

COMMITTENTE:



Aps Holding s.p.a.
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento del Comune di Padova

IL DIRETTORE FUNZIONALE
Dott. Ing. Diego Galiazzo

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Arch. Gaetano Panetta

PROGETTAZIONE: MANDATARIA



MANDANTE



MANDANTE



MANDANTE



ITALFERR S.p.A.

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA
NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3**

LINEA DI CONTATTO

Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE
Dott. Ing. Luca Bernardini

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

NP00 00 D 18 RO LC0000 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	D.Vergari <i>Vergari</i>	Aprile 2020	D.Vergari <i>Vergari</i>	Aprile 2020	A. Pareso <i>A.P.</i>	Aprile 2020	G. Guidi Bufferarini Aprile 2020


File: NP0000D18ROLC000001A.doc

n. Elab.:

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</p>							
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>						
<p>Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto</p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D 18</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RO</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>LC0000 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>2 di 19</p>

SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE.....	3
2.	ELENCO ELABORATI.....	4
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	6
4.	CARATTERISTICHE GENERALI.....	8
5.	CRITERI DI PROGETTO.....	10
6.	CONFIGURAZIONE GENERALE DELLA LINEA DI CONTATTO.....	10
7.	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA LINEA.....	11
8.	SOSTEGNI E GANCI A MURO.....	12
9.	SUPPORTI, SOSPENSIONI E POLIGONAZIONE.....	13
9.1	TIRO MASSIMO SU FUNE ISOLANTI IN MATERIALE SINTETICO.....	14
9.2	SOSPENSIONI LINEA DI CONTATTO E POLIGONAZIONE.....	14
10.	FILO DI CONTATTO, ISOLATORI.....	15
11.	ALIMENTAZIONE ELETTRICA E SEZIONAMENTI DELLA LINEA DI CONTATTO.....	15
12.	CIRCUITO DI TERRA E DI RITORNO.....	16
12.1	ZONA DI RISPETTO TE.....	16
12.2	DISPOSITIVO LIMITATORE DI TENSIONE (VLD).....	17
12.3	REQUISITI PER LE STRUTTURE METALLICHE E PER GLI IMPIANTI NON DESTINATI ALLA TRAZIONE ELETTRICA UBICATI IN ZONA DI RISPETTO TE.....	18
12.4	MESSA A TERRA PENSILINA METALLICA.....	19

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>					
<p>Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto</p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D 18</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RO</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>LC0000 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>3 di 19</p>

1. INTRODUZIONE

Oggetto del seguente Appalto, è la progettazione Definitiva della Linea tramviaria SIR 3 della città di Padova. La Linea si estenderà tra la stazione ferroviaria centrale, dove è previsto l'allaccio alla linea SIR1, e la periferia, in località Voltabarozzo.

La lunghezza complessiva del tracciato è di circa 5,4km, su percorso cittadino con differenti tipologie di percorso:

- Su corsia dedicata;
- Su corsia dedicata ai mezzi pubblici;
- Su corsia promiscua al trasporto pubblico e privato.

Inoltre, saranno previste 11 fermate intermedie dislocate lungo il tracciato oltre ai 2 capolinea.



Figura 1 - Inquadramento tramviario SIR1, SIR2 e SIR 3

La presente relazione tecnica ha per oggetto la descrizione delle opere necessarie alla fornitura e posa in opera del sistema di Trazione Elettrica.

 MANDANTE  MANDANTE  MANDANTE 	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO												
Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D 18</td> <td style="text-align: center;">RO</td> <td style="text-align: center;">LC0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">4 di 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	4 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	4 di 19								


2. ELENCO ELABORATI.

I documenti di progetto costituenti riferimento per la presente relazione sono di seguito elencati:

CODIFICA	TITOLO
A[1] NP0000D18SPLC0000001A	Specifica tecnica della linea di contatto
A[2] NP0000D18DXTE0000001A	Schema TE
A[3] NP0000D18WCLC0000001A	Sezione - Palo con mensola e una sospensione in rettilineo e curva
A[4] NP0000D18WCLC0000002A	Sezione - Palo con mensola e due sospensioni in rettilineo e curva
A[5] NP0000D18WCLC0000003A	Sezione - Trasversale tra pali con doppia sospensione in rettilineo e curva
A[6] NP0000D18CLLC0000006A	Campata e tiro massimo su filo di contatto
A[7] NP0000D18CLLC0000007A	Tiro massimo su trasversale in fune sintetica isolante
A[8] NP0000D18BZLC0000001A	Dettagli installativi - Sospensione in rettilineo su mensola
A[9] NP0000D18BZLC0000002A	Dettagli installativi - Sospensione in curva su mensola
A[10] NP0000D18BZLC0000003A	Dettagli installativi - Sospensione in rettilineo su trasversale
A[11] NP0000D18BZLC0000004A	Dettagli installativi - Sospensione in curva su trasversale
A[12] NP0000D18BZLC0000005A	Dettagli installativi - Mensola
A[13] NP0000D18BZLC0000006A	Dettagli installativi - Trasversale in parafil
A[14] NP0000D18BZLC0000007A	Dettagli installativi - Ormezzo fisso diretto filo di contatto
A[15] NP0000D18BZLC0000008A	Dettagli installativi - Ormezzo fisso a V filo di contatto
A[16] NP0000D18BZLC0000009A	Dettagli installativi - Gancio a muro per trasversale

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p> 	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NP00</td> <td>00 D 18</td> <td>RO</td> <td>LC0000 001</td> <td>A</td> <td>5 di 19</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	5 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	5 di 19								

CODIFICA	TITOLO
A[17] NP0000D18BZLC0000010A	Dettagli installativi - Isolatore di sezione
A[18] NP0000D18BZLC0000011A	Tabella blocchi di fondazione

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D 18</td> <td style="text-align: center;">RO</td> <td style="text-align: center;">LC0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">6 di 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	6 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	6 di 19								


3. RIFERIMENTI NORMATIVI

In generale, nella presente fase di Progettazione Definitiva, così come nella successiva fase di realizzazione delle opere, sono state tenute in considerazione tutte le norme vigenti in materia e in particolare le seguenti:

