

RTI Progettisti:



PROGETTAZIONE DEFINITIVA E COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA RELATIVI ALLA REALIZZAZIONE DELLA PRIMA LINEA TRANVIARIA DI BRESCIA "T2" (PENDOLINA - FIERA)

CUP: C81B21013200005 - CIG: 9101132BB5

DOCUMENTAZIONE TECNICO ECONOMICA

CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

TRAZIONE ELETTRICA

BRESCIA MOBILITA'RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ARCH. VERA SABATTI

DIRETTORE GENERALE

ING. MARCO MEDEGHINI

ASSISTENZA AL RUP E ASPETTI TECNICIING. CLAUDIO ORLANDI, ING. ROBERTO PANSI,
ING. MARCO CORTIDEC E MOBILITY MANAGER

ING. MICHELA BONERA

COMUNE DI BRESCIA - Assessorato alla Mobilità,
Eliminazione Barriere Architettoniche e Trasporto
PubblicoRESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

ING. STEFANO SBARDELLA

GRUPPO DI PROGETTAZIONECAPO PROGETTO COORDINATORE RESPONSABILE
INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

ING. SANTI CAMINITI

COORDINATORE TECNICO

ING. DANILO RUSSO

BIM MANAGER

GEOM. MIRKO CASAROLI

INFRASTRUTTURA TRANVIARIA

ING. SANTI CAMINITI

ARCHITETTURA E INSERIMENTO URBANISTICO

ARCH. SEBASTIANO FULCI DE SARNO

OPERE STRUTTURALI

ING. ERICA CALATOZZO

IMPIANTI TECNOLOGICI

ING. SIMONE VILLA

IMPIANTI CIVILI ED INDUSTRIALI

ING. DOMENICO D'APOLLONIO

ANTINCENDIO

ARCH. VERONICA SAGONE

ESERCIZIO E MANUTENZIONE

ING. GIORGIO COLETTI

RESPONSABILE DI COMMESSA

ING. PAOLO MARCHETTI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA

ING. LUCA CUCINO

RESPONSABILE QUALITA' E PROCEDURE

ING. ANDREA DANZI

STUDIO IMPATTO AMBIENTALE

PROF. MATTEO MATTIOLI

IDRAULICA E IDROLOGIA

ING. DOMENICO NAVE

GEOLOGIA

PROF. MATTEO MATTIOLI

GEOTECNICA

ING. ANDREA OSS

ACUSTICA E VIBRAZIONI

GEOL. DAVIDE SASDELLI

CANTIERIZZAZIONE E RISOLUZIONE INTERFERENZE

ING. PIETRO CAMINITI

ARCHEOLOGIA

DOTT. Z. X. GONZALEZ MURO

COMMESSA	FASE	LOTTO/SUBLOTTO	WBS	DISCIPLINA	TIPO/NUMERO	LAVOR./APPROV.	REV.	SCALA
BST2	PD	LG00	COM	CPD	R009	A1	A	-

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO
A	20/05/2024	EMISSIONE	RTP	D. D'APOLLONIO	P. MARCHETTI	S. CAMINITI



INDICE

1.	PREMESSA	4
2.	ACRONIMI E SIGLE	5
3.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
4.	CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI	10
5.	SOSTEGNI	10
5.1	PALI	10
5.1.1	ZINCATURA	13
5.1.2	VERNICIATURA	13
5.1.3	DISTANZE DI POSIZIONAMENTO DEI PALI	13
5.1.4	STRAPIOMBO DEI PALI	14
5.1.5	BLOCCHI DI FONDAZIONE	14
5.2	GANCI A MURO	15
5.3	DISTANZA FRA SOSTEGNI SUCCESSIVI	15
5.4	PREDISPOSIZIONI PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA	16
6.	LINEA AEREA	17
6.1	FILI DI CONTATTO	17
6.2	GIUNZIONI TRA FILI DI CONTATTO	17
6.3	REGOLAZIONE AUTOMATICA DEL FILO DI CONTATTO	17
6.3.1	MONTAGGIO DEI POSTI DI R.A.	18
6.4	COLLEGAMENTI ELETTRICI DELLA LINEA DI CONTATTO E DEL FEEDER	18
6.5	SOSPENSIONI	18
6.5.1	SOSPENSIONI PER SOTTOPASSI E SOTTO AD INFRASTRUTTURA	19
6.6	POLIGONAZIONE DEI CONDUTTORI IN PIENA LINEA E DELLE FERMATE	19
6.7	ALTEZZA DEL FILO DI CONTATTO	19
6.8	RACCORDI DEI FILI DI CONTATTO IN ALTEZZA	19
6.9	SCAMBI AEREI	20
6.10	SEZIONAMENTI DELLE CONDUTTURE DI CONTATTO	20
6.11	ISOLATORI	21
7.	CIRCUITO DI RITORNO	22
7.1	CONNESSIONI LONGITUDINALI DELLE ROTAIE	22
7.2	COLLEGAMENTI ALLA SSE	22



7.3	COLLEGAMENTI TRASVERSALI TRA LE ROTAIE DI PIENA LINEA E DELLE FERMATE	22
7.4	ISOLAMENTO DELLE ROTAIE	23
8.	LINEA DI ALIMENTAZIONE FEEDER	24
8.1	COMPOSIZIONE FEEDER E COLLEGAMENTO ALLA LINEA AEREA DI CONTATTO	24
8.2	GIUNZIONI, DERIVAZIONI E TESTE CAVO	24
8.3	SCARICATORI	25
9.	PRESCRIZIONI GENERALI	26
9.1	PRESCRIZIONI PER GESTIONE DEGLI INTERVENTI DI SOCCORSO DEI VVF	26
9.2	DISTANZA DI SICUREZZA DELLE PARTI SOTTO TENSIONE	26
9.3	INDICAZIONE DA APPORRE SUI SOSTEGNI	26
9.4	NUMERAZIONE DEI SOSTEGNI	27
9.5	NUMERAZIONE DEI SOSTEGNI A GANCIO SU MANUFATTI ESISTENTI	27
9.6	PROTEZIONE SUI CAVALCAVIA, FRONTI DI FABBRICATI, ECC.	27
9.7	PROVE E COLLAUDI	27
10.	SEZIONAMENTO DELLE PARTI IN TENSIONE	28
10.1	INTERRUTTORE DI MANOVRA - SEZ. DI LINEA	28
10.2	SEZIONATORE COMMUTATORE DI TERRA DEL DEPOSITO	29
11.	TIPOLOGIE DI LINEE DI CONTATTO	31
11.1	LINEA PER VELOCITA' FINO AD 80 KM/H CON UN FILO DI CONTATTO ORMEGGIATO FISSO	31
11.2	LINEA PER VELOCITA' FINO AD 80 KM/H CON UN FILO DI CONTATTO REGOLATO	31
11.3	LINEA DI CONTATTO PER L'OFFICINA DEL DEPOSITO	32
11.3.1	ALIMENTAZIONE 750 VCC	32
11.3.2	SISTEMA DI AUTOMAZIONE E DISALIMENTAZIONE	33
11.3.3	ARMADIO GENERALE	33
11.3.4	POSTO DI MANOVRA E DISALIMENTAZIONE	34
12.	VERIFICHE FINALI	36
12.1	VERIFICA MECCANICA	36
12.2	VERIFICA ELETTRICA	36
12.3	VERIFICA IMPIANTO DI TERRA	37



1. PREMESSA

Per quanto non precisato diversamente nelle presenti norme, la progettazione e la costruzione della linea di contatto a 750 volt. c.c. dovrà rispondere alle Norme EN 50122-2 e a tutte le normative vigenti in materia.

