

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J47109000030009

**U.O. TECNOLOGIE NORD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**POTENZIAMENTO DELLA LINEA MILANO – GENOVA  
QUADRUPPLICAMENTO TRATTA MILANO ROGOREDO – PAVIA  
FASE 1 – QUADRUPPLICAMENTO MI ROGOREDO – PIEVE EMANUELE**

LINEA DI CONTATTO

Relazione Tecnica Impianti di Trazione Elettrica

SCALA:

-

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

N M 0 Z 1 0 D 5 8 R G L C 0 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F. Acconci	Nov. 2018	A. Sperduto	Nov. 2018	S. Borelli	Nov. 2018	M. Gambaro Novembre 2018

File: NM0Z10D58RGLC000001A.doc

n. Elab.:

1.	GENERALITA' .....	3
2.	RIFERIMENTI ED ELENCO ELABORATI DI PROGETTO .....	4
2.1	DATI DI BASE .....	4
2.2	ELENCO ELABORATI.....	4
3.	NORME DI RIFERIMENTO.....	7
4.	DESCRIZIONE INTERVENTI FASI TE.....	10
4.1	FASE 1 - MICROFASE 1.....	11
4.2	FASE 1 MICROFASE 2.....	13
4.3	FASE 1 MICROFASE 3.....	15
4.4	FASE 1 MICROFASE 4.....	17
4.5	FASE 1 MICROFASE 5.....	19
5.	CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	21
5.1	CONDUTTURE DI CONTATTO .....	21
5.2	ALTEZZA DEI FILI DI CONTATTO E POLIGONAZIONE.....	22
5.3	SOSTEGNI.....	22
5.4	SOSPENSIONI.....	24
5.5	– BLOCCHI DI FONDAZIONE .....	26
5.6	POSTI DI REGOLAZIONE AUTOMATICA E DI SEZIONAMENTO.....	27
5.7	PUNTO FISSO.....	29
5.8	CIRCUITO DI TERRA E DI PROTEZIONE TE.....	29
5.9	CdT DI PIENA LINEA E DI STAZIONE .....	29
5.10	CIRCUITO DI RITORNO .....	30
5.11	ALIMENTAZIONE .....	30
5.12	SEZIONATORI .....	31
5.13	SEGNALETICA TE.....	32
5.14	TELECOMANDO.....	32
6.	CONCLUSIONI .....	33

## 1. GENERALITA'

Scopo della presente relazione è quello di definire le metodologie e gli ambiti di progettazione relativi alla Progettazione Definitiva del potenziamento della linea Milano-Genova che prevede – tra gli altri – l'intervento di quadruplicamento della tratta Milano Rogoredo - Pavia per un'estesa di 28,6 km, che soddisfa l'obiettivo funzionale di consentire la completa separazione dei traffici suburbani e regionali da quelli interregionali, di lunga percorrenza e merci.

L'intervento è suddiviso in due fasi funzionali di seguito illustrate.

### 1. Quadruplicamento della tratta da MI Rogoredo a Pieve Emanuele (da km 1+100 a km 11+985 per un'estesa complessiva circa 11 km), che prevede seguenti principali interventi:

- realizzazione della nuova coppia di binari del quadruplicamento, in affiancamento (principalmente ad ovest), con interventi di velocizzazione anche degli attuali;
- realizzazione delle nuove comunicazioni in uscita dalla stazione di MI Rogoredo (a velocità 60 km/h);
- trasformazione della stazione di Locate Triulzi in fermata;
- trasformazione della fermata di Pieve E. in stazione;
- realizzazione della nuova SSE Pieve Emanuele;
- adeguamento marciapiedi fermata Villamaggiore a +55cm da p.f.
- trasformazione della stazione di Certosa di Pavia in fermata e contestuale realizzazione di un nuovo Posto di Movimento a Turago (modulo 750m);
- adeguamento delle opere esistenti (sottovia);
- realizzazione di un nuovo apparato ACCM per entrambe le linee (linea per la lunga percorrenza e merci ad est e linea per traffico suburbani e regionali ad ovest).

### 2. Quadruplicamento della tratta da Pieve Emanuele a Pavia, (da km 11+241 a km 28+401 per un'estesa complessiva circa 17 km), che prevede seguenti principali interventi (gli interventi di questa fase funzionale sono descritti dettagliatamente nella relativa relazione):

- realizzazione della nuova coppia di binari del quadruplicamento, in affiancamento (principalmente ad est);
- modifica alla stazione di Pieve E.;
- modifica alla fermata di Villamaggiore;
- realizzazione nuovo PRG di Pavia (interventi in radice Nord) con la predisposizione del tracciato ferroviario per la futura fermata di Pavia Nord a carico del Comune di Pavia;
- modifica ed estensione dell'apparato ACCM per entrambe le linee.

## 2. RIFERIMENTI ED ELENCO ELABORATI DI PROGETTO

### 2.1 DATI DI BASE

- Schema Circuiti Secondari T.E. Tratta:Milano Rogoredo (i) – Voghera (i) 3794-SH rev.34;
- PE Stazione di Rogoredo 3815/1-V Tavola 1;
- PE Tratta MILANO ROGOREDO - LOCATE TRIULZI 3815/1-V Tavola 2 ;
- PE Tratta LOCATE TRIULZI - PIEVE EMANUELE –VILLAMAGGIORE 3816-V;
- PE Locale Triulzi 3773;
- PE Villamaggiore 3774;
- PE TRATTA VILLAMAGGIORE-CERTOSA 3817-1-V Tavola 1;
- PE TRATTA VILLAMAGGIORE-CERTOSA 3817-1-V Tavola 2;
- PE Certosa di Pavia 3775 rev.4;
- PE tratta CERTOSA DI PAVIA (e) - PAVIA (e) 3818/1-V Tavola 1;
- PE tratta CERTOSA DI PAVIA (e) - PAVIA (e) 3818/1-V Tavola 2;
- PE Stazione di Pavia 3777 Rev.4.

### 2.2 ELENCO ELABORATI

Costituiscono parte integrante della presente relazione i documenti di progetto definitivo di seguito elencati, ai quali si rimanda per tutte le informazioni di dettaglio:

<b><i>FASE 1 - Quadruplicamento Milano Rogoredo-Pieve Emanuele</i></b>	
<b>LC Elaborati Generali LC00</b>	
Relazione Tecnica Impianti di Trazione Elettrica	NM0Z10D58RGLC0000001A
Schema elettrico di alimentazione TE - Tratta Milano Rogoredo-Pavia Generale - Finale	NM0Z10D58DXLC0000004A
Sezioni trasversali tipologiche e singolari	NM0Z10D58WBLC0000005A
Computo Metrico a CORPO e MISURA Appaltatore	NM0Z10D58CMLC0000006A
Computo Metrico Estimativo a CORPO e MISURA Appaltatore	NM0Z10D58CELC0000007A
Distinta Materiali di fornitura RFI	NM0Z10D58DMLC0000008A
Computo Metrico Estimativo Materiali di fornitura RFI	NM0Z10D58CELC0000009A
Disegni Blocchi di Fondazione TE per Bonifica Ordigni Esplosivi	NM0Z10D58P9LC0000012A
Relazione Bonifica Ordigni Esplosivi per blocchi di fondazione TE	NM0Z10D58ROLC0000013A
<b>LC Stazione di Milano Rogoredo LC01</b>	
Stazione di Milano Rogoredo - Stralcio Piano di Elettrificazione e CdTPTE radice Sud direttrice Genova- Finale	NM0Z10D58P8LC0100014A
Stazione di Milano Rogoredo - Stralcio Piano di Elettrificazione e CdTPTE radice Sud direttrice Genova- Esistente	NM0Z10D58P8LC0100015A
Stazione di Milano Rogoredo - Stralcio Piano di Elettrificazione e CdTPTE radice Sud direttrice Genova- FASE 3	NM0Z10D58P8LC0100016A

Stazione di Milano Rogoredo - Stralcio Piano di Elettrificazione e CdTPTE radice Sud direttrice Genova- FASE 4	NM0Z10D58P8LC0100017A
Stazione di Milano Rogoredo - Schema di Alimentazione TE PRG Finale	NM0Z10D58DXLC0100019A
Stazione di Milano Rogoredo - Schemi di Alimentazione TE per fasi	NM0Z10D58DXLC0100020A
<b>LC Tratta Milano Rogoredo-Locate Triulzi LC02</b>	
Tratta Linea Veloce Milano Rogoredo - Locate triulzi Piano di Elettrificazione e CdTPTE da km 2+900 a km 6+400 - Finale	NM0Z10D58P7LC0200021A
Tratta Linea Lenta Milano Rogoredo - Stralcio Locate Triulzi da km 1+660 a km 3+100 Piano di Elettrificazione e CdTPTE - Esistente	NM0Z10D58P8LC0200022A
Tratta Linea Lenta Milano Rogoredo - Stralcio Locate Triulzi da km 1+660 a km 3+100 Piano di Elettrificazione e CdTPTE - Fase 2	NM0Z10D58P8LC0200023A
Tratta Linea Lenta Milano Rogoredo - Stralcio Locate Triulzi da km 1+660 a km 3+100 Piano di Elettrificazione e CdTPTE - Fase 3	NM0Z10D58P8LC0200024A
Tratta Linea Lenta Milano Rogoredo - Locate Triulzi Piano di Elettrificazione e CdTPTE da km 2+900 a km 6+400 - Finale	NM0Z10D58P7LC0200026A
Tratta Milano Rogoredo - Locate triulzi Piano di Elettrificazione e CdTPTE da km 2+900 a km 5+000 - Esistente	NM0Z10D58P7LC0200027A
Tratta Milano Rogoredo - Locate triulzi Piano di Elettrificazione e CdTPTE da km 5+000 a km 7+500 - Esistente	NM0Z10D58P7LC0200028A
Tratta Milano Rogoredo - Locate triulzi Piano di Elettrificazione e CdTPTE da km 7+500 a km 9+350 - Esistente	NM0Z10D58P7LC0200029A
<b>LC Locate Triulzi LC03</b>	
Tratta Linea Veloce Milano Rogoredo - Locate triulzi Piano di Elettrificazione e CdTPTE da km 6+400 a km 9+350 - Finale	NM0Z10D58P7LC0300031A
Tratta Linea Lenta Milano Rogoredo - Locate Triulzi Piano di Elettrificazione e CdTPTE da km 6+400 a km 9+350 - Finale	NM0Z10D58P7LC0300032A
Locate Triulzi Linea Lenta e Linea Veloce trasformazione in Fermata - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 7+287 al km 8+954 - Fase 1	NM0Z10D58P8LC0300033A
Locate Triulzi Linea Lenta e Linea Veloce trasformazione in Fermata - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 7+287 al km 8+954 - Fase 2	NM0Z10D58P8LC0300034A
<b>LC Stazione di Pieve Emanuele LC04</b>	
Stazione di Pieve Emanuele dal km 8+680 al km 12+101 - Piano di Elettrificazione e CdTPTE - Finale	NM0Z10D58P8LC0400036A
Stazione di Pieve Emanuele dal km 8+680 al km 12+101 - Piano di Elettrificazione e CdTPTE - Esistente	NM0Z10D58P8LC0400037A
Stazione di Pieve Emanuele dal km 8+680 al km 12+101 - Piano di Elettrificazione e CdTPTE comprensivo di planimetria di posa alimentatori - Fase 2	NM0Z10D58P8LC0400038A
Stazione di Pieve Emanuele dal km 8+680 al km 12+101 - Piano di Elettrificazione e CdTPTE comprensivo di planimetria di posa alimentatori - Fase 4	NM0Z10D58P8LC0400039A
Stazione di Pieve Emanuele dal km 8+680 al km 12+101 - Piano di Elettrificazione e CdTPTE comprensivo di planimetria di posa alimentatori - Fase 5	NM0Z10D58P8LC0400040A
Stazione di Pieve Emanuele dal km 8+680 al km 12+101 - Schema di Alimentazione TE PRG Finale	NM0Z10D58DXLC0400043A
Stazione di Pieve Emanuele dal km 8+680 al km 12+101 - Schemi di Alimentazione TE per fasi	NM0Z10D58DXLC0400044A
Stazione di Pieve Emanuele dal km 8+680 al km 12+101 -Piano cavi e cunicoli Comando e Controllo sezionatori	NM0Z10D58P8LC0400046A
<b>LC Villamaggiore LC05</b>	
Fermata Villamaggiore - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 12+101 al km 13+774 - Finale	NM0Z10D58P8LC0500214A
Fermata Villamaggiore - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 12+101 al km 13+774 - Esistente	NM0Z10D58P8LC0500211A
Fermata Villamaggiore - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 12+101 al km 13+774 - Fase 1	NM0Z10D58P8LC0500212A