- **CEI EN 50119** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica.
- **CEI EN 50149** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Trazione elettrica – Fili sagomati di contatto in rame e lega di rame.
- **CEI 9-20/1** Guida d'applicazione della normativa di sicurezza per gli impianti fissi di trazione a corrente continua in presenza di strutture metalliche od in cemento armato Parte 1: Sistemi con tensione nominale di linea sino a 1500 V.
- **CEI EN 50122-1** Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. - Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra.
- **CEI EN 50122-2** Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. - Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate dai sistemi di trazione a corrente continua.
- **UNI 7724** Materiale per linee aeree di contatto di ferrovie, tranvie e filovie. Pali tubolari di acciaio.
- **UNI 7156** Tranvie e tranvie veloci – Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e interbinario – Altezza della linea aerea di contatto.
- **UNI EN 10210** Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura.
- **CEI-UNEL 79825:1986** Materiale Per Linee Di Contatto Di Ferrovie - Filovie - Tranvie - Funi Isolanti Di Materiale Sintetico Per Sospensione Ed Ormeaggio - Tipo E Dimensioni - Materiale - Prove E Verifiche - Campionamento - Condizioni Di Fornitura.
- **UNEL 73625 – 626/73** Morsetti per collegamenti elettrici vari.
- **UNI EN 10088-2:2014** Acciai inossidabili - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi general
- **UNI EN 10088-3:2014** Acciai inossidabili - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.
- **UNI EN 12165:2011** Rame e leghe di rame - Prodotti semilavorati e grezzi per stampaggio.
- **UNI EN 1982:2017** Rame e leghe di rame - Lingotti e getti.
- **UNI EN 1652:1999** Rame e leghe di rame - Piastre, lastre, nastri e dischi per usi generali.

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p> <p style="text-align: center;"> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p> <p> SDAprogetti ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p> <p> ERREBI INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p> <p> PINI SWISS</p>	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D 18</td> <td style="text-align: center;">RO</td> <td style="text-align: center;">LC0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">7 di 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	7 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	7 di 19								

- **UNI EN 1706:2010** Alluminio e leghe di alluminio - Getti - Composizione chimica e proprietà meccaniche.
- **UNI EN 50345:2010** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Trazione elettrica - Strutture a fune sintetica isolata per sostegno delle linee aeree di contatto.
- **UNI - EN 10025** Prodotti fini di acciaio non legato di base e di qualità limitati a caldo.
- **CEI - UNEL** Isolatori di sezione – per tensioni fino a 1500V.
- **UNI 7156** Distanze minime degli ostacoli fissi del materiale rotabile interbinario.
- **Decreto 4 aprile 2014** Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto.
- **UNI 11248** Illuminazione stradale.
- **EN 13201 – 1/2/3** Illuminazione stradale.
- **UNEL 73664** Supporti in materiale isolato.
- **CEI EN 50163** Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione.
- **CE EN 1090 – 1:2012** Carpenteria metalliche.
- **RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A** “Istruzioni per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kV cc”
- **FS IE/TE 64** Norme tecniche per la fornitura di pali tubolari di acciaio senza saldatura
- **EN ISO 1461** Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova.
- **EN 61140** Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature.

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D 18</td> <td style="text-align: center;">RO</td> <td style="text-align: center;">LC0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">8 di 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	8 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	8 di 19								

4. CARATTERISTICHE GENERALI

La linea sarà percorsa dalle vetture tramviarie dotate di presa di corrente a pantografo.

Per tutta la linea è stato ipotizzato di utilizzare materiali di tipo commerciale normalmente in uso, sia per quanto riguarda i sostegni, le sospensioni e le verniciature dei sostegni.

La linea di contatto sarà alimentata con tensione nominale pari a 750 V (tensione massima: 900 V; tensione minima: 500 V) in corrente continua. L'alimentazione sarà bilaterale nella parte compresa tra le SSE e potrà diventare a sbalzo solo in condizioni degradate, quando si disalimenta una sottostazione.

La linea di contatto, progettata nel rispetto della norma CEI EN 50119, è composta da un solo filo sagomato in rame, trafilato duro, sagomato, rispondente alla tabella CEI-UNEL 70611-71, della sezione di 120 mm², con carico di rottura non inferiore a 40 kN, a tiro fisso, che corre in asse al binario.

Lungo il tracciato di circa 5,4 km sono previsti 2 tratti non elettrificati (tra km 0+700 a km 1+300 e tra il km 2+850 e km 3+650)

I cavi di alimentazione sono costituiti dai cavi alimentatori positivi che collegano la SSE alla linea aerea di contatto, dai cavi alimentatori negativi, che costituiscono il ritorno della trazione e che collegano il binario alla SSE e dal cavo alimentatore di rinforzo, posato lungo tutta la linea.


Parallelamente ad un binario è posizionata una linea feeder; la sezione del conduttore è 1x300 mm² e la formazione è 2x1x300mm² ad eccezione dei tratti non elettrificati in cui è previsto un conduttore di sezione 1x400 mm² con formazione 2x1x400mm². Questi si connettono al filo di contatto con risalite su palo posizionate, ad intervalli di circa 200 m.

I pali di trazione, nella parte terminale, comprendono apparecchi illuminanti a led su opportuno supporto a mensola per illuminare la sede. I pali di trazione elettrica, nella parte terminale, comprendono apparecchi illuminanti a led su opportuno supporto a mensola per illuminare la sede. I pali e tutto l'impianto di illuminazione, incluso il corpo illuminante, saranno in classe II con una tensione di isolamento maggiore rispetto alla massima tensione della linea di contatto. Inoltre, sarà garantita la totale indipendenza tra i due impianti, Trazione– Illuminazione, al fine di agevolare la manutenzione dei due impianti.

Particolare attenzione è stata prestata nel definire l'esatta posizione di sostegni e palificazioni, avendo avuto cura di evitare qualsiasi interferenza con la viabilità esistente e futura, nonché con le sistemazioni urbane.