Il sistema tranviario progettato è un sistema integrato a basso impatto ambientale, che coniuga la necessità dell'inserimento architettonico dell'infrastruttura nell'ambito cittadino con innovazione tecnica ed abbattimento dell'impatto ambientale dei componenti utilizzati.



2. ACRONIMI E SIGLE

LdC Linea di contatto

SSE Sottostazione Elettrica

CR Catenaria Rigida

CRM-V Catenaria Rigida Mobile Verticale

RA Regolazione Automatica del filo di contatto

STI Specifiche Tecniche Interoperabilità



3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per il progetto e la costruzione degli impianti del sistema Linea di Contatto sono applicabili le norme e gli standard di seguito elencati:

CEI EN 50122-1 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno Parte 1: Provvedimenti di protezione contro lo shock elettrico

CEI EN 50122-2 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno Parte 1: Provvedimenti contro le correnti vaganti causate dai sistemi di trazione a corrente continua.

CEI EN 50149 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Trazione elettrica - Fili sagomati di contatto in rame e lega di rame

CEI EN 50163 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane -Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione

CEI EN 50388 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane -Alimentazione elettrica e materiale rotabile - Criteri tecnici per il coordinamento tra alimentazione elettrica (sottostazione) e materiale rotabile per ottenere l'interoperabilità

CEI EN 50119 Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Linee aeree di contatto per trazione elettrica

D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285 nuovo Codice della strada

D.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada

ISO 9001:2000 Sistemi di Gestione per la qualità – Requisiti

UNI 7156-2008 - Tranvie urbane ed extraurbane. Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e interbinario – Altezza della linea di aerea di contatto

UNI EN 40-4 Pali per illuminazione - Protezione della superficie dei pali metallici



CEI EN 61000-3-2 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase). (Data Pubblicazione: 01/04/2007).

CEI EN 61000-3-3 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-3: Limiti - Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale ≤ 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione. (Data Pubblicazione: 01/07/2014).

CEI EN 61000-4-2 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura Sezione 2: Prove di immunità a scarica elettrostatica Pubblicazione Base EMC. (Data Pubblicazione: 01/04/2011).

CEI EN 61000-4-3 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura - Sezione 3: Prova d'immunità sui campi irradiati a radiofrequenza. (Data Pubblicazione: 01/04/2007).

CEI EN 61000-4-4 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura Sezione 4: Prova di immunità a transitori/treni elettrici veloci Pubblicazione Base EMC. (Data Pubblicazione: 01/07/2013)

CEI EN 61000-4-5 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura Sezione 5: Prova di immunità ad impulso. (Data Pubblicazione: 01/10/2007).

CEI EN 61000-4-6 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 4: Tecniche di prova e di misura Sezione 6: Immunità ai disturbi condotti, indotti da campi a radiofrequenza. (Data Pubblicazione: 01/09/2014).

CEI EN 61000-6-1 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera (Data Pubblicazione: 01/10/2007)

CEI EN 61000-6-2 Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali (Data Pubblicazione: 01/10/2006)

CEI EN 61000-6-3 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera (Data Pubblicazione: 01/11/2007)



CEI EN 61000-6-4 Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali (Data Pubblicazione: 01/11/2007)

CEI EN 55011 Apparecchi a radiofrequenza industriali, scientifici e medicali (ISM) Caratteristiche di radiodisturbo Limiti e metodi di misura (Data Pubblicazione: 01/06/2013).

CEI EN 55022 Apparecchi per la tecnologia dell'informazione Caratteristiche di radiodisturbo Limiti e metodi di misura (Data Pubblicazione: 01/02/2014).

CEI EN 50293 Compatibilità elettromagnetica - Impianti semaforici - Norma di prodotto. (Data Pubblicazione: 01/05/2013) .

CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP). 1997-06.

CEI EN 60529/A1 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP). 2000-06

CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 KW. 2001-01.

CEI 20-67;V1 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 KW. 2009-04

CEI 20-67;V2 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 KW. 2013-09

CEI EN 60947-1 Apparecchiature a bassa tensione Parte 1: Regole generali. 2008-02.

CEI EN 60947-2 Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: Interruttori automatici. 2007-07.

CEI EN 60947-3 Apparecchiatura a bassa tensione Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili. 2010-11.

CEI EN 60947-7-1 Apparecchiature a bassa tensione Parte 7-1: Apparecchiature ausiliarie - Morsetti componibili per conduttori di rame. 2010-04.

CEI EN 61439-1 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)Parte 1: Regole generali 2012-02

CEI EN 61439-3 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO) 2012-11



CEI 64-8/1 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali. 2012-06.

CEI 64-8/2 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 2: Definizioni. 2012-06.

CEI 64-8/3 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Parte 3: Caratteristiche generali. 2012-06.

CEI 64-8/4 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza. 2012-06.

CEI 64-8/5 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici. 2012-06.

CEI 64-8/6 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 6: Verifiche. 2012-06.

CEI 64-8/7 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari. 2012-06.

4. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI

L'alimentazione della LdC avrà tensione di 750 volt. c.c., i tipi di LdC che verrà impiegata dovranno essere i seguenti:

- A) Linea con 1 filo di contatto da 120 mmq fisso
- B) Linea con 1 filo di contatto da 120 mmq regolato
- C) Linea con Catenaria Rigida Mobile Verticale (CRM-V).

La scelta dei suddetti tipi di LdC e del relativo Feeder di supporto è legata a considerazioni di impatto ed al carico della linea tranviaria in termini di assorbimento dei convogli e frequenza dei convogli stessi.

Le caratteristiche tecniche che dovranno avere ciascun tipo di LdC sono illustrate al punto successivo del presente capitolato.

Il dimensionamento elettrico di massima della LdC è stato effettuato prevedendo le caratteristiche elettriche e meccaniche, l'ubicazione dei punti di alimentazione e le altre particolarità indicate nella parte dei dati tecnici generali del capitolato tecnico relativo.

Tutto il sistema LdC - Feeder, come parte integrante dell'alimentazione elettrica di trazione, dovrà essere verificato a seguito della scelta del materiale rotabile per confermare il dimensionamento indicato ed ottimizzare il sistema stesso.

5. SOSTEGNI

5.1 PALI

I pali rastremati tubolari saranno ricavati da tubi saldati longitudinalmente o da tubi senza saldatura nella qualità S355J2H o E355, di diverso diametro tagliati secondo lo schema del disegno del palo e saldati tra di loro in modo da garantire l'efficienza e rigidità del giunto.

Le saldature sono eseguite con procedimenti e saldatori qualificati.