Fermata Villamaggiore - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 12+101 al km 13+774 – Fase 2	NM0Z10D58P8LC0500213A
<b>LC PM Turago LC07</b>	
PM Turago Linea Lenta e Linea Veloce - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 17+500 al km 19+800 - Finale	NM0Z10D58P8LC0700047A
PM Turago Linea Lenta e Linea Veloce - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 17+500 al km 19+800 - Esistente	NM0Z10D58P8LC0700048A
PM Turago Linea Lenta e Linea Veloce - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 17+500 al km 19+800 - Fase 2	NM0Z10D58P8LC0700049A
PM Turago Linea Lenta e Linea Veloce - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 17+500 al km 19+800 - Fase 3	NM0Z10D58P8LC0700050A
PM Turago Linea Lenta e Linea Veloce - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 17+500 al km 19+800 - Fase 4	NM0Z10D58P8LC0700051A
PM Turago Linea Lenta e Linea Veloce - Schema di Alimentazione TE PRG Finale	NM0Z10D58DXLC0700053A
PM Turago Linea Lenta e Linea Veloce - Schemi di Alimentazione TE per fasi	NM0Z10D58DXLC0700054A
PM Turago Linea Lenta e Linea Veloce - Piano cavi e cunicoli Comando e Controllo sezionatori	NM0Z10D58P8LC0700056A
<b>LC Certosa di Pavia LC08</b>	
Fermata Certosa di Pavia - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 19+700 al km 21+600 - Finale	NM0Z10D58P8LC0800057A
Fermata Certosa di Pavia - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 19+700 al km 21+600 - Esistente	NM0Z10D58P8LC0800058A
Fermata Certosa di Pavia - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 19+700 al km 21+600 - Fase 3	NM0Z10D58P8LC0800059A
Fermata Certosa di Pavia - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 19+700 al km 21+600 - Fase 4	NM0Z10D58P8LC0800060A
Fermata Certosa di Pavia - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 19+700 al km 21+600 - Fase 5	NM0Z10D58P8LC0800061A
Fermata Certosa di Pavia - Piano di Elettrificazione e CdTPTE dal km 19+700 al km 21+600 - Fase 6	NM0Z10D58P8LC0800062A

### 3. NORME DI RIFERIMENTO

Le scelte tecniche e le caratteristiche generali d'impianto che sono alla base della presente relazione discendono dall'applicazione delle Normative Tecniche specifiche vigenti e, per quanto possibile, dalle istruzioni tecniche RFI e relativi standard impiantistici.

Sono state altresì rispettate le disposizioni di legge, specie in materia di sicurezza.

Vengono qui di seguito elencate le principali fonti normative cui è stato fatto riferimento:

- **D.M. 14 Gennaio 2008:** Norme tecniche per le costruzioni;
- **Capitolato Tecnico T.E. - 2014: RFI DTC STS ENE SP IFS TE 210 A** - Capitolato Tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione a 3 kVcc (per quanto applicabile);
- **D.lgs. 9 aprile 2008 n.81:** Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro;
- **Norma CEI EN 50119 - 2010:** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Linee aeree di contatto per trazione elettrica;
- **Norma CEI EN 50122/1 - 2012:** 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;
- **Norma CEI EN 50122/2 - 2012:** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno - Parte 2: Provvedimenti contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua;
- **Norma CEI 7-6 - 1997:** Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici;
- **Sagome - Profili Minimi degli Ostacoli - 1990:** Nota S.OC/S/3870 del 23.07.1990;
- **Regolamento (UE) n.1301/2014 della Commissione del 18.11.2014** relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "Energia" del sistema ferroviario dell'Unione Europea;
- **Regolamento (UE) n.1300/2014 della Commissione del 18.11.2014** relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta;
- "Disciplinare degli elementi tecnico progettuali - Realizzazione nuovo marciapiede" inviata da RFI con lettera Prot. RFI-DPR\A0011\P\2015\0001719 del 06.03.2015;
- **RFI-DPR-IMA.TE\A0011\P\2010\0000119 - 06.05.2010:** Modifica alla tabella del punto IV.2.2 del Capitolato Tecnico 3 kVcc, Ed. 2008;
- **TE 118 - 1983:** Norme tecniche per la costruzione delle condutture di contatto e di alimentazione a corrente continua 3 kVcc (in vigore con integrazioni apportate dal Capitolato Tecnico del 2008);
- **C/3 - 1970:** Istruzione per circuito di ritorno TE e per circuiti di terra sulle linee elettriche a 3 kVcc (integrata con circolare IE n.276 del 08/07/1981);
- **Circolare IE/276/611:** Circuito di terra di protezione di piena linea (08/07/1981);
- **Circolare F.S. RE/ST.IE -IE/1/97-605 1997:** Motorizzazione e telecomando dei sezionatori sotto carico a 3 kVcc;
- **Circolare F.S. RE/ST.IE -IE/11/98-605 del 30.04.1998:** Miglioramento delle condizioni di sicurezza nei lavori alle linee di contatto;

- **TE 119 - 1974:** Norme tecniche per la fornitura di mensole tubolari per le linee di contatto (in vigore integrata con nota DI/TC.TE.IT/009/131 del 16/02/2000);
- **STF RFI DTC STS ENE SP IFS TE 037 A - 2015:** Sostegni flangiati tipo LSU e sostegni tipo LSU-S per aggrappature delle linee aeree di contatto;
- **STF RFI DTC STS ENE SP IFS TE 047 A - 2015:** Tirafondi per i sostegni flangiati e per le piastre per tiranti a terra delle linee aeree di contatto;
- **TE 90 - 1987:** Norme tecniche per la fornitura di materiali ferrosi per linee ed impianti elettrici (esclusi pali, portali tubolari e mensole tubolari) (in vigore integrata con nota DI/QUA/009/420 del 25/05/2000);
- **RFI DPRIM STF IFS TE 111 Sper - 2013:** Limitatore di tensione statico per gli impianti di terra e di ritorno T.E. per il sistema di trazione elettrica a 3 kVcc;
- **RFI DMA LG IFS 008 B - 2008:** Linea Guida per l'applicazione della segnaletica TE;
- **RFI DPR DIT STF IFS TE 032 B - 2013:** Norma generale per la fornitura di cartelli, targhe e bandierine da applicare sui sostegni e/o sulla corda portante negli impianti di trazione elettrica a 3 kVcc;
- **LETTERA RFI PROT. RFI-DPR\A0011\P\2013\0009118 del 10/12/2013:** Norma generale per la fornitura di cartelli, targhe e bandierine da applicare sui sostegni e/o sulla corda portante negli impianti di trazione elettrica a 3 kVcc - Elenco Cat./Progr. Materiale per segnaletica TE, STF - RFI DPR DIT STF IFS TE 032 rev. B e Disegni;
- **RFI DMA IM TE SP IFS 009 A - 2008:** Isolatore portante per linee aeree di contatto a 3 kVcc;
- **RFI DMA IM TE SP IFS 010 A - 2008:** Morsetto per corde portanti dal diametro di 14 mm per linee aeree di contatto a 3 kVcc;
- **RFI DMA IM TE SP IFS 015 A - 2008:** Morsetto in CuNi2Si per l'attacco del filo sagomato sez. 100 - 150 mmq al tirantino di poligonazione;
- **DTC ST E SP IFS TE 060 A - 2016:** Costruzione dei blocchi di fondazione con pilastrino ed installazione pali T.E. flangiati;
- **RFI DPRIM STF IFS TE 086 A - 2012:** Cavo in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR diametro 19,62 mm;
- **RFI DPRDIT STF IFS TE080 A - 2013:** Conduttore nudo in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR diametro 15,82 mm;
- **LETTERA RFI PROT. RFI-DPR\A0011\P\2013\0003873 del 16.05.2013:** Emissione della specifica tecnica di fornitura per la realizzazione in conduttore nudo del circuito di ritorno e del circuito di protezione e messa a terra degli impianti TE, con disposizioni per l'implementazione dei conduttori innovativi;
- **RFI-DTC STSA0011P20150000095 del 09.03.2015:** Fili sagomati in rame-argento e rame-magnesio per le linee aeree di contatto;
- **RFI-DTC STS ENE SP IFS TE 040A - 2015:** Fili sagomati in rame-argento e rame-magnesio per le linee aeree di contatto;
- **NT TE 25/Ed. 1985:** Norme Tecniche del Servizio I.E. delle F.S. per la fornitura di corde di rame e lega di rame per TE.
- **RFI-DTC.ST.E\A0011\P\2017\0000120 –** Indicazioni sull'impiego di cavi elettrici destinati a costruzioni negli impianti ferroviari REGOLAMENTO (UE) n. 305/2011.
- **Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea;**
- **Regolamento (UE) N. 1300/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l’accessibilità del sistema ferroviario dell’Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta;**



- **Regolamento (UE) N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “energia” del sistema ferroviario dell’Unione europea;**
- **Regolamento (UE) N. 1303/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità concernente la “sicurezza nelle gallerie ferroviarie” del sistema ferroviario dell’Unione europea;**
- **Regolamento (UE) 2016/919 della Commissione del 27 maggio 2016 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità per i sottosistemi “controllo-comando e segnalamento” del sistema ferroviario nell’Unione europea**

Nell’esposizione della presente relazione si farà implicito riferimento sia alle Norme Tecniche e di Legge vigenti, nella loro edizione più recente, che a elaborati di progetto di altre specialistiche; tutti i dettagli esecutivi non esplicitamente citati nella presente relazione tecnica (quote dei conduttori, poligonazioni, ecc.) sono desumibili dagli standard citati.

## **4. DESCRIZIONE INTERVENTI FASI TE**

Gli interventi di modifica e ammodernamento degli impianti di trazione elettrica avverranno in 5 fasi costruttive successive, compatibili con le microfasi previste nel progetto definitivo dell'armamento (per dettagli sulla fasizzazione si rimanda alla relazione di tracciato).

Si sottolinea che, ove nelle singole microfasi sia prevista la realizzazione di opere civili e posa di binario, l'attivazione del binario avviene a valle del completamento delle lavorazioni civili.

Nel seguito, si descriveranno sinteticamente gli interventi previsti nelle microfasi, agli impianti di trazione elettrica di stazione e di tratta.

