

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J84E21002910001

S.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

ELETTRIFICAZIONE LINEA COMO – LECCO TRATTA ALBATE CAMERLATA – LECCO

LINEA DI CONTATTO

Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto – Lotto 1

SCALA:

-

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

L C 0 0 0 1 R 1 8 R G L C 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	A. Ferrara <i>A. Ferrara</i>	Luglio 2023	A. Sperduto <i>A. Sperduto</i>	Luglio 2023	V. A. Manitta	Luglio 2023	Guido Sodi Ing. Guido Sodi U.O. Tecnologie Ing. Guido Sodi Ordine Ingegneri Provincia di Milano n° 17812	

File: LC0001R18RGLC0000001A.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	5
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	6
3	RIFERIMENTI TECNICI DI BASE E NORMATIVI	7
3.1	DATI E REQUISITI DI BASE	7
3.2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	7
3.3	RIFERIMENTI ELABORATI DI PROGETTO.....	11
4	ABBREVIAZIONI	11
5	DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE	12
6	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	13
6.1	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI LINEA DI CONTATTO	15
6.2	ELETTRIFICAZIONE IN GALLERIA.....	16
7	CARATTERISTICHE TECNICHE DELL’IMPIANTO	18
7.1	CONDUTTURE DI CONTATTO	18
7.2	COMPONENTI DELLA LINEA DI CONTATTO RIGIDA.....	19
7.2.1	<i>Profilato</i>	19
7.2.2	<i>Piastre di giunzione</i>	20
7.2.3	<i>Sospensione a traversa isolata</i>	20
7.2.4	<i>Dispositivi di ancoraggio alla catenaria rigida</i>	21
7.2.5	<i>Connessione elettriche</i>	21
7.2.6	<i>Barra di transizione</i>	21
7.2.7	<i>Copertura (Carter)</i>	22
7.2.8	<i>Tratto intero di catenaria rigida (pezzatura)</i>	22
7.2.9	<i>Sovrapposizione non isolata</i>	22
7.2.10	<i>Sovrapposizione isolata (tronco di sezionamento)</i>	23
7.2.11	<i>Disposizione del punto fisso</i>	23
7.3	SOSTEGNI ALLO SCOPERTO IN PIENA LINEA E IN STAZIONE	24
7.4	SOSPENSIONI.....	25
7.5	POLIGONAZIONE	26
7.6	COLLEGAMENTI ELETTRICI E MECCANICI	27
7.7	BLOCCHI DI FONDAZIONE	27
7.8	FISSAGGIO DEI SUPPORTI PENDULI ALLA GALLERIA	29
7.9	AGGRAPPAMENTI ALLE OPERE MURARIE	29
7.10	PUNTO FISSO	30
7.11	CIRCUITO DI TERRA E DI PROTEZIONE TE.....	30
7.11.1	<i>CdT di piena linea e di stazione</i>	30



**ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA COMO – LECCO
TRATTA ALBATE CAMERLATA – LECCO**

Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto –
Lotto 1

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LC00	01	R 18 RG	LC 00 00 001	A	4 di 35

7.11.2 CdT di galleria	32
7.12 SEGNALETICA TE	32
7.13 SEZIONATORI E TELECOMANDO TE	33
8 COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA DEGLI IMPIANTI	34
9 CONCLUSIONI	35

1 PREMESSA

Il progetto dell'elettificazione della Linea Albate – Molteno – Lecco si configura come un progetto di investimenti di RFI per migliorare le prestazioni della linea esistente in termini di miglioramento della regolarità della circolazione ferroviaria e di potenziamento tecnologico, che consentirà la circolazione dei treni con locomotori elettrici alimentati a 3kV cc, nonché in termini di sostenibilità ambientale per l'eliminazione appunto della circolazione di locomotori diesel attualmente in servizio sulla linea.

La linea esistente è a binario unico, senza elettificazione, ed è percorsa da Treni Regionali Trenord sulle relazioni Como-Molteno e Como-Lecco e dai Treni suburbani S7 tra Molteno e Lecco.

L'esercizio della linea è con Dirigente Locale e la circolazione regolata con Blocco Conta Assi.

Il tratto tra Como San Giovanni e Albate Camerlata (5 km) risulta già elettificato a 3 kV c.c. ed è a doppio binario, l'intervento di elettificazione riguarda, dunque, il tratto tra Albate Camerlata e Lecco, di estesa pari a 37 km a semplice binario.

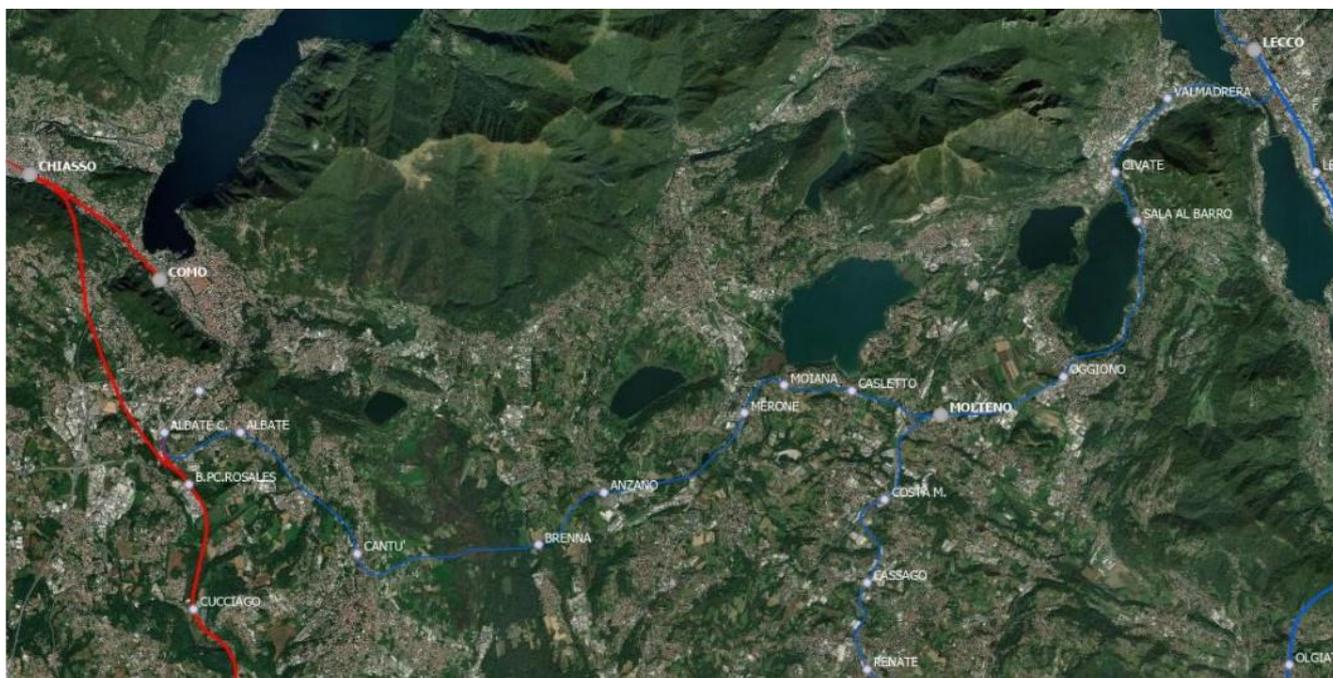


Figura 1 – Inquadramento territoriale

	ELETRIFICAZIONE DELLA LINEA COMO – LECCO TRATTA ALBATE CAMERLATA – LECCO					
Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto – Lotto 1	COMMESSA LC00	LOTTO 01	CODIFICA R 18 RG	DOCUMENTO LC 00 00 001	REV. A	FOGLIO 6 di 35

L'intervento è inserito nell'elenco degli interventi di cui all'Appendice 9 "Elenco opere inserite nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza - PNRR" del Contratto di Programma 2017 – 2021 parte Investimenti Aggiornamento 2020/2021. Lo sviluppo del progetto è orientato ad implementare ogni soluzione tecnica e ottimizzazione del Programma Lavori per riguardare l'attivazione al 2026.