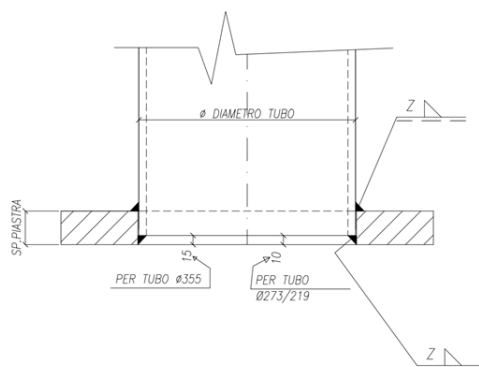
Per le caratteristiche dei materiali e relative tolleranze si fa riferimento alle normative di costruzione dei tubi, in ogni caso riportiamo di seguito le principali caratteristiche a cui si fa riferimento per il calcolo di verifica:

- | | |
|-------------------------|------------------------------------------|
| • materiale | S355J2H / E355 |
| • carico di rottura | compreso tra 490 e 630 N/mm ² |
| • carico di snervamento | $R_s \geq 355 \text{ N/mm}^2$ |
| • allungamento | $A \geq 20\%$ |

Le tolleranze di fabbricazione dei pali rastremati tubolari fanno riferimento alla norma UNI EN ISO 13920 classe C, tranne che per le lunghezze delle quali riportiamo le seguenti tolleranze:

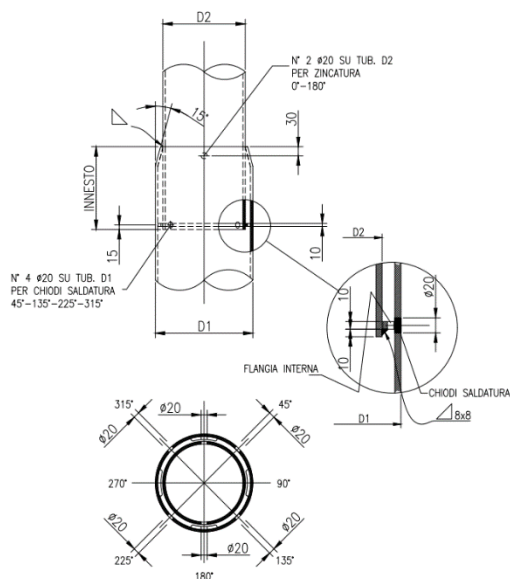
- | | |
|-------------------------|---------------------|
| • lunghezza dei tronchi | $\pm 40 \text{ mm}$ |
| • lunghezza totale | $\pm 50 \text{ mm}$ |

Alla estremità inferiore del palo sarà saldata una piastra di base opportunamente dimensionata nel progetto dei pali, mediante doppia saldatura ad angolo interna ed esterna come da particolare di seguito riportato:



Il fissaggio del palo alla fondazione sarà fatto mediante bullonatura della piastra di base ai tirafondi opportunamente dimensionati nel progetto, annegati nel blocco di fondazione.

La giunzione dei vari tronchi di diverso diametro è realizzata con un sistema ad incastro saldato che conferisce al giunto una perfetta continuità delle diverse sezioni di tubi secondo lo schema sotto riportato:



Tutte le saldature saranno eseguite da saldatori qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1 con procedimenti di saldatura qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1 e controllati secondo le norme UNI EN ISO 5817 e 17638 in accordo da quanto previsto dalla norma UNI EN 1090-2 e dal piano di fabbricazione concordato con il cliente.

Tutti i pali avranno l'estremità di testa chiusa con un fondello dello stesso diametro del tubo, in acciaio di spessore 5 mm e sarà fissato mediante bulloni.

Su ciascun palo, a 1500 mm fuori terra, sarà saldata una targhetta identificativa riportante il costruttore, la sigla del cliente, la sigla del palo, l'anno e il mese di costruzione.

Tutti i pali dovranno essere predisposti per il collegamento a terra, a questo proposito saranno saldati due dadi M16 a 300 mm fuori terra.

I pali rastremati tubolari potranno essere utilizzati oltre che per la trazione elettrica anche per l'illuminazione pubblica con le apposite predisposizioni che dovranno essere concordate con il committente.

5.1.1 Zincatura

Tutti i pali rastremati tubolari dopo le varie lavorazioni indicate saranno zincati in bagno a caldo sia internamente che esternamente, mediante immersione in vasche di zinco fuso previa preparazione delle superfici come definito dalla norma UNI EN ISO 1461.

Lo spessore dello zinco è definito dalla citata norma UNI EN ISO 1461 e sarà inoltre conforme alla norma C.E.I. 7-6, quindi non inferiore a 70 micron; dopo la zincatura le filettature saranno ripassate.

5.1.2 Verniciatura

La verniciatura del palo rastremato tubolare è realizzata in conformità alla specifica UNI EN ISO 12944-5 secondo la classe di durabilità G3.04-C3-vh (durabilità very high superiore ai 15 anni) che prevede una leggera sabbiatura al corindone bianco - una mano di fondo a base epossidica spessore 80 micron – mano a finire a base poliuretanica SIGMADUR 520 spessore 80 micron - per uno spessore totale di 160 micron; la categoria C3 corrisponde ad ambienti urbani e industriali con elevato inquinamento.

I prodotti proposti e il ciclo di verniciatura sono stati testati durante la fase di qualifica del procedimento di verniciatura e hanno soddisfatto le seguenti prove e norme di riferimento:

- Risultare positive alla prove di valutazione della resistenza (no rotture o distacchi) secondo la norma UNI EN ISO 1519 con mandrino di diametro 4 mm
- Mantenere una brillantezza superiore al 65% dopo 2000 ore al test UV secondo la norma UNI EN ISO 2813
- Presentare un'adesione alla superficie di applicazione almeno pari a 5 MPa, effettuando prove di trazione in conformità alla UNI EN ISO 4624 e ASTM D 4541

5.1.3 Distanze di posizionamento dei pali

I pali dovranno distare in opera dai convogli come di seguito indicato:

- 1) mt. 0,30 per i pali nell'interbinario con minimo assoluto di mt. 0,20;
- 2) mt. 0,50 minimi per i pali esterni alla linea.

Questo in conformità alle normative vigenti e più precisamente alle norme UNI.

Nelle curve di raggio inferiore a mt 100 detta distanza dovrà essere adeguatamente aumentata per mantenere la funzionalità di eventuali sistemi a “tirante longitudinale” e “tirante radiale di poligonazione”.

Nel caso di pali sui marciapiedi, essi dovranno essere posizionati a non meno di 50cm dal ciglio e, comunque, lasciando 90cm liberi per il passaggio delle carrozzine di ausilio ai disabili motori.

Le distanze sopra indicate si intendono misurate tra la superficie esterna dei sostegni lato binario.

5.1.4 Strapiombo dei pali

Nella messa in opera dovrà essere data ai pali un'inclinazione, trasversalmente al binario, tale che lo strapiombo tra l'estremità del palo e la sezione di incastro sia praticamente uguale alla freccia elastica del palo in opera caricato del solo carico permanente e non tenendo conto dei sovraccarichi accidentali.

5.1.5 Blocchi di fondazione

I blocchi di fondazione dei pali dovranno essere in conglomerato cementizio avente un RbK minimo non inferiore a 300 Kg/cm² , adeguatamente armati con barre di acciaio.

Per i blocchi esterni alla linea è da prevedere una forma parallelepipedica mentre i blocchi in interbinario, se necessari, sono da realizzarsi con piastra e pilastro per compatibilizzarli con l'isolamento elettrico verso terra previsto per i binari.

Tutti i blocchi sono da prevedere con tirafondi in acciaio zincato a caldo per il fissaggio dei pali flangiati come indicato al precedente punto.

I tirafondi dovranno essere uniti nella zona d'incastro da una piastra in acciaio zincato a caldo a perdere (dima di fissaggio) per migliorare la resistenza e la posa dei tirafondi stessi.

La zona di fissaggio dei pali flangiati e le teste dei tirafondi dovranno essere compresi in un vano ricavati nella pavimentazione superficiale e nel relativo massetto di allettamento. Tale vano dovrà essere ricoperto di apposito carter di protezione adeguatamente fissato, ma facilmente rimovibile.