#### 4.1 FASE 1 - Microfase 1

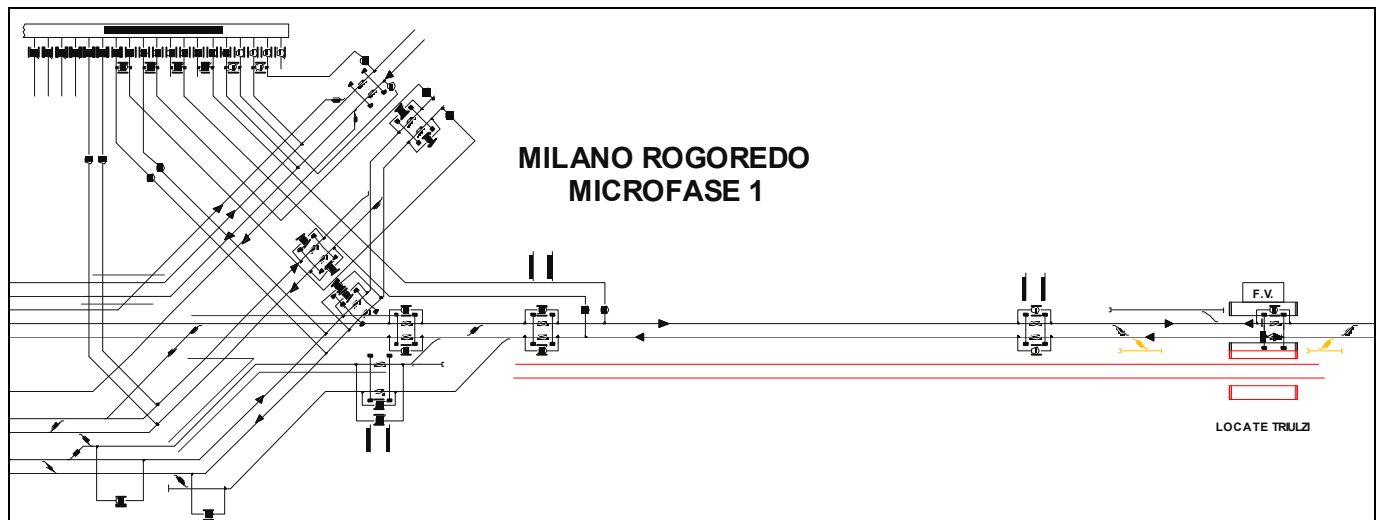
Nella microfase 1, sono previste le lavorazioni sugli impianti di trazione elettrica a Locale Triulzi, imputabili ai sostegni esistenti interferenti con il nuovo armamento in costruzione, e nella stazione di Villamaggiore imputabili ai sostegni esistenti interferenti con la realizzazione dei nuovi marciapiedi di stazione. In particolare è prevista:

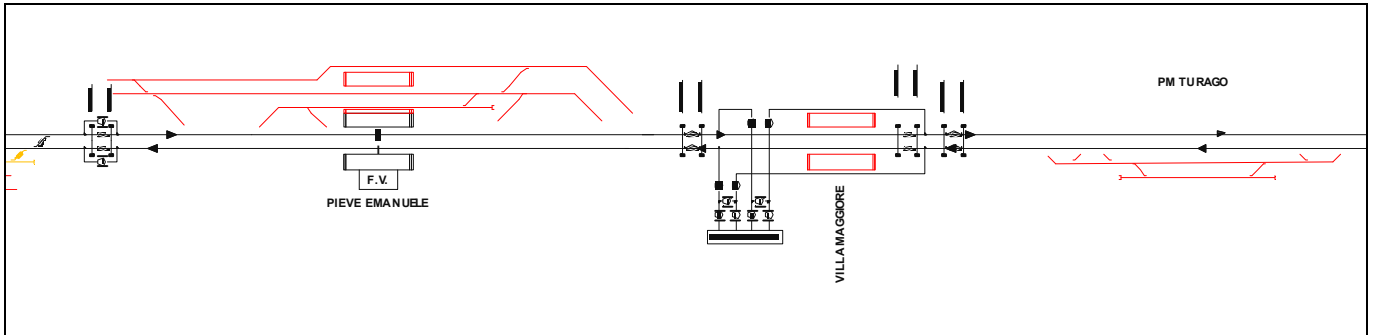
Tratta Locale Triulzi – Pieve Emanuele (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0300033):

- la demolizioni delle condutture a servizio degli scambi tra binario pari e binario di precedenza;
- la demolizione dei pali interferenti con il nuovo armamento e la costruzione dei nuovi sostegni, con successivo passaggio sulle nuove sospensioni (con rifacimento delle pendinatura) delle condutture esistenti;

Nella fermata di Villamaggiore le lavorazioni agli impianti della TE sono imputabili alla realizzazione dei nuovi marciapiedi (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0500212):

- Costruzione dei nuovi sostegni in posizione definitiva a DR maggiorata a servizio dei binari esistente sui nuovi marciapiedi;
- Demolizione del TS esistente in quanto interferente con il costruendo marciapiede e suo rifacimento fuori dal marciapiede (tale spostamento implica lo spostamento del punto fisso lato Rogoredo esistente);
- Attrezzaggio nuovi sostegni, tesatura nuove condutture in ormeggio sul nuovo TS;
- Demolizione dei sostegni non più utilizzati;





L'esercizio ferroviario alla fine della microfase 1 non subisce modifiche.

## 4.2 FASE 1 Microfase 2

Di seguito verranno descritte le varie lavorazioni, suddivise per tratta e stazione, previste agli impianti di trazione elettrica.

Tratta Milano Rogoredo – Locale Triulzi (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0200023):

- Costruzione dei nuovi sostegni in posizione definitiva a servizio dei flessi provvisori di collegamento tra i binari esistenti e nuovi binari linea lenta;
- Posa dei supporti penduli provvisori per predisporre la tesatura delle condutture provvisorie a servizio dei flessi;
- Tesatura delle condutture provvisorie in CPR440mm<sup>2</sup> e contestuale demolizione delle condutture esistenti (in questa fase i T.S. avranno funzione di R.A. pertanto saranno cavallottati);
- Demolizione dei sostegni esistenti in dismissione;

Tratta Locale Triulzi – Pieve Emanuele (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0300034):

- Costruzione dei nuovi sostegni in posizione definitiva a servizio dei flessi provvisori di collegamento tra i nuovi binari linea lenta ed i nuovi binari linea veloce;
- Posa dei supporti penduli provvisori per predisporre la tesatura delle condutture provvisorie a servizio dei flessi;
- Tesatura delle condutture provvisorie in CPR440mm<sup>2</sup> e contestuale demolizione delle condutture esistenti (in questa fase si attiveranno i nuovi T.S. lato Rogoredo della stazione di Pieve Emanuele);

Stazione di Pieve Emanuele (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0400038):

- Costruzione dei nuovi sostegni in posizione definitiva a servizio dei nuovi binari della linea veloce;
- Tesatura delle condutture definitive sulla linea veloce e attivazione delle relative comunicazioni pari dispari;
- Attivazione della SSE di Pieve e contestuale posa delle linee di alimentazione n.9 e 10 (in cavo 3x1x500mm<sup>2</sup>) e delle linee n.3 e 4 in aereo con 4 corde di rame (sezione pari a 4x1x155mm<sup>2</sup>);
- Demolizione dei sostegni esistenti sulla linea esistente non più attiva;

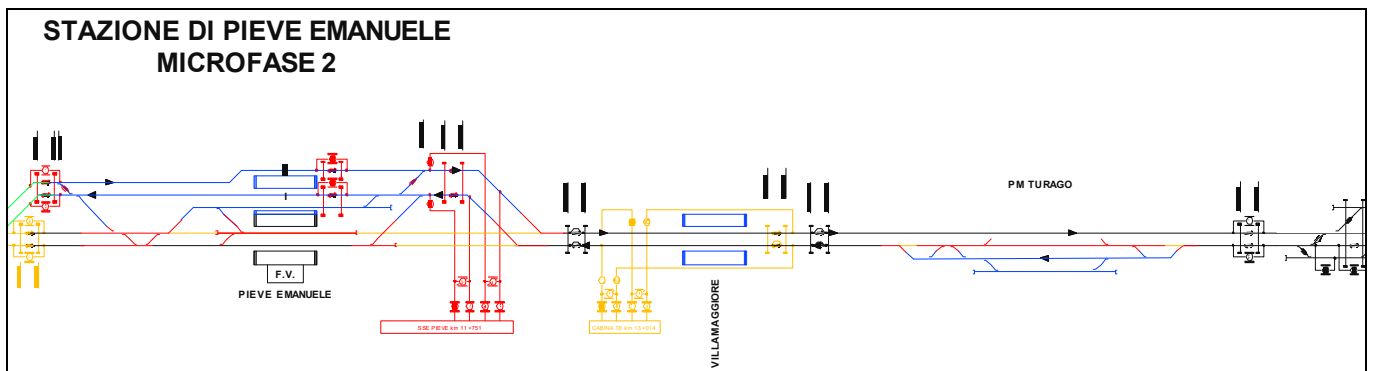
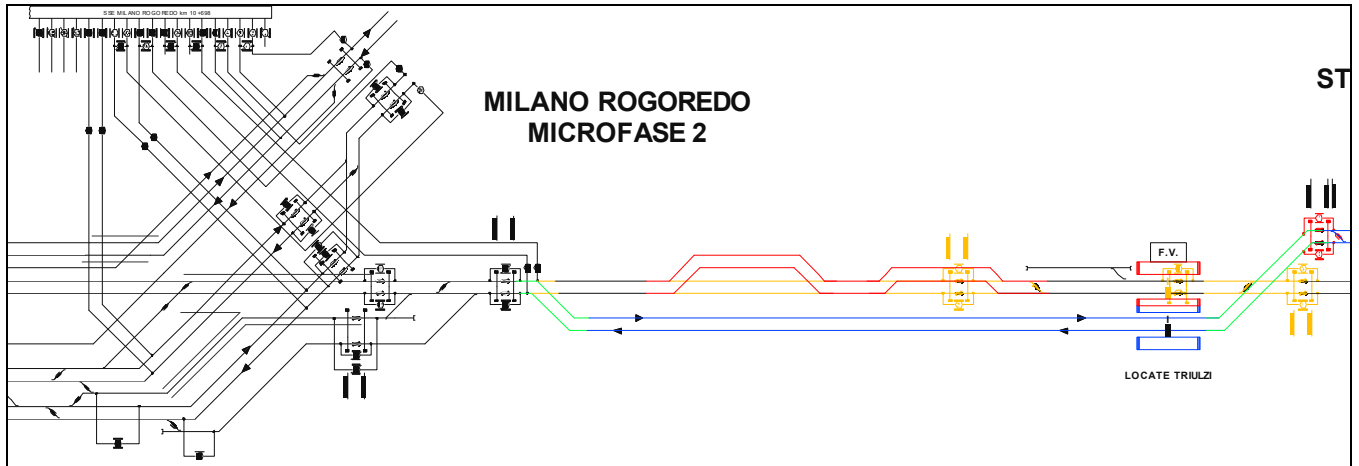
Fermata di Villamaggiore (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0500213):

- Dismissione della cabina TE esistente e delle relative calcate di alimentazione sulla linea di contatto;

PM di Turago (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0700049):

- Costruzione dei nuovi sostegni in posizione definitiva a servizio del futuro binario pari in attivazione nella fase;
- Tesatura delle condutture definitive (binario futuro pari) in CPR540mm<sup>2</sup> ad esclusione della conduttura di tratta (lato Rogoredo) che rimarrà in CPR440mm<sup>2</sup>;
- In questa fase i T.S. avranno funzione di R.A. pertanto saranno cavallottati;

- Demolizione dei sostegni esistenti a servizio del binario pari in dismissione;



L'esercizio ferroviario alla fine della microfase 2 avverrà, mediante flessi provvisori sui nuovi binari della Linea Lenta (tra la Stazione di Rogoredo e Locale Triulzi), sui nuovi binari della Linea Veloce nella stazione di Pieve ed infine nel PM di Turago si manterrà sul binario dispari esistente e si sposterà sul nuovo binario pari; inoltre alla fine della fase verrà attivata la SSE di Pieve.

