Vcc o dall'accoppiatore della condotta principale di alimentazione a 1500Vcc di filo treno; quest'ultima condotta dovrà sicuramente essere messa a terra in modo irreversibile e contro ogni possibile manovra accidentale o errata. A tal fine dovrà essere previsto opportuno interblocco con chiavi;
 - L'apertura di porte o portelle segreganti apparecchiature con tensioni superiori a 50Vcc o 25 Vca, dotate di bulloni di chiusura, deve essere possibile solo con idonei attrezzi di lavoro. Quando si opera la rimozione delle viti di fissaggio le protezioni devono risultare inequivocabilmente aperte;
 - Cartelli monitori con la segnalazione di tensioni potenzialmente pericolose dovranno essere apposti con chiara evidenza sia per le porte dotate di chiavi sia per quelle dotate di bulloni di chiusura;
- Dovranno essere protetti con portelle come quelle sopra descritte anche quei circuiti elettrici potenzialmente interessati a tensioni superiori a 50 Vcc o 25 Vca, in caso di alimentazione esterna del convoglio (in Officina) da connettori elettrici a 1500V cc o a 380 Vca o a tensione continua superiore a 50 Vcc.

2.15 PROGETTO IN SICUREZZA RIDONDATA (FAIL SAFE)

Tutti gli impianti e le apparecchiature di bordo (accoppiatori, impianto porte, Automatic Train Protection System, frenatura di emergenza, etc), compreso il software, che intervengano nella gestione della sicurezza contro rischi rilevanti per i passeggeri o per i lavoratori del Committente, identificate anche come *apparecchiature vitali o in sicurezza*, dovranno essere progettate nel rispetto dei seguenti principi:

1. Dovranno utilizzarsi solo componenti che abbiano una elevata affidabilità e delle chiare e prevedibili modalità di rottura e che abbiano già avuto impiego duraturo in condizioni di servizio simili a quelle della

Metropolitana di Napoli;

2. L'impiego dei componenti vitali dovrà perseguire l'attuazione di una condizione di esercizio più restrittiva in maniera automatica a seguito di una rottura/perdita di uno di tali componenti. (per esempio banale si dovrà verificare che un treno deceleri o freni piuttosto che accelerare al verificarsi di un evento di rischio)

3. Tutti i circuiti vitali all'esterno delle apparecchiature di sicurezza dovranno avere doppio cablaggio e doppia resistenza meccanica alla rottura.

4. I circuiti dovranno essere progettati in maniera tale che, quando si interrompa o si disalimenti un circuito normalmente alimentato, la funzione di controllo correlate vada a degradare nella sua condizione di maggior restrizione e protezione. (per es. Rotture di cavi, contatti danneggiati o sporchi, un relè che non risponda all'alimentazione, etc)

5. L'avaria di un componente o di un impianto vitale dovrà comportare che il treno si arresti o degradi ad un valore di velocità molto restrittivo rispetto a quello impostato in assenza di avaria;

6. Il progetto di impianti di sicurezza di bordo deve essere tale che qualsiasi singola avaria ad ogni sub componente o sottosistema comporti una condizione di esercizio restrittiva. Le avarie che non sono indipendenti nonché quelle avarie che, a loro volta, causino sempre altre avarie dovranno essere considerate globalmente come se fosse un unico evento di avaria e non dovranno comportare una condizione permissiva di esercizio al loro verificarsi.

7. Qualsiasi apparecchiatura o cavo che vada a massa, o qualsiasi combinazione di apparecchiature e cavi che si ritrovi in tale condizione, non dovrà provocare una condizione permissiva per le funzioni di controllo correlate, relative alla sicurezza. Qualsiasi circuito di sicurezza dovrà essere tenuto escluso da ritorni di corrente verso terra che siano uguali o superiori al 75% del valore di immissione di qualsiasi apparecchiatura nel circuito.

In maniera alternativa, la ridondanza potrà essere intrinseca, dovendo includere non meno di due canali interamente separati e paralleli per realizzare ciascuna funzione/comando di sicurezza.

Se si prevedono solo due canali indipendenti, una condizione permissiva potrà essere realizzata solo se entrambi i canali non richiedano una modalità di esercizio più restrittiva per il sistema/apparecchiatura. Se si prevedono più di tre canali, una modalità di esercizio meno restrittiva per il sistema/apparecchiatura potrà essere consentita solo se la maggioranza dei canali non indichi la necessità di una condizione di esercizio più restrittiva.

Durante la Fase di Revisione Progettuale, il Fornitore dovrà sottoporre per l'approvazione tutte le analisi che dimostrino la piena conformità con questi principi di sicurezza ridondata.

Queste analisi dovranno ispirare la realizzazione di vari processi, tra cui:

- la progettazione dei circuiti;
- la progettazione dell'Hardware (Tipi di avaria, effetti ed analisi critica delle conseguenze);
- l'interferenza elettromagnetica;
- gli errori software;
- analisi dei piccoli circuiti

2.16 ELABORAZIONI DI CALCOLO PER DIMENSIONAMENTI E VERIFICHE

Oltre al rispetto degli specifici requisiti dettati all'interno di questo Capitolato Tecnico, il Committente,

direttamente o facendo seguito alle richieste pervenutegli attraverso l'Ufficio Ministeriale competente, si riserva il diritto di far rielaborare e riapprovare tutti i progetti e le relative documentazioni di supporto dei singoli componenti e del treno nel suo insieme quando una qualsiasi avaria occorsa comporti:

- un rilevante disagio nella regolarità del servizio;
- un disservizio significativo, come per esempio un deragliamento;
- Ferimento o morte di passeggeri o di proprio personale diretto od indiretto di esercizio e manutenzione;
- Incremento anomalo del costo di manutenzione di una apparecchiatura/impianto;
- Danni o anomalie inaspettate a qualche impianto di bordo.

Il Fornitore dovrà fornire, fin dalla fase di circolazione di prova in linea di ciascun treno consegnato al Committente, una Lista dettagliata di tutte le avarie occorse alle apparecchiature di bordo, curandone il costante e quotidiano aggiornamento anche durante il periodo di rodaggio e di garanzia, a valle dell'immissione in servizio pubblico con apposito provvedimento del Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture e del Comune di Napoli.

Tutte le elaborazioni di calcolo dovranno essere conformi ai seguenti requisiti:

1. l'obiettivo dell'analisi di calcolo e la filosofia di progetto utilizzata dovrà essere chiaramente evidenziata;
2. i calcoli dovranno essere effettuati utilizzando le unità di misura del Sistema Internazionale;
3. il metodo analitico utilizzato e la sua fonte (standard industriale, tecnica pubblicata, prassi qualificata, etc) dovranno essere evidenziati;
4. Se fosse disponibile più di una tecnica di analisi, si dovrà spiegare il motivo della scelta di una tecnica rispetto alle altre;
5. Tutte le ipotesi effettuate dovranno essere chiaramente definite;
6. Le conclusioni dovranno essere esposte per ciascun sottogruppo di dati;
7. Ogni foglio di calcolo dovrà riportare titolo, numero di classificazione e data. Disegni e documenti a cui i calcoli fanno riferimento dovranno essere posti in evidenza. Il nome dell'ingegnere che ha eseguito i calcoli dovrà essere riportato su ogni foglio.

3.0 CASSA DEL ROTABILE

3.1 CARATTERISTICHE GENERALI

Il progetto della struttura di ciascuna tipologia di cassa prevista nella composizione del treno dovrà essere omogeneo per tutta la fornitura, e la stessa dovrà essere progettata e realizzata per sopportare le azioni severe tipiche dell'ambiente ferroviario di una metropolitana per un periodo non inferiore a 30 anni o 4,0 mil di km, senza alcuna necessità di riparazione o rinforzo strutturale.

Il Fornitore dovrà fornire evidenza documentale della capacità e conformità a tale requisito prestazionale.

Si ritiene preferibile che le pareti laterali della struttura della cassa siano leggermente concave verso l'interno in maniera da riuscire a conseguire un aumento dello spazio interno per i passeggeri, ottimizzando così la sagoma limite della sezione trasversale.

Qualsiasi altra sezione trasversale potrà essere presentata purchè venga dimostrata la vantaggiosità per la Committenza che se ne riserverà l'approvazione.

Linea e forme estetiche dell'esterno cassa sono da considerarsi un requisito molto importante nella progettazione del treno.

La forma complessiva dell'esterno cassa dovrà essere moderna, attrattiva ed aerodinamica e dovrà essere conseguita attraverso la cura di diversi dettagli, tra cui:

- superfici lisce e continue del profilo esterno;
- transizioni arrotondate senza spigoli vivi;
- cura della forma delle porte e dei finestrini;
- disegno del musetto anteriore;
- dimensioni del parabrezza e della cabina del macchinista;
- selezione e combinazione dei colori.

Il Fornitore dovrà dare le procedure di riparazione più appropriate per l'eliminazione di danni alla carrozzeria ed ai fari, così come dovrà fornire le procedure per il contenimento e l'eliminazione delle scritte vandaliche. Tali procedure dovranno essere verificate ed approvate dal Committente.

Le procedure di eliminazione di danni alla carrozzeria saranno definite in funzione di scenari prevedibili di rischio di impatto nell'ambiente ferroviario.

Il Fornitore dovrà , inoltre, fornire le procedure di pulizia e lavaggio dell'esterno cassa delle carrozze del treno.

3.2 MATERIALI E FABBRICAZIONE

La struttura della cassa dovrà essere a realizzazione di monoscocca integrale, realizzata con leghe di alluminio conformi alle UNI EN 13981.

La tipologia di lega di alluminio dovrà essere approvata dal Committente.

Al fine di sopportare particolari carichi concentrati in determinate zone della cassa, quali per esempio le zone terminali della struttura o le zone rinforzate (per es la cabina di guida,etc), si potrà utilizzare acciaio ad alta resistenza meccanica e resistente alla corrosione.

In ogni caso, le modalità e l'estensione dell'utilizzo dei rinforzi in acciaio per la struttura della cassa

andranno sottoposti all'approvazione del Committente.

La struttura della cassa dovrà essere costruita con pannelli estrusi di grossa taglia, congiunti con saldature longitudinali.

Particolare precauzione dovrà essere presa quando occorre congiungere altri materiali metallici alla lega di alluminio, al fine di evitare indesiderati fenomeni elettrolitici di accoppiamento e conseguente corrosione. Qualsiasi forma e modalità diversa di realizzazione della cassa andrà verificata ed approvata dal Committente.

Le parti terminali della cassa, predisposte per ospitare la cabina di guida, potranno essere, previa approvazione del Committente, armate con poliestere rinforzato con fibre di vetro (GRP).

Solo i longheroni e le travi di sommità delimitanti i vani porta dovranno essere pezzi continui.

Le parti costruite eventualmente in acciaio al carbonio dovranno essere conformate per consentire una completa e rapida verniciatura di ogni sua superficie e dovranno essere protette dalla corrosione.

La cassa dovrà essere progettata e realizzata per essere a tenuta stagna.

Prima di passare all'apposizione interna dei pannelli di finitura per la coibentazione termica e per l'isolamento acustico, ciascuna cassa dovrà essere sottoposta alla prova di tenuta all'acqua.

Le procedure di prova dovranno essere presentate per l'approvazione del Committente.

La carrozzeria esterna della cassa dovrà essere verniciata. Le fiancate e le parti terminali esterne, comprese le porte, dovranno includere un trattamento di rifinitura approvato dal Committente. Il trattamento di rifinitura dovrà essere a prova di resistenza agli atti di vandalismo (graffiti, scotichature, etc) e dovrà avere un attestato di buona prestazione in ambito ferroviario, con verifica pluriennale di tale requisito.

Le superfici della cassa dovranno essere prive di risalti e bozzi e sarà ammessa una non complanarità di un massimo di 2,5 mm ogni metro su tutta la lunghezza della cassa.

Le attrezzature per costruire le parti in acciaio dovranno essere differenti da quelle utilizzate per l'alluminio.

3.3 REQUISITI STRUTTURALI DELLE CASSE

3.3.1 PREMESSE GENERALI

Il dimensionamento strutturale delle casse dei rotabili e le verifiche dello stesso devono essere conformi alla UNI EN 12663 per la categoria P-III.

Ai fini della sicurezza passive in caso d'urto, le casse dei rotabili devono essere conformi alla UNI EN 15227:2008 per la categoria C-II.

Il Fornitore dovrà presentare il modello di calcolo FEM delle sollecitazioni e degli stati tensionali.

3.3.2 CARICHI DI PROVA

3.3.2.1 PREMESSE GENERALI

Gli stati tensionali indotti dalle condizioni di carico successivamente esposte non dovranno superare l'85% della tensione di snervamento minima del materiale metallico.

Se non diversamente specificato, si dovrà utilizzare la condizione di carico EL-8 per la verifica degli stati tensionali.

Il calcolo dovrà anche essere validato da una prova (vedi il punto 3.3.3.1 di questo C.T.).

3.3.2.2 CARICO DI COMPRESSIONE

La struttura della cassa dei rotabili dovrà essere altresì dimensionata e verificata per sopportare un carico di compressione di 800 kN applicato sulla testata, in combinazione con la peggior condizione di carico verticale derivante da EL-E, EL-S, EL-6 and EL-8

In tutte le condizioni di carico, tutte le membrature della cassa dovranno rimanere in deformazione elastica. Il criterio di verifica da utilizzare nelle prove di carico dovrà essere sottoposto all'approvazione del Committente.

3.3.2.3 SFORZO APPLICATO AGLI ACCOPPIATORI

La struttura della cassa dei rotabili dovrà essere altresì dimensionata e verificata per sopportare un carico di compressione di 800 kN applicato sulla testata ed uno sforzo di trazione di 600 kN applicato attraverso il castelletto di trazione, in combinazione con la peggior condizione di carico verticale derivante da EL-E, EL-S, EL-6 and EL-8

In tutte le condizioni di carico, tutte le membrature della cassa dovranno rimanere in deformazione elastica. Il criterio di verifica da utilizzare nelle prove di carico dovranno essere approvate dal Committente.

Se durante la fase di progetto si dovesse verificare che il valore del carico di trazione deve essere superiore a 600 kN (per es. verifica di un soccorso in linea effettuato da altro treno circolante sulla linea) si dovrà tenere conto di ciò per le verifiche e le prove.

3.3.2.4 CARICO DI CINTURA SULLA TESTATA

La testata della cassa dovrà essere capace di sopportare un carico di compressione di 300 kN applicato all'altezza del bordo inferiore dei finestrini (cintura) su ambedue le testate.

La testata della cassa dovrà essere capace di sopportare un carico di compressione di 150 kN applicato all'altezza del bordo superiore della fiancata (zona di attacco tetto) su ambedue le testate.

3.3.2.5 CARICO VERTICALE

La struttura della cassa dei rotabili dovrà essere dimensionata e verificata per sopportare un carico massimo equivalente al valore della condizione di carico EL-8 moltiplicata per un fattore 1,3.

La struttura della cassa dei rotabili dovrà essere dimensionata e verificata per garantire che, sotto la condizione di carico EL-8, si mantenga una freccia longitudinale e trasversale positiva.

La struttura del pavimento della cassa dovrà essere dimensionata e verificata per garantire che, sotto la condizione di carico EL-8, si mantenga una freccia longitudinale inferiore ad 1/250 della luce tra gli appoggi.

3.3.2.6 RIALZO E SOLLEVAMENTO CASSE

Dovranno essere previste piastre di apposizione di martinetti per il rialzo in caso di svio e di sollevatori di officina per l'effettuazione di operazioni di scarrellatura e manutenzione.

La struttura della cassa dei rotabili dovrà essere dimensionata e verificata affinché una carrozza, vuota di passeggeri e con i carrelli montati, possa essere sollevata:

- attraverso i punti di appoggio posti alle due estremità della cassa;
- attraverso i punti di appoggio posti sotto i traversoni di aggancio della cassa al telaio;
- o con qualsiasi combinazione dei predetti punti.