E' ammesso che i blocchi di fondazione aggettino sulle carreggiate stradali, purchè per non più di 50cm dal bordo della strada e purchè l'oggetto abbia almeno 50 cm di affondamento.

5.2 GANCI A MURO

Per l'ancoraggio delle sospensioni a fabbricati o manufatti esistenti è previsto l'impiego di ganci costituiti da una barra filettata M10 di classe 8.8 da ancorare con ancorante chimico per una profondità di 125mm in una parete di cls o muratura di spessore minimo, ai fini dell'ancoraggio, di 250mm.

Per la posa in opera dei ganci a muro si dovrà provvedere a:

- determinare l'esatta posizione dell'ormeggio;
- determinare il sistema più adatto di ancoraggio, in relazione al tiro scaricato dalla sospensione, ed alle caratteristiche strutturali dell'edificio;
- sottoporre all'approvazione del DL le soluzioni individuate per la realizzazione degli attacchi;
- provvedere alla preventiva individuazione dei ferri di armatura presenti sulle facciate mediante strumenti idonei ed eseguendo saggi sulle murature prima della foratura definitiva che può avvenire solo dopo l'approvazione da parte della DL;
- eseguire le forature sulle facciate. Se, durante l'operazione di foratura, venissero comunque incontrati ferri di armatura, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà spostare l'ubicazione dei fori e ripristinare le murature in corrispondenza dei fori iniziati e non utilizzati;
- fissare i ganci utilizzando di norma cemento a presa rapida ovvero tasselli chimici. E' tassativamente vietato l'uso dei chiodi a sparo
- utilizzare ganci a muro e relativi sistemi di fissaggio atti a sopportare carichi di esercizio superiori a 1500 kg in qualsiasi direzione

5.3 DISTANZA FRA SOSTEGNI SUCCESSIVI

La lunghezza delle campate si potrà estendere ad un massimo di 50m per LdC regolata e metri 25 per LdC fissa, con riduzioni in curva che nei flessi dovuto agli ingressi in fermata e laddove necessario, per rispettare la poligonazione come specificato nel successivo punto.

La lunghezza della campata sopra indicata, deve essere tale da non superare la freccia a centro campata di 40 cm., limite massimo individuato per non pregiudicare la captazione di corrente da parte del pantografo.



5.4 PREDISPOSIZIONI PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA

I pali di sostegno della trazione elettrica dovranno essere utilizzati anche per l'installazione dei corpi illuminanti per l'illuminazione pubblica, sia per installazione su sbracci, che sospesi su funi isolanti tesate fra due pali.

A tale scopo, i pali dovranno essere predisposti per l'installazione dei cavi di alimentazione dell'illuminazione pubblica al loro interno e di apposite forature per la fuoriuscita degli stessi alla quota di installazione dei corpi illuminanti.

6. LINEA AEREA

La conduttura aerea di contatto sarà costituita da i seguenti elementi.

6.1 Fili di contatto

Il filo di contatto dovrà essere in rame, di profilo tondo sagomato della sezione 120mmq, tipo 120 A conforme alle Norme UNIFER 70611/71, carico unitario a rottura Kg/mm² ≥ 38 , tiro applicato 1200 Kg.

6.2 Giunzioni tra fili di contatto

Nella posa della LdC non è ammessa nessuna tipologia di giunzione. Eccezionalmente la giunzione potrà essere realizzata con giunto del tipo unificato richiamato dalla Norma CEI EN 50149 ed a seguito di approvazione da parte della Committenza.

6.3 Regolazione automatica del filo di contatto

La tesatura dei conduttori dovrà essere realizzata mediante l'applicazione di dispositivi di tensionamento a taglia e contrappesi mobili inseriti all'interno dei sostegni d'ormeggio.

I valori di tesature dei fili di contatto nonché i valori delle lunghezze delle tratte di contrappesatura sono riportati al punto successivo del presente capitolato.

La separazione meccanica fra le due linee aeree nel sistema RA dovrà essere realizzata con una sovrapposizione di tre-quattro campate nel caso che entrambe le linee aeree contigue siano regolate, e di quattro campate nel caso di passaggio da linea regolata a linea non regolata.

Il sistema RA potrà prevedere sia sostegni distinti per binario con mensola, tale da garantire il tratto di commutazione elettrica (striscio), con le due linee aeree perfettamente sullo stesso piano, della lunghezza minima di mt.4 – 5, sia con trasversali con pali lontani dal nastro tramviario.

Al centro di ogni tratta di regolazione dovrà essere previsto un punto fisso del filo di contatto realizzato con mensola strallata ad i sostegni limitrofi e sospensione a delta adeguata ad impedire lo scorrimento longitudinale del filo di contatto.

Gli stralli del punto fisso e gli ormeggi del filo fuori servizio nella RA dovranno essere realizzati con funi isolate.



6.3.1 Montaggio dei posti di R.A.

Nel montaggio dei posti di contrappesatura si dovrà aver cura che lo scorrimento dei contrappesi ed il movimento delle taglie risultino liberi per qualsiasi temperatura compresa tra -15° e +55°centigradi. Pertanto si dovrà tenere conto della temperatura alla quale viene fatto il montaggio per il posizionamento dei contrappesi, delle mensole e delle sospensioni.

6.4 Collegamenti elettrici della LINEA DI CONTATTO e del Feeder

Per assicurare la continuità e l'equipotenzialità tra tutti i conduttori del sistema di trazione si dovranno eseguire collegamenti elettrici in corrispondenza degli ormeggi, dei posti di regolazione automatica, degli scambi, dei punti di alimentazione, ed in generale tra fili e fili e fra fili e cavi di alimentazione Feeder.

I collegamenti dovranno essere realizzati e disposti per non ostacolare l'azione del sistema di regolazione del tiro del conduttore di contatto.

6.5 Sospensioni

Le sospensioni trasversali fra coppie di pali o fra ganci a muro dovranno essere costituite da un cavo sintetico che dovrà sostenere il filo di contatto attraverso un delta con interposta una puleggia.

La sospensione a palo singolo dovrà essere costruita da una mensola provvista di isolatore in materiale sintetico del tipo a doppio isolamento o rinforzato posto in prossimità del sostegno, e sostenuta da una o due tiranti di materiale sintetico. La mensola dovrà sostenere il filo di contatto attraverso un delta in acciaio inox o in adeguato materiale sintetico, e dovrà essere considerata a tutti gli effetti sotto tensione.

Nelle curve ed ove occorrente dovranno essere previsti dei tirantini di poligonazione in materiale isolante per mantenere in assetto il filo di contatto, sotto le azioni del tiro deviato e del vento trasversale alla linea..

Nelle curve di piccolo raggio, dove lo sforzo radiale dovrà essere elevato, la linea di contatto dovrà essere sostenuta solo da tirantini di poligonazione in materiale isolante collegati al sostegno od al tirante longitudinale, senza sospensione a delta e senza mensola.

6.5.1 Sospensioni per sottopassi e sotto ad infrastruttura

Nei sottopassi e in generale sotto ad infrastruttura la linea di contatto dovrà essere sorretta da sospensioni elastiche fissate all'intradosso della infrastruttura.

E' rispettata l'altezza minima della LdC dal piano del ferro nel rispetto della norma CEI EN 50119 e 50122-2, come si può riscontrare negli specifici elaborati del capitolo TRAZIONE ELETTRICA, nei quali è riportata un'altezza minima del filo di contatto dal piano del ferro pari a 4,75 mt.