Il Piano di Committenza prevede che il progetto sia caratterizzato da una prima fase comprendente l'elettrificazione della linea da Albate Camerlata a Molteno – Lotto 1. Questa Fase 1 di progetto tragherà l'attivazione al 2026 (PNRR) e sarà lo stato inerziale per il progetto della Fase 2, che vedrà l'elettrificazione della tratta da Molteno a Lecco – Lotto 2.

Di seguito si riporta lo schema funzionale di tutta la linea con indicate le località di servizio: Cantù, Merone, Molteno, Oggiono, Valmadrera e Lecco.

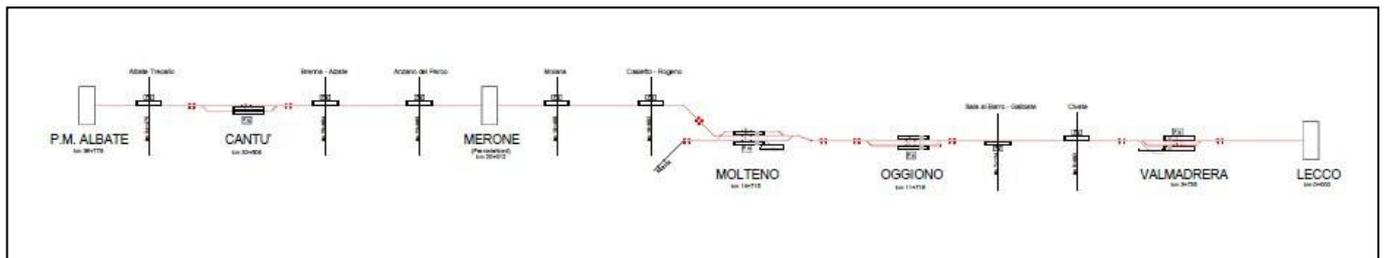


Figura 2 – Schematico di intervento

La sagoma di riferimento assunta per l'elettrificazione su tutta la linea è il PMO2, con inserimento dell'attrezzaggio della TE sia con la catenaria flessibile che con la catenaria rigida, in quanto nella tratta Albate-Merone le opere non verificate al transito del PMO2 restano non verificate anche rispetto al meno restrittivo PMO1. Ciò non rende praticabile l'ipotesi di una prima fase di attivazione dell'elettrificazione per la suddetta tratta, di intervenire solo su un numero limitato di opere, demandando ad una fase successiva gli interventi necessari a garantire il transito del PMO2 lungo tutta la linea.

Oggetto del presente intervento è il LOTTO 1: elettrificazione della tratta Albate Camerlata – Molteno.

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente Relazione Tecnica ha lo scopo di definire i requisiti generali, i criteri e gli standard adottati degli impianti di Linea di Contatto del tratto di linea ferroviaria suddetto. Tali requisiti costituiranno la base di riferimento per la stesura del successivo progetto definitivo, evidenziando:

- Le soluzioni architettoniche previste;
- I sottosistemi/componenti principali costituenti il sistema;
- Le funzioni ad essi demandate.

3 RIFERIMENTI TECNICI DI BASE E NORMATIVI

Il progetto, di cui il presente elaborato costituisce parte integrante, si riferisce ad impianti che rientrano negli attuali standard RFI.

3.1 DATI E REQUISITI DI BASE

Per il presente documento sono stati presi a riferimento gli elaborati di progetto prodotti dalle altre specialistiche, e in particolare:

- Plano-Profili, Planimetrie, sezioni e fasi costruttive di tracciato e Opere civili;
- Profilo schematico IS di progetto.

3.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Nell'esposizione della presente relazione si farà implicito riferimento sia alle Norme tecniche che alle Leggi vigenti, nella loro edizione più recente.

Le caratteristiche generali d'impianto e le scelte tecniche che sono alla base della progettazione degli impianti di TE/LC, esplicitate in questa relazione, discendono da un'attenta e responsabile applicazione delle istruzioni tecniche RFI e relativi standard impiantistici, nonché delle normative tecniche specifiche vigenti, laddove applicabili.

A scopo indicativo e non esaustivo vengono qui di seguito elencate le principali fonti normative e gli standard RFI a cui è stato fatto riferimento:

- **RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A** "Istruzione per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kV cc".
- **Circolare F.S. RE/ST.IE/1/97-605 Ed.1997** - "Motorizzazione e telecomando dei sezionatori sotto carico a 3 kV cc".
- **Circolare IE/11/98.605 del 30.04.1998** – "Miglioramento delle condizioni di sicurezza nei lavori

alle linee di contatto”.

- **RFI-DTC.ST.EVA0011\PI\2017\0000108 del 05/06/2017:** Modifica della circolare RE/ST.IE - IE/11/98-605.
- **Nota: RFI-DPR\A0011\PI\2013\0001466 del 18/02/2013** - “Emissione della specifica tecnica di fornitura per la realizzazione in cavo isolato del circuito di ritorno e del circuito di protezione e messa a terra degli impianti TE, con disposizioni per l’implementazione dei conduttori innovativi”.
- **Nota: RFI-DPR\A0011\PI\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 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.
- **RFI DMA LG IFS 8 B, Ed. 09/2008** - “Segnaletica per linee di Trazione Elettrica”.
- **RFI DTC ST E SP IFS TE 032 A - 2021:** Cartelli, targhe e bandierine per impianti di Trazione Elettrica a 3 kV c.c.
- **LETTERA RFI PROT. RFI-DTC.ST.EVA0011\PI\2021\0000056 del 06/12/2021:** Specifica tecnica di fornitura di cartelli, targhe e bandierine per linea di contatto 3 kVcc - Elenco Cat./Progr. Materiale per segnaletica TE, RFI DTC ST E SP IFS TE 032 A - 2021e Disegni.
- **RFI DPR IM TE SP IFS 033 A** – “Linee guida per la redazione degli elaborati progettuali TE 3kV”.
- **RFI DTC STS ENE SP IFS TE 210 A - Capitolato Tecnico TE Ed. 2014.** - “Capitolato tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione” completo di elenco disegni, allegato E 70598 e disegni in esso richiamati.
- **RFI DTC ST E SP IFS TE 150 A** “Sistema per il sezionamento della linea di contatto e messa a terra di sicurezza per gallerie ferroviarie”.
- **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.
- **RFI DPRIM STF IFS TE 146 – 2012:** “Dispositivo motorizzato bipolare di cortocircuito per il sistema di trazione a 3 kVcc”.
- **Istruzione Tecnica TC.T/TC.C/ES.I-18-605 del 12/10/92** – “Applicazione di connessioni elettriche alle rotaie e agli apparecchi del binario”.
- **RFI-DTC STS ENE SP IFS TE 040A - 2015:** Fili sagomati in rame-argento e rame-magnesio per le linee aeree di contatto.
- **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.
- **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 1300/2014/UE Specifiche Tecniche di Interoperabilità** per l’accessibilità del sistema ferroviario dell’Unione europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta del 18/11/2014, modificato con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019.
- **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, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2018/868 del 13 giugno 2018 e dal successivo Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.
- **Decreto Ministeriale 236/89 del 14 giugno 1989** - “Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l’accessibilità, l’adattabilità e la visibilità’ degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell’eliminazione delle barriere architettoniche”.
- **Norme Tecniche per le Costruzioni, DM del 17/01/2018.**