Per il sostegno della linea di contatto sono principalmente previste le seguenti tipologie:

- Sospensioni con mensole orizzontali installate su sostegni formati da profilati in acciaio accoppiati posto nell'interbinario della sede tramviaria (in particolare nel deposito terminale con sede protetta);
- Sospensione con mensola orizzontale installate su sostegni formati da profilati in acciaio accoppiati posto lateralmente alla sede tramviaria (zone con doppio binario in sede promiscua);
- Sospensione su traversata con funi trasversali in materiale sintetico isolate e ancoraggi a sostegni formati da profilati accoppiati (l'angolo di inclinazione delle funi isolate dalla sospensione al punto di ormeggio è del 10-12%);

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p> 	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D 18</td> <td style="text-align: center;">RO</td> <td style="text-align: center;">LC0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">9 di 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	9 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	9 di 19								

I supporti sono realizzati con mensole e tiranti, e il filo di contatto è sorretto mediante sospensioni del tipo “a delta” in rettilineo e mediante astine di poligonazione in curva. In alcuni punti della linea la sospensione è realizzata mediante tiranti (che sostituiscono le mensole) aggraffati ai pali, o a ganci aggrappati ai muri dei fabbricati esistenti.

Il materiale metallico è in acciaio inossidabile o in lega bronzo-alluminio secondo UNI EN 1982, salvo che per i pali. Le astine di poligonazione, in materiale isolante, hanno sezione tonda di lunghezza standard di 100 cm.

Le mensole per i pali, ove previsto, sono costituite in acciaio e con un isolatore (lato di attacco al palo), ovvero con dispositivi ed accessori tali da rendere il doppio isolamento tra il filo di contatto ed il palo metallico.

La campata massima del filo di contatto tra due sostegni successivi è pari a 23,5m in rettilineo.

Di norma l'altezza massima della Linea di Contatto rispetto al piano del ferro è pari a 5,60m sotto sospensione.

La linea aerea di contatto prevede la posa del filo di contatto con tiro fisso, pertanto non si avranno variazioni di lunghezza in funzione delle variazioni di temperatura, ma un aumento della freccia a centro campata all'aumento della temperatura ambiente ed un aumento del tiro del conduttore al diminuire della temperatura.

La linea è suddivisa in tratte di regolazione di lunghezza massima pari a 1400m, con interposizione di una campata di sovrapposizione tra due tratte contigue.

Nella campata di sovrapposizione i due fili provenienti da direzioni opposte si accostano, rimanendo complanari in modo da consentire che il pantografo sia in presa contemporanea con entrambi, di modo che il passaggio da una conduttura alla successiva avvenga in maniera uniforme. Il tratto di sovrapposizione descritto costituisce una separazione solamente meccanica tra le tratte contigue, vengono realizzati opportuni cavallotti tra i fili delle tratte adiacenti in modo da dare continuità elettrica.

Ognuno dei fili aerei di contatto è tesato per mezzo di apparecchiature di regolazione fissa che mantengono il filo in tensione variabile al variare della temperatura.

Con questo sistema la linea sarà suddivisa in tratte di regolazione fisse, con i dispositivi di ormeggio disposti alle estremità.

Particolare cura sarà posta nella realizzazione della linea aerea sugli scambi in modo da evitare impigliamenti degli archetti con i fili di contatto. In corrispondenza degli scambi sarà garantita, mediante adeguato sistema di sospensione, che i fili di contatto del ramo deviato e del corretto tracciato, rimangano alla corretta quota altimetrica.

Dopo tale sospensione, il filo del deviato rimane parallelo al filo del retto tracciato fino alla sospensione successiva ed infine viene portata all'ormeggio il più rapidamente possibile.

Il collegamento elettrico tra i due fili sarà assicurato mediante cavallotti flessibili in corda nuda della sezione di 120mm².

Gli assiemi con la descrizione generica dei componenti delle sospensioni e delle relative morsetterie impiegati nell'elettrificazione della linea SIR3 della TRAMVIA di Padova sono raccolti nei documenti di progetto vedi il capitolo 2.

 MANDANTE  MANDANTE  MANDANTE 	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO												
Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NP00</td> <td>00 D 18</td> <td>RO</td> <td>LC0000 001</td> <td>A</td> <td>10 di 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	10 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	10 di 19								

5. CRITERI DI PROGETTO

Per la scelta del tipo di sospensioni e dei sostegni sono stati adottati i seguenti criteri:

- Rispetto delle normative vigenti.
- Minimizzazione dell'impatto ambientale.
- Ottimizzazione dei costi di investimento e di esercizio.

Nel rispetto dei suddetti criteri, per sostenere la linea di contatto in ambito urbano è stata scelta la soluzione di avere un singolo filo di contatto per ogni binario, riducendo al minimo la sezione del rame del filo e aumentando la distanza tra i pali, nei limiti previsti.

Considerato, inoltre, che la velocità massima dei mezzi può arrivare a 70 km/h e che le curve sono di raggio ridotto la soluzione individuata rappresenta il compromesso ottimale per garantire la massima funzionalità con costi ridotti d'impianto assicurando al contempo il minor impatto ambientale.

6. CONFIGURAZIONE GENERALE DELLA LINEA DI CONTATTO

Per la realizzazione della linea di contatto sono state adottate le seguenti configurazioni, anche in considerazione delle indicazioni del Progetto Definitivo relative alle sezioni tipologiche di linea:

- **per i tratti di Linea con palo centrale:** il palo sostiene le linee di contatto mediante supporti costituiti da due mensole laterali e tiranti costituiti da funi isolanti di materiale sintetico (CEI - UNEL 79825), e con sospensioni a Delta in rettilineo e mediante astine di poligonazione in curva, così come rappresentato nei relativi elaborati grafici (di tale soluzione si ricorre in particolare nel tratto di accesso al deposito terminale).
- **per i tratti di Linea con palo laterale:** il palo sostiene le due linee di contatto mediante mensola laterale singola di lunghezza massima pari a 8m, sempre con tiranti realizzati attraverso funi isolanti di materiale sintetico (CEI - UNEL 79825), e con sospensioni a delta in rettilineo e mediante astine di poligonazione in curva, così come rappresentato nei relativi elaborati grafici.
- **per i tratti di Linea in cui un solo palo laterale non permette di mantenere la mensola al di sotto di 8m di lunghezza :** è stato adottato un sistema di tiranti costituito da funi isolanti di materiale sintetico (CEI - UNEL 79825) strallati su pali o su ganci ancorati sui fabbricati esistenti che garantisce il sostegno delle due linee di contatto attraverso sospensioni a Delta in rettilineo e mediante astine di poligonazione in curva, così come rappresentato nei relativi elaborati grafici.