In particolare, si dovrà tener conto che la struttura della cassa dei rotabili dovrà essere dimensionata e verificata affinché:

- possa essere sollevata da una sola estremità, con il carrello opposto che funga da sostegno per l'altra estremità. In questo caso, nelle verifiche di calcolo, la massa a tara della singola cassa e quella del carrello opposto dovranno essere moltiplicate per un'accelerazione pari a 1,1 g;
- possa essere sollevata da ambedue le estremità. In questo caso, nelle verifiche di calcolo, la massa a tara della singola cassa e quella di ciascun carrello dovranno essere moltiplicate per un'accelerazione pari a 1,1 g;
- possa essere sollevata agendo sulle 4 piastre posti sotto i traversoni di aggancio della cassa al telaio. In questo caso, nelle verifiche di calcolo, la massa a tara di ciascun carrello dovrà essere moltiplicata per un'accelerazione pari a 1,1 g.

La posizione delle piastre da utilizzare per il rialzo o il sollevamento di ciascuna cassa deve essere opportunamente evidenziata sulla cassa stessa con pittogrammi visibili dall'esterno.

3.3.2.7 TORSIONE DELLA CASSA

Questa azione di carico dovrà simulare l'entità della torsione della cassa provocata dallo scenario di incidente in cui un carrello deragli ed un altro rimanga sul binario durante la marcia di un treno.

Le sospensioni sul carrello rimasto sul binario dovranno essere nelle condizioni normali mentre quelle del carrello deragliato dovranno essere nella condizione più svantaggiosa (sospensioni sgonfie). Una ruota su di un lato del carrello deragliato dovrà essere sul binario mentre le altre ruote dovranno essere sulla massicciata laterale.

3.3.2.8 AGGANCI DI APPARECCHIATURE

Tutti gli agganci delle apparecchiature alla cassa dovranno essere pienamente idonei a sopportare sforzi dovuti ad accelerazioni longitudinali di $\pm 3g$, ad accelerazioni trasversali pari a $\pm 1g$ e ad accelerazioni verticali pari a $\pm 3g$ alle estremità della cassa e decrescenti linearmente fino a $\pm 1.5 g$ verso il centro della cassa.

Queste azioni di carico dovranno essere applicate singolarmente.

Inoltre, le azioni risultanti dalle accelerazioni longitudinali e trasversali dovranno essere applicate separatamente insieme con l'azione causata dall'accelerazione verticale pari a 1 g ed alle massime sollecitazioni che l'apparecchiatura stessa può generare quando è in funzione.

La piastra di attacco del carrello alla cassa dovrà essere idonea a sopportare, separatamente, le massime azioni di carico derivanti da:

- la massima accelerazione longitudinale del carrello pari a $\pm 3g$;
- le massime accelerazioni laterali della cassa pari a $\pm 1g$;
- le sollecitazioni verticali derivanti dal sollevamento della cassa con il carrello attaccato.

3.3.3 AZIONI DOVUTE AL FENOMENO DELLA FATICA

3.3.3.1 PREMESSE GENERALI

Durante la *prova di carico statico*, si dovranno posizionare estensimetri in tutte le aree dove l'analisi tensionale ha previsto livelli di tensioni superiori all'87% della tensione di snervamento.

Carichi statici aggiuntivi dovranno essere applicati al fine di calcolare le tensioni indotte da azioni di fatica.

La struttura della cassa e gli agganci per le apparecchiature dovranno essere progettate con una probabilità di rottura inferiore al 2,5% sotto i carichi appresso descritti.

Se non diversamente specificato, dovrà utilizzarsi la condizione di carico EL-6.

Il danno parziale da fatica risultante dai singoli casi di condizione di carico dovrà essere calcolato e la somma risultante non dovrà superare l'unità.

3.3.3.2 CONDIZIONE DI CARICO EL-6

10 milioni di cicli a $\pm 10\%$ delle tensioni risultanti dalla condizione EL-6.

3.3.3.3 CARICO LATERALE

0,1 milioni di cicli con una accelerazione laterale pari a $\pm 0.1g$ nella condizione di carico EL- S.

3.3.3.4 CARICO E SCARICO DI PASSEGGERI

2 milioni di cicli provocati dall'azione di carico e scarico passeggeri che includono il sottostante range di carico:

Tabella 3.3.3.4.1 Carico/scarico passeggeri

% EL- 6	Load Cycles (x 10 ⁶)
33	1.00
50	0.50
66	0.30
83	0.12
100	0.08

3.3.3.5 AZIONI DOVUTE ALLO SGHEMBO DEL BINARIO

Il carico torsionale derivante dall'iscrizione in curva di una cassa sul seguente spettro di sgheambi durante il suo ciclo di vita, unitamente alla condizione di carico EL-6:

Tabella 3.3.3.5.1 Azioni dovute allo sgheambo del binario

Sgheambo (mm)	Cicli applicati (total 5×10^6)
10	4.739×10^6
15	0.174×10^6
25	0.063×10^6
39.7	0.024×10^6

Lo sgheambo del binario è definito come il valore in mm per cui un punto, su quattro, è distante dal piano passante per le sospensioni pneumatiche del carrello.

3.3.3.6 FORZE DI TRAZIONE E FRENATURA

4 milioni di massima accelerazione e frenatura del treno nella condizione di carico EL-6.

3.3.3.7 ATTACCO CASSA/CARRELLO

Dovranno essere considerate le sollecitazioni derivanti dalla interazione fra cassa e carrello in conseguenza delle azioni a fatica anzidette e dovranno essere presentate per la revisione ed approvazione della Committenza.

3.3.3.8 AGGANCI DELLE APPARECCHIATURE

Tutti gli agganci dovranno essere idonei a sopportare le sollecitazioni derivanti da accelerazioni longitudinali di $\pm 0.2g$, accelerazioni trasversali di $\pm 0.15g$, accelerazioni verticali pari a $1 \pm 0.15g$, oltre ad ogni sollecitazione aggiuntiva derivante dal funzionamento della stessa apparecchiatura.

3.4 REQUISITI DI RESISTENZA AGLI URTI

3.4.1 REQUISITI GENERALI

La struttura della cassa dovrà essere progettata e realizzata come un compartimento relativamente rigido per ospitare i passeggeri, con capacità di assorbire energia dovuta ad urti su ciascuna estremità. Il progetto della struttura della cassa dovrà altresì comprendere anti-climbers alle estremità.

L'energia dovuta ad un urto dovrà essere prioritariamente assorbita dal barra di trazione ed assorbimento. Qualora la barra di trazione ed assorbimento non fosse capace di assorbire tutta l'energia d'urto, l'escursione del barra di trazione ed assorbimento deve essere tale che gli anticlimbers della cassa possano innestarsi e l'energia d'urto in eccesso possa essere assorbita attraverso la deformazione elastica della struttura del rotabile. Qualora l'energia d'urto non fosse stata ancora del tutto assorbita in quest'ultimo modo, e le accelerazioni a carico dei passeggeri a bordo stessero raggiungendo valori tali da provocare infortuni, le estremità delle carrozze dovranno deformarsi plasticamente in maniera da limitare il rischio di trasferire accelerazione sulle carrozze del treno.

I requisiti di resistenza agli urti dovranno essere conformi alla Norma EN15227.

Dovranno considerarsi almeno i due seguenti possibili scenari di collisione fra treni:

- 1) *Treno che urti un altro treno alla velocità di 25 km/h;*

In questo scenario non dovranno verificarsi deformazioni permanenti fra i traversoni di sostegno della cassa al telaio; le deformazioni delle aree occupate dai passeggeri dovranno essere limitate al massimo all'1% del totale della lunghezza iniziale di queste aree; non dovranno aversi rotture di agganci di apparecchiature poste nel sottocassa delle carrozze né delle connessioni cassa/carrelli.

- 2) *Treno che urti un altro treno parcheggiato con la massima velocità di accoppiamento fornita dal Costruttore degli accoppiatori.*

In questo scenario, la massima forza assiale istantanea dovrebbe essere inferiore al carico massimo di compressione che non provoca deformazioni permanenti alla cassa del rotabile.

Le condizioni di urto per collisione assunte sono quelle di treno non frenato su binario rettilineo.

La filosofia dell'intero *sistema di gestione dell'energia d'urto dei treni (train crash)* e la sua considerazione nella modalità di progettazione, che dovrà esplicarsi con una analisi FEM appropriata, dovrà essere sottoposta al Committente per la sua verifica ed approvazione.

Il report sulla analisi di resistenza agli urti dovrà comprendere un video che mostri la risposta dei veicoli costituenti il treno sotto i carichi dinamici da impatto.

3.5 IMPERIALE

La costruzione del tetto della cassa di ciascuna carrozza del treno dovrà essere realizzata per sopportare la calpestatibilità da parte di 3 persone della manutenzione (con pesi di 70kg ciascuna, 1m distanti l'uno dall'altro) contemporaneamente, senza che si abbiano inflessioni elastiche pronunciate o deformazioni plastiche del tetto.

Una canalina di raccolta acque (grondaia) dovrà svilupparsi lungo tutta la lunghezza delle casse per evitare

ruscellamenti sopra i passeggeri che entrano o escono dalle carrozze. La costruzione del tetto delle casse dovrà avere il minor numero di giunti saldati possibili per ridurre il rischio di eventuali infiltrazioni d'acqua.

3.6 MONTAGGIO E DISTRIBUZIONE APPARECCHIATURE DI BORDO

3.6.1 PREMESSE GENERALI

La disposizione delle apparecchiature e degli impianti di bordo sulle varie casse del treno dovrà essere ottimizzata in maniera che, sotto la Condizione di carico EL-E (Carico statico), si abbia una distribuzione dei pesi quanto più omogenea possibile e sia conforme con i criteri fissati dalla Norma CEI EN 50215.

Inoltre, è chiaramente preferibile che le apparecchiature siano concentrate sulle casse motorizzate in maniera che il treno possa sfruttare al meglio l'aderenza.

Tutti i montaggi delle apparecchiature dovranno rispettare i criteri ed i requisiti fissati ai punti 2.14, 2.15, e 2.16 di questo Capitolato tecnico.

Inoltre, per quanto più possibile, le apparecchiature installate sottocassa sono installate mediante viti sollecitate in senso assiale e sono dotati di sistemi antisvitamento adeguati (dadi — tipo Vargal, rondelle tipo nord Lock ecc.)

Le apparecchiature dovranno essere raggruppate per sottoassiemi logici in cassoni o armadi per i quali si dovranno soddisfare i requisiti previsti al punto 18.7 di questo Capitolato Tecnico.

Particolare cura ed attenzione dovrà essere intrapresa nel fare in modo che le apparecchiature previste negli armadi/cassoni siano rapidamente smontabili in rapporto di priorità con gli intervalli temporali e le frequenze di manutenzione previste per ciascuna di esse.

Tutti i dispositivi di fissaggio -costituiti da un determinato materiale ed utilizzati per agganciare i componenti e le apparecchiature alla cassa- dovranno essere dello stesso tipo.

Le apparecchiature elettriche posate sotto cassa dovranno essere protette contro la penetrazione di polveri ed umidità secondo quanto previsto dalla norma IEC 60529, con classe IP65.

3.6.2 MODELLI IN SCALA DI VISTA DEL SOTTOCASSA E DEL TETTO

Al fine di valutare l'efficacia delle disposizioni impiantistiche per il sottocassa ed il tetto, il Fornitore dovrà sviluppare una dimostrazione dell'organizzazione attuata con modello in dimensioni reali, che dovrà includere tutte le apparecchiature, gli impianti, le tubazioni, i cablaggi, etc. Via via che il progetto si andrà sviluppando, le apparecchiature dimostrative dovranno essere rimpiazzate con quelle effettivamente realizzate per il treno (per gli armadi ed i cassoni basterà solo la loro sagoma). I layouts dovranno essere approvati dal Committente.

3.7 SEGNALETICA DI IDENTIFICAZIONE

Dovranno essere previsti su ogni cassa, sia in Italiano che in Inglese, almeno le seguenti scritte e pittogrammi:

- . Livrea e logo del Committente
- . Aree riservate per persone con particolari diritti (per es. disabili, invalidi, donne in gravidanza, etc)
- . Numero identificativo della cassa/elemento modulare componente il treno;
- . Punti di apposizione martinetti o sollevatori;

- . pittogrammi monitori per parti con rischio di elettrocuzione o parti in tensione;
- . identificazione delle precauzioni manutentive.

Tutte le scritte ed i pittogrammi dovranno essere resistenti ai graffiti ed ai vandalismi.

3.8 FANALERIE ESTERNE

3.8.1 REQUISITI GENERALI

Un set di fanali bianchi di segnalazione testa treno, di consolidata applicazione in ambito ferroviario, dovrà essere installato su ciascun lato di ciascuna cabina di guida.

Analogamente, un set di fanali rossi per la segnalazione di coda treno, di consolidata applicazione in ambito ferroviario, dovrà essere installato su ciascun lato di ciascuna cabina.

Le luci dovranno essere pienamente regolabili. Ogni set di luci di ciascun colore dovrà essere alimentato con proprio circuito separato e protetto. I fanali dovranno essere montati a filo con la carrozzeria esterna, curando l'integrazione estetica.

Qualora la cabina di un semitreno o quella di un treno fosse non abilitata, ovvero il treno fosse spento, dovranno illuminarsi le luci di coda alle estremità del treno.

All'atto della abilitazione di una cabina si dovranno accendere le luci di testa di quella cabina, disattivando quelle di coda della stessa cabina. Contestualmente, le luci di coda sulla cabina non abilitata dovranno rimanere accese e le luci esterne di segnalazione sulle casse intermedie, dotate di dispositivo di accoppiamento/disaccoppiamento, dovranno spegnersi.

Tutte le luci esterne di segnalazione dovranno essere alimentate sul circuito in bassa tensione in c.c. Se il convertitore di alimentazione dei servizi ausiliari non fosse operativo, le luci dovranno alimentarsi sul circuito delle batterie.

Si dovrà far in modo che la pulizia dei vetri dei fanali sia semplice e che il fascio di illuminazione e l'allineamento dei fanali non venga alterato da operazioni di pulizia e lavaggio.

L'ottica delle lenti non dovrà potersi danneggiare a seguito di graffiti sull'esterno del fanale o a seguito di apposizione di detersivi e altri prodotti per il lavaggio esterno.

Le lampade dovranno potersi sostituire a mezzo di una sola persona in circa due minuti. Pertanto, il fissaggio dei fanali non dovrà attuarsi con pezzi sciolti. La sostituzione delle lampade non dovrà alterare il fascio di illuminazione e l'allineamento dei fanali.

Le lampade dovranno avere un elevato rapporto lumens/watt per ridurre il carico sulle batterie in caso di avaria al circuito di carica delle stesse.

La durata minima di una lampada dovrà essere di 1.000 ore di funzionamento mantenendo un rapporto pari ancora all'85% fra il flusso luminoso iniziale e quello a $\frac{1}{4}$ della vita utile.

3.8.2 LUCI DI TESTA TRENO

Le luci di testa treno di colore bianco dovranno fornire l'illuminazione, di notte ed in galleria, davanti al treno in maniera che il macchinista possa avere adeguata visibilità; ovviamente, tali luci saranno anche indispensabili per segnalare, specie durante interruzioni notturne con circolazione o durante la circolazione in Deposito, l'imminente arrivo del treno anche al personale di manutenzione e manovra.

I due fanali per la segnalazione di testa treno saranno installati ciascuno su un lato della cabina di guida, con posizione di montaggio verticale tra 1,50 e 1,75 m dal piano del ferro. La distanza orizzontale fra i

centri dei due fanali dovrà essere prossima a 1,30 m.

Con la stessa posizione si dovranno installare i due fanali di segnalazione di testa treno sulla carrozza terminale del semitreno (cassa di accoppiamento/disaccoppiamento) tenendo conto anche della posizione dell'intercomunicante.

Il fascio di illuminazione delle luci di testa treno dovrà essere ellittico e dovrà avere la articolazione in fascio corto e fascio lungo.

Il fascio di luce corto dovrà essere inclinato verso il basso in maniera tale che, con il treno posto su binario rettilineo in piano, i fasci di luce dei due fanali si congiungano sulla sede a 40 m avanti al treno.

Il fascio di luce lungo dovrà garantire un'intensità luminosa di almeno 1 lux ad una distanza di 160 m davanti al treno

Il corpo del fanale dovrà essere provvisto di dispositivi di regolazione del fascio luminoso in maniera che si possa rapidamente soddisfare i requisiti anzi descritti.

Il corpo del fanale dovrà essere resistente alle vibrazioni e scuotimenti derivanti dal servizio del treno e non dovrà richiedere più di un intervento manutentivo per anno.