- **REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011 del 9 marzo 2011** – “condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio”.
- **RFI DTC ST E SP IFS TE 147 A – 2018:** “Cavi elettrici unipolari in rame per l'alimentazione delle linee di trazione a 3 kVcc con classificazione di reazione al fuoco ai sensi del Regolamento UE 305/2011.
- **RFI DTC ST E SP IFS LF 650 A – 2020:** “Istruzione tecnica per la fornitura e l'impiego dei cavi negli impianti ferroviari del settore energia.
- **Norma CEI EN50119 (9.2):** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Impianti fissi – Linee aeree di contatto per la trazione elettrica”.
- **Norma CEI EN 50122/1:** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno - Parte 1: Provvedimenti di protezione contro lo shock elettrico.
- **Norma CEI EN 50122/2:** 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.
- **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/009/428 del 25/05/2000);
- **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).
- **Specifica Tecnica RFI-DTC-ST-E-SP-IFS-TE-060-C Ed. 2020** - “Costruzione blocchi di fondazione con pilastrino per pali TE flangiati e piastre TT”.
- **RFI DTC STS ENE SP IFS TE 037 A** - Sostegni flangiati tipo LSU e sostegni tipo LSU-S per aggrappature.
- **RFI DTC STS ENE SP IFS TE 047 B** - Tirafondi per sostegni flangiati e per le piastre per TT delle LC aeree.

- **RFI DTC ST E SP IFS TE 097 A** Catenaria rigida fissa per installazioni in gallerie a 3 kVcc.

Per tutto quanto non esplicitamente indicato, dovranno in ogni caso essere sempre adottate tutte le indicazioni normative, di legge e tutti gli standard atti a garantire la realizzazione del sistema a regola d'arte e nel rispetto della sicurezza.

3.3 RIFERIMENTI ELABORATI DI PROGETTO

1. LC0001R18RGTE0000001 – Relazione di sintesi degli impianti di Trazione Elettrica – LOTTO 1.
2. LC0001R18DXLC0000001 – Schema elettrico di alimentazione TE – FINALE DI PROGETTO – LOTTO 1.
3. LC0001R18WBLC0000001 – Sezioni tipologiche TE in galleria con catenaria rigida – LOTTO 1.
4. LC0001R18WBLC0000002 – Sezioni tipologiche TE allo scoperto con catenaria flessibile – LOTTO 1.
5. LC0001R18WBLC0000003 – Sezioni tipologiche TE allo scoperto con catenaria rigida – LOTTO 1.

4 ABBREVIAZIONI

Ai fini della presente Relazione Tecnica, valgono le seguenti abbreviazioni:

RFI	Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.
STF	Specifica Tecnica di Fornitura
TE	Trazione Elettrica
LdC	Linea di Contatto
C.P.R.	Corda Portante Regolata
C.P.F.	Corda Portante Regolata
LS	Linea Storica
LSU	Palo tralicciato flangiato alla base tipo LSU
CdT	Circuito di Terra di protezione
CI	Connessione Induttiva

CR	Catenaria rigida
PES	Programma di Esercizio
PRG	Piano Regolatore Generale
PdE	Piano di Elettrificazione
SCC	Sistema di Comando e Controllo
SSE	Sottostazione Elettrica di Conversione
CdR:	Circuito di Ritorno TE
DM	Dirigente Movimento
TS:	Tronco di Sezionamento
RA	Posto di Regolazione Automatica delle condutture di contatto
PF	Punto Fisso
PM	Posto Movimento
TT	Tirante a Terra
POI	Portale di Ormezzio Interno
POE	Portale di Ormezzio Esterno
P.C.	Posto di Comunicazione
P.M.	Posto di Movimento

5 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

Nell'ambito dei lavori di adeguamento infrastrutturale e miglioramento della regolarità della circolazione ferroviaria della Linea Como – Lecco sono previsti interventi sulla linea a semplice binario della tratta Albate – Molteno – Lecco, in particolare l'elettrificazione della tratta esistente, attualmente esercita con mezzi a trazione Diesel, che consentirà di ottenere un miglioramento anche in termini di sostenibilità ambientale.

Nel dettaglio, gli interventi del LOTTO 1 riguardano la linea compresa fra le stazioni di Albate Camerlata e Molteno e coinvolgono tutte le stazioni intermedie (2 stazioni e 5 fermate), come di seguito elencate:

STAZIONI LOTTO 1	PROG. ASSE F.V. (km)
ALBATE CAMERLATA	36+778
CANTU'	30+739
MERONE	20+013
MOLTENO	14+715

FERMATE LOTTO 1	PROG. ASSE F.V. (km)
ALBATE TRECALLO	34+475
BRENNA ALZATE	25+964
ANZANO DEL PARCO	23+865
MOIANA	18+489
CASLETTO DI ROGENO	16+902

6 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

L'intero tracciato, lungo circa 37 km (dalla progressiva asse F.V. Lecco km 0+000 alla progressiva asse F.V. Albate Camerlata km 36+778) è interessato dalla presenza di gallerie e opere d'arti esistenti con sagoma di dimensioni piuttosto ridotte, pertanto l'elettificazione sarà progettata con riferimento al gabarit G1 che prevede quota normale del piano di contatto di 5,00m dal piano ferro, con abbassamenti massimi consentiti fino a 4,80m. Per evitare costose opere civili di adeguamento della sagoma, nelle suddette gallerie e opere l'elettificazione avverrà con il sistema a "catenaria rigida".

Di seguito la sintesi degli interventi previsti nel progetto per il LOTTO 1:

- posa della linea di contatto con relativa infrastruttura per circa 22 km tra le stazioni di Albate Camerlata e Molteno;
- realizzazione di una nuova SSE in località Molteno;
- adeguamento della SSE di Albate;

- realizzazione di n.1 cabina TE RFI/FN a Merone;
- interventi di adeguamento delle opere civili: per risolvere le interferenze con le opere è previsto l'abbassamento del piano del ferro e, ove necessario, l'adeguamento di viabilità esistenti;
- interventi per il telecomando del sistema di trazione elettrica compreso l'adeguamento del Posto Centrale.

La Linea di Contatto sarà costituita da una catenaria a 440mmq di sezione a fune regolata.