I tiranti alle estremità sono ormeggiati su pali, o su ganci aggrappati ai muri dei fabbricati esistenti.

In corrispondenza del nuovo ponte sul Canale Scaricatore (asse a circa km 4+150), i fili di contatto sono sostenuti con tiranti ancorati alle strutture in elevazione del ponte da attraversare. Stessa soluzione tecnica per il sostegno della linea di contatto sarà adottata all'interno del Deposito terminale di Voltabartozzo.

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</p>							
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>						
<p>Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto</p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D 18</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RO</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>LC0000 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>11 di 19</p>

7. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA LINEA

La linea di contatto aerea è costituita da un filo di rame sagomato della sezione nominale di 120mm². Il filo di contatto è tesato con tiro ormeggiato fisso a 750daN a +15°C. È costituito da rame elettrolitico Cu ETP UNI EN 1977 avente le caratteristiche e dati costruttivi come da norma CEI EN 50149 e tabella CEI-UNEL-UNIFER 70611.

La poligonazione è di +20 / 0 / -0,20 m in rettifilo in curva è di norma esterno curva.

La massima campata libera del conduttore in rettilineo è di 23,5m.

La massima campata libera adottata in curva è stata scelta in dipendenza dal raggio di curvatura secondo la seguente tabella:

Raggio di curva	Lunghezza campata max.	Raggio di curva	Lunghezza campata max.	Raggio di curva	Lunghezza campata max.
[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
10	5,06	25	8,00	80	14,31
11	5,31	30	8,76	85	14,75
12	5,54	35	9,47	90	15,18
13	5,77	40	10,12	100	16,00
14	5,99	45	10,73	120	17,53
15	6,20	50	11,31	140	18,93
16	6,40	55	11,87	160	20,24
17	6,60	60	12,39	180	21,47
18	6,79	65	12,90	200	22,63
19	6,97	70	13,39	>250	23,50
20	7,16	75	13,86		

Tabella 1 Campate massime in funzione del raggio di curva

La sede è stata considerata promiscua su tutti i tratti di linea (ad eccezione del deposito) pertanto i pali sono stati posizionati laterali rispetto ai binari (ad eccezioni di un piccolo tratto in linea dove sono stati posizionati in intervallata dove è presente un'isola spartitraffico e nel deposito terminale dove come scritto non è in sede promiscua).

Per evitare tutte le possibili interferenze con il traffico urbano, l'altezza normale della linea di contatto dal piano stradale/del binario è di 5,60 m.

I vincoli di altezza dei conduttori e le relative pendenze di raccordo, sono quelli previsti nei p.ti da 5.10.3 al 5.10.7 della norma CEI EN 50119.

Come conduttore di ritorno sono utilizzate le rotaie che, in accordo alla norma CEI 50119, sono collegate elettricamente tra loro in modo da consentire la continuità elettrica del binario come conduttore di ritorno del circuito di trazione.

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTE</p>  <p>MANDANTE</p>  <p>MANDANTE</p> 	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NP00</td> <td>00 D 18</td> <td>RO</td> <td>LC0000 001</td> <td>A</td> <td>12 di 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	12 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	12 di 19								

Le connessioni longitudinali saranno effettuate in modo che la resistenza in opera, misurata sulla rotaia e nella immediata vicinanza dei loro punti di attacco, non sia maggiore di quella corrispondente a tre metri di rotaia alla quale sono applicate.

Le rotaie, oltre che nel senso longitudinale, sono previste elettricamente collegate tra loro anche trasversalmente, salvo nei tratti nei quali le rotaie stesse devono essere mantenute isolate per costituire circuiti di binario.

Tutti i sostegni sono realizzati con mensole a doppio isolamento.

Altre caratteristiche previste per la linea sono:

- isolamento realizzato con isolatori in gomma siliconica per, almeno: 1000 V;
- tensione elettrica nominale di alimentazione della linea di contatto: 750 Vcc;
- tensione elettrica minima di alimentazione della linea di contatto: ≥ 500 Vcc;
- tensione elettrica massima di alimentazione della linea di contatto: ≤ 900 Vcc;
- altitudine: < 800 m.s.l.m.;
- temperature convenzionale max $+55$ °C min -5 °C;
- umidità relativa: $\leq 90\%$;
- velocità di tracciato : ≤ 80 km/h.

8. SOSTEGNI E GANCI A MURO

Per sostenere i fili di contatto sono stati adottati pali formati da profilati metallici a doppia L e doppio IPE accoppiati tra loro, in acciaio (chiamati di tipo L) caratterizzati dalla forma slanciata, zincati a caldo (secondo norma EN ISO 1461) con trattamento successivo per l'adesione del primer, idoneo per il tipo di acciaio zincato e due successive mani di verniciatura poliuretanic (il colore sarà scelto in base alle richieste dell'Ente Appaltante). La tipologia di sostegno scelta nel presente progetto definitivo è legata ad un marchio commerciale, l'appaltatore potrà proporre una soluzione alternativa a parità di prestazioni.

La posizione e la tipologia dei pali previsti sono desumibili dagli elaborati grafici facenti parte della documentazione del Progetto Definitivo.

I pali saranno infissi in blocchi di fondazione monolitici in calcestruzzo armato formati in opera.

I pali hanno il compito di sostenere la linea di contatto, mediante mensole per il doppio binario (su un solo lato o ai due lati), trasversali e reticoli, di permettere l'ormeggio delle tratte con tesatura a tiro fisso e di permettere di realizzare le risalite di alimentazione dalle SSE e dai Feeder.

I pali saranno in grado di sostenere un'ulteriore prolunga con i corpi illuminanti previsti. Al riguardo i pali previsti garantiscono uno spazio opportuno, di facile accesso, per il passaggio dei cavi di alimentazione dei corpi illuminanti.