Le lampade dei fanali di testa treno dovranno avere una vita utile di funzionamento pari almeno a 2.500 h. Pertanto, il Fornitore dovrà installare e fornire lampade di ampia diffusione commerciale che possano soddisfare il requisito di durata.

3.8.3 LUCI DI CODA TRENO

I due fanali per la segnalazione di coda treno saranno installati ciascuno su un lato della cabina di guida, con posizione di montaggio verticale uguale a quella delle luci di testa. La distanza orizzontale fra i centri dei due fanali dovrà essere prossima a 1,10 m risultando le luci di coda poste all'interno rispetto a quelle di testa.

Analogo montaggio dovrà essere seguito sulla carrozza terminale del semitreno (cassa di accoppiamento/disaccoppiamento).

Le luci di coda dovranno essere chiaramente visibili a distanza di 200 m, con illuminazione diurna.

Il fascio di illuminazione dovrà essere circolare, con un angolo di apertura di almeno 15 gradi.

L'intensità luminosa ad una distanza di 2,0 metri non dovrà essere inferiore a 6,5 lux.

Le lampade dei fanali di coda treno dovranno avere una vita utile di funzionamento pari almeno a 2.500 h. Pertanto, il Fornitore dovrà installare e fornire lampade di ampia diffusione commerciale che possano soddisfare il requisito di durata.

3.9 BARRIERE ED INTERCOMUNICANTI

Lo spazio tra due casse adiacenti, così come quello tra un semitreno e l'altro accoppiato, dovranno essere chiusi da barriere e da intercomunicanti.

Le barriere dovranno riuscire a dare continuità al profilo esterno ed interno del treno in maniera che si evidenzino la forma a "pezzo intero ed a salone unico" e dovranno proteggere i passeggeri in banchina rispetto a cadute accidentali nell'intercapedine fra due carrozze adiacenti (in particolare, per i non vedenti dovrà valere tale protezione). Gli intercomunicanti dovranno consentire sia il passaggio dei passeggeri tra le carrozze, sia la loro sosta per il trasporto in piedi, grazie anche a mancorrenti a sospensione.

Inoltre, gli intercomunicanti:

- dovranno avere dimensioni interne tali da garantire la massima larghezza disponibile per consentire il passaggio dei passeggeri tra una carrozza e l'altra;
- dovranno avere rivestimento di copertura, se possibile, con pannelli identici a quelli laterali del treno;
- dovranno essere dotati di dispositivi adeguati per il loro sollevamento e rimozione.

La larghezza utile disponibile interna per il movimento passeggeri tra le carrozze collegate dovrà essere non inferiore a 1200 mm.

Sotto condizione di curvature le configurazioni delle barriere e degli intercomunicanti devono riuscire a garantire pieno raccordo al profilo. Il Fornitore dovrà sia con il progetto, sia con modello in scala reale e con prove la piena efficacia del sistema di barriere ed intercomunicanti progettato in tutte le condizioni possibili di esercizio.

Particolare attenzione dovrà essere posta alle parti mobili dei sistemi anzidetti affinché non si abbiano rischi di impiglio per le persone o per i bagagli da essi trasportati.

L'assetto di montaggio delle barriere degli intercomunicanti dovranno essere capaci di riuscire a soddisfare i requisiti prestazionali sull'abbattimento di rumore e vibrazioni espressi al punto 2.13.1 di questo Capitolato Tecnico.

In particolare, per i requisiti relative all'abbattimento rumore espresso al punto 2.13.1 di questo Capitolato Tecnico, il Fornitore dovrà prendere tutte le precauzioni necessarie per il progetto dell'area dell'intercomunicante (per esempio spessorando con elementi in gomma la parte inferiore) e dovrà scegliere attentamente i materiali in maniera da ridurre la differenza tra i valori di rumore più alti misurati nella zona dell'intercomunicante e quelli misurati nelle carrozze (secondo quanto previsto al punto 2.13.1.1).

La configurazione del sistema di barriere ed intercomunicanti deve effettuarsi facendo ricorso a materiali e ad un progetto di collaudata affidabilità, dando riscontro appropriato al Committente.

Le barriere e gli intercomunicanti dovranno essere facilmente e rapidamente separabili in Officina per l'effettuazione di lavori di manutenzione.

Il Fornitore, per consentire la protezione dalle intemperie in caso di disaccoppiamento in Deposito dei semitreani, dovrà fornire un set di chiusure (ossia due coperture) per treno, facilmente assemblabili e disassemblabili, per la chiusura della luce dell'intercomunicante aperta sulla cassa di estremità di ciascun semitreno a 3 casse. Queste chiusure dovranno garantire la protezione dagli infortuni di eventuali operatori a bordo durante le manovre, oltre alla protezione dagli agenti atmosferici in caso di eventuali soste prolungate all'aperto in Deposito.

Inoltre, il Fornitore dovrà fornire 3 sets di chiusure di ricambio.

3.10 ALTRE APPARECCHIATURE ESTERNE

3.10.1 TROMBE

Una tromba ad aria, azionata a pedale, di provato utilizzo in ambito ferroviario dovrà essere installata sulla testate di ciascuna cabina di guida. La stessa dovrà potersi isolare attraverso un apposito rubinetto.

In aggiunta, si dovrà prevedere una tromba elettrica sulle testate di ciascuna cabina di guida che abbia un tono più tenue rispetto a quello della tromba ad aria.

La tromba ad aria dovrà emettere un suono di intensità $110 \pm 3\text{dB(A)}$ ad una distanza di 2 m.

Analoga intensità dovrà aversi per la tromba elettrica.

Le trombe dovranno funzionare solo sulla carrozza di testa nel senso di marcia treno. Se il selettore di senso marcia treno viene posizionato per la "Marcia Indietro" deve immediatamente attivarsi l'abilitazione delle trombe sulla carrozza di coda, opposta a quella di guida.

4.0 CARRELLI

4.1 PREMESSE GENERALI

I carrelli dovranno essere progettati e costruiti per assicurare una vita utile in servizio di almeno 30 anni o 4,0 mil di km con l'effettuazione della prevista manutenzione programmata.

I telai dei carrelli dovranno essere progettati e costruiti per assicurare una vita utile in servizio di almeno 30 anni o 4,0 mil di km, senza che sia necessario effettuare alcuna manutenzione straordinaria o rinforzo o modifica.

Entrambi i requisiti sopraesposti dovranno essere sufficientemente dimostrati da parte del Costruttore con evidenze tecniche progettuali e costruttive.

Il Fornitore dovrà dettagliare accuratamente le modalità di composizione e le particolarità costruttive dei carrelli motori ed eventualmente portanti e delle sale.

Si dovrà cercare di progettare e realizzare in maniera da riuscire ad avere il maggior numero possibile di parti intercambiabili sui diversi carrelli in dotazione al treno.

I carrelli motori dovranno essere pienamente intercambiabili tra di loro così come quelli, eventualmente, portanti a meno di piccoli adattamenti per quei carrelli che portano antenne o apparecchiature similari.

Ogni cassa dovrà avere due carrelli a 2 assi; i carrelli motorizzati dovranno avere un motore per asse.

I carrelli dovranno essere il più leggeri possibile, pur nel rispetto dei requisiti contenuti in questo Capitolato Tecnico. Il progetto definitivo completo del carrello dovrà essere sottoposto ad approvazione specifica da parte del Committente.

Le ruote dei carrelli dovranno essere capaci di essere riprofilate sul tornio in fossa attualmente in dotazione al Committente presso la propria Officina della Linea 1, senza la necessità di rimuovere alcuna apparecchiatura di bordo o di aggiungere elementi di interfaccia.

Un apposito aggancio dovrà essere installato al fine di consentire che il carrello possa essere sollevato insieme alla cassa in sicurezza.

Tale aggancio non dovrà impedire i normali movimenti relativi tra il carrello e la cassa, né incidere sui parametri delle sospensioni.

Esso dovrà altresì rispettare i requisiti di legge per gli apparecchi di sollevamento. Tutti i carrelli dovranno essere predisposti con punti di aggancio atti a garantire, in piena sicurezza, il loro sollevamento nonché il loro traino, con o senza cassa installata. I carrelli dovranno essere sollevabili, con apposite binde, a seguito di svio.

Le sale montate si dovranno poter disconnettere con estrema rapidità e semplicità dal carrello, consentendo a quest'ultimo di poter essere rialzato dalle sale stesse. In tal modo, le sale montate potranno essere trattate come dei sottoassiemi indipendenti di manutenzione.

Nessuna struttura portante costituente il telaio del carrello dovrà essere utilizzata come serbatoio di aria.

Sulla base dell'esperienza del Fornitore in altre applicazioni già realizzate su altre metropolitane, e previa adeguata relazione illustrativa scritta da presentare al Committente a tale proposito, si potranno realizzare le connessioni pneumatiche ed elettriche tra carrello e cassa ad accoppiamento e sgancio rapido, consentendo la riduzione del tempo necessario per la disconnessione tra detti componenti.

Fino alla Revisione Generale, non dovrà essere necessario rimuovere il carrello dalla cassa per effettuare alcun tipo di operazione manutentiva.

4.2 SOSPENSIONI

4.2.1 REQUISITI GENERALI

I carrelli dovranno essere dotati di sospensione primaria e secondaria.

Le caratteristiche di tali sistemi dovranno garantire una bassa trasmissione delle vibrazioni alla cassa e dovranno attutire il rumore dovuto ai sobbalzi ed alle vibrazioni stesse.

È preferibile che le sospensioni primarie utilizzino molle elastomeriche di provata affidabilità mentre per le sospensioni secondarie siano utilizzate molle ad aria. Qualunque altro tipo deve essere sottoposto all'approvazione del Committente. Il progetto del carrello dovrà minimizzare il trasferimento di peso durante le fasi di accelerazione e frenatura e dovrà assicurare buone capacità di sterzata al fine di ridurre il rumore delle ruote e l'usura ruota/rotaia.

Il sistema di sospensione dovrà essere progettato per garantire il grado di comfort di marcia richiesto in questo Capitolato tecnico, nonché un adeguato isolamento dalle vibrazioni per tutti i componenti montati sul carrello, per la cassa e per i componenti e le apparecchiature di bordo.

Il sistema di sospensione dovrà garantire che il treno rimanga entro la sagoma limite statica sotto tutte le condizioni di carico passeggeri, sopraelevazione del binario, etc. ed entro la sagoma limite dinamica sotto tutte le condizioni di carico passeggeri, velocità e curvatura del tracciato, coerentemente con le limitazioni di velocità e raggi di curvatura del tracciato.

Il treno deve rimanere entro ambedue le sagome limite sotto le condizioni di molle ad aria scariche, molle ad aria sovraccariche, molle primarie rotte, etc.

La resistenza torsionale dell'interfaccia carrello/cassa e degli elementi della sospensione del carrello dovranno essere tali da ridurre l'eccessivo contatto del bordino della ruota e, quindi, ridurre lo stridio delle ruote, e l'usura ruote/rotaia, prevenendo nel contempo l'instabilità rispetto al serpeggio (hunting) nell'ambito dell'intero range di velocità del treno.

Il Fornitore dovrà produrre una relazione di calcolo dettagliata che dimostri il rispetto degli specifici requisiti imposti da questo Capitolato Tecnico.

Le sospensioni primarie e secondarie dovranno essere progettate e costruite in modo da garantire un esercizio senza manutenzione per almeno 6 anni o per 1.200.000 km.

4.2.2 IL SISTEMA DELLE SOSPENSIONI PRIMARIE

Il sistema delle sospensioni primarie dovrà essere progettato per rispondere allo smorzamento delle accelerazioni dell'asse della sala montata in ambito tridimensionale sui tre assi (longitudinale, laterale e verticale), così da riuscire ad ottenere la guida dell'asse stesso, riducendo al contempo l'usura del bordino della ruota.

In ogni caso, si dovrà garantire, con il dimensionamento del sistema di sospensione che non si abbia instabilità di marcia per serpeggio degli assi delle ruote in qualunque condizione di velocità di marcia del treno.

Inoltre, la rigidità verticale delle sospensioni primarie dovrà essere proporzionata per contribuire a garantire il contenimento delle sollecitazioni trasmesse al binario contestualmente al mantenimento di adeguata sicurezza rispetto al fenomeno del deragliamento di una ruota causato da indesiderato scarico del peso verticale su di essa durante la marcia in curva. Il Fornitore dovrà dimostrare analiticamente che detti requisiti sono rispettati.

È preferibile che sistema di sospensione primario utilizzi molle elastomeriche collaudate, le cui specifiche tecniche devono essere messe a disposizione per la verifica e l'approvazione da parte del Committente.

Qualunque altro tipo di molla dovrà essere sottoposta all'approvazione del Committente, previa consegna da parte del Fornitore di un apposito studio tecnico.

Le sospensioni primarie dovranno essere montate con sistemi atti a garantire la prevenzione infortuni del

personale di manutenzione.

Le sale montate dovranno essere mantenute dalla struttura del carrello senza bisogno di aggiungere vincoli addizionali in occasione del sollevamento del carrello stesso.

4.2.3 IL SISTEMA DELLE SOSPENSIONI SECONDARIE

Il sistema delle sospensioni secondarie dovrà essere preferibilmente costituito da molle ad aria agganciate direttamente sul telaio del carrello, e controllato attraverso il necessario quantitativo di valvole per ciascuna cassa, e dovrà garantire un'altezza del pavimento delle casse pressoché costante. Ad ogni modo, qualunque altro tipo di sospensione secondaria sarà soggetto all'approvazione del Committente, previa presentazione da parte del Fornitore di adeguata valutazione tecnico-scientifico di supporto.

I bracci delle valvole livellatrici dovranno essere fissati in maniera sicura, in modo tale che anche in caso di rottura non possano sganciarsi.

Possono essere installati smorzatori verticali e laterali per controllare le oscillazioni tra carrello e cassa. Dovrà essere reso possibile effettuare un'ispezione visiva al fine di accertare velocemente se le molle ad aria siano alla loro altezza di lavoro.

La pressione delle molle ad aria dovrà anche essere usata per fornire un idoneo segnale al sistema di controllo del carico presente sulla cassa (dispositivo di carico variabile) per controllare lo sforzo di trazione e la frenatura del treno sotto tutte le condizioni di carico.

Le molle secondarie di emergenza devono anche essere in grado di sostenere la cassa in caso di rottura delle molle ad aria. Al fine di prevenire che si abbia l'eccessiva inclinazione della cassa dovuta ad eventuale rottura o perdita di una molla di sospensione, le molle ad aria di ciascun carrello dovranno essere interconnesse tra di loro mediante una valvola a differenza di pressione.

Il Fornitore dovrà sottoporre un'apposita analisi al Committente che dimostri il corretto dimensionamento della valvola.

Per far fronte all'usura della ruota deve essere possibile modificare l'altezza della cassa senza dover rimuovere il carrello dalla cassa.

4.3 SICUREZZA DI CORSA E COMFORT DI MARCIA

I carrelli dovranno essere progettati in maniera tale che da riuscire a far in modo che il treno, su cui andranno montati, rispetti i requisiti di sicurezza della marcia e comfort di marcia di cui ai paragrafi 2.7 e 2.8 di questo Capitolato Tecnico.

La sicurezza rispetto al deragliamenti deve essere provata da un'apposita analisi eseguita nel rispetto della EN 14363 Metodo 2.

4.4 PERDITA DI PESO SULLA RUOTA

Il sistema di sospensione del carrello dovrà essere progettato e verificato nelle condizioni più avverse del binario/tracciato (ovvero rispetto ai valori della EN 14363 Metodo 2) e nelle condizioni di carico EL E, EL S, EL 6 and EL 8, la massima perdita di peso di ciascuna ruota non dovrà eccedere il 55% per carrozze con molle ad aria gonfie ed il 65% per carrozze con molle ad aria sgonfie. Questo criterio è applicato ad un treno fermo.

4.5 TELAIO DEL CARRELLO

Il telaio del carrello può essere realizzato con acciaio fuso ad alto limite di snervamento o per saldatura di

piastre di acciaio resistenti alla corrosione. Altre modalità realizzative dovranno essere sottoposte al Committente sempre che vi sia una dimostrata esperienza di efficacia in esercizio di tali soluzioni.