### 4.3 FASE 1 Microfase 3

Di seguito verranno descritte le varie lavorazioni, suddivise per tratta e stazione, previste agli impianti di trazione elettrica.

Stazione di Rogoredo (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0100016):

- A seguito della costruzione della nuova comunicazione pari/dispari sui binari esistenti (è previsto uno spostamento verso Pavia di circa 25m) è prevista la tesatura della nuova tesata provvisoria in CPF220mm<sup>2</sup>;
- Demolizione della conduttura a servizio della comunicazione demolita;

Tratta Milano Rogoredo – Locale Triulzi (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0200024):

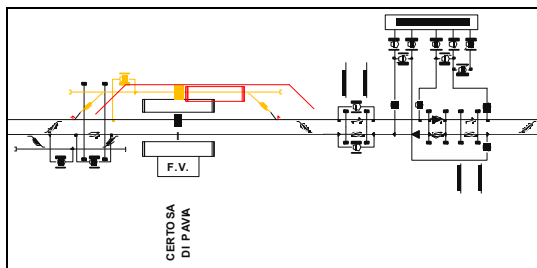
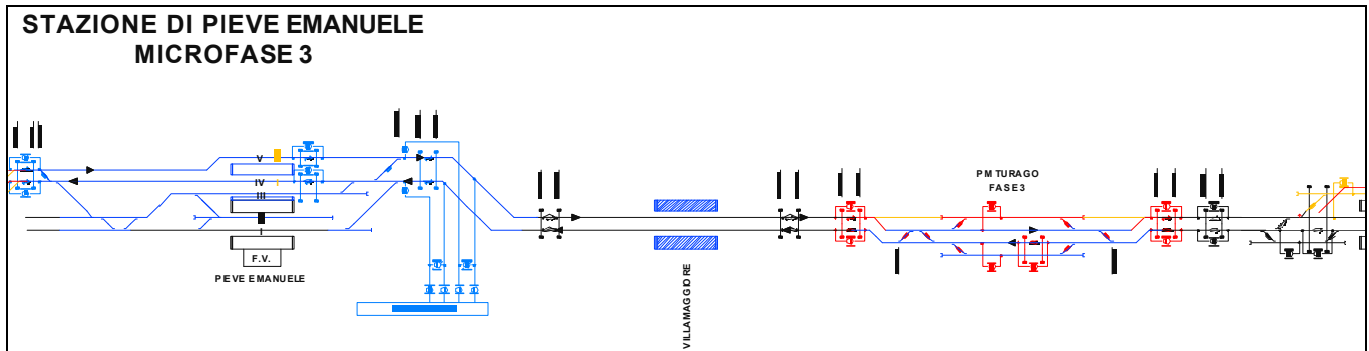
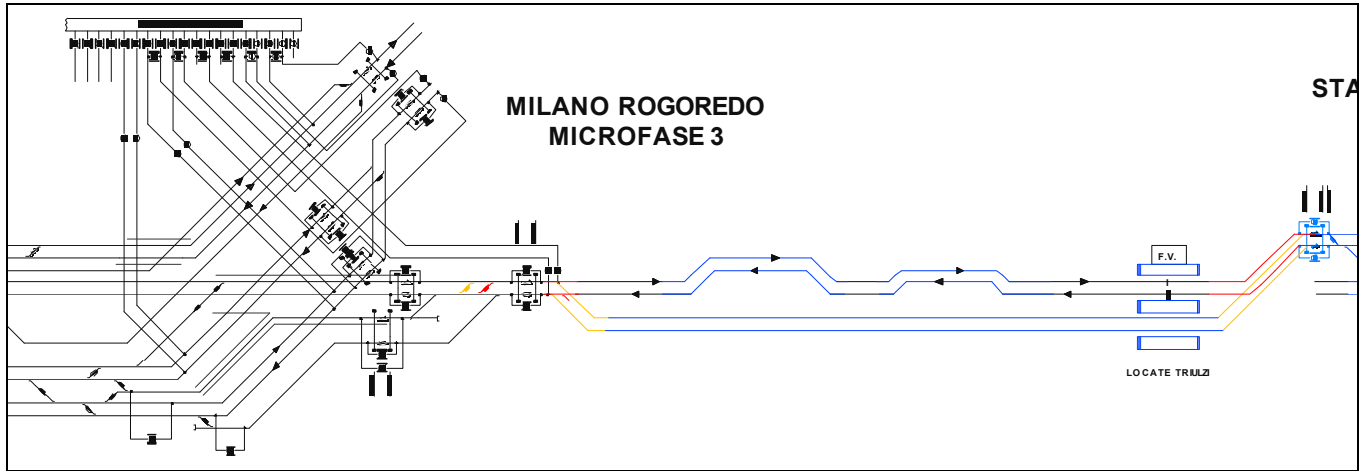
- Tesatura delle condutture definitive in CPR440mm<sup>2</sup> sui nuovi binari linea veloce in attivazione e contestuale demolizione delle condutture provvisorie tesate sui flessi provvisori (in questa fase i T.S. avranno ancora funzione di R.A. pertanto saranno cavallottati);
- Demolizione dei supporti penduli provvisori a servizio delle condutture in demolizione;
- In questa fase le condutture definitive tesate nelle fasi precedenti sulla linea lenta saranno “messe a terra”;

PM di Turago (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0700050):

- Costruzione dei nuovi sostegni in posizione definitiva a servizio dei binari dispari, delle precedenze e degli scambi in attivazione nella fase;
- Tesatura delle condutture dei binari di corsa CPR540mm<sup>2</sup> e dei binari di precedenza e degli scambi in CPR270mm<sup>2</sup>;
- Attivazione dei sezionamenti estremi del PM e dell'emisezionamento (sezionatore n.24);
- Demolizione dei sostegni in dismissione;

Stazione di Certosa di Pavia (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0800059):

- Costruzione dei sostegni provvisori e di alcuni pali definitivi in posizione non interferente con i binari in costruzione;
- Passaggio condutture esistenti sui sostegni provvisori posati nella fase;
- Demolizione dei sostegni esistenti interferenti con i futuri binari e delle condutture a servizio del binario di precedenza (lato dispari), comprese le tesate sugli scambi (binario dispari / precedenza) in dismissione nella fase;





#### 4.4 FASE 1 Microfase 4

Di seguito verranno descritte le varie lavorazioni, suddivise per tratta e stazione, previste agli impianti di trazione elettrica.

In questa fase la Stazione di Rogoredo si allunga, in quanto il nuovo TS viene realizzato circa al chilometro 3+000, (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0100017):

- Costruzione dei nuovi sostegni e delle travi MEC in posizione definitiva a servizio dei nuovi binari della linea lenta in costruzione;
- Tesatura delle condutture definitive in CPR440mm<sup>2</sup> sui nuovi binari linea lenta in attivazione e elettrificazione delle comunicazioni in costruzione con condutture fisse (CPF220mm<sup>2</sup>);
- Posa dei due nuovi alimentatori dai sezionatori di SSE n. 503 e n. 504 esistenti fino alla linea di contatto di tratta sulla linea lenta (km ~3+000); nel primo tratto (tra SSE e fine cunicolo di servizio esistente) tali alimentatori sono in cavo 3x1x500mm<sup>2</sup> (Tipo FG7H1M2-12/20 KV- SCHERMO 120mm<sup>2</sup>) nel secondo tratto sono in aereo (di sezione 610mm<sup>2</sup>) è previsto la posa due nuovi sezionatori di fine linea n. 490 e n.499;
- Prolungamento degli alimentatori esistenti (di sezione 460mm<sup>2</sup>) dall'esistente TS di stazione km ~1+700 al nuovo TS km ~3+000, saranno installati due nuovi sezionatori di fine linea n. 194 e n.193;
- Demolizione delle condutture e dei sostegni non più utilizzati;
- Demolizione della "messa a terra" prevista nella fase precedente sulle condutture definitive della linea lenta;

Stazione di Pieve Emanuele (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0400039):

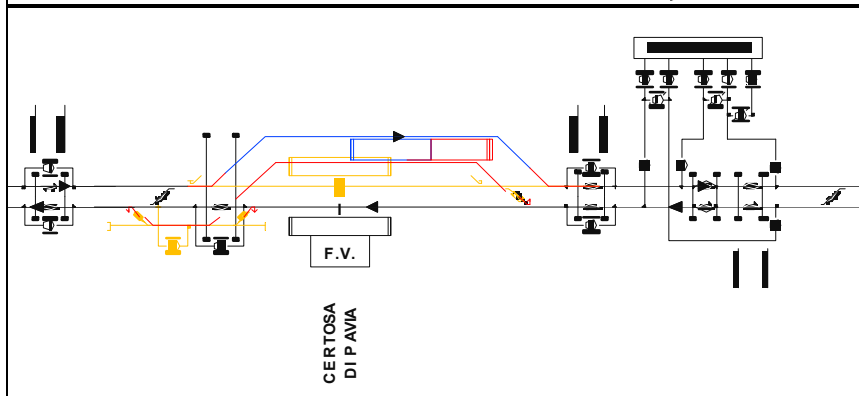
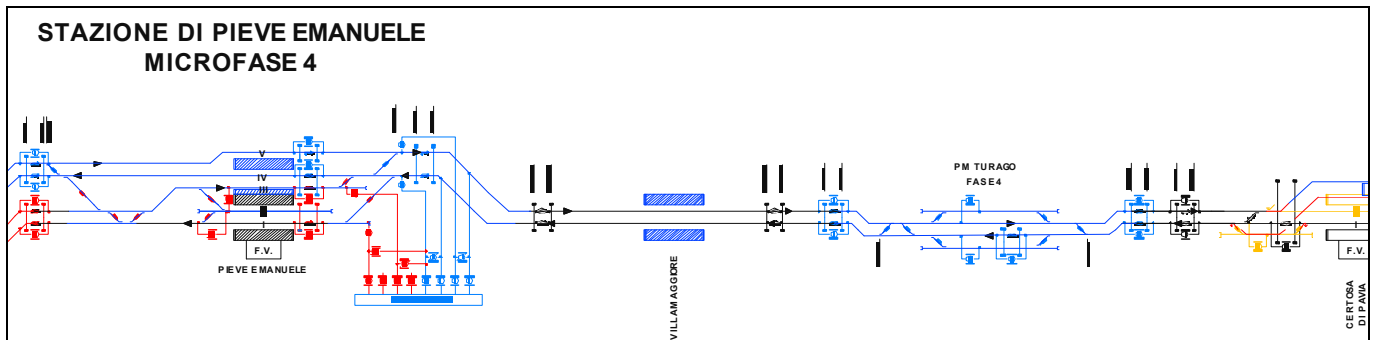
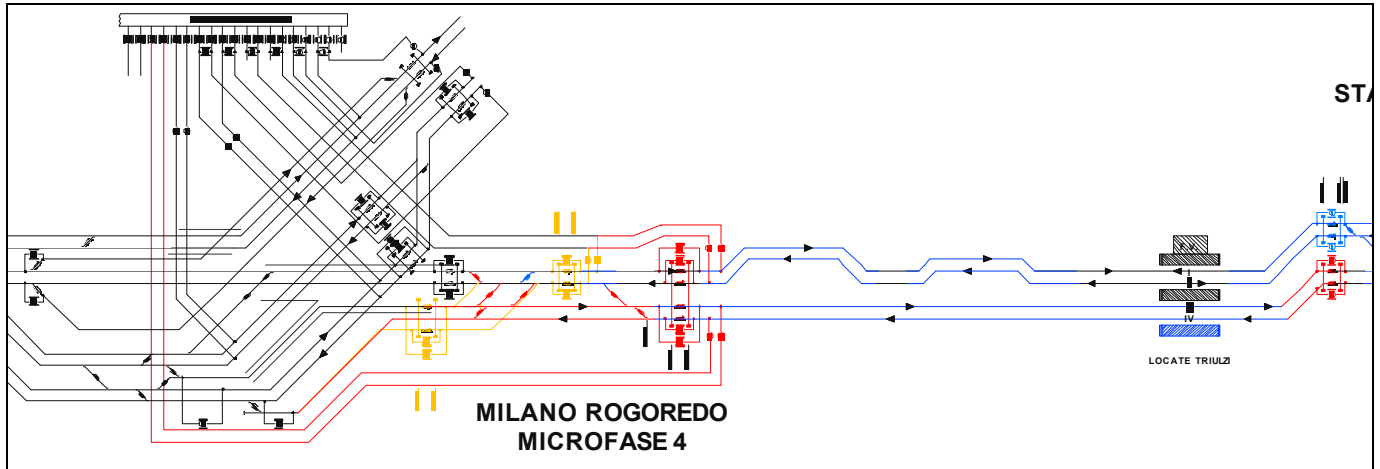
- Costruzione dei nuovi sostegni in posizione definitiva a servizio dei nuovi binari della linea lenta;
- Tesatura delle condutture definitive sulla linea lenta e attivazione delle relative comunicazioni pari dispari;
- Posa delle linee di alimentazione n.109 e 110 in aereo con 4 corde di rame (sezione pari a 4x1x155mm<sup>2</sup>) dalla SSE di Pieve ai futuri binari della linea lenta in attivazione nella fase;
- Demolizione degli attrezzaggi provvisori;