Sotto le strutture degli edifici del deposito verrà sostenuta da fissaggi della catenaria del tipo rigido con braccio mobile e armadio di comando. I dettagli della catenaria rigida sono riportati nello specifico elaborato.

6.6 Poligonazione dei conduttori in piena linea e delle fermate

La poligonazione del filo di contatto, misurata sulla mezzeria del filo stesso alla temperatura media, dovrà essere di 20 cm. in corrispondenza delle sospensioni per campate maggiori di 25 sotto sarà previsto il passaggio da zero.

Nelle curve la poligonazione non dovrà superare i 25 cm. anche a metà campata.

In corrispondenza degli scambi aerei, per migliorarne la funzionalità saranno ammesse poligonazioni fino a 25 cm.

6.7 Altezza del filo di contatto

In corrispondenza delle sospensioni, l'altezza normale dei fili di contatto dovrà essere di metri 5,60 sul piano del ferro.

In casi particolari potranno essere adottate, in armonia con le norme EN 50199 e 50122-2, altezze diverse da quella sopra indicata, come si può riscontrare negli specifici elaborati del capitolo TRAZIONE ELETTRICA, nei quali è riportata un'altezza minima del filo di contatto dal piano del ferro pari a 4,75 mt.

6.8 Raccordi dei fili di contatto in altezza

I raccordi tra i tratti di fili di contatto ad altezza diversa vanno fatti con pendenza non superiore a quella indicata dalle norme in vigore per la velocità massima di percorrenza del tratto interessato.

Quando i fili di contatto dovranno abbassarsi ad una quota inferiore alla normale, per sottopassare un cavalcavia o altra opera d'arte, la quota bassa di cui sopra dovrà essere mantenuta per tutta la campata precedente e per tutta la campata susseguente il tratto sottopassante l'opera d'arte.

6.9 Scambi aerei

La linea aerea di contatto (LdC) di tipo B dovrà essere realizzata sopra gli scambi in modo da assicurare il corretto scorrimento del pantografo, senza pericoli di impigliamento per il percorso principale e per il deviato nei due sensi di marcia.

A tal fine dovrà essere prevista la soluzione senza incrocio tra il filo di contatto del corretto tracciato ed il filo del ramo deviato per tutta la linea regolata.

Per un corretto mantenimento della medesima quota dei due fili di contatto al variare della temperatura quando il filo di contatto del corretto tracciato è del tipo B anche il filo del ramo deviato dovrà essere regolato.

La poligonazione nella zona degli scambi dovrà essere realizzata in modo da consentire al pantografo una inclinazione adeguata, nel punto ove esso prende contatto con il filo non in presa, per una corretta funzionalità dello scambio aereo stesso.

Si deve inoltre prevedere che il filo del ramo deviato che va all'ormeggio, e quindi non destinato a essere percorso dal pantografo, sia portato in alto il più rapidamente possibile.

Per assicurare le condizioni di cui sopra, è ammesso che la poligonazione raggiunga i 30 centimetri.

I cavallotti in corrispondenza degli scambi dovranno essere sistemati in modo che i fili che compongono lo scambio aereo possano liberamente scorrere sotto l'azione del sistema di regolazione del tiro.

Nel tratto di LdC di tipo A gli scambi aerei dovranno essere realizzati con incrocio del filo di contatto del corretto tracciato e del ramo deviato, con quest'ultimo posto superiormente e con la posa di un'adeguata bacchetta d'incrocio.

6.10 Sezionamenti delle condutture di contatto

I sezionamenti in corrispondenza delle SSE di alimentazione, quelli per il servizio degradato, i sezionamenti fra linea e deposito e quelli interni al deposito, dovranno essere realizzati con l'impiego di



isolatori di sezione percorribili dal pantografo alla velocità di 80 Km/h conformi alla norma CEI UNEL 79826.

Detti isolatori di sezione dovranno essere posati in corrispondenza delle sospensioni.

Prima di ogni isolatore di sezione dovrà essere previsto un segnale luminoso che indichi al conducente lo stato di alimentazione della zona di linea di contatto che il convoglio sta per impegnare, ubicato in prossimità della linea stessa ed alimentata dalla linea di contatto.

6.11 Isolatori

Per l'isolamento della linea aerea di contatto dovranno essere utilizzati i seguenti tipi di isolatori:

Rigidi del tipo ad isolamento doppio o rinforzato, realizzato con isolatori compositi in gomma siliconata, rispondenti alla norma CEI 36, aventi elevata sicurezza contro il fuoco, (autoestinguenza, bassa tossicità e corrosività dei fumi) ed elevate prestazioni contro la corrosione degli agenti atmosferici da utilizzare per l'isolamento della mensola dal palo, per le sospensioni sotto opere civili del tipo elastico e rigido.

Sospesi per l'isolamento dei trasversali, tiranti longitudinali, tiranti radiali ed ormeggi del filo di contatto nel caso di utilizzo di funi in acciaio inox.

Costituiti da funi isolate realizzate in materiale sintetico isolante Tipo "Parafil" e guaina in polietilene anti UV, aventi caratteristiche di isolamento rinforzato, da utilizzare per tutti i tipi di trasversali, tiranti e ormeggi sopra indicati e per i tiranti palo mensola.

L'utilizzo delle funi isolate per il sostegno e l'isolamento della LdC dovrà essere abbinato all'utilizzo di terminali a cuneo in acciaio inox provvisti di chiusura con anelli di tenuta per impedire l'infiltrazione d'acqua nelle fibre del Parafil.

7. CIRCUITO DI RITORNO

Il circuito di ritorno della corrente di trazione elettrica dovrà essere essenzialmente costituito dalle due rotaie del binario, i collegamenti longitudinali e trasversali che assicurano la continuità delle rotaie stesse, ed il collegamento in cavo al negativo della SSE. Dovrà essere impiegata una rotaia con una sezione della stessa, di misura adeguata per garantire al circuito di ritorno, il valore di resistenza lineare minima pari a 19 mohm / Km per semplice binario. Qualora la sezione della rotaia impiegata non dovesse raggiungere il valore minimo indicato per semplice binario, dovrà essere previsto un cavo, collegato in parallelo ai binari, di sezione adeguata del raggiungimento del valore di resistenza lineare sopra detto.

7.1 Connessioni longitudinali delle rotaie

Le connessioni longitudinali dovranno essere del tipo in corda di rame isolata con capicorda alle estremità del tipo da saldare alle rotaie con giunzione alluminotermica e brasatura forte, con possibilità di scollegare il conduttore.

Dovranno essere poste in opera in corrispondenza delle giunzioni non saldate delle rotaie ed in corrispondenza degli scambi.

Potranno essere usati anche altri tipi di giunzioni purché garantiscano l'invariabilità della resistenza di contatto nel tempo e l'assenza di elettrocorrosioni fra rotaia e capocorda.

7.2 Collegamenti alla SSE

I collegamenti alla SSE dovranno essere realizzati con cavi isolati RG70R1.8/3 KV in rame della sezione di 300 mmq posati in polifera predisposte in fase di realizzazione della sede tranviaria collegati alla rotaia con capicorda dello stesso tipo indicato al punto precedente.

I punti di collegamento dei cavi alle rotaie dovranno essere realizzati in cunicolo facilmente ispezionabile per il controllo delle giunzioni e dei cavi.