Sul telaio del carrello dovranno essere previsti i punti di riferimento delle lavorazioni meccaniche che consentano un'immediata valutazione delle deformazioni del telaio dopo un deragliament o una collisione.

Ciascun carrello dovrà recare la punzonatura con un unico numero di serie che dovrà essere immediatamente visibile ponendosi dal lato esterno del treno.

4.6 RUOTE ED ASSILI

Le sale montate dovranno essere conformi, in linea generale, agli standard della ISO 1005, EN 13103/13104, o equivalenti, ed è preferibile che le ruote siano del tipo elastico, di tipologia ampiamente collaudata in metropolitane pesanti già in esercizio con tracciati impegnativi in termini di raggi di curvatura minimi e percentuale di tracciato in curva.

Il Fornitore dovrà specificare appropriatamente la tipologia di ruota proposta.

Il profilo del cerchione della ruota preferito è quello ORE S 1200 (spess. 135 mm); ad ogni modo il Fornitore dovrà proporre profili alternativi di ruota usata, qualora un profilo differente sia considerato vantaggioso per il Committente.

Ad ogni modo, qualunque sia il profilo utilizzato, per garantire che il profilo della ruota sia compatibile pienamente con il profilo della rotaia e che non si verifichi l'eccessiva usura al contatto ruota-rotaia, il Fornitore dovrà produrre uno studio di compatibilità sull'usura da contatto, utilizzando metodologie di comprovata affidabilità e sottoporre i risultati di tale studio all'approvazione del Committente.

L'impedenza per l'occupazione dei circuiti di binario fornita da una sala montata dovrà essere misurata e verificata in conformità alle indicazioni della EN 13260.

Tutti i dettagli di montaggio e lavorazione meccanica della sala montata e dei suoi componenti (dell'assile, della ruota, delle boccole, dei dischi freno, etc) dovranno essere forniti al Committente, insieme con i dettagli di processo di calettamento. Dovrà essere dettagliato lo specifico tipo di lubrificante utilizzato.

Il Fornitore dovrà fornire i dettagli di realizzazione di tutte le sale montate nei Libretti e nelle documentazioni probatorie individuali di ciascun rotabile fornito.

Dopo la disconnessione dei giunti elastici di accoppiamento dai motori di trazione, dovrà essere possibile disconnettere dal carrello entrambe le sale montate, con i relativi dispositivi connessi meccanicamente (comprese ruote, assili, corpi boccole, etc), e sollevare, nel giro di 15 minuti, il carrello dalle sale con l'impiego di 4 operai esperti.

4.6.1 ASSE E CARICO DINAMICO

Il massimo carico per asse permesso dovrà essere

$A=120\text{kN}$.

Coefficiente dinamico: $I=30\%$ del carico per asse;

Incremento per effetto rollio: $L=12\%$ del carico per asse;

Carico dinamico totale: $L+I+A$.

Il Fornitore dovrà dimostrare che il carico massimo dinamico non è mai raggiunto, anche valutando il peggior caso di condizione di consumo e difetti del binario della linea (Si veda il paragrafo 2.8 e 4.2.2. di queste Capitolato Tecnico).

4.7 CORPO BOCCOLE

I corpi boccola devono essere progettati per essere resistenti alla fatica e garantire una vita utile, senza

alcun guasto, di 30 anni e di 3,0 mil di km.

Il Fornitore dovrà produrre evidenza documentale della capacità dei corpi boccola di rispondere a detto requisito. Le boccole dovranno essere lubrificate con grasso.

I cuscinetti delle boccole dovranno essere sigillati con guarnizioni a labirinto e se dovesse essere necessario il rifornimento di grasso tra una manutenzione e l'altra, ciò dovrà essere possibile senza la necessità di rimuovere alcun altro componente o apparecchiatura.

4.8 INSTALLAZIONE DEI MOTORI DI TRAZIONE

Sia posta attenzione ai requisiti del paragrafo 11.5 di questo Capitolato Tecnico. Il progetto di installazione del motore dovrà essere configurato in modo da evitare che, in caso di rottura della struttura di supporto, il motore si sganci dal carrello e causi un deragliament.

4.9 APPARECCHIATURE DEL FRENO MONTATE SUL CARRELLO

Dettagli sono dati nel Capitolo 9.0 di questo Capitolato Tecnico.

4.10 VARIE APPARECCHIATURE MONTATE SUL CARRELLO

4.10.1 PREMESSE GENERALI

I carrelli dovranno essere equipaggiati con tutte le apparecchiature necessarie per rispondere ai requisiti di questo Capitolato Tecnico, inclusi, a titolo esemplificativo, captatori dell' ATC, sensori di velocità, sabbie, cavi, tubazioni, antenne, valvole, etc).

Tutte le apparecchiature elastiche montate sul carrello dovranno essere progettate per evitare eventuali fenomeni di risonanza con le frequenze delle sospensioni del carrello.

4.10.2 LUBRIFICAZIONE DEL BORDINO DELLA RUOTA E DEL CERCHIONE

I treni dovranno essere equipaggiati con idonee attrezzature per l'erogazione di lubrificante sui bordini delle ruote. Il numero di ruote ed assi equipaggiati in questo modo, nonché la loro disposizione, dovrà essere accuratamente scelto in base all'esperienza e ad un'indagine eseguita dal Fornitore sulle condizioni attuali di lubrificazione di ruote e rotaie della linea ferroviaria del Committente.

In aggiunta il Fornitore dovrà prevedere la consegna di un'apposita apparecchiatura di bordo atta ad iniettare liquido modificante l'attrito di contatto ruota/rotaia (friction modifier) sul cerchione.

Il numero di ruote ed assi equipaggiati in questo modo, nonché la loro disposizione, dovrà essere accuratamente scelto in base all'esperienza ed ai risultati della suindicata indagine. Se tale indagine proverà che il sistema di "friction modifier" non è necessario, allora tale sistema, previa approvazione del Committente, potrà essere omessa.

Nello scegliere il tipo di lubrificante per l'ungibordino da utilizzare, Il Fornitore deve tener conto della circostanza che la temperatura del binario può raggiungere i 55 °C.

4.10.3 SABBIERE

L'attrezzatura dovrà essere in grado di spargere sabbia sulla superficie di rotolamento sugli assi di testa e di coda di ciascuna cassa motorizzata. La sabbia dovrà essere sparsa soltanto sulle ruote anteriori rispetto alla direzione di marcia. La sabbia dovrà essere rilasciata quando viene rilevato lo slittamento o il pattinamento della ruota (perdita di aderenza) e quando si attiva il comando della frenatura di emergenza (Capitolo 9 di questo Capitolato Tecnico).

Il quantitativo di sabbia depositato dovrà essere ridotto al minimo in modo che la stessa non interferisca con i circuiti di segnalamento del binario o con il sicuro funzionamento di qualunque impianto a terra. Il Fornitore dovrà proporre il tasso di rilascio di sabbia e le caratteristiche della sabbia proposta. Il Fornitore

dovrà, inoltre, consegnare i treni con le sabbie completamente cariche.

4.11 CONNESSIONE CARRELLO-CASSA

È preferibile che la cassa sia sostenuta dai carrelli direttamente sulle molle ad aria, senza interposizione di parti mobili. Dovranno essere installati idonei sistemi per mantenere i carrelli collegati alla cassa quando quest'ultima viene sollevata. La connessione carrello/cassa dovrà anche essere in grado di trattenere i carrelli in caso di collisione.

Il progetto dovrà essere approvato dal Committente e le anzidette caratteristiche di progetto dovranno essere verificate nel rispetto di una procedura approvata dal Committente.

Il Fornitore dovrà predisporre, per l'approvazione del Committente il progetto di messa a terra della connessione carrello/cassa, al fine di prevenire la trasmissione di correnti vaganti (oltre quelle che normalmente viaggiano attraverso i cavi di ritorno a terra).

Le connessioni carrello/cassa dovranno essere progettate per ridurre al minimo la trasmissione di rumore e vibrazione. Dovrà essere *fisicamente* impossibile che le connessioni possano essere confuse, con conseguente errato montaggio, da parte dei manutentori del Committente.

4.12 TOLLERANZA CARRELLO/CASSA

Sotto tutte le condizioni di carico (EL E, EL S, EL 6, e EL 8) e in tutte le condizioni di movimento reciproco tra carrello e cassa, incluse le condizioni di molle ad aria (sospensioni) tutte cariche o scariche, dovrà persistere una tolleranza di distanza minima geometrica tra le apparecchiature del carrello e quelle della cassa. Ciò si dovrà verificare anche nel caso di una estremità della cassa con molle ad aria completamente cariche e l'altra estremità con molle ad aria completamente scariche.

In aggiunta, sotto le stesse condizioni sopra menzionate, ma con le ruote di ciascun asse posizionate sulle traversine delle rotaie (carrello sviato e ruotato rispetto all'asse della cassa), né il telaio del carrello né alcuna apparecchiatura montata sui carrelli dovrà essere a contatto con l'intradosso della cassa, o con alcuna attrezzatura montata sulla cassa. Lo scopo di tale prescrizione è quella di limitare gli eventuali danni in caso di uno svio in manovra o a bassa velocità.

4.13 REQUISITI STRUTTURALI

A meno che non sia diversamente specificato, i carrelli ed il loro equipaggiamento dovranno rispettare le successive prescrizioni e caratteristiche tecniche. Qualora la pregressa esperienza del Fornitore dovesse indicare che esistono condizioni diverse di carico più appropriate, le relative considerazioni e valutazioni tecniche dovranno essere sottoposte al Committente. Ad ogni modo, il Fornitore deve rispettare i requisiti qui richiesti a meno che non venga diversamente verbalizzato con il Committente.

In particolare, per i requisiti strutturali del telaio del carrello dovrà essere seguita la norma EN 13749, ultima revisione.

Dovrà essere eseguita un'analisi dello stato tensionale dell'intera struttura del carrello usando un modello agli Elementi Finiti. Il modello, il numero ed il tipo di elementi, e i criteri usati per l'accettabilità dei livelli tensionali dovranno essere sottoposti alla revisione ed all'approvazione del Committente. I risultati dell'analisi FEM dovranno essere presentati al Committente per l'approvazione.

Il Fornitore dovrà effettuare prove significative ed appropriate per garantire il rispetto dei requisiti seguenti ed i requisiti della norma EN 13749; tali prove dovranno includere sia prove statiche che a fatica. Durante la prova di carico statica, dovranno essere posizionati estensimetri in tutte le aree in cui l'analisi tensionale ha previsto livelli di tensione maggiori del $(100/1.05)=95\%$ della tensione di snervamento ovvero della tensione che provoca una deformazione permanente pari allo 0,2% (valore ritenuto prossimo allo

snervamento).

Ulteriori carichi statici dovranno essere applicati, nella fase di prova, per consentire di stabilire gli sforzi indotti da carichi a fatica e calcolare il danno da fatica.

Inoltre, durante il programma di prova di simulazione di servizio commerciale dei convogli, il Fornitore dovrà strumentare i punti critici del carrello con estensimetri e dovrà riuscire ad eseguire una valutazione della resistenza e durata a fatica per confermare che la vita del telaio del carrello sia conforme ai criteri del progetto. È importante che questa strumentazione e questa prova sia estesa anche alle boccole. Tutte le procedure della prova dovranno essere approvate dal Committente.

4.13.1 TIPOLOGIE E CASISTICHE PER LA SCELTA DEL CARICO DI PROVA

4.13.1.1 PREMESSE GENERALI

Il telaio del carrello e tutto ciò che ad esso è connesso dovrà resistere ai carichi di prova qui stabiliti. I carichi di prova dovranno, a meno che non sia diversamente indicato, essere applicati singolarmente e dovranno essere correlati per la condizione di carico EL 8. Al fine di evitare che si verifichino deformazioni plastiche, i livelli di tensione indotti da questi carichi non dovranno eccedere il $(100/1.05)=95\%$ della tensione di snervamento del metallo ovvero della tensione che provoca una deformazione permanente pari allo 0,2% (valore ritenuto prossimo allo snervamento).

4.13.1.2 CARICHI VERTICALI DI PROVA

Il massimo carico centrato verticale deve essere moltiplicato per un fattore di 1.75.

4.13.1.3 CARICHI LATERALI DI PROVA

Il carico laterale sarà dimensionato prendendo il valore maggiore tra la massa del carrello e la metà della massa della cassa (nella condizione di carico EL8), e sottoponendo tale massa ad un'accelerazione di 1,0g. Il massimo carico centrato dovrà essere applicato simultaneamente.

4.13.1.4 CARICHI LONGITUDINALI DI PROVA

Il carico longitudinale sarà dimensionato sottoponendo la massa del carrello ad un'accelerazione di 5,0 g. Il massimo carico centrato dovrà essere applicato simultaneamente.

4.13.1.5 CARICHI INDOTTI DALL'INSCRIZIONE IN CURVA

Il carico distorsivo per deformazione a losanga del telaio sarà quello risultante da una cassa, soggetta alla condizione di carico EL 8, nella più gravosa condizione di curvatura, utilizzando il più alto valore di attrito ruota/rotaia possibile. Il massimo carico centrato dovrà essere applicato simultaneamente.

4.13.1.6 CARICHI INDOTTI DALLO SGHEMBO DI BINARIO

Il carico torsionale risultante da una cassa, soggetta alla condizione di carico EL 8, che percorra un binario con uno sghembo pari ad 1/50 rispetto alla distanza fra i centri delle due ruote di un carrello. Il massimo carico centrato dovrà essere applicato simultaneamente.

4.13.1.7 CARICHI INDOTTI DAGLI APPARECCHI DEL FRENO AD ATTRITO

I carichi prodotti dal sistema frenante nelle sue condizioni di massima prestazione o di guasto, quale delle due sia più gravosa, moltiplicata per un fattore 1,5. Il massimo carico centrato dovrà essere applicato simultaneamente.

4.13.1.8 CARICHI INDOTTI DAL SISTEMA DI TRASMISSIONE DELLA COPPIA MOTTRICE

I carichi prodotti dal trasmissione della coppia motrice nelle sue condizioni di massima performance o guasto, quale delle due sia più gravosa, moltiplicati per un fattore 1,5. Il massimo carico centrato dovrà essere applicato simultaneamente.

4.13.1.9 CARICHI DINAMICI INDOTTI SULLE MASSE DELLE APPARECCHIATURE COLLEGATE AL CARRELLO

Le masse delle apparecchiature ed i loro sistemi di aggancio dovranno essere progettati per resistere alle seguenti accelerazioni:

Verticale $\pm 20g$

Laterale $\pm 3g$

Longitudinale $\pm 5g$

4.13.1.10 CARICHI DINAMICI INDOTTI SULLE APPARECCHIATURE COLLEGATE ALLA SALA

Le masse delle apparecchiature collegate alle sale dovranno essere progettate per resistere alle seguenti accelerazioni:

- Verticale $\pm 50 g$

- Laterale $\pm 5g$

- Longitudinale $\pm 5g$

Tutte le accelerazioni dovranno essere considerate agenti simultaneamente ed in fase.

4.13.1.11 CARICHI DOVUTI A RIALZO DEL ROTABILE SUL BINARIO

I carichi associati al rialzo del carrello ed il massimo carico centrato di una cassa vuota applicato nei punti di sollevamento previsti da progetto sul carrello, moltiplicati per un fattore 2.

4.13.1.12 CARICHI INDOTTI DAL SOLLEVAMENTO DELLA CASSA

L'attacco del carrello dovrà essere capace di resistere al carico derivante dal peso massimo del carrello, più qualunque forza residuale dovuta al sistema di sospensione secondaria, moltiplicata per un fattore 2,25.

4.13.2 CONDIZIONI DI CARICO A FATICA

4.13.2.1 PREMESSE GENERALI

Il telaio del carrello ed i suoi attacchi dovranno essere progettati per una probabilità di rottura inferiore al 2,5% sotto i carichi qui definiti. A meno di diversa specificazione, dovrà essere impiegata la condizione di carico EL 6.

La gradualità di applicazione dei carichi dovrà rappresentare l'attuale condizione di esercizio. Dovrà essere calcolato il danno a fatica parziale derivante dalle singole condizioni di carico, e la loro somma non dovrà eccedere l'unità.

4.13.2.2 CARICHI VERTICALI

Il massimo carico centrato moltiplicato per un fattore dinamico del $\pm 35\%$ applicato per 10 milioni di cicli.