PM di Turago (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0700051):

- Il PM di Turago è in configurazione finale di FASE 1.

Stazione di Certosa di Pavia (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0800060):

- Costruzione dei sostegni definitivi a servizio del costruendo binario dispari definitivo;
- Tesatura delle condutture definitive sul pari dispari;
- Demolizione della comunicazione pari/dispari lato Pavia e delle condutture a servizio del binario di precedenza (lato binario pari) in dismissione;
- Demolizione dei sostegni provvisori costruiti nella fase precedente e dei pali in dismissione;



#### 4.5 FASE 1 Microfase 5

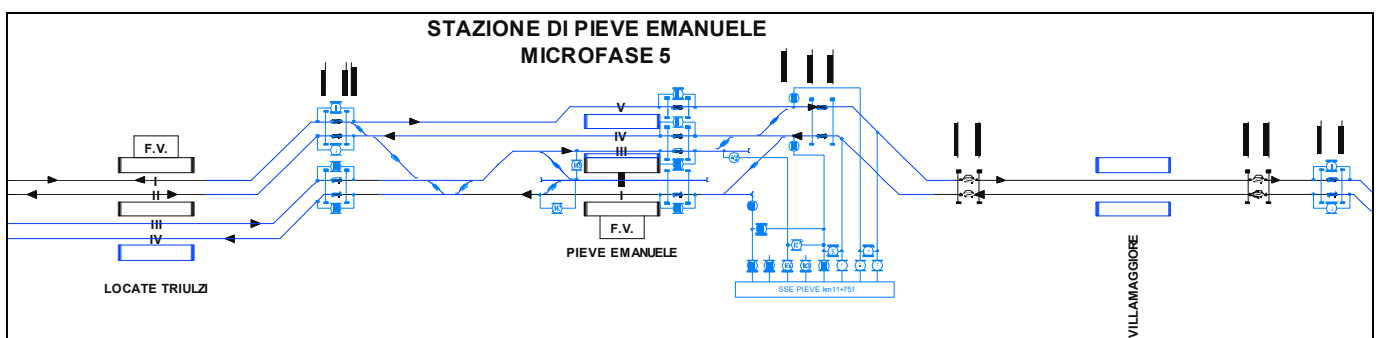
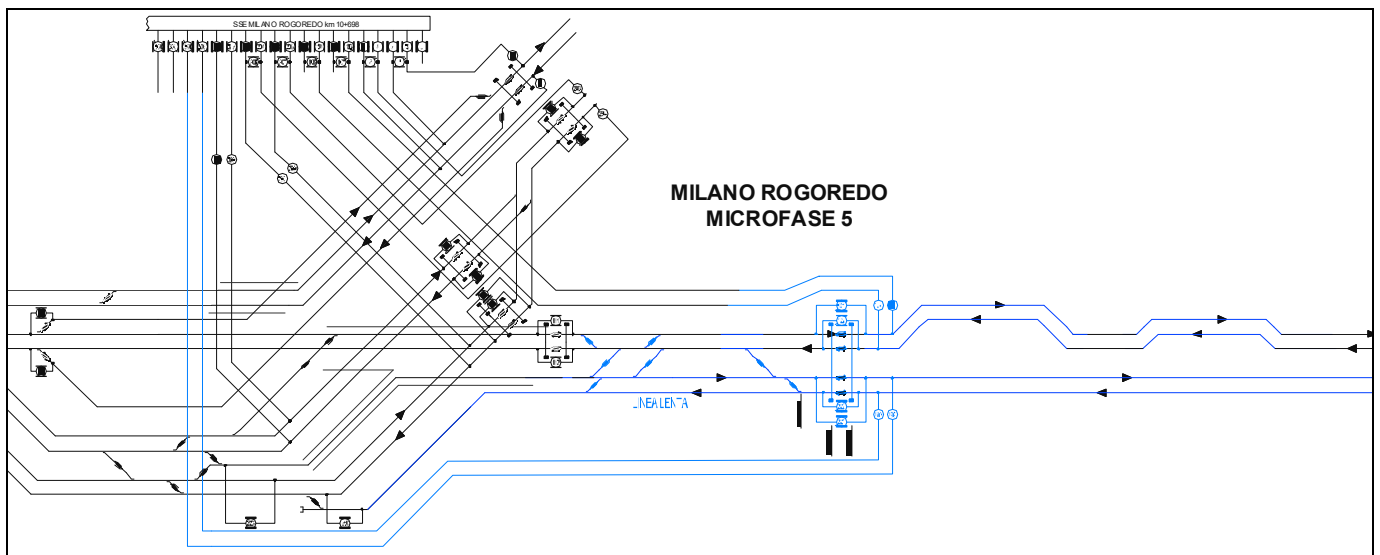
Di seguito verranno descritte le varie lavorazioni, suddivise per tratta e stazione, previste agli impianti di trazione elettrica.

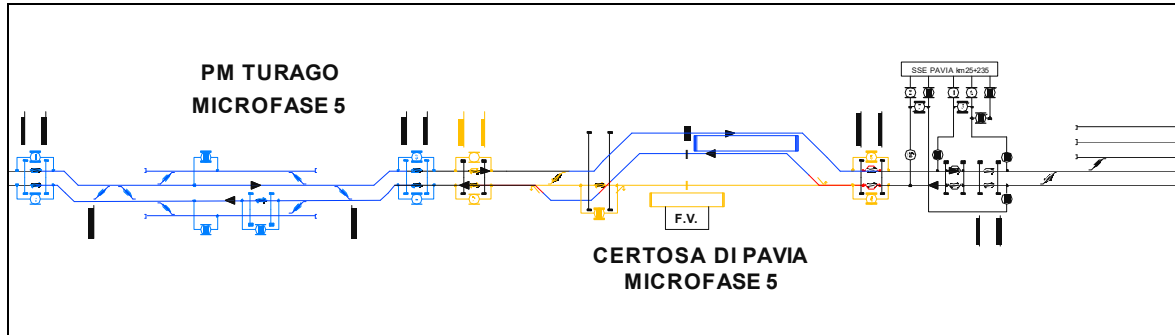
Stazione di Pieve Emanuele (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0400040):

- La stazione di Pieve Emanuele è in configurazione finale di FASE 1.

Stazione di Certosa di Pavia (vedi doc. NM0Z10D58P8LC0800061):

- Costruzione dei sostegni definitivi a servizio del costruendo binario pari definitivo;
- Tesatura delle condutture definitive sul pari pari;
- Demolizione della comunicazione pari/dispari lato Rogoredo e delle condutture a servizio del binario pari esistente in dismissione;
- Demolizione dei sostegni esistenti non più utilizzati;
- Alla fine della fase i sezionatori esistenti della stazione di Certosa di Pavia saranno demoliti, i TS verranno cavallottati, pertanto la stazione diventerà una fermata;





## 5. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

I pali di sostegno saranno a traliccio del tipo LSU (dis. RFI E 66013), flangiati alla base e fissati ai plinti di fondazione monolitici con l'impiego di opportuni tirafondi (dis. RFI E 64866) e pali LSU-S (dis. RFI E 65090) da impiegare con relativa carpenteria di aggrappamento ad opere civili (dis. E65098: Aggrappatura per sostegni tipo "LSU-S". Per garantire l'isolamento dei pali TE, fra la piastra di base e i tirafondi dovranno essere interposte boccole distanziali e rondelle isolanti.

I pali, con le relative fondazioni, saranno scelti in base alle tabelle d'impiego degli standard RFI. Per impieghi e configurazioni di carico, diversi da quelli delle suddette tabelle, sarà effettuato un dimensionamento "ad hoc" eseguendo le relative verifiche meccaniche.

La distanza dei sostegni dalla rotaia più vicina è prevista normalmente di 2,25m con un minimo di m 1,75 per condizioni particolari.

Si riportano di seguito le caratteristiche dell'impianto T.E. da realizzare.

### 5.1 Condutture di contatto

Le condutture saranno così costituite:

- LdC su nuovo binario di corsa di stazione/fermata/tratta: Conduttura di sezione complessiva pari a 540 mm<sup>2</sup> in rame ottenuta mediante l'impiego di due corde portanti da 120 mm<sup>2</sup>, regolate e tesate ciascuna al tiro di 1500 daN e due fili sagomati da 150 mm<sup>2</sup>, regolati e tesati ciascuno al tiro di 1875 daN;
- LdC su nuovo binario di precedenza di stazione e comunicazioni tra binari di corsa e tra binari di corsa e binari di precedenza: Conduttura di sezione complessiva pari a 270 mm<sup>2</sup> in rame ottenuta mediante l'impiego di una corda portante da 120 mm<sup>2</sup>, regolata e tesata al tiro di 1125 daN e un filo sagomato da 150 mm<sup>2</sup>, regolato e tesato al tiro di 1125 daN;
- LdC sui binari di corsa esistenti: Conduttura di sezione complessiva pari a 440 mm<sup>2</sup> in rame ottenuta mediante l'impiego di due corde portanti da 120 mm<sup>2</sup>, regolate e tesate ciascuna al tiro di 1125 daN e due fili sagomati da 100 mm<sup>2</sup>, regolati e tesati ciascuno al tiro di 1000 daN
- Linea da 220 mm<sup>2</sup>: una corda portante di rame da 120 mm<sup>2</sup> ormeggiata fissa al tiro di 819 daN (a 15°C) e un filo di contatto da 100 mm<sup>2</sup> regolato automaticamente al tiro di 750 daN.