7.3 Collegamenti trasversali tra le rotaie di piena linea e delle fermate

I collegamenti trasversali fra le rotaie in piena linea dovranno essere dello stesso tipo di quelli longitudinali precedentemente indicati in grado di unire elettricamente le due fughe di rotaie di ciascun



binario ed i due binari fra loro, da posarsi in corrispondenza di ogni fermata ed a fine linea e/o in corrispondenza di binari tronchi.

7.4 Isolamento delle rotaie

Il circuito di ritorno della linea dovrà essere del tipo con binario a isolamento di terra ridotto, come previsto dalle norme per limitare le correnti vaganti.

Si evidenzia che la conduttanza di dispersione verso terra dei binari di corsa in sede di costruzioni, dovrà essere inferiore a $5 / 100 \text{ S al Km.}$, tale da garantire i valori previsti dalla norma 50122 – 2 durante il normale esercizio.

Per raggiungere questi valori, in fase di realizzazione del binario e della relativa sede, sarà prevista una guaina isolante, posata durante la costruzione della sede, in grado di garantire questi valori nel tempo, le cui caratteristiche sono indicate nel capitolato relativo.

Nel tracciato del deposito, sarà previsto un circuito di ritorno di tipo tradizionale con i binari a terra.

8. LINEA DI ALIMENTAZIONE FEEDER

Si intendono per linee di alimentazione feeder quelle che dalla sottostazione alimentano la linea aerea di contatto e che lungo linea integrano la linea aerea stessa per garantire la funzionalità del circuito di trazione.

8.1 Composizione FEEDER e collegamento alla linea aerea di contatto

Il feeder di cui al precedente punto dovrà essere formato da n° 2 cavi armati in rame tipo RG16H1R12 1.8/3 KV avente una sezione complessiva di 600 mmq posati nella polifora lungo linea in tubi dedicati.

La temperatura max di esercizio è 90°C e la portata del cavo sez. 300 mmq è 650A.

La posa dei feeder è prevista in cavidotti entro polifora in cls, come riportato negli elaborati di progetto PIANO CAVIDOTTI.

In corrispondenza di ogni fermata e dei posti di sezionamento di SSE dovrà essere realizzato un collegamento fra Feeder e linea aerea di contatto; detto collegamento dovrà avere comunque una cadenza non superiore a mt. 400.

8.2 Giunzioni, derivazioni e teste cavo

Ogni spezzone di cavo dovrà essere giuntato in apposito pozzetto rompi tratta predisposto in corrispondenza di ogni fermata.

Le derivazioni fra Feeder e linea aerea di contatto dovranno essere realizzate con giunti a C o con giunti derivati, ubicati nel pozzetto delle fermate od in appositi pozzetti.

Nel caso di giunzioni derivate il collegamento fra linea di contatto e Feeder dovrà essere realizzato alternativamente con ciascuno dei singoli cavi con cui è composto il Feeder stesso.

In partenza dalle SSE, in corrispondenza dei sezionamenti di linea e dei collegamenti di linea e dei collegamenti alla linea aerea di contatto, ogni cavo di cui sarà composto il Feeder dovrà essere provvisto di adeguate “teste cavo” necessarie al corretto impiego.

8.3 Scaricatori

In corrispondenza di ogni collegamento del Feeder alla linea di contatto dovrà essere installato uno scaricatore in grado di assicurare la protezioni dalle sovratensioni, di manovra o di origine atmosferica, delle installazioni a monte della linea aerea di contatto (Feeder ed SSE), conformi alla norma CEI EN 50123.

Le caratteristiche tecniche sono state determinate in funzione dei dati della simulazione elettrica di trazione:

Permanent working voltage	1 kV	
Nominal voltage	1.25 kV	
Nominal discharge current	10 kA	
High current pulse	2 x 100 kA	

Gli scaricatori dovranno garantire un bassissimo livello di dispersione di corrente verso terra, il valore dovrà essere dichiarato dal fornitore e la sua accettabilità valutata nell'ambito del sistema generale.

Dopo il funzionamento, lo scaricatore dovrà sempre auto ripristinarsi in condizione di circuito aperto; in caso di guasto (ossia nel caso l'apparecchiatura rimanga in stato di chiuso anche dopo la scarica), lo scaricatore drenerebbe verso terra una corrente non sufficiente a far aprire l'extrarapido di SSE e commisurata al valore di resistenza di terra del dispersore, con conseguente pericolo di produrre una tensione di passo pericolosa in corrispondenza del pozzetto di terra.

Dovrà pertanto essere garantito che la modalità di guasto dello scaricatore stesso evolva verso una condizione di circuito aperto entro tempi compatibili con la norma EN 50122-1 (ed. 2012) in funzione del livello di tensione dell'impianto.

9. PRESCRIZIONI GENERALI

9.1 Prescrizioni per gestione degli interventi di soccorso dei VVF

La linea aerea di contatto dovrà essere rigorosamente posizionata a 5,60 m dal piano stradale, al fine di non interferire con le sagome dei mezzi di soccorso.

Il reticolo che si verrà a creare fra la linea di contatto e le funi aeree di supporto non dovrà costituire un ostacolo alle autoscale dei VVF e dovrà essere compatibile con tutte le relative manovre (previa la sua disalimentazione in caso di intervento).

Il PCC sarà il luogo deputato alla gestione delle emergenze e alla disalimentazione elettrica della linea di contatto.

Esso sarà presidiato continuativamente e rintracciabile tramite un numero telefonico di emergenza dedicato che verrà comunicato in fase di SCIA. La procedura di disalimentazione terrà conto dei tempi di risposta dell'operatore a determinare la priorità degli allarmi.

Sono inoltre previsti sistemi di sgancio dell'alimentazione elettrica della linea di contatto ad uso dei VVF mediante pulsanti ubicati in corrispondenza di ogni sottostazione elettrica, in modo che in caso di necessità la squadra di soccorso possa agire in autonomia rispetto al PCC.

9.2 Distanza di sicurezza delle parti sotto tensione

Le parti sotto tensione delle linee elettriche, in condizioni statiche, dovranno avere una distanza in aria dalle parti a terra (parti metalliche, manufatti, ecc.) non minore di 10 cm.

9.3 Indicazione da apporre sui sostegni

Sui sostegni dovrà essere riportato verniciato a smalto od a mezzo di idonee pellicole autoadesive, secondo quanto precisato dalla Committenza, e in accordo da quanto previsto dalle normative, un cartello monitor con le seguenti indicazioni:

- 1) numero del palo,
- 2) tipo del palo.

9.4 Numerazione dei sostegni

La numerazione dovrà essere progressiva, crescente nel senso di corsa dei tram e nel senso di crescita della progressiva chilometrica del tracciato.

9.5 Numerazione dei sostegni a gancio su manufatti esistenti

Tale numerazione è progressiva a quella indicata in precedenza e dovrà essere realizzata con gli stessi criteri mediante targhette a numerazione indelebile fissata alle pareti in prossimità del sostegno stesso.

Sui sostegni costituiti da ganci a muro dovrà essere riportato, secondo quanto precisato dalla Committenza, un cartello monitore con l'indicazione del numero del gancio a muro.

Il suddetto cartello è da apporsi immediatamente sotto il gancio a muro sulla parte che guarda il binario.

9.6 Protezione sui cavalcavia, fronti di fabbricati, ecc.

In corrispondenza di tutti i fronti del cavalcavia, e in corrispondenza di altri manufatti, dovranno essere poste in opera protezioni per garantire l'inaccessibilità alle parti sotto tensione (protezione dai contatti diretti).

Dette protezioni dovranno essere del tipo previsto dalle Norme CEI EN 50122-1 ed approvate dal Committente e comunque da ridurre il più possibile l'impatto ambientale.