4.13.2.3 CARICHI LATERALI

Il carico laterale sarà dimensionato prendendo il valore maggiore tra la massa del carrello e la metà della massa della cassa (nella condizione di carico EL6), e sottoponendo tale massa ad un'accelerazione di $\pm 0.3g$ applicato per 10 milioni di cicli.

4.13.2.4 CARICHI DOVUTI ALL'INSCRIZIONE IN CURVA ED ALLA STERZATURA DEL CARRELLO

Il carico distorsivo per deformazione a losanga della cassa che impegna una curva dovrà essere assunto essere quello seguente, applicato per l'equivalente di 5 milioni di km di servizio. Le forze sono generate all'interfaccia ruota/rotaia, applicate longitudinalmente attraverso i telai laterali del carrello nelle stesse direzioni e in quelle opposte ed il momento risultante è contrastato dalle forze laterali sulle sale montate.

Il massimo carico verticale dovrà essere applicato simultaneamente.

Range di forza (kN)	Media (kN)	Cicli applicati per km
0-10	5	4700
10-20	15	130
20-30	25	14
30-40	35	3.3
40-50	45	1.1
50-60	55	0.045
60-70	65	0.21
70-80	75	0.11
80-90	85	0.06

Tavola 4.13.2.4.1 Carichi dovuti ad iscrizione in curva e sterzata

4.13.2.5 CARICHI INDOTTI DALLO SGHEMBO DI BINARIO

Il carico a fatica per sghembo di binario dovrà essere applicato in accordo allo standard EN 13749. L'interasse per il calcolo dello sghembo dovrà essere pari allo 0.5% della distanza fra gli assi di un carrello.

4.13.2.6 CARICHI INDOTTI DAGLI APPARECCHI DEL FRENO AD ATTRITO

I carichi prodotti dal sistema frenante nelle sue condizioni di massima prestazione dovranno essere in sequenza con lo spettro definito per il carico e lo scarico dei passeggeri. Il massimo carico verticale dovrà essere applicato simultaneamente.

4.13.2.7 CARICHI INDOTTI DAL SISTEMA DI TRASMISSIONE DELLA COPPIA MOTRICE

I carichi prodotti dalla massima prestazione di esercizio del sistema di trasmissione della coppia motrice, in fase di accelerazione e frenatura, dovranno essere in sequenza con lo spettro definito per il carico e lo scarico dei passeggeri. Il massimo carico verticale dovrà essere applicato simultaneamente.

4.13.2.8 CARICHI DINAMICI INDOTTI SULLE MASSE DELLE APPARECCHIATURE COLLEGATE AL CARRELLO

Le masse delle apparecchiature ed i loro sistemi di aggancio dovranno essere progettati per resistere alle seguenti accelerazioni applicate per 10 milioni di cicli:

Verticale alle estremità del carrello $\pm 10g$;

Verticale al centro del carrello $\pm 5g$

Laterale $\pm 1.5g$

Longitudinale $\pm 0.5g$

4.13.2.9 CARICHI DINAMICI INDOTTI SULLE APPARECCHIATURE COLLEGATE ALLA SALA

Le masse delle apparecchiature collegate alle sale dovranno essere progettate per resistere alle seguenti accelerazioni applicate per 10 milioni di cicli:

Verticale + 25,0 g

Laterale + 3,0 g

Tutte le accelerazioni dovranno essere considerate agenti simultaneamente ed in fase.

4.13.2.10 CARICO E SCARICO DEI PASSEGGERI

% M4	Cicli di carico (x 106)
0 to 33 to 0	1.50
0 to 50 to 0	0.75
0 to 66 to 0	0.45
0 to 83 to 0	0.18
0 to 100 to 0	0.12

Tabella 4.13.2.10.1 Carico e scarico di passeggeri

4.13.2.11 SOSPENSIONI AMMORTIZZANTI

Il carico equivalente a ± 1.3 volte il valore di rottura degli ammortizzatori dovrà essere applicata per 10 milioni di cicli.

4.13.2.12 ALTRI EVENTUALI CASI DI CARICO

Appropriati carichi derivanti da ulteriori attrezzature, come le barre di torsione (se usate) dovranno essere presi in considerazione.

5.0 ACCOPPIATORI E BARRE DI TRAZIONE ED ASSORBIMENTO

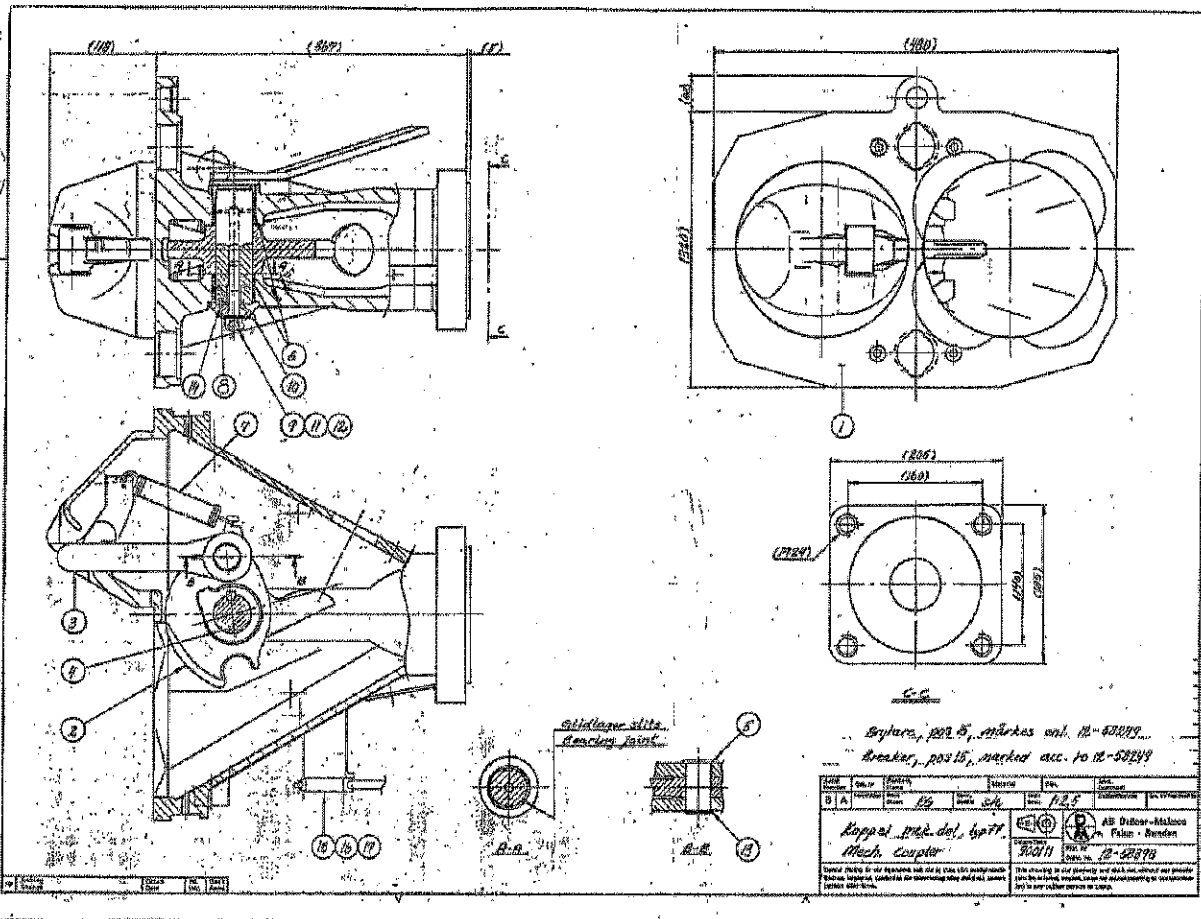
5.1 REQUISITI GENERALI

La cassa di testa, dotata di cabina di guida, in ciascun semitreno (a 3 casse) dovrà essere munita di *accoppiatore automatico integrale* pienamente compatibile con quello attualmente presente sulle Unità di Trazione costituenti la flotta attualmente in esercizio. Trattasi di accoppiatore marca "Dellner tipo 77" (vedi disegno sottostante).

La testata dell'altra cassa di estremità del semitreno a 3 casse dovrà inoltre essere munita con accoppiatore semiautomatico integrale.

Il collegamento fra le casse interne di ciascun semitreno a 3 casse dovrà essere realizzato con accoppiatori semi-permanenti, disaccoppiabili solo in Officina.

Gli accoppiatori dovranno garantire la trasmissione di tutti gli sforzi trasmessi fra i veicoli in qualsiasi condizione di esercizio (normale e di emergenza).



Potranno essere sottoposte soluzioni migliorative o diverse rispetto a quelle individuate, fornendo l'analisi costi/benefici sia in termini economici, sia in termini di risorse temporali ed umane necessarie per attuare i processi di accoppiamento e disaccoppiamento fra semitreani.

5.2 ACCOPPIATORI AUTOMATICI INTEGRALI

Gli accoppiatori automatici integrali dovranno essere di dimostrata affidabilità in applicazioni simili e dovranno garantire il pieno accoppiamento elettrico e pneumatico fra le casse del treno, oltre all'accoppiamento meccanico.

Un sistema rapido visivo, allocato sull'accoppiatore, dovrà fornire immediata conferma che tutti i dispositivi di aggancio dell'accoppiatore sono andati a buon fine.

Il sistema di bloccaggio dovrà mantenere l'accoppiamento bloccato quando interviene la disalimentazione e dovrà consentire l'accoppiamento ed il disaccoppiamento automatico in un tempo di 10 sec.

Gli accoppiatori automatici integrali dovranno includere un dispositivo manuale per il disaccoppiamento, che dovrà funzionare, con estrema facilità, anche in condizioni difficili di allineamento degli accoppiatori congiunti.

E' necessario che la tipologia di dispositivo suddetto sia sottoposto all'approvazione preventiva del Committente.

Gli accoppiatori automatici integrali dovranno includere un dispositivo di mantenimento del centraggio rispetto alla testata quando gli accoppiatori non sono agganciati mentre, una volta che sia stato effettuato l'accoppiamento, tale dispositivo non dovrà inibire i movimenti dell'accoppiatore.

Dovrà essere possibile il disaccoppiamento elettro-pneumatico da qualsiasi cabina di guida oppure utilizzando il dispositivo di controllo congiunzione posto nella cassa di coda del semitreno.

Le parti elettriche dell'accoppiatore dovranno essere a tenuta stagna e dovrà prevedersi un foro di fondo per il drenaggio.

La parte isolata vicino a ciascun contatto dovrà essere serigrafata per identificare il circuito elettrico di riferimento.

Ogni contatto elettrico dovrà essere rivestita di argento o oro in funzione dei requisiti; dovrà esserci un contatto fisso su di un lato ed un contatto mobile sull'altro lato, dotato di molla precarica; i contatti dovranno essere facilmente rimovibili dal lato frontale dell'accoppiatore.

Si dovranno curare le installazioni dei contatti mobili affinché non si abbiano sforzi sulle molle.

La parte di accoppiatore destinata ai contatti elettrici dovrà prevedere almeno un 10 % di contatti di riserva disponibili.

Il progetto dei contatti e dei componenti relativi dovrà riuscire a garantire che, per ripetuti agganci, si abbia, per ciascun accoppiatore, solo una mancata performance delle prestazioni attese ogni 2.000 operazioni di aggancio.

La sostituzione di un gruppo di contatti dovrà essere possibile in 30 minuti da parte di un tecnico della manutenzione.

Lo switch di controllo che indica quando gli accoppiatori sono agganciati/sganciati meccanicamente o pronti per l'accoppiamento, non dovrà essere posto sulla faccia frontale dell'accoppiatore. La posizione dovrà essere concordata con il Committente.

La superficie della maschera frontale di accoppiamento dovrà essere verniciata con speciale vernice che protegga dalla corrosione.

Le eventuali parti soggette ad usura dovranno includere un sistema di autolubrificazione o cuscinetti senza lubrificazione.

5.3 ACCOPPIATORI SEMI-PERMANENTI

Questi accoppiatori devono essere accoppiati o disaccoppiati solo in Deposito.

Le connessioni pneumatiche dovranno essere poste sulla faccia dell'accoppiatore.

Le connessioni elettriche dovranno anch'esse essere poste sulla faccia dell'accoppiatore; tuttavia, qualora non fosse possibile tale realizzazione, le connessioni elettriche dovranno essere conseguite su delle scatole di testata attraverso cavi di accoppiamento mobili, dotati di innesti e collegamenti rapidi. Vedi anche quanto descritto al punto 2.17 di questo Capitolato Tecnico.

Il connettore di ciascun cavo di collegamento, se della stessa dimensione, dovrà essere bloccato in maniera differente per prevenire errati innesti e dovrà avere l'idoneo colore codificato per far distinguere rapidamente i connettori.

La disposizione dell'accoppiatore dovrà essere realizzata in maniera tale che eventuali accoppiatori che si affaccino in maniera disallineata non risentano di danni dovuti all'accoppiamento; tale disposizione dovrà altresì limitare la produzione di eccessivi sforzi sui cavi in caso di incidente.

5.4 DISPOSITIVO DI ASSORBIMENTO DELL'ENERGIA D'URTO

Ogni tipo di accoppiatore dovrà utilizzare un dispositivo di assorbimento dell'energia d'urto, a doppia azione, capace di sopportare tutti gli sforzi descritti in questo Capitolato Tecnico senza trasmettere vibrazioni indesiderate verso la cassa.

Sarà preferito un dispositivo di assorbimento reversibile, ad azionamento oleodinamico.

Il dispositivo di assorbimento dovrà prevedere una modalità di sgancio in emergenza per cui, a seguito dell'applicazione di un carico di valore predeterminato, (coerentemente con i relativi requisiti espressi al punto 3.0), si abbia la rottura a taglio del braccio e si consenta ai dispositivi anti-climber di incastrarsi. Altre caratteristiche come un dispositivo di protezione da sovraccarico potranno essere accettati, previa approvazione del Committente.

Il dispositivo di assorbimento di energia d'urto di un accoppiatore automatico integrale o semipermanente dovrà riuscire a consentire l'accoppiamento di un treno vuoto con un treno fermo con la frenatura di stazionamento applicata secondo quanto di seguito specificato:

- Velocità di accoppiamento fino a 5 km/h non dovranno comportare deformazioni permanenti nel dispositivo di assorbimento dell'energia;
- Velocità di accoppiamento fino a 10 km/h non dovranno comportare superamento del carico di prova di progetto della cassa, per esempio senza danni alla struttura della cassa;
- Velocità di accoppiamento oltre 10 km/h dovrà innescare la modalità di sgancio in emergenza.

6.0 FINITURE ED ALLESTIMENTI INTERNI

6.1 PREMESSE GENERALI

Gli allestimenti interni delle carrozze dovranno essere di gradevole fattura estetica e l'organizzazione e le disposizioni dei diversi componenti delle finiture e degli arredi, unitamente ai materiali utilizzati, dovranno essere scelti in linea con le più moderne ed avanzate offerte e realizzazioni presenti sul mercato del settore.

Tutti i materiali dovranno avere:

- resistenza agli attacchi vandalici (urti, graffiti, etc) ed avere proprietà anabbaglianti;
- una comprovata e certificata esperienza applicativa nel settore del trasporto ferroviario, specie del trasporto rapido di massa;
- una comprovata conformità rispetto ai requisiti di resistenza al fuoco secondo quanto indicato nell'apposito punto di questo Capitolato Tecnico.

Nella scelta e nello sviluppo del progetto delle finiture interne dovranno evitarsi zone buie e dovrà aversi una scelta di colori ben assortita.

L'organizzazione ed il montaggio delle finiture dovrà garantire una facile manutenzione. Tutte le superfici dovranno essere lisce e non dovranno esserci spigoli o incavi in cui si possano formare accumuli di polvere o di sporco. Tutti gli spigoli dovranno essere arrotondati al fine di ridurre e prevenire infortuni ai viaggiatori e di facilitare le operazioni di pulizia.

Il progetto di allestimento ed organizzazione delle finiture interne, comprensivo della scelta dei materiali e degli arredi, dovrà essere esplicitamente approvato dal Committente.