Per la posa in opera e quindi la tesatura dei conduttori delle nuove linee di contatto si farà riferimento agli elaborati tipologici di RFI.

Le suddette condutture, in corrispondenza degli ormeggi su pali, dovranno essere integrate da dispositivi di ripresa dei conduttori.

La regolazione automatica del tiro dovrà essere ottenuta per mezzo di contrappesi e dispositivi a taglie con pulegge in linea e dispositivo di sicurezza, con rapporto di riduzione 1/5 o in caso di sostegni aggrappati od in altri casi particolari si utilizzeranno, come dispositivi di regolazione, i sistemi di tensionatura a molle elicoidali a compressione, secondo quanto indicato dalla nota RFI/TC.TE/009/343 del 28.05-2002.

La continuità elettrica e l'equipotenzialità tra i conduttori saranno realizzate come da disegno FS E 56000/11S.

La distanza corda-filo sarà normalmente:

- sotto sospensione tradizionale su mensola in acciaio di 1,40 m ;
- sotto sospensione OMNIA in alluminio di 1,25m.

## 5.2 Altezza dei fili di contatto e poligonazione

L'altezza nominale dei fili di contatto sul piano del ferro sarà mantenuta di regola come da Capitolato Tecnico T.E. - 2014: RFI DTC STS ENE SP IFS TE 210 A pari a 5.2m.

Al riguardo si evidenziano i seguenti punti critici:

- I raccordi fra tratti di linea di contatto posti a quota diversa, saranno realizzati in conformità a quanto previsto al punto 3.11 della norma TE 118.
- La poligonazione dei fili di contatto avrà il valore massimo di 20 cm in corrispondenza delle sospensioni.

## 5.3 Sostegni

Allo scoperto, in piena linea e nella stazione di progetto, dovranno essere utilizzati:

- sostegni a palo del tipo a traliccio della serie "LSU" e "LSU-S" flangiati alla base e conformi alla STF "RFI.DTC.STS.ENE.SP.IFS.TE.037" vigente;

I sostegni a palo in piena linea dovranno essere posizionati secondo le seguenti modalità:

- Linee a doppio binario: esternamente ai binari;
- Linee a semplice binario: sul lato a sinistra di chi percorre la linea nel senso legale di marcia dei treni.

I dettagli costruttivi relativi ai sostegni tipo "LSU" e "LSU-S", da impiegare in piena linea e in ambito stazione/fermata con fondazioni in piano ed in rilevato, sono definiti rispettivamente dagli elaborati tipologici di RFI "E66013" e RFI "E65090".

La tabella di impiego dei sostegni "LSU" e dei relativi blocchi di fondazione in piano ed in rilevato di piena linea e in stazione/fermata, è definita rispettivamente dagli elaborati di RFI "E64864" e "E65073".

Dove a causa delle interviste ridotte non sia possibile posizionare i sostegni tipo "LSU" è previsto l'impiego delle travi MEC.

Per sostenere le travi MEC devono essere impiegati sostegni tipo "LSU" o "Piloni di sostegno per travi Mec".

La scelta della tipologia del sostegno è determinata in funzione della lunghezza della trave MEC secondo lo schema di seguito elencato:

- Travi Mec tipo A e tipo B: Luci nette comprese tra 27m e 41m: Impiego di piloni per travi Mec;
- Travi Mec tipo C: Luci nette comprese tra 14m e 27m: Impiego di sostegni tipo "LSU".

In corrispondenza di travi Mec o portali di ormeggio per il montaggio delle sospensioni della LdC devono essere impiegati supporti penduli.

I portali di ormeggio sono costituiti da n. 2 piloni e da n. 1 trave di ormeggio e sono riconducibili in n. 3 tipologie di seguito elencate:

- Portali di ormeggio a un binario: luce netta tra i piloni pari a 6.40 m;
- Portali di ormeggio a due binari: luce netta tra i piloni pari a 10.30 m;
- Portali di ormeggio a luce variabile: luce netta tra i piloni variabile, compresa tra 10,80 m e 27,60 m;

I dettagli costruttivi sono indicati nel seguente elaborato:

- E65018: Portali di ormeggio.

I piloni di ormeggio sono di 2 tipologie, come di seguito elencate:

- Piloni di ormeggio alto: pilone H=9586 mm;
- Piloni di ormeggio basso: pilone H=8382 mm.;

e i dettagli costruttivi sono indicati nel seguente disegno:

- E65109: Travi di ormeggio a luce variabile per luci nette comprese tra 10.80m e 27,60m.

L'elaborato sopra citato riporta tutte le tipologie di travi di ormeggio a luce variabile unitamente a tutte le tipologie di composizione che è possibile realizzare. Nel presente progetto è previsto l'utilizzo dei suddetti portali di ormeggio fuori specifica (in particolare i portali di ormeggio a luce variabile sono utilizzati per l'ormeggio fino a 4 condutture regolate da 540mm<sup>2</sup>, pertanto nella fase progettuale successiva si dovranno prevedere apposite relazione di calcolo relative ai suddetti portali di ormeggio e ai rispettivi blocchi di fondazione).

La distanza dei sostegni (pali e portali) dalla rotaia più vicina (DR) normalmente non deve essere inferiore a 2,25 metri. Tale distanza è misurata sul piano del ferro tra la superficie esterna del sostegno dal lato del binario ed il bordo interno della rotaia più vicina.

Qualora, nelle stazioni/fermate, circostanze ed impedimenti locali rendano impossibile il raggiungimento di tale quota di rispetto, dovranno essere adottate le distanze minime riportate nella seguente tabella conforme alla "tabella 10" del capitolato tecnico TE Ed.2008, modificata con lettera RFI-DPR-IMA.TEVA0011\P\2010\0000119:

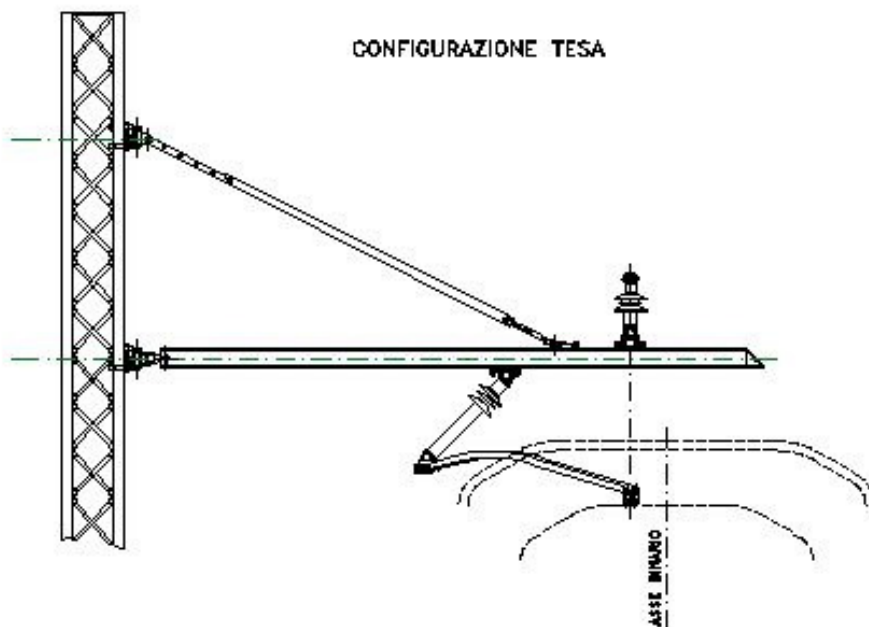
STAZIONE	TIPO DI BINARIO	Distanza Palo-Rotaia Minima (m)							
		RETTIFILO		ESTERNO CURVA R≥250 m		INTERNO CURVA R>1500 m		INTERNO CURVA R≤1500 m	
		A	B	A	B	A	B	A	B
RINNOVO O NUOVA COSTRUZIONE	Binari di corsa - di precedenza e di incrocio	2,00	2,05	2,00	2,05	2,00	2,05	2,00	2,05
	Binari secondari	1,75	1,80	1,75	1,80	1,75	1,80	1,75	1,80
ESISTENTE	Binari di corsa - di precedenza e di incrocio	1,70	1,75	1,70	1,75	1,70	1,75	2,00	2,05
	Binari secondari	1,65	1,70	1,65	1,70	1,65	1,70	1,65	1,70

Per le massime distanze tra sostegni successivi (campate) in funzione della geometria di tracciato ed in funzione delle poligonazioni si farà riferimento a quanto indicato nel capitolato tecnico TE.

#### 5.4 Sospensioni

Per il sostegno della LdC nei nuovi tratti di linea dovranno essere utilizzate sospensioni del tipo a “mensola orizzontale in alluminio”.

Il complesso di montaggio della sospensione a mensola orizzontale in alluminio per LdC 440 mm<sup>2</sup>, 540 mm<sup>2</sup> e 270 mm<sup>2</sup> è riportato dall’elaborato di RFI “E56000/1s : Sospensione di piena linea”.



La sospensione è costituita da una mensola orizzontale in alluminio sostenuta da un tirante inclinato : entrambi sono collegati al sostegno per mezzo di attacchi a cerniera che permettono la libera rotazione della sospensione sul piano orizzontale al fine di consentirne il movimento longitudinale dei conduttori regolati automaticamente.

Le funi sono sostenute dalla mensola per mezzo di un isolatore portante.

I tirantini di poligonazione sono collegati alla mensola tramite un braccio di poligonazione isolato.

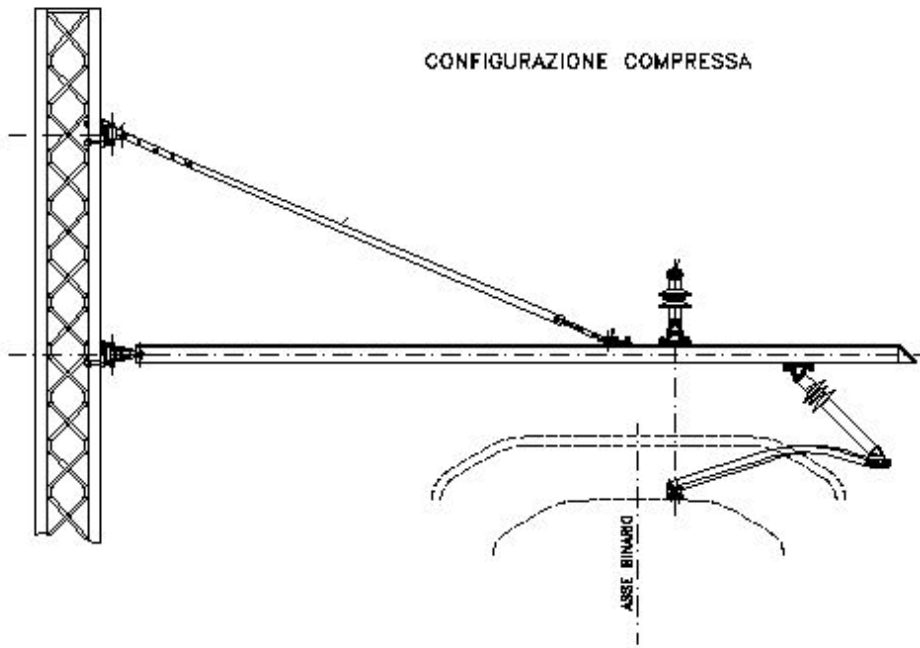
La mensola orizzontale ed il tirante palo-mensola di sostegno risultano non in tensione.