La sagoma di riferimento scelta per l'elettrificazione è PMO2, poiché le opere presenti nella tratta non verificate al transito del PMO2 restano non verificate anche rispetto al meno restrittivo PMO1, con inserimento dell'attrezzaggio della TE sia con la catenaria flessibile che con la catenaria rigida: l'altezza minima del Piano di Contatto sarà di 4.80m. L'attrezzaggio è stato previsto considerando le sagome nella condizione di rettilineo e di curva con raggio R=300m e sopraelevazione più critica di 160mm.

Per cercare di ridurre al minimo gli interventi nelle gallerie, si è scelto di elettrificarle unicamente con la catenaria rigida, è stata quindi ricavata la sezione in galleria con CR.

Nei tratti all'esterno, invece, l'elettrificazione prevista è essenzialmente con catenaria flessibile, tranne che in presenza di opere civili (cavalcaferrovia, passerelle pedonali ecc...) particolarmente basse, dove sarà utilizzata la catenaria rigida, per evitare interventi molto invasivi di abbassamento binario oppure per evitare demolizione e ricostruzione dell'opera, soprattutto se sottoposta a vincoli paesaggistici/culturali.

Come da input progettuale concordato con la Committenza, il progetto prevede l'impiego delle sospensioni a mensola orizzontale tubolare in acciaio. La scelta è funzione dei costi sostenibili dell'elettrificazione anche in relazione all'importanza della linea oggetto dell'intervento, non essendo una linea con traffico intenso, oltre che per la rapidità di montaggio e per la facile manutenibilità. In accordo con la referenza, nella successiva fase di progettazione potrà essere valutata la possibilità di impiego di sospensioni a mensola orizzontale in alluminio in luogo delle sospensioni a mensola orizzontale tubolare in acciaio.

Oltre alle opere di elettrificazione propriamente dette, cioè quelle relative alla Linea di Contatto (LdC), il progetto prevede anche la realizzazione del sistema di alimentazione 3kVcc, composto da:

- n°1 nuova Sottostazione Elettrica di Conversione con relativa alimentazione in MT a Molteno;

- n°1 nuova Cabina TE a Merone costituita da una doppia Cabina TE di interfaccia RFI-FN con una cella misure fiscali;
- adeguamento della sottostazione esistente di Albate.

Tali aspetti verranno trattati separatamente in appositi documenti di progetto.

Le lavorazioni oggetto del presente documento riguarderanno l'elettrificazione completa del binario di piena linea e dei binari di corsa e secondari delle Stazioni, ad eccezione di quella delle stazioni di Albate già elettrificata e della stazione di Merone, anch'essa attualmente già elettrificata e di proprietà delle Ferrovie Nord.

Tenendo conto dell'estensione del tratto da elettrificare, dell'epoca di realizzazione della linea e dell'orografia del territorio, in successive fasi di progettazione potrebbero evidenziarsi esigenze puntuali di tratti di linea in cui potrà rendersi necessario ricorrere alla deroga per DR ridotta fino a 1.75m per il posizionamento dei sostegni TE, dato lo stretto affiancamento della linea ferroviaria con impedimenti oggettivi, al fine di non ricorrere a varianti di tracciato e/o impossibilità di interventi su opere d'arte esistenti. In tal caso, dovrà essere richiesta apposita autorizzazione struttura competente DT-RFI, oltre che adottare tutti i provvedimenti necessari per la sicurezza del personale di manutenzione.

6.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI LINEA DI CONTATTO

Il progetto della linea di contatto prevede l'elettrificazione dell'intera tratta con catenaria a corda portante regolata sui binari di corsa. Ne consegue che la tratta in oggetto sarà elettrificata a 3kV c.c. con condutture di sezione complessiva pari a:

- 440 mm² con Corda Portante Regolata sui binari di corsa.
- 220 mm² con Corda Portante Fissa sui binari secondari e sulle comunicazioni.

Per la catenaria a 440 mm² CPR saranno utilizzate sospensioni del tipo a mensola orizzontale in acciaio, mentre si farà riferimento ai disegni tipologici E61502 per il Posto di Sezionamento e E45450 per il Posto di Regolazione Automatica.

Su tutta la tratta è stato garantito il rispetto del PMO2, utilizzando ove necessario la catenaria rigida: sotto sospensione, di norma e quanto possibile, la quota del piano teorico di contatto rispetto alla quota

del piano del ferro è prevista pari a 5,00 m. In ogni caso la quota minima del piano di contatto non scenderà sotto il valore di 4,80 m.

Nel documento di riferimento [1] sono chiaramente evidenziati i tratti in cui è necessario la posa della catenaria rigida.

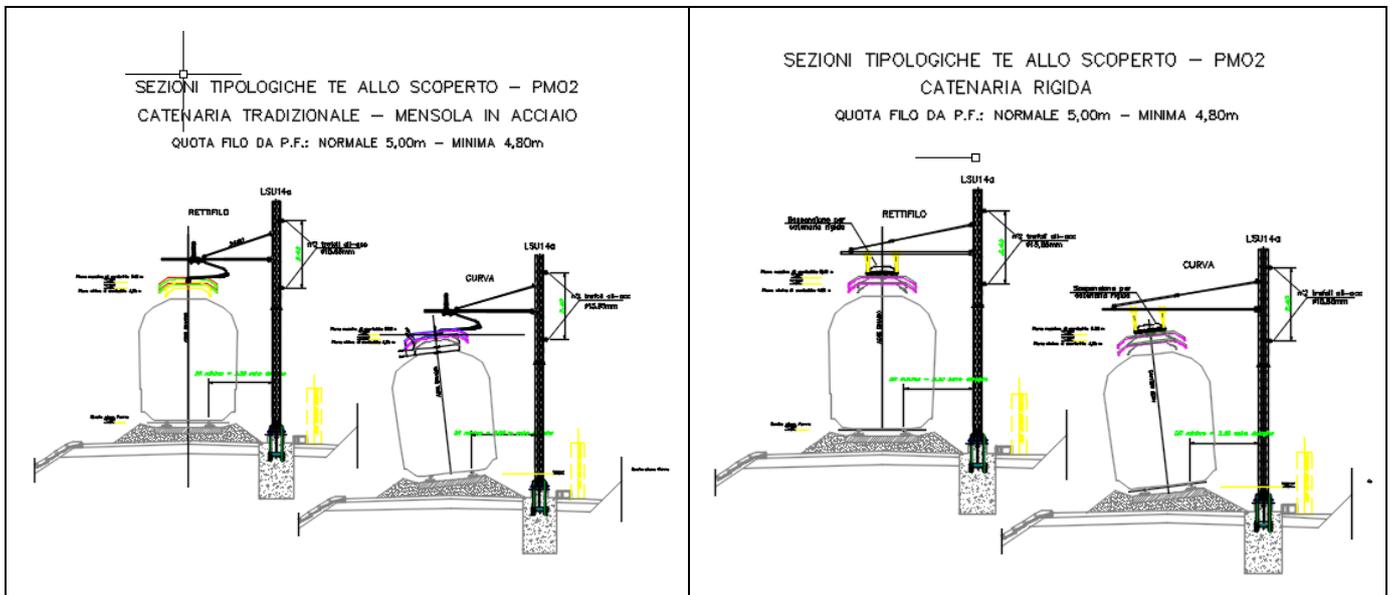


Figura 3 – Sezione tipologica allo scoperto

Catenaria Flessibile

Figura 4 – Sezione tipologica allo scoperto

Catenaria Rigida

Nella successiva fase di progettazione, quando saranno redatti i piani di elettrificazione di ciascun impianto/tratta, sarà valutata la possibilità di posa di eventuali strutture TE fuori standard per le quali sarà necessario richiedere l'autorizzazione alla posa alla struttura competente di RFI. Le strutture fuori standard dovranno essere verificate con apposite relazioni di calcolo e verificare le normative vigenti.