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p> 	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D 18</td> <td style="text-align: center;">RO</td> <td style="text-align: center;">LC0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">13 di 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	13 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	13 di 19								

Dove non è possibile installare i pali con mensola, ed in particolare negli incroci stradali, sono stati previsti sistemi di tiranti ancorati a pali di estremità.

Come risulta dagli elaborati grafici facenti parte della documentazione del Progetto Definitivo, particolare attenzione è stata prestata nel definire l'esatta posizione dei sostegni e delle palificazioni previste ad evitare interferenze con i fabbricati esistenti.

Le dimensioni dei blocchi di fondazione previsti per ogni tipologia di palo sono desumibili dagli elaborati grafici facenti parte della documentazione del Progetto Definitivo (vedi doc. A[18] NP0000D18BZLC0000011A). Tali tipologie di blocchi di fondazione potranno essere modificate dall'appaltatore (sempre a parità di prestazione garantita) per meglio adattarsi ad eventuali interferenze puntuali riscontrate nelle fasi successive di progettazione.

Ganci a muro

In corrispondenza della fermata Gozzi, a causa della presenza di marciapiedi stretti e di pensiline aggettanti sui fabbricati esistenti (lato binario dispari), non è possibile realizzare i blocchi di fondazione per i pali TE, pertanto le trasversali saranno agganciate ad appositi ganci a muro (vedi gli elaborati grafici di dettaglio). Su ogni gancio a muro è stato previsto di ormeggiare al massimo una trasversale in corda sintetica.

Pertanto l'azione massima trasmessa dalla linea di contatto al singolo gancio a muro sarà pari a quella massima che può essere sottoposto una fune sintetica pari a $F_w = 1496,2 \text{ daN}$ (vedi documento A[7] NP0000D18CLLC0000007A9.1). Per la profondità di infissione dei ganci a muro, per l'ottenimento delle necessarie autorizzazioni e per la necessità di verifiche di resistenza delle strutture si rimanda alla fase successiva di progettazione esecutiva.

Tale soluzione potrà essere adottata anche in quei casi in cui si riscontrassero nella zona di installazione del sostegno TE, delle interferenze con le fondazioni dei fabbricati esistenti di difficile individuazione in questa fase progettuale.

9. SUPPORTI, SOSPENSIONI E POLIGONAZIONE

Il piano di contatto del pantografo dei veicoli con il filo di contatto è posto a circa 5,60 m dal piano del ferro in conformità al codice della strada e alla norma CEI EN 50119.

Diventa alla stessa altezza della linea di contatto del filo del TRAM linea SIR1 esistente nei pressi della fermata FS (km 0+000).

L'altezza massima dal piano ferro è fissata a 6,00 m.

L'altezza minima dal piano ferro è fissata a 4,40 m.

L'altezza all'interno del Deposito terminale è pari a 6,50m da piano ferro (si dovrà garantire comunque un franco elettrico di 20cm dal carro ponte a tutte le temperature).

I raccordi di altezza sono realizzati con il minimo gradiente possibile e questo non deve superare i valori dati in Tabella 11 della norma CEI EN 50119 in funzione della velocità. In ogni caso, non si avrà mai un valore di gradiente superiore al 20‰ con massima variazione del gradiente del 10‰, valida per velocità sino a 60 km/h, malgrado la tratta sia percorsa ad un velocità inferiore.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto	COMMESSA NP00	LOTTO 00 D 18	CODIFICA RO	DOCUMENTO LC0000 001	REV. A	FOGLIO 14 di 19

Come rappresentato negli elaborati grafici facenti parte della documentazione progettuale, il sistema supporto/sospensione del filo di contatto sarà tale da rendere sempre il sistema a doppio isolamento e sarà realizzato con:

- mensola in acciaio ed isolatore per semplice binario;
- mensole in acciaio con isolatori per doppio binario (palo in interbinario)
- mensola singola in acciaio ed isolatore ricadente su linea a doppio binario (palo laterale rispetto ai due binari);
- sistema a Trasversale o a Reticolo con funi in materiale sintetico (diametro pari a 13,5 mm con terminali inox, con cono e cuneo a cavallotto ormeggiati su pali o ganci).

Le mensole saranno tubolari in acciaio del diametro esterno di 70 mm e di lunghezza variabile adatta a raggiungere le linee da elettrificare. Queste saranno fissate ai sostegni (pali) attraverso degli ancoraggi snodati.

Il supporto a mensola sarà completato da tiranti (uno per ogni filo di contatto) mensola/palo per sostenere la mensola, realizzato con fune isolante di diametro pari a 13,5 mm con terminali inox, con cono e cuneo a cavallotto. Per la realizzazione dei tiranti e delle trasversali sarà utilizzato un tipo di fune isolante a norma CEI-UNEL 79825/86, con carico di prova pari ad almeno tre volte il carico di lavoro.

9.1 TIRO MASSIMO SU FUNE ISOLANTI IN MATERIALE SINTETICO

Il sistema a trasversale o a reticolo sarà realizzato mediante l'impiego di una fune isolante di diametro non inferiore a 13,5 mm con terminali inox, con cono e cuneo a cavallotto. Il carico di trazione ammissibile di una fune di materiale non conduttore è calcolato nel documento A[7] NP0000D18CLLC0000007A.

9.2 SOSPENSIONI LINEA DI CONTATTO e POLIGONAZIONE

Come rappresentato negli elaborati grafici facenti parte della documentazione progettuale, le sospensioni del filo di contatto ai supporti saranno realizzate mediante:

- sospensioni a Delta in rettilineo, costituite da appositi isolatori per il collegamento alla mensola o alla trasversale in materiale sintetico, e set di fune e morsetti in acciaio inox, per l'aggancio del filo di contatto;
- astine di poligonazione isolate in curva, con attacchi in acciaio inox per il collegamento alla mensola o alla trasversale in materiale sintetico, e al filo di contatto;
- accessori quali: collari di attacco, terminali, isolatori per le sospensioni a delta.