Il Fornitore, al fine di offrire un'analisi di più alternative ipotizzabili e poter ponderare la scelta della migliore e più gradevole soluzione, dovrà sottoporre almeno tre ipotesi progettuali di allestimento ed organizzazione degli arredi, sotto forma di rendering artistici a colori tridimensionali, al Committente.

Partendo da questa base, il Fornitore lavorerà insieme al Committente per consegnare la versione finale scelta che sarà poi utilizzata per gli aspetti cromatici e gli allestimenti interni di ogni veicolo (elemento modulare a 3 casse).

Si dovrà evitare, per quanto possibile, la realizzazione di sistemi di ancoraggio posti a vista sia nel comparto viaggiatori che nella cabina di guida del macchinista. In ogni caso, allorquando si dovesse rendere necessario, per un qualsiasi componente degli allestimenti o delle finiture, prevedere agganci a vista, tale scelta andrà sottoposta all'approvazione del Committente.

Quando consentiti, i sistemi di ancoraggio dovranno essere del tipo a prova di manomissione, realizzati in acciaio inox e pitturati con il colore dell'area adiacente. La tipologia di elementi di ancoraggio, a prova di manomissione, dovrà essere scelta dal Committente e dovrà essere utilizzata per tutto il veicolo.

Gli sportelli degli armadietti contenenti i quadri elettrici dovranno essere ermeticamente chiusi in modo da prevenire l'ingresso di polvere. Essi saranno dotati di una chiave triangolare e la loro chiusura sarà assicurata da una rotazione di $\frac{1}{4}$ di giro e da una indicazione di "bloccato".

Il Fornitore dovrà rendere disponibili dettagliate istruzioni per la pulizia di tutti i materiali, con indicazione dei prodotti raccomandati da utilizzare. In particolare, il Fornitore dovrà rendere disponibili le istruzioni per la rimozione di caffè, sangue, macchie di inchiostro e per la rimozione di gomme da masticare

e di graffiti.

6.2 ISOLAMENTO

6.2.1 ISOLAMENTO TERMICO

Le pareti laterali, il tetto e il sottopavimento del veicolo dovranno essere isolati con una adeguata tipologia di vetroresina che dovrà essere trattata per resistere a funghi e muffa. La vetroresina dovrà essere installata in maniera tale da prevenire fessurazioni durante il periodo di rodaggio e di messa a punto del treno.

6.2.2 ISOLAMENTO ACUSTICO

Dove ritenuto necessario dall'analisi della rumorosità realizzata dal Fornitore, in ogni veicolo dovrà essere installato materiale fonoassorbente per smorzare il rumore generato dalle vibrazioni.

6.3 RIVESTIMENTI INTERNI

6.3.1 GENERALITÀ

I rivestimenti interni dovranno essere leggeri, realizzati in modo da minimizzare le deformazioni a causa di differenti condizioni di temperatura. Essi dovranno essere realizzati con materiali che rispettino i requisiti di sicurezza in presenza di incendio. La trama e il colore dei rivestimenti dovranno essere tali da non essere intaccati da liquidi comuni con i quali essi possono venire a contatto come caffè, cola, succo di frutta, smalto per unghie, acetone ecc..

I rivestimenti dovranno anche essere inattaccabili da pitture spray, pennarelli, dai prodotti da utilizzare per la loro rimozione, e dai graffiti. I rivestimenti non dovranno nè sbiadire nè scolorire per effetto del tempo.

Il Fornitore dovrà rendere disponibili campioni dei materiali da utilizzare per l'approvazione da parte del Committente. Tutte le tipologie di rivestimento interno dovranno essere approvate dal Committente.

I giunti tra i vari elementi del rivestimento dovranno essere coperti da estruso di alluminio, strisce in acciaio inox o con altro metodo approvato. In alcune aree, in funzione della forma del pannello, sarà ammissibile raccordare semplicemente i pannelli adiacenti.

Il bordo dei pannelli compositi dovrà essere coperto da un canale in acciaio inox laminato o similare.

Gli arredi con una finitura differente da quella dei pannelli, dovranno essere rivestiti con una polvere epossidica termoidurente o altro metodo da sottoporre ad approvazione del Committente.

Particolare cura dovrà essere tenuta per la realizzazione dei giunti tra i pannelli di finitura verticali e il pavimento in cabina di guida.

Il rivestimento interno sotto i finestrini nel comparto passeggeri, deve preferibilmente essere indipendente da quello del montante della porta per una più agevole sostituzione.

I pannelli di finitura nel comparto passeggeri dovranno prevedere una striscia calpestable in acciaio inox dal livello del pavimento fino ad una altezza di circa 200 mm. Tale striscia dovrà aderire al pannello di finitura. In alternativa il rivestimento del pavimento dovrà proseguire sul pannello di finitura per almeno 200 mm, come descritto al successivo punto 6.4.

6.3.2 RIVESTIMENTO PIANO DEL SOFFITTO

Il rivestimento del soffitto dovrà avere uno spessore minimo di 8 mm e dovrà essere costituito da un

sandwich con struttura interna a nido d'ape e superfici in alluminio colorato.

Altre modalità realizzative saranno ammesse, ma richiederanno l'approvazione del Committente. Il rivestimento del soffitto dovrà presentare il minor numero di giunti possibile.

6.3.2.1 RIVESTIMENTO DEL SOFFITTO IN CORRISPONDENZA DELLE APPARECCHIATURE DI CONDIZIONAMENTO

Il rivestimento in corrispondenza delle apparecchiature di condizionamento installate nel soffitto dovrà essere attrezzato con catene di sicurezza e clip a molla. La clip dovrà consentire ai pannelli di essere aperti di 50 mm prima di agganciare il telaio della apertura.

6.3.3 RIVESTIMENTO CURVO O SAGOMATO DEL SOFFITTO

I pannelli curvi o sagomati del rivestimento che raccordano le pareti laterali con il soffitto dovranno avere uno spessore minimo di 5 mm e 10 mm e dovranno essere realizzati con un sandwich colorato costituito da una struttura interna a nido d'ape in Nomex e superfici in fibra di vetro / resine fenoliche.

Altre tipologie costruttive quali estrusi di alluminio, plastica rinforzata con fibra di vetro, alluminio con struttura a nido d'ape potranno essere considerati ammissibili ma richiederanno la valutazione e l'approvazione del Committente.

6.3.4 RIVESTIMENTO PARETI LATERALI E FRONTALI

Il rivestimento delle pareti laterali e frontali dovrà avere uno spessore minimo adeguato ai requisiti di resistenza e di rigidità e dovrà essere realizzato con pannelli colorati in fibra di vetro / resine fenoliche. Il rivestimento dovrà essere rinforzato da una struttura interna a nido d'ape in Nomex avente uno spessore minimo adeguato ai requisiti di resistenza e di rigidità.

Altre modalità realizzative che rispettino i requisiti di resistenza e di rigidità, saranno considerate ma richiederanno la valutazione e l'approvazione del Committente.

La finitura del finestrino dovrà essere integrata nella parete laterale e inclinata in modo da prevenire l'accumulo di polvere.

6.4 PAVIMENTAZIONE INTERNA

La pavimentazione interna dovrà essere sostenuta dalla struttura portante inferiore della vettura. Essa dovrà essere realizzata in modo tale da minimizzare la flessione a pieno carico causata dal carico dei passeggeri. La pavimentazione dovrà essere progettata in modo tale da non flettere più di 1/250 della luce minima tra i supporti, fino ad un massimo di 3 mm, nel caso di EL 8 (Carico Eccezionale), e senza superare il 50% del carico di rottura del materiale che costituisce la struttura del pavimento.

Il pavimento nel suo complesso (ossia il pavimento portante della cassa e la pavimentazione interna su di esso ancorato ed appoggiato) dovrà garantire la conformità a quanto previsto nel presente capitolato al punto 18.6. La pavimentazione interna dovrà coprire l'intero comparto passeggeri e dovrà essere costituita da fogli di compensato o di materiale composito saldamente fissati alla struttura portante inferiore della vettura e ricoperto da lastre calpestabili in gomma.

Le giunzioni tra i fogli di compensato o di materiale composito dovranno essere rinforzate con piastre in acciaio inox o metodi equivalenti, in modo da evitare lesioni nel supporto della pavimentazione interna.

Per prevenire il rumore dovuto alle deformazioni della vettura durante la marcia, i fogli in compensato o in materiale composito dovranno essere isolati dalla struttura metallica con materiale approvato, adeguatamente fissato.

Tra il materiale antivibrante ed i fogli di compensato o in materiale composito, occorrerà introdurre un

materiale di supporto capace di assicurare le proprietà di incollaggio opportune.

Tra il materiale antivibrante e le lastre in gomma della pavimentazione si dovrà frapporre una struttura adeguata a garantire la stabilità dimensionale della pavimentazione.

Le lastre in gomma dell'estradosso della pavimentazione dovranno proseguire sulle pareti laterali per almeno 200 mm. Se non è possibile utilizzare una unica lastra di gomma per la pavimentazione, dovranno essere utilizzati tre moduli, di cui uno posizionato al centro della vettura. Dovranno essere evitati giunti trasversali. La giunzione tra i vari moduli dovrà essere saldata. La base in compensato o in materiale composito dovrà essere livellata prima dell'applicazione della pavimentazione in gomma.

Le lastre in gomma della pavimentazione dovranno essere di tipologia approvata per aree ad alta frequentazione e conformi ai requisiti per la sicurezza antincendio (non infiammabile ed a ridotta emissione di fumi).

Il Fornitore dovrà produrre tutta la documentazione rilevante per consentire l'approvazione da parte del Committente. Le lastre in gomma della pavimentazione dovranno essere conformi ai requisiti della EN1817, con una resistenza alla abrasione limitata a 180mm³. Dovranno altresì essere conformi alla prova di emissione gas tossici specificata dall'allegato B.2 della BS6853 e possedere un indice di tossicità R5 (vedi anche punto 18.6.3 del presente capitolato)

Le lastre in gomma della pavimentazione dovranno essere elastiche e flessibili, non scolorenti, inattaccabili dai liquidi comuni con i quali possono venire a contatto come caffè, cola, succo di frutta, smalto per unghie, acetone, ecc..

Esse dovranno essere anche inattaccabili da pitture spray, pennarelli e dai detergenti utilizzati per rimuoverli. Il Fornitore dovrà rendere disponibile una lista di detergenti consigliati.

Dovrà essere facile pulire e mantenere la pavimentazione prescelta. Di conseguenza non dovrà essere richiesta l'applicazione di strati addizionali di rivestimento.

La pavimentazione dovrà essere antisdrucciolo, con idonea documentazione che lo comprovi.

Tutti i punti di attraversamento del pavimento (per tubazioni, cavidotti, etc) dovranno essere adeguatamente sigillati, ed un gruppo di alcuni attraversamenti dovrà essere compreso nel campione da sottoporre a test di resistenza al fuoco di cui al punto 18.6.1 del presente Capitolato. Botole che consentono l'accesso ad apparecchiature disposte nel sottocassa sono da limitare al minimo necessario. Di norma, si dovrà solo consentire l'accesso di ispezione alla ralla del carrello. La metodologia da adottare per l'attraversamento del pavimento dovrà essere approvata dal Committente.

6.5 SOFFITTO INTERNO

Il soffitto della vettura dovrà avere un aspetto estetico gradevole con finitura liscia e continua e non dovrà avere aggetti derivanti dai corpi illuminanti, dalle griglie di aerazione dell'impianto dell'aria condizionata, dagli altoparlanti del sistema di diffusione sonora. Il rivestimento del soffitto non dovrà vibrare, far rumore o cigolare in condizioni normali di esercizio.

Il Committente è cosciente che l'altezza del soffitto possa essere ridotta in alcune aree del comparto passeggeri dalla presenza delle apparecchiature dell'aria condizionata. L'altezza del soffitto in queste aree dovrà essere, possibilmente, superiore a 2000 mm.

6.6 SEDILI PER PASSEGGERI

6.6.1 GENERALITÀ

Come richiamato al punto 2.1 del presente Capitolato Tecnico, la disposizione dei sedili dovrà essere predisposta esclusivamente in adiacenza alle pareti laterali della cassa, in analogia alla disposizione già presente sui treni dell'attuale flotta del Committente.

In ogni caso, la disposizione dovrà tenere conto della necessità di rendere il più ampio possibile il corridoio di comunicazione tra le vetture.

6.6.2 CARATTERISTICHE DELLE SEDUTE

La scocca della seduta dovrà essere realizzata in poliestere rinforzato con fibra di vetro, in metallo stampato o altra metodologia approvata.

Il progetto della seduta dovrà tenere conto della anatomia del corpo umano.

La seduta dovrà essere realizzata in modo tale da non consentire accumulo di polvere e di liquidi.

Particolare attenzione dovrà essere fatta affinché la struttura e la seduta non abbiano parti sporgenti che possano provocare impigliamento dei vestiti dei passeggeri.

I sedili dovranno essere, per la massima parte possibile, agganciati a sbalzo (sedili sospesi), senza supporto a pavimento, per semplificare le operazioni di pulizia del pavimento stesso.

Il Fornitore dovrà porre attenzione a incrementare la sezione resistente dei piantoni della struttura laterale della cassa, in corrispondenza delle pareti sulle quali sono agganciati i sedili, in modo da limitare la deformazione di sedili e pareti.

Una seduta a pieno carico non dovrà flettere più di 2 mm in corrispondenza dell'estremità.

Il Fornitore dovrà –possibilmente– certificare che la tipologia di sedute scelta è stata utilizzata, con riscontro positivo, su applicazioni similari.

6.6.3 PROVE SUI SEDILI

Il Fornitore dovrà effettuare prove di resistenza meccanica secondo le specifiche stabilite nell'ambito dell'industria di settore.

6.7 PIANTONI DI SOSTEGNO E CORRIMANI PER PASSEGGERI

Adeguati piantoni di sostegno e corrimani dovranno garantire la distribuzione dei passeggeri in piedi e la loro ritenuta durante la marcia, con il massimo comfort delle braccia, in tutte le aree interne delle carrozze.

La tipologia verticale da utilizzare per i piantoni di sostegno ed i corrimani sarà:

- posizionata vicino lo stante di ciascuna porta (incluso il corrimano di emergenza successivamente descritto);
- posizionata al centro delle aree dei vestiboli, con soluzioni tali da favorire il riempimento e il comfort dei passeggeri all'impiedi in tali aree.
- collegata al soffitto ed al supporto a sbalzo del sedile

La tipologia orizzontale, invece, sarà costituita da due corrimani appesi al soffitto che scorrono su due file parallele, poste nella zona centrale del treno, per tutta la sua lunghezza, escludendo le zone dei vestiboli.

I piantoni di sostegno ed i corrimani dovranno essere costruiti o di lega di alluminio o di acciaio inossidabile o di acciaio al carbonio con una finitura colorata, prevedendosi in ogni caso un diametro non inferiore a 30 mm. Allorquando si scegliesse di utilizzare l'acciaio inossidabile, quest'ultimo dovrà avere preferibilmente un trattamento di finitura spazzolato su tutta la circonferenza, da sottoporre alla approvazione del Committente.

In ogni caso, il Committente si riserva il diritto di scegliere il materiale e la finitura durante la fase in cui sarà definito lo schema degli allestimenti interni e delle finiture utilizzando un modello in scala reale o leggermente ridotta (Interior Mock up).

Dovrà essere installato un corrimano adeguato per consentire l'evacuazione dai treni in casi specifici di rotabile bloccato in linea (vedi anche punto 7.1.1.6 del presente Capitolato Tecnico).

Non meno di 50 mm di agio dovranno essere lasciati intorno ai piantoni di sostegno evitando che un qualsiasi arto possa rimanere incastrato tra il predetti sostegni e le strutture circostanti.

La rigidità e la resistenza meccanica dei piantoni di sostegno e dei corrimani nonché quella dei loro agganci dovrà essere proporzionata e verificata per riuscire a sopportare le sollecitazioni tipiche del trasporto di massa.

In particolare, i piantoni di sostegno verticali dovranno essere progettati e verificati per sopportare, senza alcuna deformazione permanente, un carico di 1,7 kN applicato in ogni direzione secondo la modalità più svantaggiosa.

I corrimani orizzontali dovranno essere progettati e verificati per sopportare, senza alcuna deformazione permanente, un carico verticale di 1,7 kN per metro di lunghezza applicato secondo la modalità più svantaggiosa.