6.2 ELETRIFICAZIONE IN GALLERIA

In tutte le gallerie del Lotto 1, la tipologia di elettrificazione sarà prevista solo con catenaria rigida, come da tabella seguente:

n.	Galleria	pk inizio	pk fine	Lungh [m]	CATENARIA
1	TRECALLO	33+998	33+635	363	RIGIDA
2	MONTECASTELLO	32+193	31+489	704	RIGIDA
3	MONTRESSORE	30+329	29+806	434	RIGIDA
4	COLLE DEL TERRÒ	27+029	26+480	549	RIGIDA
5	COLLE DEL FABBRICA	24+276	24+887	611	RIGIDA

A parte la la galleria di Trecallo dove non sono previste modifiche, in generale gli interventi di opere civili di adeguamento delle gallerie previsti sono opere di modifica del tracciato, modifica di tracciato con rifacimento/realizzazione dell'arco rovescio e di snicchiatura al fine di garantire il transito della sagoma del pantografo, oltre che protezione della TE dalle percolazioni di acqua.

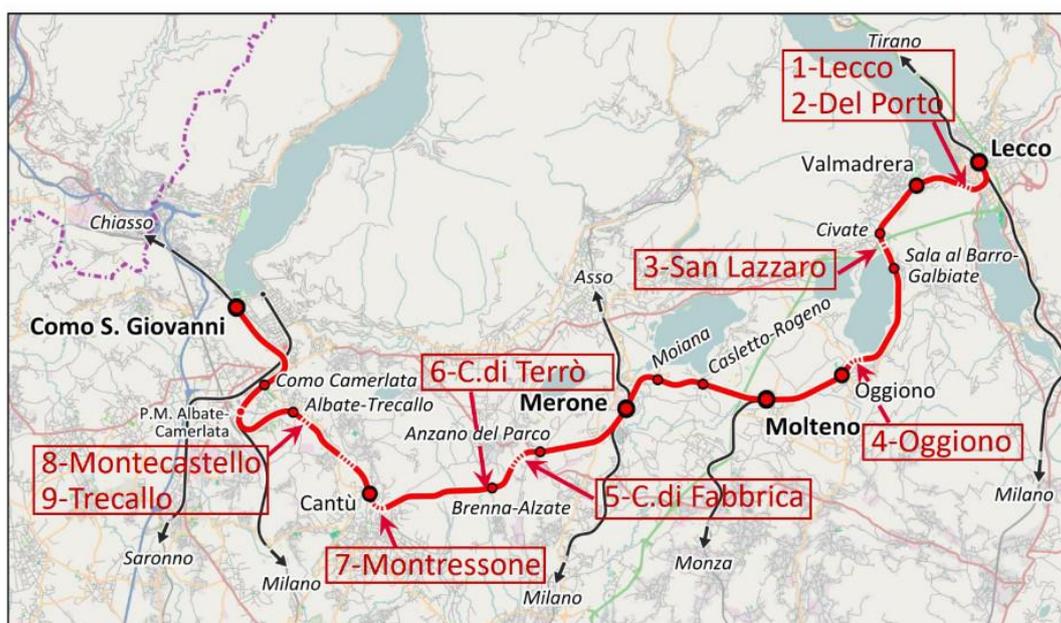


Figura 5 – Inquadramento gallerie

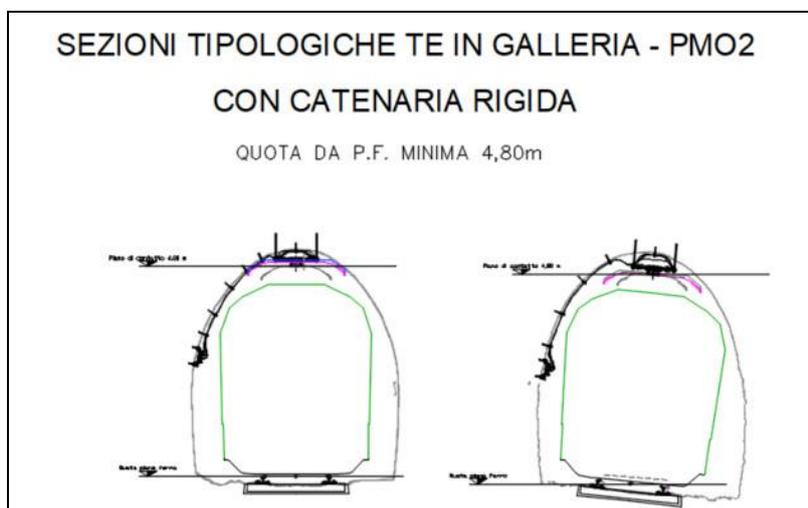


Figura 6 – Sezione tipologica in galleria – Catenaria Rigida

7 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO

Le caratteristiche della Linea aerea di Contatto e di Alimentazione degli impianti T.E. allo scoperto e in galleria saranno rispondenti agli attuali standard R.F.I. previsti per impianti simili e uniformate a quelle già poste in essere per quasi tutti gli interventi previsti

7.1 CONDUTTURE DI CONTATTO

L'impianto di elettrificazione dovrà essere costituito da LdC del tipo "a catenaria", con sospensione longitudinale; di seguito sono elencate le caratteristiche principali:

- **LdC su binari di corsa di stazione allo scoperto e in galleria:** Conduttura di sezione complessiva pari a 440 mm² in rame, ottenuta mediante l'impiego di due corde portanti da 120 mm², regolate e tesate ciascuna al tiro di 1125daN e due fili sagomati da 100 mm², regolati e tesati ciascuno al tiro di 1000daN.
- **LdC su binari di precedenza di stazione e comunicazioni tra bin. di corsa e tra bin. di corsa e bin. di precedenza (nuovi ed esistenti):** Conduttura di sezione complessiva pari a 220 mm² in rame ottenuta mediante l'impiego di una corda portante da 120 mm², tesata al tiro di 819daN (a 15°C) e un filo sagomato da 100 mm², regolato e tesato al tiro di 750daN.

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

- **E65070**: Tabella di tesatura corda portante sezione 120 mm² per montaggio con tiro frenato;
- **E70488**: Tabella di posa in opera dei dispositivi di tensionatura a pulegge su sostegno "LSU";
- **E70489**: Tabella di posa in opera dei dispositivi di tensionatura a pulegge su portali di ormeggio.

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.

7.2 COMPONENTI DELLA LINEA DI CONTATTO RIGIDA

Le caratteristiche dell'impianto di elettrificazione con catenaria rigida sono di seguito descritte.