La sospensione normale realizza un ingombro della catenaria, inteso come distanza tra i fili di contatto e le corde portanti, pari a 1250 mm.

L'apertura della sospensione, intesa come distanza sul sostegno tra l'attacco della mensola orizzontale e l'attacco del tirante palo-mensola è di 1200 mm. Vi sono casi particolari ove tale valore può raggiungere 2000 mm a causa di valori atipici della distanza palo-rotai.



Ogni qualvolta non è rispettata la distanza nominale faccia sostegno-asse binario dovrà essere garantita un'inclinazione minima del tirante palo-mensola rispetto alla mensola orizzontale pari a 25°.



Sono elencate di seguito le quattro tipologie base di sospensioni:

- TIPO N: Sospensione normale per linea in rettilo e curve di raggio  $R > 500$  m;
- TIPO L: Sospensione normale per linea in curve di raggio  $250 < R < 500$  m;
- TIPO FS: Sospensione per linea di contatto fuori servizio nelle sovrapposizioni ;
- TIPO IR: Sospensione per linea di contatto ad ingombro ridotto.

Ciascun tipo di sospensione può avere due configurazioni di seguito elencate:

- T: Configurazione Tesa
- C: Configurazione Compressa

In funzione della tipologia (N, L, FS, IR), della configurazione (T o C) ed in base alle:

- condizioni imposte dalla linea (posizione delle corde portanti e dei fili di contatto rispetto al sostegno determinati dalla posizione del binario);
- condizioni di utilizzo della sospensione, derivanti dal piano di elettrificazione e dagli schemi tipologici (R.A. e T.S.) e dagli schemi di montaggio o tabelle mensole.

Si devono definire:

- La lunghezza ed il tipo di tirantino di poligonazione;

- La lunghezza della mensola (variabile con passo 500 mm);
- La lunghezza del tirante palo-mensola (variabile con passo 100 mm).

Come tabella di impiego delle sospensioni a mensola orizzontale in alluminio per LdC 440 mm<sup>2</sup> e 540 mm<sup>2</sup> si dovrà utilizzare l'elaborato di RFI "E70460: Tabella di impiego sospensione a mensola orizzontale in alluminio per LdC 440 mm<sup>2</sup> e 540 mm<sup>2</sup> a 3 kV cc".

La sospensione in alluminio è equipaggiata con morsetteria in lega di rame. Il collegamento della sospensione alle corde portanti deve essere effettuato mediante l'impiego di un morsetto in lega di rame (bronzo-alluminio) realizzati tramite fusione

Il collegamento della sospensione ai fili di contatto deve essere effettuato mediante l'impiego di morsetteria in lega di rame del tipo CuNi2Si realizzati tramite stampaggio. I dettagli costruttivi sono definiti dai seguenti elaborati:

- E70302: Morsetto portante per corde sez. 120 mm<sup>2</sup> diametro 14 mm;
- E64467: Morsetto per l'attacco del filo sagomato sezione 100 mm<sup>2</sup> e 150 mm<sup>2</sup> al tirantino di poligonazione.

Nei punti di allaccio alla linea esistente e nelle fasi provvisorie, attrezzata in genere da LdC da 440mm<sup>2</sup> è sostenuta da sospensioni a mensola orizzontale in acciaio, le sospensioni da utilizzare dovranno essere dello stesso tipo di quelle esistenti fino al sostegno che precede il primo o segue l'ultimo posto di regolazione automatica (RA) o tronco di sezionamento (TS) di progetto.

Tali sospensioni di tipo tradizionale con isolamento in composito, sono fissate a mensole orizzontali in acciaio ubicate su sostegni tipo LSU flangiati sia in stazione che in piena linea.

L'isolatore portante per linee di contatto a 3kV cc è rispondente al disegno E64447 e Specifica Tecnica di fornitura RFI DMA IMTE SP IFS 009A.

## 5.5 Blocchi di Fondazione

I blocchi di fondazione per sostegni TE (pali di tipo "LSU", piloni per travi MEC e portali di ormeggio) devono essere costituiti da conglomerato cementizio armato con impiego di calcestruzzo a "Prestazione Garantita" con classe minima di resistenza C30 (Rck > 30 N/mm<sup>2</sup>), con requisiti secondo norma UNI 9858/91 e tutti i dettagli costruttivi sono definiti dai seguenti elaborati:

- E64865: Blocchi di fondazione e relative armature per sostegni "LSU" di piena linea e stazione.
- E65020: Fondazioni per portali di ormeggio a 2 binari.
- E65042: Blocchi di fondazione per pilone di sostegno per travi Mec con luce da 27m a 41m

La tabella di impiego delle fondazioni per sostegni tipo "LSU" è riportata negli elaborati tipologici di RFI:

- E64864 nei casi di piena linea;
- E65073 nei casi di stazione/fermata.

La costruzione dei blocchi di fondazione dovrà essere effettuata nel rispetto di quanto prescritto dalla specifica di RFI "STC RFI DMA IM TE SP IFS 060".

Il montaggio dei sostegni "LSU" sulle relative fondazioni deve avvenire mediante l'impiego di n°4 tirafondi di ancoraggio di acciaio zincato ed equipaggiati con boccole e rosette isolanti definiti dall'elaborato

- E64866: Tirafondi per sostegni "LSU" di piena linea allo scoperto e stazione

(le boccole e rosette isolanti sono necessarie per un completo isolamento tra il sostegno tipo "LSU" ed i tirafondi annegati nel blocco di fondazione).

In presenza di B.A. o M.A.S. interferenti con i blocchi di fondazione dei pali TE (dimensionati come previsto nelle tabelle di impiego) dovranno essere, nella fase progettuale successiva, opportunamente risagomati e riverificati.

I blocchi di fondazione dei tiranti a terra dovranno essere costituiti da conglomerato cementizio armato con l'impiego di calcestruzzo a "Prestazione Garantita" con classe minima di resistenza C30 ( $R_{ck} > 30 \text{ N/mm}^2$ ), con requisiti secondo norma UNI 9858/91.

I dettagli costruttivi relativi ai blocchi di fondazione per i tiranti a terra ed alle relative piastre di base di piena linea sono definite dai seguenti elaborati:

- E64881: Blocchi di fondazione e relative armature per tiranti a terra tipo "TTA", "TTB" e "TTC";
- E64874: Tirafondi per piastre per tiranti a terra tipo TTA, TTB e TTC di piena linea allo scoperto e stazione;
- E64867: Piastre singole e doppie per tiranti a terra tipo TTA, TTB e TTC di piena linea allo scoperto e stazione.

La costruzione dei blocchi di fondazione dovrà essere effettuata nel rispetto di quanto prescritto dalla specifica "STC RFI DMA IM TE SP IFS 060".

Il montaggio delle "Piastre per tiranti a terra" deve avvenire mediante l'impiego di tirafondi di ancoraggio di acciaio zincato, opportunamente equipaggiati con boccole e rosette isolanti come previsto dall'elaborato "E64874".

La tabella d'impiego relativa ai tiranti a terra, unitamente all'elenco dei materiali che li compongono e allo schema di assemblaggio delle varie tipologie di tiranti a terra sono definite dall'elaborato di RFI:

- E64854: Schema di assemblaggio dei tiranti a terra per sostegni tipo LSU.

Tutta la carpenteria di fissaggio dei sostegni TE e dei TT, non inclusa nel catalogo materiali di RFI, dovrà essere di fornitura Appaltatore.

## 5.6 Posti di Regolazione Automatica e di Sezionamento

La tesatura automatica dei fili di contatto e delle corde portanti dovrà essere realizzata ogni 1400m circa, ormeggiando le estremità dei conduttori, opportunamente isolate, alle colonne dei contrappesi che attraverso adeguati cinematismi applicano un tiro costante ai conduttori.

I posti di sezionamento e di RA si svilupperanno in genere su tre campate.

Nei posti di regolazione automatica le due condutture dovranno essere distanziate di 200 mm e dovranno essere collegate con cavallotti di continuità in corda di rame flessibile.

Nei tronchi di sezionamento le due condutture dovranno essere distanziate di 400 mm ed isolate tra loro.

L'ormeggio dei conduttori in corrispondenza dei sostegni dovrà essere realizzato secondo quanto previsto nei seguenti elaborati:

- E56000/4s: Disposizione dell'ormeggio regolato e fisso delle condutture su pali LSU;
- E56000/8s: Disposizione dell'ormeggio regolato e fisso delle condutture su portali di ormeggio.

I dispositivi di tensionatura previsti sono del tipo con rapporto 1:5 conformi ai disegni:

- E70456 per ormeggi su palo;
- E70455 per ormeggi su portali

Per quanto concerne le contrappesature è da prevedere il tipo con segmento "quadrato" con altezza ridotta secondo elaborato di RFI "E64896: Segmento per contrappeso 290x290x42".

Inoltre per realizzare l'ormeggio dei conduttori è necessario interporre tra le estremità dei conduttori ed i cinematismi posti in prossimità del sostegno una serie di elementi isolanti, secondo quanto previsto dall'elaborato "E56000/3s: Terminazione fili/o-funi/e".

Nel montaggio dei posti di contrappesatura si dovrà aver cura che lo scorrimento delle colonne dei contrappesi ed il movimento delle taglie sia garantito per qualsiasi temperatura compresa tra  $-15^{\circ}\text{C}$  e  $+45^{\circ}\text{C}$ .

Come tabella di montaggio delle taglie in funzione della temperatura e della distanza dal punto fisso si farà riferimento agli elaborati:

- E70488: Tabella di posa in opera dei dispositivi di tensionatura su sostegno;
- E70489: Tabella di posa in opera dei dispositivi di tensionatura su portale di ormeggio.

La tesatura dei conduttori seguirà le indicazioni riportate sull'elaborato:

- E65070: Tabella di tesatura corda portante sezione 120 mm per montaggio con tiro frenato.

Le schematiche relative alle sovrapposizioni non isolate e isolate (Posti di RA e TS) dovranno essere corrispondenti a quelle riportate nei seguenti elaborati di RFI:

- E45450: Schemi tipologici di R.A. per LdC 440 mm<sup>2</sup> e 540 mm<sup>2</sup> rettilineo e curva di raggio  $R > 250$  m;
- E61502 e E61506: Schemi tipologici di T.S. per LdC 320 mm<sup>2</sup> e 440 mm<sup>2</sup>, con corda portante regolata e fissa, rettilineo e curva di raggio  $R > 250$  m.
- E64850: Schemi tipologici di R.A. per 440 mm<sup>2</sup> e 540 mm<sup>2</sup> rettilineo-curva  $R > 250$  m con sospensione in alluminio tipo OMNIA;

- E64851: Schemi tipologici di T.S. per 440 mm<sup>2</sup> e 540 mm<sup>2</sup> rettifilo-curva R>250m con sospensione in alluminio tipo OMNIA

Su tali elaborati sono riportati in modo dettagliato il numero e la lunghezza delle campate, le poligonazioni, le quote di montaggio e le quote di ormeggio dei conduttori, unitamente agli schemi di montaggio delle sospensioni.

Nelle sovrapposizioni non isolate e isolate (Posti di RA e TS) devono essere predisposti tutti i collegamenti elettrici secondo quanto previsto dall'elaborato:

- E56000/11s: Disposizione dei vari collegamenti elettrici in una tratta di regolazione automatica.