9.7 Prove e collaudi

Dovranno essere eseguite, per tutti i materiali, i sotto assiemi ed assiemi di montaggio, le prove ed i collaudi previsti dalle normative vigenti.

10. SEZIONAMENTO DELLE PARTI IN TENSIONE

La linea di contatto e i Feeder in ogni SSE dovranno essere alimentati da uno o due interruttori di manovra - sezionatori, uno per ogni tratto di linea, manovrabili sotto carico detti “alimentatori”.

Negli schemi TE è illustrata l'alimentazione della linea di contatto della linea e del deposito.

Nella stessa Tavola è inoltre indicata l'ubicazione dei sezionamenti elettrici per la suddivisione in zone elettriche della linea aerea di contatto necessaria per effettuare il servizio degradato.

In corrispondenza dei punti di sezionamento dovrà essere installato un interruttore di manovra - sezionatore per realizzare la continuità o la separazione delle zone elettriche contigue.

I sezionamenti elettrici del filo di contatto dovranno essere realizzati con appositi isolatori di sezione percorribili dal pantografo alla velocità di 80 Km/h.

Prima di ogni isolatore di sezione è previsto un segnale luminoso che indichi al conducente lo stato di alimentazione della zona elettrica che il convoglio sta per impegnare, ubicato in prossimità della LdC

10.1 Interruttore di manovra - sez. di linea

L'interruttore di manovra sezionatore dovrà essere provvisto all'interno di uno scomparto posto a terra in prossimità del sezionamento della LdC avente le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale 1000Vcc
- tensione nominale d'esercizio 750 Vcc
- corrente nominale 2500A
- poli n°1
- corrente di breve durata ammissibile per 200ms 31,5 KA
- tensione d'isolamento dei circuiti ausiliari verso terra 2 KV

Lo scomparto dovrà essere di tipo prefabbricato con involucro metallico, IP54 per esterno in lamiera autoportante di acciaio inox spessore minimo 1,0 mm provvisto di portelle di accesso incernierate con chiave di accesso.

Dovranno essere provviste più celle e dovrà essere comunque garantito, per la cella servizi ausiliari con portella aperta un grado di protezione IP 20 per le apparecchiature in tensione.

La struttura del quadro dovrà essere atta a contenere i collegamenti per i cavi di comando, segnalazione e controllo e garantire la seguente suddivisione:

- cella sezionatore
- cella teste cavi feeder
- cella motorizzazione e servizi ausiliari

La realizzazione, prove e i collaudi dovranno essere conformi alle norme CEI EN 50123

10.2 Sezionatore commutatore di terra del deposito

Il sezionatore commutatore di terra dovrà essere provvisto all'interno di uno scomparto posto a terra in prossimità del portone di accesso al binario relativo avente le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale 1000 Vcc
- tensione nominale d'esercizio 750 Vcc
- corrente nominale 1500 A
- comando elettrico e manuale
- poli n° 1
- corrente di breve durata ammissibile per 200ms 31,5 KA
- tensione d'isolamento dei circuiti ausiliari verso terra 2 KV

Lo scomparto dovrà essere di tipo prefabbricato con involucro metallico, in lamiera autoportante spessore minimo 1,5 mm provvisto di portelle di accesso incernierate e chiave di accesso.

Dovranno essere provviste più celle e dovrà essere comunque garantito, per la cella servizi ausiliari con portella aperta un grado di protezione IP 20 per le apparecchiature in tensione.

La struttura del quadro dovrà essere atta a contenere la cella per i collegamenti 750 Vcc, per i cavi di comando, segnalazione e controllo ed a garantire la seguente protezione:

- scomparto IP 3X
- scomparto a portelle aperte IP 20
- pannelli del tetto IP 31
- otturatori IP 20
- celle interne allo scomparto IP 20



La realizzazione, prove e i collaudi dovranno essere conformi alle norme CEI EN 50123.

11. TIPOLOGIE DI LINEE DI CONTATTO

11.1 linea per velocità fino ad 80 km/h con un filo di contatto ormeggiato fisso

- N° 1 filo di contatto in rame della sezione di 120 mmq ormeggiato fisso al tiro di 1200 Kg alla temperatura di -5°C
- Isolamento del tipo doppio o rinforzato.
- Campata massima mt. 25.
- Freccia massima consentita per la captazione cm. 40
- Tipi di sostegni:
 - Pali tubolari tronco conici
 - Ancoraggio a fabbricati esistenti
 - Mensole tubolari
 - Trasversali in funi isolate o acciaio inox
 - Tiranti longitudinali in funi isolate o acciaio inox
 - Tiranti radiali in funi isolate o acciaio inox
- Sospensioni del tipo a delta montate su tirante trasversale o su mensola
- Sospensioni elastiche sotto infrastrutture di linea
- Sospensioni di tipo rigido sotto fabbricati nel deposito
- Collegamento dei sostegni con corda di rame da 120 mmq
- Feeder di alimentazione lungo linea e collegamenti alla linea aerea di contatto
- Protezione dalle sovratensioni con scaricatori in corrispondenza dei collegamenti Feeder-LdC
- Sezionamento della linea aerea di contatto realizzati con isolatori di sezione

11.2 linea per velocità fino ad 80 km/h con un filo di contatto regolato

- N° 1 filo di contatto in rame della sezione di 120 mmq regolato al tiro di 1200 - 1250 a seconda del rapporto di taglia
- Campata massima mt. 50
- Freccia massima consentita per la captazione cm. 40
- Tipi di sostegni:
 - Pali tubolari architettonici
 - Ancoraggio a fabbricati esistenti
 - Mensole architettoniche

- Trasversali in funi isolate o acciaio inox
- Tiranti longitudinali in funi isolate o acciaio inox
- Tiranti radiali in funi isolate o acciaio inox
- Sospensioni del tipo a delta montate su tirante trasversale o su mensola
- Lunghezza massima di un'intera tratta di contrappesatura mt. 1250
- Regolazione automatica della condotta di contatto realizzata su pali distinti per binario con sovrapposizione di tre o quattro campate
- Punto fisso su mensola
- Collegamento dei sostegni con corda di rame da 120 mmq
- Feeder di alimentazione lungo linea e collegamenti alla linea aerea di contatto
- Protezione dalle sovratensioni con scaricatori in corrispondenza dei collegamenti Feeder - LdC
- Sezionamento della linea aerea di contatto realizzato con isolatori di sezione

11.3 linea di contatto per l'officina del deposito

L'officina del Deposito Fiera sarà attrezzata con linea di contatto del tipo a Catenaria Rigida Mobile Verticale (CRM-V).

Per non costituire intralcio e/o impedimento, la catenaria rigida in corrispondenza di ogni binario di officina sarà sostenuta da strutture a pantografo che consentirà il sollevamento verticale della CRM stessa e il posizionamento al disopra del carroponete.

Nelle parte alta del deposito verrà montata la struttura costituita da un telaio rettangolare in acciaio all'interno del quale troverà alloggiamento la struttura a pantografo della sospensione CRM-V.