La poligonazione del filo di contatto rispetto alla mezzzeria del binario sarà di +20 0 -20 cm, realizzata evitando, comunque, l'effetto cuspidi in corrispondenza della griffa di sospensione.

In presenza di deviatori la linea aerea di contatto sarà realizzata in modo da assicurare il corretto scorrimento del pantografo, senza pericoli di impigliamento sia per i tram che percorrono il binario principale o il binario secondario, sia per i tram che debbono, per necessità contingente, operare manovre in retromarcia. La poligonazione adottata in zona deviatario, consentirà al pantografo una corretta inclinazione, nel punto ove esso prende contatto col filo del rame deviato ed è adeguata ad evitare ogni pericolo di impigliamento.

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D 18</td> <td style="text-align: center;">RO</td> <td style="text-align: center;">LC0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">15 di 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	15 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	15 di 19								

Per le distanze di sicurezza delle parti in tensione della linea di contatto da opere fisse, come parti metalliche o manufatti murari, saranno da osservare le prescrizioni delle norme CEI EN 50122-1/2 e quelle della norma UNI 7156.

10. FILO DI CONTATTO, ISOLATORI

Per la realizzazione della linea di contatto sarà adottato un filo sagomato avente sezione nominale di 120 mm², in rame elettrolitico Cu ETP UNI EN 1977 avente le caratteristiche e dati costruttivi, come da norma CEI EN 50149 e tabella CEI - UNEL_UNIFER 70611.

Il filo di contatto in corrispondenza di ogni via di corsa sarà tesato alle estremità con tiro fisso pari a 750 daN alla temperatura di 15°C, con sezioni di lunghezza massima pari a 1400m.

All'interno del Deposito terminale, il filo di contatto, considerando la lunghezza ridotta delle campate (circa 5m) e la minore variazione termica, sarà tesato a 550daN a +15°C.

Gli isolatori di ormeggio saranno costituiti essenzialmente da una barra in vetroresina con ricopertura alettata in componenti siliconici del tipo I621 e I612.

Sempre all'intero del Deposito terminale di Voltaborozzo, gli ormeggi del filo di contatto saranno a V e ancorati sulle colonne dell'edificio.

Gli isolatori saranno conformi alla normativa IEC 1109, TE 127/90, nonché alle norme CEI 50119.

Gli isolatori di sezione saranno realizzati secondo la norma CEI UNEL 79826, (per dettagli vedi il doc. A[17] NP0000D18BZLC0000010A). Tale tipologia dovrà rispettare i requisiti elettrici e meccanici richiesti nella norma citata. Esso è formato da un elemento centrale in materiale isolante (vetroresina) e dalla morsetteria in Bronzo-Alluminio necessaria per il fissaggio del filo aereo all'elemento isolante. Gli isolatori in linea, per costruzione e dimensioni, non consentiranno al pantografo di cortocircuitare le linee a cui sono collegati e permetteranno il passaggio del pantografo alla velocità massima consentita senza archi elettrici tali da danneggiare la parte isolante.

11. ALIMENTAZIONE ELETTRICA E SEZIONAMENTI DELLA LINEA DI CONTATTO

Come riportato nella rappresentazione schematica facente parte della documentazione progettuale, la linea di contatto sarà interrotta con sezionamenti attuati con appositi isolatori di sezione per linea aerea secondo CEI-UNEL 79826/89.

L'alimentazione sarà derivata dalle sottostazioni elettriche S.S.E.1, S.S.E. 2 e S.S.E.3 posizionate, la prima nelle vicinanze della stazione FS (presso Via Niccolò Tommaseo), la seconda nei pressi della fermata "Forcellini" e la terza nel piazzale del deposito terminale di "Voltaborozzo".

L'alimentazione avverrà mediante una linea in cavo della sezione unitaria pari a 300mm² (tipo 2x1x300mm² 3,6/6kV con schermo da 95mm² - Cca - s1b, d1, a1), adatto per posa interrata, che comunque avverrà entro idoneo cavidotto e nei tratti senza catenaria di sezione unitaria pari a 400mm² (tipo 2x1x400mm² 3,6/6kV con schermo da 95mm² - RG7H1R) adatto per posa interrata, che comunque avverrà entro idoneo cavidotto.

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D 18</td> <td style="text-align: center;">RO</td> <td style="text-align: center;">LC0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">16 di 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	16 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	16 di 19								

In particolare, da ciascuna S.S.E., l'alimentazione sarà trasferita ai fili di contatto mediante una composizione di feeder costituita da 2 cavi della sezione unitaria pari a 300 mm² (tratti elettrificati) e pari a 400mm² (tratti non elettrificati).

I collegamenti al filo di contatto nei pressi delle SSE e dei tratti finali prima della zona non elettrificata saranno costituiti da due conduttore in rame da 150 mm² (tipo 2x1x150mm² 3,6/6kV con schermo da 95mm² - Cca - s1b, d1, a1) posato dentro apposito cavidotto interrato e risalita esterna su palo in posizione protetta dentro protezione in acciaio.

Le risalite di collegamento fra i feeder e la linea di contatto, saranno costituiti da un conduttore in rame da 120 mm² (1x1x120mm² 3,6/6kV con schermo da 95mm² - RG7H1R) posato dentro apposito cavidotto interrato e risalita esterna su palo in posizione protetta dentro protezione in acciaio.

In tutte le risalite di alimentazione tra feeder / linea di contatto e le risalite di alimentazione (nei tratti finali prima delle zone non elettrificate) saranno previsti dei sezionatori manuali che consentiranno di "sezionare" i cavi di alimentazione (lato feeder) dal filo di contatto.

I conduttori negativi, destinati all'alimentazione del circuito di ritorno, costituito dal binario, saranno del tipo 2x1x240mm² 0,6/1kV - FG16M16, il collegamento alla rotaia sarà costituito da un cavo 1x1x120mm² 0,6/1kV - FG16M16.

Per i dettagli del sistema di alimentazione si rimanda all'elaborato A[2] NP0000D18DXTE0000001A.

12. CIRCUITO DI TERRA E DI RITORNO

Lo scopo del presente capitolo è quello di indicare i criteri generali per la realizzazione del circuito di terra e di ritorno, atto a garantire la protezione contro i contatti diretti ed indiretti nella linea tramviaria elettrificata.