7.2.1 Profilato

Le barre di profilato in lega di alluminio, che formano la linea di contatto rigida, sono della lunghezza normale di circa 11.9 m, della sezione di 2200 mm² (circa 1150 mm² equivalenti di rame rapportando le resistività), predisposte, su ciascuna delle due estremità, dei fori necessari per l'applicazione delle piastre di giunzione.

Sulla parte inferiore del profilato viene inserito, in apposita predisposizione il filo sagomato in rame della sezione di 100mm² per il contatto di captazione della corrente di trazione.

La sagomatura superiore del profilato ed un apposito attacco, applicato sulla parte superiore del profilato, dovrà consentire il collegamento del profilato stesso alla sospensione, che potrà essere di forma e tipo diverso in relazione alla sezione dell'opera civile.

La barra dovrà essere sostenuta tramite isolatori a 3 kV e bracci di sospensione posti alla distanza di 12m. La poligonazione necessaria dovrà essere consentita mediante lo spostamento dell'attacco sospensione-profilato.

Per consentire la fuoriuscita dell'acqua che si accumula a seguito di condensa all'interno di ogni eventuale profilo scatolare che compone la linea di contatto rigida, sulla parte inferiore dei profilati stessi dovranno essere previsti adeguati fori laterali di drenaggio.

7.2.2 Piastre di giunzione

La coppia di piastre di giunzione ha la funzione di garantire la continuità meccanica ed elettrica del sistema catenaria rigida. Ciascuna piastra deve essere realizzata tramite un piatto della stessa lega di alluminio impiegata per il profilato e dotata di N.8 fori passanti filettati per l'accoppiamento tramite viti, rondelle piane e rosette elastiche realizzate in acciaio inossidabile. Le piastre vengono posizionate internamente alle barre, pertanto devono essere opportunamente sagomate in modo da accoppiarsi perfettamente con i profilati. Per i dettagli delle piastre di giunzione si rimanda al disegno di riferimento RFI E70097.

7.2.3 Sospensione a traversa isolata

La tipologia di sospensione da utilizzare deve essere quella a traversa isolata, composta dai seguenti elementi:

- N.1 tondo pieno/tubo centrale;
- N.2 isolatori;
- N.2 tondi pieni/tubi laterali dotati all'estremità libera di risalto anti-scorrimento;
- N.2 attacchi alle grappe, ciascuno realizzato tramite N.2 semicollari collegati tra di loro mediante bulloneria in acciaio inossidabile munita di rondelle piane e di dadi autobloccanti (tali attacchi devono essere opportunamente dimensionati in funzione del diametro delle grappe);
- N.1 morsetto di sospensione collegato alla traversa isolata mediante N.2 collari filettati piatti in acciaio inossidabile, ciascuno munito di rondella piana e di dado autobloccante, anch'essi in acciaio inossidabile; tale morsetto deve essere dotato al suo interno di una guida scorrevole in materiale metallico a basso coefficiente di attrito che consente il moto relativo tra profilato e morsetto stesso.

7.2.4 Dispositivi di ancoraggio alla catenaria rigida

I dispositivi di ancoraggio alla catenaria rigida dei tiranti di ormeggio e degli stralli di punto fisso devono essere realizzati tramite flange in lega di alluminio o acciaio zincato, ancorate alla parte superiore dei profilati mediante bulloneria/barre filettate in acciaio inossidabile munita di rondelle piane e di dadi autobloccanti.

7.2.5 Connessione elettriche

Le connessioni elettriche devono essere realizzate tramite corde in rame da 85 mm² con terminali a pressare chiusi (ad occhio) in rame con stagnatura superficiale.

7.2.6 Barra di transizione

I sistemi di elettrificazione “catenaria tradizionale” e “catenaria rigida” hanno un valore molto diverso di elasticità. Per consentire un passaggio regolare del pantografo tra le due diverse tipologie di elettrificazione occorre prevedere una barra di transizione a flessibilità variabile, con valori prossimi alla catenaria tradizionale da un estremo ed a quella rigida all’altro. La barra di transizione, posta all’imbocco della galleria, è costituita da un segmento di profilato della lunghezza di 5.95 m sulla quale, per graduare la flessibilità, è stata realizzata una serie di fresature.

Nel tratto di confine la fune portante della catenaria tradizionale viene ormeggiata, mentre il filo di contatto prosegue nella barra di transizione per poi continuare nel profilato di alluminio costituente la catenaria rigida.

La continuità elettrica, fune portante-catenaria rigida, viene assicurata mediante apposito morsetto applicato all’estremità della barra di transizione e cavallotto di continuità fune-catenaria rigida. La transizione tra catenaria tradizionale e catenaria rigida deve essere caratterizzata da poligonazione nulla.

La pezzatura di catenaria rigida entrante in galleria, a partire dalla barra di transizione, non deve avere uno sviluppo lineare superiore a 200÷250 metri.

In corrispondenza degli ormeggi isolati delle funi/fili provenienti dall’esterno e dei tiranti di ormeggio della barra di ancoraggio è necessario verificare che sia garantito il franco elettrico minimo di 150 mm (franco elettrico statico) tra le parti attive della LdC e l’intradosso della galleria.

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA COMO – LECCO TRATTA ALBATE CAMERLATA – LECCO					
Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto – Lotto 1	COMMESSA LC00	LOTTO 01	CODIFICA R 18 RG	DOCUMENTO LC 00 00 001	REV. A	FOGLIO 22 di 35

7.2.7 Copertura (Carter)

La copertura (carter) della catenaria rigida, da dimensionare opportunamente, deve essere utilizzata ogniqualvolta si presentino fenomeni di esposizione al gocciolamento all'interno della galleria.

Inoltre, il suo impiego è sempre previsto per la barra di transizione che, essendo installata in parte all'aperto ed essendo "aperta" nella sua parte superiore, sarebbe altrimenti oggetto di possibili accumuli di acqua e sporcizia al suo interno.

Tale copertura deve essere realizzata in materiale polimerico con comportamento al fuoco compatibile con l'installazione in galleria, inoltre è necessario che venga fornita la relativa scheda tecnica che deve essere sottoposta all'approvazione da parte della Struttura competente della Direzione Tecnica di RFI.

7.2.8 Tratto intero di catenaria rigida (pezzatura)

Il tratto intero di catenaria rigida (pezzatura) deve avere una lunghezza tale da garantire una dilatazione/contrazione massima del profilato in corrispondenza delle sue estremità libere pari a ± 200 mm, in funzione dell'escursione termica ambientale e comunque non deve avere uno sviluppo lineare superiore a circa 400÷500 metri.

7.2.9 Sovrapposizione non isolata

La sovrapposizione non isolata costituisce il tratto di separazione tra due pezzature consecutive in cui occorre garantire la continuità elettrica del sistema a linea aerea rigida di contatto.

In tale punto i profilati delle due pezzature devono essere affiancati alla distanza di 200 mm (distanza tra gli assi dei profilati) in modo da realizzare un tratto di sovrapposizione (tratto di striscio) di lunghezza complessiva pari a 3÷4 metri, in cui il pantografo si trova contemporaneamente a contatto con entrambe le barre.