Le sospensioni a pantografo sono collegate ad un sistema motorizzato e verranno azionate tramite un sistema centralizzato di comando e controllo al quale dovranno fare capo anche le altre funzioni di sicurezza dell'impianto (sezionamento e messa a terra del commutatore di linea e gestione delle altre apparecchiature quali Gru/passerelle/linee vita)

11.3.1 Alimentazione 750 Vcc

L'alimentazione di ciascun tratto di CRM-V dovrà avvenire, secondo lo schema previsto, con sezionatore commutatore del tipo protetto in aria posto all'interno dell'officina. Con catenaria nella posizione



d'esercizio e con tutte le chiavi dei relativi ponti di lavoro recuperate dovrà essere possibile chiudere detto sezionatore, alimentare la CRM-V ed il tratto di linea aerea esterna fino all'isolatore di sezione.

L'isolatore di sezione di ciascun binario posto all'esterno dell'officina sopra richiamato dovrà essere posizionato per non essere impegnato dal pantografo del convoglio che si trovi in attesa, fuori dal portone dell'officina stessa.

11.3.2 Sistema di automazione e disalimentazione

Il sistema d'automazione dovrà essere l'elemento di raccordo fra le zone elettriche dell'officina, il sistema di sicurezza che gestisce l'accesso ai ponti di lavoro e la movimentazione dei carri-ponte, dovrà essere composto dalle seguenti parti collegate fra loro da un Bus di comunicazione adeguato:

- n. 1 Armadio Generale di controllo con sinottico riepilogativo della CRM-V dell'officina e del relativo stato di alimentazione
- n. 3 Armadi per posti di manovra e disalimentazione (uno per ogni binario)
- n. 3 Serie di ripetizioni ottiche per l'indicazione dello stato di alimentazione dei tratti di CRM-V
- n. 3 Serie di segnalatori acustici di allarme
- n. 3 Serie di chiavi per l'accesso ai ponti di lavoro completi delle relative serrature

11.3.3 Armadio Generale

Nell'armadio generale del sistema di automazione dovranno essere allocate le funzioni di distribuzione dell'energia, la ridondanza di energia per permettere le manovre iniziate, la comunicazione punto-punto con tutti gli enti decentrati.

Dall'armadio generale si dovrà avere una visione completa per tutti i tratti di CRM-V, relativamente alle seguenti informazioni:

- Stato d'alimentazione 750 cc e posizione del sezionatore-commutatore
- Posizione della CRM-V (posizione d'esercizio, posizione rimossa) con controllo di completamento della corsa
- Alimentazione locale presente
- Alimentazione di riserva presente
- Allarmi e autodiagnostica

11.3.4 Posto di manovra e disalimentazione

Per ogni tratto di linea di contatto corrispondente a ciascun binario dell'officina è previsto un quadro ove dovranno essere allocate le funzioni di:

- manovra del sezionatore-commutatore di terra 750 Vcc
- Manovra della CRM
- Interblocchi con i cancelli di accesso ai ponti di lavoro, con il carro ponte, e con il sezionatore commutatore di terra.
- Collegamenti con il sezionatore-commutatore, sostegni motorizzati, carro
- ponte, quadro generale, sistema di serrature e chiavi coniugate per l'accesso degli operatori ai ponti di lavoro, segnalazioni luminose ed acustiche.
- Allarmi e autodiagnostica

La manovra della CRM-V dovrà essere effettuata solo se quest'ultima è disalimentata.

Di seguito sono riepilogate, in forma schematica le posizioni della CRM-V e le principali segnalazioni e funzioni richieste.

Posizione CRM-V	Aliment. 750 Vcc	segnalazione	Altre funzioni
CRM-V in posizione d'esercizio	si	segnalazione luminosa longitudinale illuminata	<ul style="list-style-type: none">• - porta chiusa verso i ponti di lavoro e chiavi bloccate• - gru bloccata e controllata in posizione non interferente con la CRM• - sistema di protezione e messa a terra sconnesso dalla CRM

CRM-V in posizione rimossa per la manutenzione ai convogli dai ponti di lavoro	no	segnalazione luminosa longitudinale non illuminata	- chiavi libere per la porta verso i ponti di lavoro - la gru può essere messa in movimento - CRM collegata al sistema di protezione e messa a terra
CRM-V in posizione d'esercizio per la prova del pantografo	no	segnalazione luminosa longitudinale non illuminata	- gru bloccata e controllata in posizione non interferente con la CRM <ul style="list-style-type: none">• - CRM connessa al sistema di protezione e messa a terra <ul style="list-style-type: none">• - chiavi libere per la porta verso i ponti di lavoro

Tutto il sistema dovrà garantire il livello di sicurezza per le persone, previsto dalla norma in vigore ed essere sottoposto ad approvazione della dirigenza.

12. VERIFICHE FINALI

Al termine dell'esecuzione dei lavori, dovranno essere effettuate una serie di prove ed esami tesi a verificare che l'impianto e le apparecchiature installate siano conformi al progetto ed alle normative vigenti e che non sussistano dei vizi di forma occultati.

In particolare si procederà alla verifica di quanto segue:

12.1 Verifica meccanica

- verifica del corretto montaggio ed esecuzione degli impianti come previsto dai progetti;
- verifica di tutti i componenti i quali non dovranno risultare danneggiati o mancanti;
- prova dell'inaccessibilità delle parti sotto tensione e delle protezioni meccaniche secondo le norme vigenti;
- prove di tiro e di posa dei conduttori posati;
- controllo della percorrenza delle vie cavo se realizzate in conformità al progetto;
- serraggio dei morsetti e di tutti i componenti meccanici dell'impianto;
- tenuta degli staffaggi e dei fissaggi meccanici
- verifica delle quote di posa dei conduttori e la loro corretta posizione per il buon funzionamento dell'impianto.

12.2 Verifica elettrica

- verifica delle sezioni minime dei conduttori ed in particolare del conduttore di protezione;
- controllo dell'integrità dell'isolamento dei conduttori posati entro tubi o canalizzazioni metalliche, e di tutti i componenti della parte di posa aerea per la linea di contatto;
- misura a campione della resistenza d'isolamento di utenze, quadri installati in opera, morsettiere locali ecc.;
- verifica del corretto funzionamento di tutti gli organi elettrici;
- controllo della taratura dei relè di protezione;
- verifica della caduta di tensione sia in fase di avviamento che nel funzionamento ordinario delle utenze più lontane;
- prove con tensione applicata su varie porzioni d'impianto intese a stabilire se vi siano delle scariche elettriche tra parti attive e la massa;

- verifica della buona esecuzione dei giunti e delle derivazioni dei conduttori elettrici con esame a vista delle connessioni terminali alle apparecchiature in genere;
- verifica del senso di rotazione delle macchine elettriche rotanti;
- misura dei franchi elettrici minimi previsti dalle parti sotto tensione e verifica se conforme alle specifiche progettuali.

12.3 Verifica impianto di terra

- verifica delle sezioni dei conduttori in genere costituenti l'impianto di terra (dispersori, dorsali, collegamenti equipotenziali);
- verifica della qualità in generale dei materiali adottati per la realizzazione dell'impianto di terra;
- misura della resistenza globale di terra con l'impianto in condizioni ordinarie di funzionamento;
- eventuale misura della tensione di passo e contatto nel caso vi sia discrepanza con il valore globale di terra e i dati della rete forniti dall'ente erogatore;
- compilazione dell'apposito verbale di verifica dell'impianto di terra da allegare al progetto;
- misura della continuità del conduttore di protezione, con estensione anche alle masse metalliche estranee e non collegate equi potenzialmente a terra;
- verifica del coordinamento dell'impianto di terra con le protezioni dai contatti indiretti.

Per tutte le verifiche, prove e collaudi, non espressamente richiamate, si dovrà fare riferimento alle normative in vigore per la messa in esercizio dei relativi impianti.