I raccordi di giunzione dovranno essere robusti e dovranno essere costruiti di alluminio fuso o di acciaio inossidabile fuso con una finitura satinata o colorata come ritenuto più appropriato.

6.8 FINESTRINI E VETRATURE

6.8.1 FINESTRINI

Tutte le finestrate laterali, (compreso le specchiature delle ante delle porte) dovranno essere realizzate con vetri di sicurezza rinforzati o laminati.

In particolare, i finestrini dovranno essere realizzati con doppio vetro.

Per quanto possibile, l'altezza e la posizione dei finestrini dovranno essere tali da favorire la leggibilità delle indicazioni di banchina ai passeggeri in piedi.

Il filo superiore ed inferiore dei finestrini e delle specchiature delle porte dovrà coincidere.

I finestrini laterali dovranno essere parzializzati mediante un telaio che consenta di aprire un'anta superiore verso l'interno (a compasso), in maniera da poter introdurre aria nel comparto passeggeri nel caso di guasto all'impianto di climatizzazione.

La maniglia dovrà essere dotata di un sistema di blocco / sblocco delle ante tale da poter essere facilmente azionabile a cura del personale del Committente con il chiavino in dotazione.

I vetri dovranno essere del tipo opacizzato con una trasmissione di luce di circa il 50%. Il colore della opacizzazione dovrà essere scelto dal Committente.

Al fine di garantire la tenuta all'acqua è richiesto che la sigillatura dei vetri venga effettuata con

guarnizioni in neoprene con giunti vulcanizzati.

Il telaio del finestrino non dovrà produrre sibili o disturbi acustici e il finestrino e la cornice dovranno esser in grado di resistere alla sovrappressione generata dall'incrocio con un treno marciante in verso opposto.

I finestrini e la cornice dovranno anche essere capaci di resistere ai carichi dovuti alla spinta dei passeggeri che si può verificare, ad esempio, in caso di urto.

I finestrini dovranno essere posizionati a filo con il bordo esterno della carrozzeria.

Tutti i finestrini dovranno essere progettati provati e certificati secondo le specifiche della UNI 7348 ovvero della ECE 43: Regulation No. 43 of The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE), ladove questa detti condizioni più restrittive.

6.8.2 PANNELLI DI SCHERMATURA

In adiacenza ai sedili prospicienti i lati di accesso delle porte, dovranno esser posizionati dei pannelli per proteggere i passeggeri seduti dalle correnti d'aria nonché per evitare disturbi causati agli stessi dai passeggeri in ingresso.

I pannelli dovranno essere di vetri di sicurezza rinforzato ed essere progettati provati e certificati secondo le specifiche della ECE 43: Regulation No. 43 of The United Nations Economic Commission for Europe (UNECE).

6.8.3 PARABREZZA

Il parabrezza dovrà essere di vetro di sicurezza laminato, opacizzato con colore neutro, conforme con gli attuali standard del settore, relativamente alla resistenza all'urto; il parabrezza dovrà altresì consentire il massimo campo visivo per la guida del treno.

Il parabrezza della cabina di guida dovrà essere progettato, provato e certificato secondo le specifiche della UIC 651.

Un parasole della massima ampiezza possibile, dovrà essere installato all'interno della cabina di guida.

Il parabrezza dovrà essere installato in maniera tale che, con uno speciale attrezzo, possa essere rimosso dal personale dei Vigili del Fuoco dall'esterno del treno.

Il Fornitore dovrà fornire tutti i dettagli della modalità di smontaggio in emergenza del parabrezza, nonché un numero adeguato di attrezzi per lo smontaggio in emergenza per la flotta in fornitura.

Ogni parabrezza dovrà essere equipaggiato con spazzole tergicristalli e lavavetri. Nel momento in cui l'azionamento del tergicristallo viene spento, le spazzole dovranno tornare in posizione di riposo senza ostruire la visuale del macchinista.

Il parabrezza dovrà esser attrezzato con un sistema di riscaldamento come appresso specificato.

Grazie ad un interruttore di alimentazione che attiva il riscaldamento elettrico incorporato nel vetro, dovrà essere possibile lo sbrinamento e l'eliminazione dell'appannamento dall'intera superficie del parabrezza.

La condensa che si forma con una condizione di temperatura esterna di -10° e una temperatura interna di 21° C°, deve poter essere eliminata in un tempo inferiore a 15 minuti.

L'alimentazione dovrà essere derivata dal circuito di bassa tensione in corrente continua.

Il parabrezza dovrà esser installato utilizzando guarnizioni in gomma per facilitarne la sostituzione.

6.9 ILLUMINAZIONE COMPARTO PASSEGGERI

Il Comparto passeggeri di ciascuna vettura dovrà essere illuminato da due file continue di corpi illuminanti tubolari, una su ciascun lato della vettura.

Anche nella parte terminale della vettura e nel corridoio di comunicazione tra le vetture, dovranno essere installati corpi illuminanti di tipologia appropriata.

Le lampade e gli accessori dovranno essere coperti da diffusori che dovranno proteggere l'interno dall'ingresso di polvere, sporcizia, umidità e l'ingresso di insetti.

L'impianto dovrà essere realizzato in maniera tale da consentire la sostituzione di un tubo da parte di una persona in meno di tre minuti, compreso il tempo per rimuovere e riposizionare la copertura, e l'accesso a parti in tensione dovrà essere impedito durante la fase di sostituzione delle lampade.

I diffusori di luce dovranno poter essere facilmente puliti a bordo e dovranno essere incernierati su un lato per un più agevole accesso al tubo fluorescente.

Il progetto dovrà consentire la pulizia di ogni carter, lampada, diffusore in soli tre minuti compreso il tempo per rimuovere e riposizionare la copertura.

Ogni diffusore dovrà essere tenuto in posizione da elementi di aggancio con caratteristiche antivandaliche.

I tubi luminosi dovranno, per quanto possibile, essere facilmente reperibili in commercio, ed avere una vita minima dichiarata di almeno 3.000 ore.

Tutti i tubi luminosi all'interno del treno dovranno emettere luce dello stesso colore.

I corpi illuminanti, ad eccezione delle lampade di emergenza dovranno essere alimentati da due circuiti (due sorgenti differenti), protetti individualmente, alimentati dall'impianto di distribuzione in bassa tensione attraverso un convertitore CC/CA.

Un LED di colore rosso, visibile nel vano lampada, dovrà essere previsto per indicare la presenza di tensione. L'uscita dell'inverter dovrà essere galvanicamente isolata dalla terra e dovrà prevedere connettori in grado di proteggere l'operatore nella fase di sostituzione del tubo luminoso.

La disposizione dei corpi illuminanti dovrà essere tale da garantire una illuminazione uniforme, di evitare abbagliamenti e di evitare la formazione di zone d'ombra. L'intensità luminosa dovrà essere di 350 lux all'altezza di lettura del passeggero e non meno di 250 lux a quota pavimento.

Lampade di emergenza, alimentate da batteria, saranno installate in ciascuna area in corrispondenza delle porte.

Nel caso di mancanza della tensione sulla linea di contatto o nel caso di interruzione sul sistema di alimentazione dei circuiti ausiliari, dovrà essere mantenuta la piena illuminazione per almeno 20 sec. Trascorso tale tempo dovranno restare illuminate le sole lampade di emergenza con un livello di intensità luminosa minimo conforme alle specifiche di settore.

Particolare cura dovrà essere posta per garantire l'assenza di sfarfallamento visibile all'occhio umano nelle fasi di avvio del treno e durante il normale esercizio.

In condizioni di tensione nominale, il rumore generato dai vari componenti dell'impianto di illuminazione installato in ogni vettura dovrà essere inferiore a 45 dB(A) misurati a 0.3 m da ciascun corpo illuminante.

6.10 SEGNALETICA

6.10.1 GENERALITÀ

Il materiale utilizzato per realizzare la segnaletica dovrà essere a prova di resistenza a vandalismi e graffiti e la segnaletica dovrà essere sigillata lungo i bordi.

La grafica dovrà essere approvata dal Committente prima della realizzazione. Il numero di indicazioni, la loro posizione e il materiale utilizzato dovranno essere approvati dal Committente.

Le seguenti indicazioni dovranno essere fornite sia in italiano che in inglese:

- divieto di fumo
- avvisi relativi alle porte e al loro funzionamento
- avvisi di emergenza
- avvisi per persone in situazione di handicap
- avviso che il comparto passeggeri è controllato da TVCC
- modalità operative degli estintori
- avvisi per l'utilizzo improprio dei dispositivi di allarme
- divieto di gettare oggetti dai finestrini
- messaggi di avviso di riprese video effettuate per motivi di sicurezza

Cornici in acciaio inossidabile o in alluminio dovranno essere previste per l'installazione e la visualizzazione di cartelli pubblicitari. La quantità e le dimensioni di tali cornici sarà definito nel corso del progetto. Le cornici dovranno essere realizzate in maniera tale da non far incurvare o muovere i cartelli e dovrà coprire l'intero perimetro del cartello stesso. Le cornici dovranno essere realizzate in maniera tale da consentire la sostituzione dei cartelli pubblicitari da parte di personale non addestrato in meno di 5 sec.

6.11 APPARECCHIATURE ED IMPIANTI VARI

6.11.1 ESTINTORI

Dovranno essere forniti estintori a polvere o equivalenti da 3 kg. Uno dovrà essere alloggiato in ciascuna cabina di guida e 2 dovranno essere alloggiati in ciascun comparto passeggeri. Quelli previsti nel comparto passeggeri dovranno essere incassati, posizionati dietro una copertura trasparente e dovranno essere prontamente accessibili. Il meccanismo di funzionamento di tali estintori dovrà essere protetto da attivazioni accidentali e dovrà essere tale da inibire atti vandalici

6.11.2 PRESE ELETTRICHE

Sul treno completo, dovranno essere realizzate e disponibili un numero di sedici prese, dotate di protezione verso terra, per alimentare computer portatili, apparecchiature di prova ecc.

Esse dovranno essere poste in posizioni approvate dal Committente come si seguito specificato:

- a) una presa a 230 Vca sarà installata su ogni lato alle estremità di ogni carrozza (2 per ogni carrozza in tutto) nel comparto passeggeri. Tali prese non dovranno essere accessibili ai passeggeri e dovranno essere pertanto protette da appositi pannelli di chiusura.
- b) Due prese a 230 Vca saranno installate in cabina di guida: una nel quadro elettrico ed una al di

fuori del quadro elettrico. La presa all'interno del quadro sarà utilizzata per il caricabatteria della lampada di emergenza a tre colori (bianco, rosso e verde) mentre l'altra rimarrà a disposizione.

6.11.3 REGISTRATORE DI EVENTI

Ogni cassa di testa con cabina di guida dovrà essere attrezzata con un registratore di eventi, collocato a livello del pavimento, in posizione sicura, inaccessibile al personale non autorizzato.

Si richiama, per la scelta del sistema di registrazione quanto prescritto dalla Norma Uni 11378/2010 al punto 10.9. Il Committente, in via preferenziale, preferirebbe che la scelta ricadesse sul registratore di eventi già installato sulla attuale flotta, a seguito di un recente intervento di rinnovo del vecchio Memocard.

L'apparecchiatura dovrà essere installata in un involucro che dovrà comprendere tutti i sistemi di fissaggio, le connessioni, i cablaggi e spazio per l'installazione e la manutenzione. Dovrà essere possibile rimuovere l'apparecchiatura e sostituirla con un'altra in non più di 5 minuti. Dovrà anche essere possibile rimuovere la memoria protetta (memoria capace di restare integra in caso di incidenti) e sostituirla con altra in non più di 5 minuti.

Una memory card rimovibile dovrà essere in grado di registrare una settimana di dati storici prima di sovrascrivere i vecchi dati e ogni canale dovrà essere campionato almeno ogni 100 ms.

Dovrà essere creato un record ogni volta che accade un determinato evento quale ad es. la variazione di un segnale digitale. L'archiviazione degli eventi dovrà essere eseguita in modo sequenziale in un buffer circolare e quando un buffer è pieno, ogni nuovo evento dovrà sovrascrivere quello più vecchio.

I dati registrati dovranno essere accessibili rimuovendo la memory card, effettuando il download su un PC portatile e rimuovendo la memoria protetta.

Dovrà essere possibile proteggere con una password il download dei dati. La memory card dovrà essere protetta da un contenitore. Per aprire il contenitore dovrà essere necessario l'utilizzo di una chiave.

Il Fornitore dovrà consegnare al committente l'hardware e il software necessari per l'analisi dei dati registrati e per consentirne la presentazione in una forma comprensibile al personale del Committente.

Il Software dovrà essere capace di mostrare i dati in forma di tabulato e in forma grafica (a colori) e dovrà essere facilmente interfacciabile con Microsoft Access, Excel o Word.

Il sistema dovrà essere in grado di fornire almeno le seguenti funzioni:

- stampa dello stato di tutti gli input tra due date e ora specificate;
- grafici di input specifici rispetto al tempo, alla distanza e alla velocità;
- stampa dello stato degli input prima e dopo un evento predefinito;
- stampa di tutte le variazioni di uno specifico input;
- stampe che mostrano tutte le occorrenze di una specifica sequenza di eventi.

Il Fornitore dovrà rendere disponibili gli strumenti per memorizzare i dati contenuti nel registratore di eventi per archiviazione e una successiva analisi.

Fermo restando che l'elenco definitivo dovrà essere approvato dal Committente, durante la marcia del treno dovranno essere registrati almeno i seguenti dati/parametri di stato.

- Pressione cilindro freno

- Bypass/ inibizione dello stato dei commutatori (tutti)
- Distanza percorsa a partire da un evento
- Stato di chiusura delle porte
- Stato cabina di guida (attiva / non attiva)
- Stato del Sistema di rilevazione della presenza attiva del macchinista (Vigilante)
- Applicazione della frenatura elettrica
- Applicazione della frenatura meccanica
- Tensione della linea aerea
- Ora e data;
- Direzione del treno;
- Superamento della velocità di 25 km/h in marcia manuale in avanti;
- Superamento della velocità di 25 km/h in marcia manuale all'indietro;
- Modalità di marcia del treno (ATO, ATP, Manuale ecc.);
- Velocità del treno;
- Segnalazione di consenso per lo sblocco porte;
- Numeri delle carrozze di riferimento;
- Stato del sistema di rivelazione incendi
- ecc.

Il registratore di eventi dovrà prevedere un proprio orologio interno che dovrà generare le informazioni di anno, mese, ora, minuti e secondi. L'orologio dovrà avere una precisione di ± 3 secondi per mese e se viene rimossa la tensione di alimentazione, dovrà mantenere le informazioni per almeno 30 giorni.

Dovrà automaticamente tenere conto degli anni bisestili inserendo il 29 febbraio quando necessario.

I dati memorizzati dovranno essere mantenuti per almeno un anno senza necessità di tensione di alimentazione esterna e i dati non dovranno essere persi quando il registratore viene rialimentato.

Il registratore di eventi non dovrà influenzare lo stato dei circuiti monitorati nè di altri circuiti anche in caso di guasto. Il Fornitore dovrà produrre la documentazione necessaria, compresa l'analisi di guasti e affidabilità, per dimostrare la conformità a tale requisito.

Il registratore di eventi dovrà essere progettato e installato in maniera tale da proteggere le informazioni registrate che, nel caso di incidenti quale deragliamenti, scontro tra treni, fuoco a bordo ecc., risultano essere critiche e devono essere prontamente disponibili per supportare le indagini sull'accaduto.

Il grado di protezione contro polvere e immersione nell'acqua dovrà essere IP67, secondo quanto previsto dalla EN60529

La memoria del registratore di eventi dovrà anche essere protetta dagli effetti di campi elettromagnetici esterni in accordo con la EN 50121-3-2.

Le metodologie adottate per proteggere il registratore di eventi dovranno essere approvate dal Committente.

Il Fornitore dovrà rendere disponibile una Failure Modes and Effects Analysis (analisi FMEA) per classificare i guasti come segue:

Classe A: l'autotest rileva e segnala che il registratore non è in condizione di garantire l'effettiva registrazione degli input

Classe B: Il registratore di eventi non esegue l'effettiva registrazione degli input e l'evenienza non è rilevata dal registratore stesso.

Il Mean Time Between Failures per gli eventi di Classe A dovrà essere non inferiore a 100.000 ore di esercizio.