## 5.7 Punto Fisso

Per le condutture dei binari elettrificati con LdC con fune regolata, di lunghezza superiore a 700 metri, sono previsti Punti Fissi a metà della tratta di regolazione realizzati senza interruzione delle corde portanti, in conformità al disegno tipologico di R.F.I. n° E56000-2s rev. e con strallo in Kevlar.

Nel caso dei binari elettrificati con LdC con fune fissa, il punto fisso deve essere posizionato in una zona intermedia tra due posti di regolazione automatica, collegando opportunamente al centro della campata di punto fisso la corda e il filo tramite uno spezzone di corda di rame.

Nel caso di pezzature di lunghezza non superiore a 700m, le condutture saranno regolate solo ad un estremo, mentre l'altro estremo sarà ormeggiato senza regolazione del tiro, in modo da costituire un PF.

## 5.8 Circuito di Terra e di Protezione TE

Il circuito di terra e di protezione dovrà essere realizzato nel rispetto di quanto definito dalla Norma CEI EN 50122-1 e nel rispetto di quanto previsto di seguito per i vari impianti ed impieghi.

## 5.9 CdT di piena linea e di stazione

In corrispondenza di tutti i tratti di linea esistente nei quali occorrerà effettuare modifiche/integrazioni all'impianto TE, anche il circuito di messa a terra di protezione dovrà essere adeguato in modo da ripristinare la continuità e la funzionalità di quello esistente. L'intervento sarà però limitato alla ricucitura ed adeguamento per le sole zone di intervento.

Il circuito di terra e protezione di piena linea dovrà essere realizzato, partendo dal portale interno di stazione compreso, collegando tutti i sostegni di ciascun binario tra loro mediante n.2 corde in conduttore TACSR nudo di sezione 170 mm<sup>2</sup> opportunamente sezionato ogni 3000 m circa, mediante impiego di isolatori ad anello tipo "I624".

Ciascun nuovo sostegno deve essere collegato ad un proprio dispersore di terra e non alla rotaia. Le estremità del tratto di circuito di terra dovranno essere collegate al binario o alle connessioni induttive (in funzione del tipo di circuito di ritorno presente) tramite un limitatore di tensione per circuito di protezione TE (laddove presente a progetto).

Il collegamento pari/dispari centrale e quelli alle estremità dovranno essere effettuati tramite due corde di rame del diametro di 14 mm (19x2,8) sostenute dai sostegni TE o da sostegni appositi (laddove presente a progetto).

In tal modo si realizza un circuito chiuso collegato alle estremità, tramite limitatore di tensione per circuito di protezione TE, al circuito di ritorno alternativamente disposto sul binario pari e sul binario dispari.

Il limitatore di tensione da adottare è quello previsto dalla specifica tecnica RFI DMAIM TE SPIFS 001 B, considerando anche quanto indicato nella nota RFI DPR\A0011\P\2013\0003018 del 17.04.2013.

I collegamenti trasversali precedentemente descritti e il collegamento del limitatore di tensione, sia per quanto concerne la disposizione che per i materiali necessari, sono illustrati nell'elaborato RFI:

- E56000/12s: Circuito di Terra.

Le corde di acciaio-alluminio dovranno essere montate sul sostegno dalla parte opposta alla linea di contatto ed alle seguenti quote:

- n.1 corda TACSR a 200 mm al di sotto della quota del piano teorico di contatto;
- n.1 corda TACSR a 2200 mm al di sopra della quota del piano teorico di contatto.

Per quanto riguarda la disposizione e la costituzione degli ormeggi della corda TACSR, questi dovranno essere realizzati secondo quanto esposto nell'elaborato "E56000/12s: Circuito di terra".

Le corde TACSR dovranno essere tesate attenendosi a quanto definito dall'elaborato:

- E70597: Tabella di posa della corda TACSR utilizzata come fune di terra dei pali TE.

In presenza di blocco automatico il limitatore di tensione, posto alle estremità del tratto di CdT, dovrà essere collegato al binario attraverso il centro della più vicina connessione induttiva.

## 5.10 Circuito di Ritorno

Il circuito di ritorno (CdR) della corrente di trazione elettrica è costituito dalle rotaie del binario che hanno la funzione di assicurare la continuità del ritorno della corrente di trazione verso la sottostazione attraverso il dispositivo di armamento.

Il collegamento alle rotaie è di tipo meccanico e deve essere realizzato attraverso l'impiego dell'attacco alla rotaia approvato dalla Struttura competente di RFI ed in particolare in conformità alla nota RFI-DTC.STS\A0011\P\2015\0000091 del 09-03-2015.

## 5.11 Alimentazione

Il progetto prevede l'alimentazione dall'esistente SSE di Rogoredo, dalla nuova SSE di Pieve e dall'esistente SSE di Pavia (in Fase 1 non vi sono modifiche agli alimentatori).

Nell'esistente SSE di Rogoredo i conduttori per la costituzione delle linee di alimentazione partono dalle SSE e vanno ad alimentare le varie zone elettriche di stazione (per dettagli vedi il documento NM0Z10D58DXLC0000004A Schema elettrico di alimentazione TE Tratta Milano Rogoredo-Certosa di Pavia Generale – Finale) in particolare si avranno i seguenti nuovi alimentatori:

- 2 alimentatori dai sezionatori di SSE 503 e 504 esistenti alla linea di contatto di tratta sulla linea lenta (km ~3+000); nel primo tratto (tra SSE e fine cunicolo di servizio esistente) tali alimentatori sono in cavo 3x1x500mm<sup>2</sup> (Tipo FG7H1M2-12/20 KV- SCHERMO 120mm<sup>2</sup>) nel secondo tratto sono in aereo (di sezione 610mm<sup>2</sup>);
- Prolungamento degli alimentatori esistenti (di sezione 460mm<sup>2</sup>) dall'esistente TS di stazione km ~1+700 al nuovo TS km ~3+000;

Nella nuova SSE di Pieve i conduttori per la costituzione delle linee di alimentazione partono dalle SSE e vanno ad alimentare le varie zone elettriche di stazione (per dettagli vedi il documento NM0Z10D58DXLC0000004A Schema elettrico di alimentazione TE Tratta Milano Rogoredo-Certosa di pavia Generale – Finale) in particolare si avranno i seguenti nuovi alimentatori:

Le linee di alimentazione di tipo aereo sono posizionate su sostegni tipo “LSU” dedicati.

Le linee di alimentazione in cavo sono posate all'interno di nuovi cavidotti interrati (nella stazione di Rogoredo le nuove linee di alimentazione in cavo previste sono posate nel cunicolo di servizio esistente). Per le linee di alimentazione in cavo si dovranno installare (agli estremi) appositi scaricatori di tipo tradizionale.

Per motivi anti-infortunistici le condutture di alimentazione devono essere posate su una palificata dedicata realizzata con sostegni tipo “LSU” e deve essere indipendente da quella che sostiene le condutture di contatto. Sono previsti dei sezionatori manuale di fine alimentatore, nel caso in cui il piazzale di SSE non sia nelle vicinanze delle discese di alimentazione.

## 5.12 Sezionatori

I nuovi sezionatori sono del tipo unipolare a corna 3 kV c.c. e sono dotati di un basamento costituito da una carpenteria metallica telaio di profilati di acciaio che supporta l'equipaggio fisso e quello mobile secondo quanto previsto dal Capitolato Tecnico TE del 2014.

Il numero e la disposizione dei sezionatori TE è riportato sullo schema di alimentazione per i dettagli vedi l'elaborato di progetto “NM0Z10D58DXLC0000003A – “Schema elettrico di alimentazione TE Tratta Milano Rogoredo-Certosa di pavia Generale - Finale”.

Nei TS, i sezionatori a 3 kVcc dovranno essere collocati sui portali interni (POI) dei TS “estremi” mentre, nei TS “intermedi”, di regola dovranno essere ubicati sui primi portali intercettati dalle canalizzazioni proveniente dai rispettivi “Quadri comando e controllo”.

In caso di telecomando escluso, tutti i sezionatori suddetti (arrivo cavi MT, di linea ed intermedi) potranno essere comandati anche localmente, grazie ad appositi “Quadri comando e controllo” ubicati nei locali tecnologici degli impianti di appartenenza.

Pertanto per il comando e controllo dei sezionatori su indicati saranno predisposte nuove canalizzazioni dai sezionatori stessi e fino ai relativi quadri comando e controllo.

Tali canalizzazioni dovranno essere costituite da cunicoli in cls, di dimensioni interne di 100×100mm o 150×100 mm da posare con il coperchio a raso del piano campagna. Negli attraversamenti invece dovranno essere utilizzati tubi in PVC di diametro adeguato al numero dei cavi.

Detti cavi di comando e controllo dei sezionatori TE devono essere conformi alla seguente lettera RFI: RFI-DTC.ST.EVA0011\PI\2017\0000120 - “Indicazioni sull’impiego di cavi elettrici destinati a costruzioni negli impianti ferroviari REGOLAMENTO (UE) n. 305/2011”.

Gli schemi elettrici dei comandi dei sezionatori aerei a corno 3 kV con argani a motore dovranno essere realizzati secondo la Circolare F.S. RE/ST.IE -IE/1/97-605 del 1997 con oggetto la Motorizzazione e telecomando dei sezionatori sottocarico a 3 kV cc

### 5.13 Segnaletica TE

Per quanto riguarda la segnaletica TE essa sarà conforme alla RFI DMA LG IFS 008 B - 2008: Linea Guida per l’applicazione della segnaletica TE, la sua adozione non è prevista nelle stazioni che saranno solo parzialmente rinnovate (vedi: Rogoredo).

### 5.14 Telecomando

In relazione alla nuova configurazione schematica TE conseguente ai lavori in oggetto, si rende necessario operare modifiche al sistema di “Telecomando TE” esistente.

Gli interventi in questione sono da considerarsi come un ampliamento degli impianti di telecomando computerizzato che fanno capo al posto centrale di Milano (DOTE).

La realizzazione di tali interventi dovranno essere a cura di RFI, così come indicato nei dati e requisiti di base alla progettazione. Nello studio in oggetto restano di competenza tutte le operazioni e la fornitura in opera delle apparecchiature di interfaccia con il sistema di telecomando TE.

I nuovi impianti e le modifiche agli esistenti, dovranno essere realizzati nel rispetto della specifica tecnica RFI TC TE ST SSE DOTE1-2001 “Sistema per il telecontrollo degli impianti di trazione elettrica 3 kV” DEL 21/12/2001, senza provocare perturbazione o interruzione al funzionamento del Sistema di Telecomando.

Il nuovo impianto, oggetto dell’intervento in questione, che verrà considerato come nuovo posto satellite del sistema di Telecomando Computerizzato TE (DOTE) di Milano, è il seguente:

- SSE di Pieve;

Dovrà essere pertanto previsto l’inserimento dei nuovi posti satelliti e dei nuovi controlli dei posti satelliti già in servizio nell’esistente sistema di telecomando per tutte le funzioni che il sistema medesimo già svolge e che sono:

- SCADA;
- SMA (scambio moduli automatizzato);
- RG (ricerca guasti);
- RCE (registrazione cronologica di eventi).



## 6. CONCLUSIONI

Sono stati descritti nella relazione le azioni necessarie per la realizzazione della componente impiantistica della nuova infrastruttura, nonché evidenziati gli interventi di modifica agli impianti in esercizio, con riferimento al sottosistema Trazione Elettrica.

Il presente documento permette quindi di inquadrare qualitativamente gli interventi previsti e consente, attraverso la definizione delle caratteristiche degli impianti e delle apparecchiature, la valorizzazione delle opere a progetto.