Il circuito di ritorno è essenzialmente costituito dalle rotaie del binario che hanno la funzione di convogliare al negativo delle sottostazioni elettriche la corrente di ritorno della trazione elettrica. Oltre alle rotaie destinate al ritorno della corrente di trazione, il circuito di ritorno è tipicamente costituito anche da:

- connessioni longitudinali in corrispondenza dei giunti;
- connessioni trasversali fra rotaie e fra binari;
- connessioni speciali in corrispondenza dei deviatoi;
- collegamenti delle rotaie al negativo delle sottostazioni elettriche;

Le connessioni longitudinali, una volta in opera, devono presentare una resistenza misurata sulla rotaia, nelle immediate vicinanze dei punti di attacco, non superiore a quella corrispondente a 3 m della rotaia alla quale sono applicate.

12.1 ZONA DI RISPETTO TE

La zona di rispetto TE, data dall'unione della zona della linea di contatto e della zona del captatore di corrente, è la zona i cui limiti non sono generalmente superati da una linea aerea di contatto danneggiata o da un captatore di corrente alimentato, deviato o rotto e dai suoi frammenti.

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p> 	<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D 18</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RO</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>LC0000 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>17 di 19</p>
<p>Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto</p>								

La zona di rispetto TE per le linee a corrente continua, definita dalla CEI EN 50122-1, ha la forma di un rettangolo con:

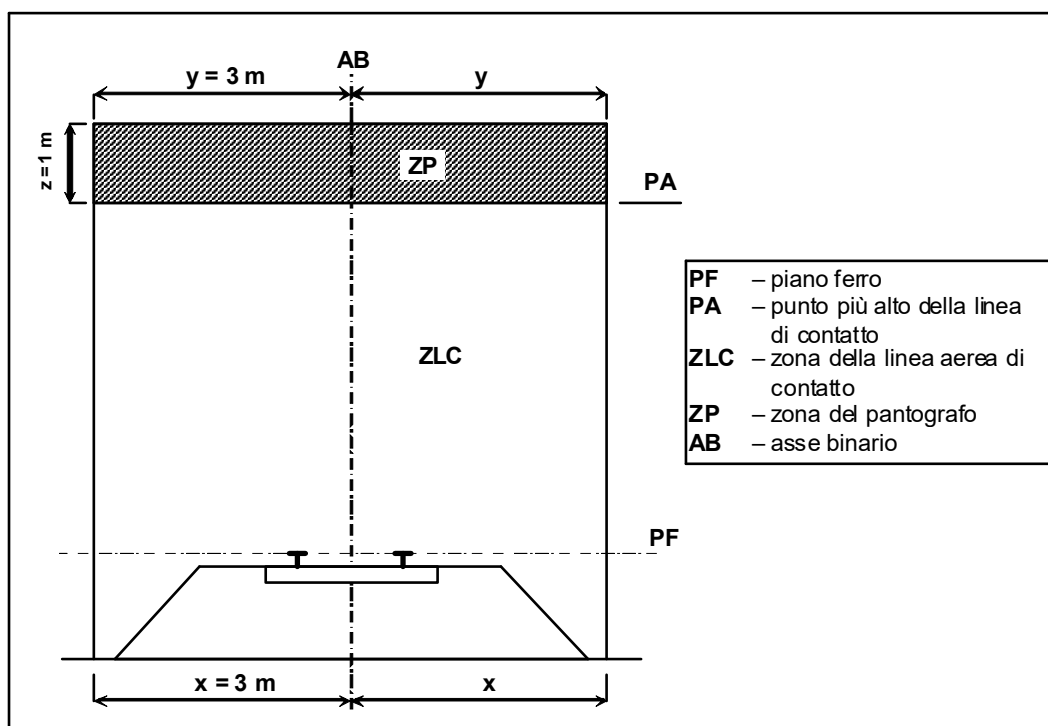


Figura 2 - Zona a rischio di tensionabilità nelle tratte elettrificate in c.c.

I limiti della zona della linea aerea di contatto al di sotto del piano del ferro sono estesi verticalmente verso il basso fino a raggiungere la superficie del terreno. Tuttavia in corrispondenza di ponti o viadotti, non è necessario estendere detti limiti al di sotto della piattaforma ferroviaria.

Nel caso di linee aeree di contatto spostate rispetto al binario di corsa, come ad esempio ormeggio della LdC sui sostegni TE, la zona della linea aerea di contatto deve essere estesa di conseguenza.

Ai fini della Zona di rispetto TE, non è presa in considerazione la rottura di alimentatori o di linee di alimentazione che non sono sollecitate meccanicamente da organi di contatto poiché la probabilità di rottura è minima.

12.2 DISPOSITIVO LIMITATORE DI TENSIONE (VLD)

La normativa europea EN50122-1 definisce un Voltage Limiting Device (da ora semplicemente VLD) un dispositivo di protezione, il cui compito principale è prevenire l'esistenza di una tensione di contatto inaccettabile.

In accordo alle definizioni 3.4.7 e 3.4.8 della norma EN 50122 – 1 il Tram di Padova si considera come un sistema a bassa tensione, in quanto possiede un valore nominale inferiore ai 1500 V in c.c..

E' richiesta l'applicazione dei VLD in quei casi dove le parti conduttrici esposte (ad esempio: pensiline di attesa, aste, corrimani, griglie) si trovano entro la zona tensionabile, dato che quelle non possono essere collegate permanentemente alle rotaie (ovvero al circuito di ritorno) a causa dei loro collegamenti con altri potenziali (come

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto	COMMESSA NP00	LOTTO 00 D 18	CODIFICA RO	DOCUMENTO LC0000 001	REV. A	FOGLIO 18 di 19

il terreno). In presenza di un guasto sulla linea, queste parti conduttrici possono assumere una tensione pericolosa rispetto alla linea aerea di contatto.