Il Mean Time Between Failures per gli eventi di Classe B dovrà essere non inferiore a 500.000 ore di esercizio.

Il registratore di eventi dovrà richiedere una manutenzione ridotta al minimo possibile e la frequenza di manutenzione non dovrà essere inferiore a un intervento ogni 5 anni.

Il registratore di eventi dovrà essere acceso quando viene attivata la cabina di guida. L'apparecchiatura dovrà auto verificare il proprio funzionamento a intervalli regolari o con altra metodologia.

L'autotest non dovrà comunque impedire al registratore di eventi di memorizzare gli eventi che si verificano nell'intervallo di tempo durante il quale viene eseguito l'autotest stesso.

L'autotest dovrà comunque comprendere la verifica dello stato della memoria protetta. Eventuali malfunzionamenti dovranno essere riportati sul display della Consolle del Banco di Guida del Macchinista attraverso il Sistema Informatico di Diagnostica e Controllo installato sul treno.

6.11.4 IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDI

Il treno dovrà essere attrezzato con un impianto di rivelazione incendi che dovrà essere costituito da:

- rivelatori di fumo installati in posizione strategica nei condotti dell'aria e nel comparto passeggeri
- una centrale dell'impianto di rivelazione per cassa

L'impianto di rivelazione dovrà essere in grado di distinguere tra la polvere proveniente dalla galleria e altre possibili sorgenti di fumo, dal fumo causato da incendio in galleria

La presenza di fumo dovrà essere registrata e riportata sul Display della Consolle del Banco di Guida del Macchinista attraverso il Sistema Informatico di Diagnostica e Controllo installato sul treno.

Su tale Display dovrà essere riportata anche la segnalazione di rivelatore di fumo guasto o sporco.

6.12 MODELLO IN DIMENSIONI REALI DEGLI INTERNI (INTERIOR MOCKUP)

Allo scopo di valutare l'efficacia degli allestimenti interni e del relativo layout. Il Fornitore dovrà sviluppare il progetto degli interni utilizzando un modello in scala reale. Il modello dovrà comprendere la realizzazione in scala reale della Cabina di Guida. Con l'avanzamento del progetto i componenti simulati dovranno essere sostituiti da componenti di serie.

Dal momento che è intenzione del Committente utilizzare il modello in scala reale a scopo divulgativo (public relation), l'esterno del modello dovrà rappresentare accuratamente quello del treno e dovrà essere pitturato per simulare i materiali effettivamente utilizzati.

Considerando che il modello in scala reale dovrà essere trasportato da una località ad un'altra, è necessario che esso venga costruito su una base di consistenza adeguata per facilitarne il trasporto prevenendo nel

contempo la formazione di lesioni e deformazioni dei componenti.

Il modello in scala reale dovrà essere consegnato a Napoli a cura del Fornitore e diventerà di proprietà del Committente se non diversamente approvato dal Committente stesso.

6.13 CABINA DI GUIDA

6.13.1 GENERALITÀ

Una cabina di guida dovrà essere prevista ad una estremità di ciascun semitreno a 3 casse. Particolare attenzione deve essere prestata al progetto ergonomico della cabina e dei suoi comandi per garantire una postazione di lavoro efficiente per la condotta del treno.

Dati antropometrici condivisi dovranno essere utilizzati per garantire che la cabina e i suoi comandi siano facilmente utilizzabili da quei membri della popolazione che è destinata a poterli utilizzare, le cui caratteristiche antropomorfe sono comprese tra il 5 percentile della popolazione di sesso femminile ed il 95 percentile della popolazione maschile.

Considerato che al macchinista, da regolamenti di esercizio, compete spesso di dover compilare documenti quali fogli di corsa del treno, moduli di segnalazione di avarie o di fatti salienti del servizio nonché che allo stesso vengono consegnati moduli e prescrizioni giornalieri, oltre ad esigenze di consultazione eventuale di manuali di condotta, è richiesto che nella consolle del banco di guida, in posizione centrale, sia compresa una superficie piana, di dimensione pari circa ad un foglio A3, che copra possibilmente una parte fonda entro cui riporre penne o piccoli oggetti. Sulla parte piana è utile posizionare dei fermagli fissi per documenti.

6.13.2 SEDIA PER IL MACCHINISTA

Dovrà essere installata una sedia per il macchinista di dimostrata affidabilità in applicazioni simili, che dovrà prevedere la possibilità di una adeguata regolazione del sedile e dello schienale (verticale, orizzontale, angolare, lombare ecc.) per consentire al macchinista di sedersi in maniera confortevole e svolgere al meglio i propri compiti.

Il sedile e lo schienale dovranno essere rivestiti in materiale traspirante.

Il Fornitore dovrà eseguire dei test, sulla base di una procedura concordata con il Committente, per dimostrare l'integrità strutturale (sia statica che dinamica) nonché la durata della sedia.

Ad uso del personale del Committente dovrà essere prevista una ulteriore sedia pieghevole in cabina, tipo strapuntino.

Particolare cura dovrà essere presa per garantire che la sedia del macchinista non venga in contatto con la consolle dei comandi del banco di guida

6.13.3 COMANDI DELLA CABINA DI GUIDA

La maggior parte dei comandi del macchinista dovrà essere previsto in una consolle dall'aspetto moderno, posta tra la sedia e la parte anteriore della cabina.

Per un loro utilizzo ottimale, tutti i comandi dovranno essere facilmente raggiungibili dal macchinista e dovranno essere collocati in maniera logica.

A treno abilitato, nella cabina di guida con banco non abilitato, anche se il chiavino è inserito nel Manipolatore principale di Marcia/Frenatura, non dovrà essere attivo alcun comando ad eccezione del pulsante a fungo della frenatura di emergenza, del comando luci della cabina di guida, del comando

dell'aria condizionata della cabina di guida, di quello di una delle due trombe e degli indicatori passivi (che non richiedono di essere alimentati).

Ogni comando anomalo (indebita o errata selezione di un commutatore ecc.) e l'applicazione della frenatura di emergenza o di estrema emergenza, dovrà essere registrato e riportato sul Display della Consolle del Banco di Guida del Macchinista attraverso il Sistema Informatico di Diagnostica e Controllo installato sul treno e sul registratore di eventi. Tutte le indicazioni e pulsanti luminosi dovranno essere del tipo a LED.

6.13.3.1 COMANDI PREVISTI SUI PANNELLI DEI QUADRI DI COMANDO DEL BANCO DI GUIDA (CONSOLE DEL BANCO)

Il Fornitore dovrà proporre al Committente varie soluzioni per revisione ed approvazione. Il layout complessivo dovrà essere approvato dal Committente e dovrà essere di supporto all'accettazione del Modello in scala reale della cabina.

I comandi dovranno essere progettati e costruiti in maniera tale che l'interazione con una qualsiasi sostanza che si trovi in cabina di guida, come ad esempio bevande in lattina, chiavi, fiammiferi, sigarette, graffette, matite o penne ecc., non dovrà causare malfunzionamenti nè determinare una evoluzione verso livelli inferiori di sicurezza.

La parte metallica della consolle dovrà essere collegata all'impianto di terra.

Nei seguenti sottoparagrafi (da 6.13.3.1.1 a 6.13.3.1.23) sono illustrati comandi indispensabili che non potranno mancare sulla consolle del banco di guida.

Il Fornitore dovrà inoltre fornire ogni altro comando e dispositivi associati (quali, pulsanti, commutatori, indicatori ecc.) previsti in altri punti del presente Capitolato Tecnico o che saranno richiesti in fase di progetto, anche in ottemperanza a disposizioni impartite dal Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture Italiano.

6.13.3.1.1 PANNELLO PRINCIPALE DI COMANDO

Il Pannello Principale di comando comprende una leva di Marcia/Frenatura che incorpora un pulsante del Sistema di rilevazione della presenza attiva del macchinista (Vigilante), una leva di selezione delle modalità di controllo della marcia del treno, un commutatore di blocco retromarcia e un commutatore di abilitazione con un chiavino Principale (Master Key switch).

Le parti metalliche del Pannello Principale di Comando dovranno essere collegate all'impianto di terra.

Il Pannello Principale di Comando dovrà essere protetto dalla polvere e dall'ingresso di detriti o di fluidi.

6.13.3.1.1.1 MANIPOLATORE DI MARCIA E FRENATURA (M/F)

Il manipolatore di Marcia/Frenatura dovrà controllare la marcia e la frenatura in modo lineare, senza soluzione di continuità.

Il Manipolatore M/F potrà ruotare in avanti o all'indietro (rispetto ad un asse verticale oppure rispetto ad un asse orizzontale) o in senso orario o in senso antiorario, partendo dalla posizione di OFF (Coasting), attuando rispettivamente la frenatura e la trazione del treno.

Nella rotazione che attua linearmente la frenatura di servizio, il Manipolatore incontrerà un dispositivo di ritenuta a molla, a valle del quale, l'ulteriore rotazione fino alla posizione finale garantirà l'attuazione della Frenatura di emergenza.

Quando il Manipolatore M/F è posizionato nella posizione di OFF, dopo aver frenato e portato il treno fino al completo arresto procedendo alla sua disabilitazione, dovrà applicarsi uno sforzo di frenatura sufficiente a prevenire che un treno con un carico EL8 (carico eccezionale) su una pendenza del 5,5% possa muoversi (frenatura di stazionamento).

Il Manipolatore M/F dovrà includere un insieme duplicato e indipendente di componenti elettrici ed elettronici organizzati in maniera tale da impedire malfunzionamenti provocati da un guasto singolo (Single Point Of Failure). I contatti, azionati da camme, dovranno essere di comprovata qualità nel settore e dovranno avere una vita minima di 3×10^7 cicli.

Il Manipolatore di trazione e frenatura dovrà essere interbloccato con la leva di selezione della modalità di controllo della marcia del treno.

6.13.3.1.1.2 LEVA DI SELEZIONE DELLA MODALITÀ DI CONTROLLO DELLA MARCIA DEL TRENO (CMT)

Nel seguito si ipotizza una plausibile realizzazione della leva.

A condizione che il Fornitore sia in grado di garantire il medesimo livello di funzionalità e di sicurezza, il Committente prenderà in considerazione alternative dal punto di vista delle caratteristiche elettromeccaniche ed elettriche.

La leva CMT dovrà essere sbloccata dal chiavino del macchinista, e dovrà essere "prigioniera" in tutte le posizioni eccetto che nella posizione di OFF.

La leva CMT dovrà avere le seguenti posizioni in sequenza da avanti a dietro:

- MARCIA AUTOMATICA (ATO)
- MARCIA AVANTI MANUALE CONTROLLATA (ATP)
- OFF
- MARCIA AVANTI NON CONTROLLATA
- MARCIA INDIETRO NON CONTROLLATA

La leva CMT dovrà essere interbloccata con il manipolatore di trazione e frenatura. Quando il chiavino di abilitazione del macchinista è in posizione di OFF, entrambe le leve dovranno essere bloccate nella posizione di OFF. Quando il chiavino di abilitazione del macchinista è ruotato nella posizione di ON, la leva CMT può essere portata in una posizione a scelta, ma solo se il manipolatore di trazione e frenatura è nella posizione di OFF, con frenatura di trattenuta.

La leva CMT può essere portata nella posizione di *marcia indietro non controllata* solo dopo aver azionato il commutatore di blocco della retromarcia.

Muovendo la leva CMT in avanti in una delle altre posizioni, il commutatore di blocco della retromarcia dovrà automaticamente portarsi nella sua posizione iniziale, determinando l'interblocco richiesto.

Lo spostamento della leva CMT dalla posizione "*Marcia avanti controllata da ATP*" alla posizione "*Marcia Avanti non controllata*" (detta anche modalità di "Supero Rosso") dovrà essere possibile solo a velocità zero.

Se dovesse essere effettuato tale spostamento a velocità maggiore di zero, deve intervenire un comando di sicurezza e deve essere applicata la frenatura di emergenza. A velocità zero questo comando deve essere disattivato.

Ogni volta che viene selezionata la "*Marcia Avanti non controllata*" o la "*Marcia indietro non controllata*" e la velocità supera i 20 Km/h, deve attivarsi un avvisatore acustico ed ottico, da tacitare ad intervalli di tempo prestabiliti, fermo restando che tale evenienza deve essere acquisita dal Registratore di Eventi.

La leva CMT può essere portata dalla posizione di "*Marcia Avanti non controllata*" alla posizione di "*Marcia indietro non controllata*" solo a velocità zero. Se la leva viene spostata a velocità maggiore di zero il comando deve essere ignorato dalle funzioni di bordo.

La leva CMT può essere portata dalla posizione di "*Marcia Avanti non controllata*" alla posizione di "*Marcia*

avanti controllata da ATP solo a velocità zero. Se il passaggio viene attuato a velocità maggiore di zero devono intervenire le condizioni di sicurezza e deve essere applicata la frenatura di emergenza.

Quando la leva CMT è nella posizione di ATO, il Manipolatore di trazione e frenatura dovrà essere nella posizione di OFF.

Nella modalità ATO la marcia del treno (trazione, frenatura, e aperture porte) è governata automaticamente dall'impianto di controllo ed automazione della marcia treno di bordo e dai sistemi di segnalamento di terra. Quando si è nella modalità "*Marcia avanti controllata da ATP*", l'avvio del treno, la velocità massima di marcia nelle varie sezioni di blocco ed il consenso per lo sblocco porte e riconoscimento lato banchina sono controllate dall'impianto ATC (Automatic Train Control) di bordo.

Far riferimento al capitolo 14.0 ed alle documentazioni apposite sul segnalamento e controllo marcia treni messe a disposizione del Committente per la funzionalità e le interfacce con l'impianto di segnalamento e di controllo marcia treno.

Nella modalità di "*Marcia Manuale non controllata (Supero rosso)*" non è operativa nessuna funzione di bordo dell'impianto di controllo marcia treno ma la velocità del treno è limitata a 20 km/h. Nel caso che la velocità di 20 km/h viene superata si deve avere lo stacco della trazione e se la velocità supera i 28 km/h, deve essere applicata la frenatura di emergenza.

6.13.3.1.1.3 PULSANTE/PEDALE DEL SISTEMA DI RILEVAZIONE DELLA PRESENZA ATTIVA DEL MACCHINISTA (VIGILANTE)

Il Manipolatore di trazione e frenatura dovrà prevedere un pulsante (o sistema con analoga funzione) che deve essere premuto e rilasciato regolarmente dal Macchinista a intervalli di tempo predefinito, per prevenire l'intervento della frenatura di emergenza.

In caso di inserimento e di efficienza del sistema ATP continuo e discontinuo, il macchinista potrà essere esonerato dall'eseguire la pressione del pulsante o del pedale del sistema di rilevazione della presenza attiva.

Il pedale del sistema di rilevazione della presenza attiva del macchinista (Vigilante), dovrà prevedere una analoga funzionalità e di conseguenza l'intervento della frenatura di emergenza viene evitato attraverso la regolare pressione e rilascio del pedale. Le due funzioni dovranno essere coordinate in maniera tale che, da sola, ognuna delle due azioni eviti l'intervento della frenatura di emergenza. Nel caso di intervento della frenatura di emergenza essa deve essere ripristinabile (vedi punto 9.3 del presente Capitolato Tecnico).

Ogni intervento del Sistema di rilevazione della presenza attiva del macchinista (Vigilante) dovrà essere registrato dal Registratore di Eventi. Il sistema di rilevazione della presenza attiva del macchinista (Vigilante) non deve risultare operativo nelle modalità di marcia controllata da ATP continuo e discontinuo, inseriti e funzionanti, e ATO

In caso di avaria o esclusione di uno dei sistemi ATP, il sistema di rilevazione della presenza attiva del macchinista (Vigilante) deve inserirsi automaticamente, fermo restando che tali eventi vanno registrati dal Registratore.

6.13.3.1.2 GRUPPO DISPOSITIVI E CONTROLLI DEI SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI

Esso è costituito da un apparecchio telefonico (tecnologia TETRA, simile a quella già installata sull'attuale flotta) con tastiera numerica che rende possibili le comunicazioni del macchinista con il Posto centrale Operativo ed altri gruppi (manutentori, Deposito, etc)

Sarà presente anche una apparecchiatura di comunicazione che rende possibile la comunicazione del Macchinista con i passeggeri (citofono di emergenza e di assistenza).