Le sovrapposizioni non isolate devono essere realizzate in corrispondenza dei tratti di catenaria rigida a poligonazione nulla, posizionando i due profilati che realizzano l'affiancamento alla distanza di ± 100 mm dall'asse del binario, al fine di garantire la distanza di 200 mm indicata sopra; inoltre le varie sospensioni, posizionate alla mutua distanza di 1 metro, devono sostenere ciascuna un solo profilato dei due che realizzano la sovrapposizione.

La continuità elettrica tra le due pezzature deve essere garantita tramite N.8 corde in rame da 85 mm² collegate, tramite terminali a pressare chiusi (ad occhio) in rame con stagnatura superficiale, ai morsetti di alimentazione realizzati in lega di alluminio ed ancorati alla parte superiore dei profilati mediante bulloneria in acciaio inossidabile.

Le corde di rame devono avere una lunghezza tale da consentire il movimento relativo tra le due barre affiancate dovuto alle variazioni termiche ambientali e, al contempo, impedire urti accidentali con il pantografo; inoltre, in prossimità dei morsetti di alimentazione, devono essere installati sui profilati degli idonei materiali isolanti al fine di evitare il contatto tra le suddette corde di rame e le barre di alluminio.

7.2.10 Sovrapposizione isolata (tronco di sezionamento)

La sovrapposizione isolata costituisce il tratto di separazione tra due pezzature consecutive in cui occorre garantire la separazione elettrica del sistema a linea aerea rigida di contatto (tronco di sezionamento). Valgono tutte le indicazioni riportate precedentemente per la sovrapposizione non isolata con le seguenti eccezioni:

- i profilati delle due pezzature devono essere affiancati alla distanza di 400 mm (distanza tra gli assi dei profilati posizionati a ± 200 mm dall'asse del binario);
- i collegamenti elettrici di continuità non devono essere realizzati.

7.2.11 Disposizione del punto fisso

Ciascun tratto intero di catenaria rigida deve essere dotato di un punto fisso posizionato approssimativamente in corrispondenza della mezzeria della pezzatura. Il dispositivo di punto fisso (dispositivo di ancoraggio alla catenaria rigida degli stralli di punto fisso) deve essere costituito da una flangia in lega di alluminio o acciaio zincato, ancorata alla parte superiore del profilato mediante bulloneria in acciaio inossidabile.

Il punto fisso deve essere realizzato preferibilmente in corrispondenza dei tratti di catenaria rigida a poligonazione nulla. In corrispondenza dei punti di ormeggio degli stralli è necessario verificare che sia garantito il franco elettrico minimo di 150 mm (franco elettrico statico) tra le parti attive della LdC e l'intradosso della galleria.

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA COMO – LECCO TRATTA ALBATE CAMERLATA – LECCO												
Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto – Lotto 1	<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>LC00</td> <td>01</td> <td>R 18 RG</td> <td>LC 00 00 001</td> <td>A</td> <td>24 di 35</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	LC00	01	R 18 RG	LC 00 00 001	A	24 di 35
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
LC00	01	R 18 RG	LC 00 00 001	A	24 di 35								

7.3 SOSTEGNI ALLO SCOPERTO IN PIENA LINEA E IN STAZIONE

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

- sostegni a palo del tipo a traliccio della serie “LSU” flangiati alla base e conformi alla STF “RFI.DTC.STS.ENE.SP.IFS.TE.037” vigente;
- portali di ormeggio conformi ai disegni di RFI “E64761” e “E64676”.

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", 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”.

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”.

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.

I dettagli costruttivi sono indicati nell’elaborato tipologico di RFI “E65018: Portali di ormeggio”.

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 13” del capitolato tecnico TE Ed.2014:

Tipo di binario	DISTANZA PALO-ROTAIA MINIMA (m)			
	Rettilineo	Esterno curva R \geq 250 (m)	Interno curva R>1500 (m)	Interno curva R>1500 (m)]
Binari di corsa, di precedenza e di incrocio	2,00			
Binari secondari	1,75			

Per quanto riguarda per gli impianti esistenti la distanza dei sostegni dal binario, resta valido quanto indicato nella nota RFI-DPR-IMA.TEVA0011\P\2010\0000119 del 06.05.2010.

Le massime distanze tra sostegni successivi (campate) in funzione della geometria di tracciato ed in funzione delle poligonazioni sono definite dall'elaborato di RFI:

- **E65061**: Tabella campate massime, poligonazione fune e filo in funzione del raggio di curva.

7.4 SOSPENSIONI

Per il sostegno della LdC dovranno essere utilizzate sospensioni del tipo a “mensola orizzontale in acciaio”, ubicate su sostegni tipo LSU flangiati sia in stazione che in piena linea, nonché su paline a penduli tralicciati situati nelle porzioni di galleria aventi sezione di intradosso che ne permettono l'impiego.

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 009 A.

Il complesso di montaggio della sospensione a mensola orizzontale in acciaio per LdC 440mm², 320mm² e 220 mm² è riportato dall'elaborato di RFI:

- **E56000/1s**: Sospensione di piena linea;
- **E56000/1g**: Sospensione di galleria.

La sospensione è costituita da una mensola orizzontale 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 all'aperto realizza un ingombro della catenaria, inteso come distanza tra i fili di contatto e le corde portanti, pari a 1400 mm. ma, in casi particolari (linea sottopassante cavalcavia, imbocco gallerie, ecc.) tale distanza può essere opportunamente diminuita utilizzando bracci di poligonazione ridotti e staffa ribassata per corde portanti. In questo modo (con i diversi tipi di bracci di poligonazione e staffe) si può ottenere una serie di combinazioni della distanza corda-filo (da 900 a 1400 mm).

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°.

In funzione della tipologia di sospensione e della configurazione 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).

7.5 POLIGONAZIONE

In generale i fili di contatto si posizionano alternativamente a destra ed a sinistra dell'asse del binario. Tale alternanza di poligonazione è definita come:

- poligonazione positiva: poligonazione rivolta verso il sostegno;
- poligonazione negativa: poligonazione rivolta in modo opposto al sostegno.

Per la definizione delle poligonazioni "P" in corrispondenza di sostegni e sospensioni con impiego normale si utilizza il valore a 200 mm rispetto all'asse del binario in modo conforme all'elaborato:

- **E65061**: Tabella campate massime e poligonazioni in funzione del raggio di curva;

Per la definizione delle poligonazioni "P" in corrispondenza delle sovrapposizioni isolate e non isolate (posti di R.A. e T.S.) si farà riferimento ai seguenti elaborati:

- **E45450** - Posto di Regolazione Automatica di piena linea su pali con corda portante regolata.
- **E61502** - Posti di Sezionamento per linee con corde portanti regolate.

7.6 COLLEGAMENTI ELETTRICI E MECCANICI

Per assicurare la continuità elettrica tra le corde portanti ed i fili di contatto si prevede l'impiego di collegamenti elettrici realizzati con corda di rame ed adeguata morsettiera.

Le tipologie di collegamenti sopra indicate unitamente ai relativi dettagli costruttivi ed alle indicazioni per il posizionamento ed il montaggio degli stessi per LdC 440 mm² sono riportate nell'elaborato tipologico di RFI:

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

7.7 BLOCCHI DI FONDAZIONE

I blocchi di fondazione per sostegni TE (pali di tipo "LSU" e portali di ormeggio) devono essere costituiti da conglomerato cementizio armato con impiego di calcestruzzo a "Prestazione Garantita" con classe minima di resistenza C30 ($R_{ck} > 30$ N/mm), 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.