Pertanto nel sistema di bassa tensione in oggetto, considerato che sarà realizzato con isolamento doppio della linea di contatto, ed il sistema di illuminazione pubblica installato sui detti sostegni sarà in Classe II di isolamento (in accordo con la EN 61140, cioè la sua sovratensione temporanea di tenuta coincide con la tensione nominale della linea di contatto), non è necessario mettere a terra e collegare al circuito di ritorno i pali della linea aerea di contatto (come specificato nel paragrafo 6.2.3.2 della EN 50122 – 1).

12.3 REQUISITI PER LE STRUTTURE METALLICHE E PER GLI IMPIANTI NON DESTINATI ALLA TRAZIONE ELETTRICA UBICATI IN ZONA DI RISPETTO TE

Una struttura metallica o una massa esposta di impianto elettrico non destinato a fornire energia per la trazione elettrica (impianti di segnalamento, luce e forza motrice, telecomunicazioni, altre utenze in bassa tensione), ubicata nella zona di rispetto TE, potrebbe andare in tensione a causa degli impianti di trazione elettrica, per esempio per la rottura della linea di contatto o per il danneggiamento del pantografo.

I possibili sistemi di protezione contro i guasti TE applicabili alle strutture metalliche e alle apparecchiature non destinate alla trazione elettrica ubicate in zona di rispetto TE sono:

- interruzione automatica dell'alimentazione della TE mediante intervento degli interruttori extrarapidi di SSE;
- protezione mediante ostacoli in accordo alla CEI EN 50122-1.

Al fine di limitare il trasferimento di potenziali dal circuito di ritorno alle strutture metalliche molto estese o a pensiline metalliche di stazione che supportano apparecchiature elettriche con basso livello di isolamento (per es. display informativi), è ammesso il collegamento fra tali strutture metalliche ed il circuito di ritorno tramite un VLD-F. Inoltre per ogni collegamento delle strutture metalliche al circuito di ritorno si deve garantire il rispetto di una distanza non inferiore a 2,5 m fra masse diverse.

Per le parti conduttrici di piccole dimensioni (vedi norma EN 50122-1 §6.3.1.2) si può invece non prendere alcun provvedimento di protezione se si rispettano le condizioni della Tabella 2 e le seguenti: le parti non sostengono o contengono apparecchiature elettriche (se non di classe II di isolamento come da norma EN 61140), una persona può notare da qualsiasi direzione se vi sia un contatto elettrico con un conduttore attivo.

Tipo di parte conduttrice	Bassa tensione	
	Parallela al binario	Perpendicolare al binario
Completamente conduttrice	15	2
Parzialmente conduttrice	15	2

Tabella 2 – Parti conduttrici di piccole dimensioni

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p> <p style="text-align: center;"> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p> <p> SDAprogetti ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p> <p> ERREBI SERVIZIO INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p> <p> PINI SWISS</p>	<p>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D 18</td> <td style="text-align: center;">RO</td> <td style="text-align: center;">LC0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">19 di 19</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	19 di 19
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D 18	RO	LC0000 001	A	19 di 19								

12.4 MESSA A TERRA PENSILINA METALLICA

Le pensiline metalliche, che ricadono nella zona tensionabile (vedi Figura 2) saranno collegate al circuito di terra di protezione T.E.. Tali collegamenti saranno realizzati secondo quanto previsto dalla Norma CEI EN 50122-1 (edizione vigente).

Per ciascuna fermata, tali collegamenti verranno realizzati tramite un VLD, per ciascuna pensilina isolata, posizionato in corrispondenza di una delle estremità delle strutture stesse; il suddetto VLD sarà installato su una delle colonne di supporto più esterne delle coperture metalliche ed i collegamenti elettrici alle pensiline sarà realizzato tramite doppio cavo TACSR.

Dovrà essere previsto un dispersore di terra a picchetto (L=3m) infisso nel terreno in corrispondenza di ciascun sostegno verticale della pensilina (al quale dovrà essere applicata mediante saldatura continua un'apposita piastrina metallica con foro), dotato di pozzetto di ispezione e collegamento alla colonna costituito da doppia corda nuda TACSR $\Phi 15,82\text{mm}$ protetta da tubo flessibile in PVC $\Phi 50\text{mm}$.

Ai fini della sicurezza elettrica, si prescrivono le misure di isolamento, verifica delle tensioni di passo e contatto e delle tensioni tra masse contemporaneamente accessibili da effettuarsi, secondo quanto previsto dalla Norma CEI EN 50122-1 (edizione vigente), per tutte le strutture della linea di contatto e per tutte le masse metalliche presenti nella sede ferroviaria, con particolare riferimento a pensiline, cavalcavia, mancorrenti e grigliati metallici. La Sbarra Equipotenziale Principale del sistema di alimentazione ausiliario presente nelle pensiline sarà collegato al VLD.

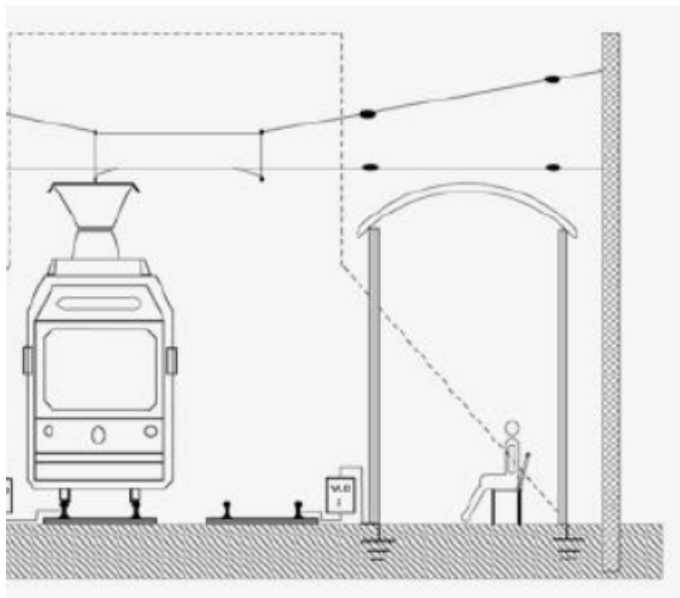


Figura 3 – Esempio collegamento pensilina metallica al circuito di ritorno mediante dispositivo VLD.