Laddove non è possibile, per ragioni di spazio, utilizzare le fondazioni superficiali, verrà fatto ricorso a fondazioni profonde realizzate con micropali secondo i recenti aggiornamenti della specifica tecnica di costruzione delle fondazioni TE e relativi disegni correlati.

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).

Il montaggio dei portali di ormeggio sulle relative fondazioni deve avvenire mediante l'impiego della carpenteria di ancoraggio equipaggiata di boccole e rosette isolanti come da elaborato “E65022”.

Sui viadotti e/o manufatti in c.a. i sostegni a palo di tipo “LSU” dovranno essere fissati secondo le seguenti modalità:

- su impalcato tramite n.4 fori predisposti per il passaggio dei bulloni di fondazione del sostegno a palo;
- su manufatto in c.a. tramite n.4 fori di attesa predisposti per l'inghisaggio dei tirafondi del sostegno a palo.

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 ($R_{ck} > 30$ N/mm²), 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.

	ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA COMO – LECCO TRATTA ALBATE CAMERLATA – LECCO					
Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto – Lotto 1	COMMESSA LC00	LOTTO 01	CODIFICA R 18 RG	DOCUMENTO LC 00 00 001	REV. A	FOGLIO 29 di 35

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 "Piastrine 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.

In corrispondenza di eventuali muri di protezione ed opere civili in generale, qualora prevalga la necessità dell'integrazione delle fondazioni dei sostegni T.E. con le fondazioni dei muri stessi, il dimensionamento ed i dettagli di tali fondazioni sono a cura di altra Specialistica (OO.CC.).

7.8 FISSAGGIO DEI SUPPORTI PENDULI ALLA GALLERIA

I supporti penduli saranno fissati alla volta della galleria mediante tirafondi diametro 33 mm con la posizione corrispondente alla dima della piastra del supporto pendulo.

I tirafondi saranno fissati tramite ancoraggio chimico (resina epossidica) approvato dalla struttura preposta di RFI.

- **E70424:** Schema tipologico di fissaggio dei supporti penduli in galleria.

7.9 AGGRAPPAMENTI ALLE OPERE MURARIE

In corrispondenza di opere murarie, zone in trincea, ponti/impalcati e contestualmente all'impossibilità di realizzare dei blocchi di fondazione tipologici, il sostegno TE dovrà essere aggrappato all'opera muraria mediante l'impiego di adeguate carpenterie e sistemi di ancoraggio chimico, che dovranno essere verificate con apposita relazione di calcolo.

7.10 PUNTO FISSO

Il punto fisso per LdC 270 mm², 440 mm² e 540 mm² con mensola orizzontale in profilo di alluminio dovrà essere realizzato sempre al centro di ogni tratta di contrappesatura secondo quanto indicato nell'elaborato di RFI:

- **E73201**: Punto fisso con stralli elastici per LdC;
- **E70420**: Schema tipologico di principio per la disposizione e la costituzione del punto fisso in galleria.

in cui sono indicate le quote di montaggio degli stralli elastici di collegamento tra corde portanti ed i fili di contatto

Come riportato dall'elaborato sopra citato, gli stralli di collegamento delle corde portanti ai sostegni precedenti e successivi il punto fisso, sono realizzati mediante la corda isolata in cavo Kevlar che hanno il compito di vincolare lo scorrimento delle corde portanti e conseguentemente la rotazione della sospensione di punto fisso.

Allo stesso modo sono realizzati in materiale isolante gli stralli elastici di collegamento tra le corde portanti ed i fili di contatto che hanno il compito di vincolare lo scorrimento dei fili di contatto in entrambe le direzioni.

7.11 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.

7.11.1 CdT di piena linea e di stazione

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 mm² 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 DPRIM STF IFS TE 111 Sper Ed. 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.

7.11.2 CdT di galleria

Il circuito di terra e protezione di galleria dovrà essere realizzato, in conformità a quanto richiesto dal Capitolato Tecnico TE di RFI. Dovrà essere realizzato un apposito circuito di protezione e messa a terra dei supporti penduli.

In corrispondenza delle gallerie a sezione di intradosso ridotta, elettrificate con sospensioni a traversa isolata, sia per catenaria tradizionale sia per la catenaria rigida, sarà assicurata la messa a terra di ciascuna grappa di galleria secondo quanto prescritto dalla specifica tecnica RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A.

7.12 SEGNALETICA TE

Il progetto di segnaletica TE dovrà essere in linea con quanto richiesto dalla:

- **RFI.DMA.LG.IFS.8.B** “Linea Guida per l’applicazione della segnaletica TE”

la quale fornisce indicazioni sulle prescrizioni costruttive, sui criteri di utilizzazione e di installazione della segnaletica di individuazione e di sicurezza.

In particolare, per i sostegni TE saranno posati tutti i cartelli di individuazione, costituiti da una targa di colore bianco con caratteri neri e realizzata come indicato nel disegno RFI E64498, sul quale dovranno essere riportate, distribuite su righe diverse, le seguenti informazioni:

- proprietà e valore della tensione di alimentazione delle linee di contatto;
- tipologia e relativa tensione dell’altra linea sostenuta;
- numero del sostegno;
- tipo del sostegno
- indicazione del posto telefonico più vicino

Le targhe segnaletiche per l’individuazione delle zone elettriche di stazione e nelle zone di sovrapposizione presenti in corrispondenza dei tratti di sezionamento dovranno essere realizzate come da disegno RFI E70308 e posate sulla fune portante alla distanza di 1 metro dalla sospensione.

L'individuazione dei sezionatori avverrà attraverso apposite targhe gialle, di dimensioni 330 x 140 mm, con riportata su una sola faccia, la scritta serigrafata di colore azzurro, realizzata come indicato nel disegno RFI E70307. La targa dovrà essere applicata sul coperchio degli argani con appositi collanti in grado di resistere alle condizioni climatiche.

Sui sostegni TE i sezionamenti dovranno essere segnalati con i due cartelli con le scritte “ATTENZIONE AL SEZIONAMENTO” e “SEZIONAMENTO”.

Il cartello con la scritta “ATTENZIONE AL SEZIONAMENTO” verrà posato sulla mensola del sostegno TE che precede il tronco di sezionamento, mentre il cartello con la scritta “SEZIONAMENTO” verrà posato sul sostegno origine del sezionamento.

I cartelli di cui sopra, di dimensioni 540x220 mm, dovranno essere realizzati come indicato nel disegno RFI E55149.

Le discese di alimentazione dovranno essere segnalate tramite un cartello con la scritta “ATTENZIONE ALLE DISCESE DI ALIMENTAZIONE”. Tale cartello dovrà essere posato sulla mensola del sostegnodove si realizza la discesa di alimentazione. Il cartello di dimensioni 540x220 cm dovrà essere realizzato come indicato nel disegno RFI E55149.

Il cartello di avvertimento dovrà essere conforme a quanto indicato dal disegno RFI E64496 e dovrà essere applicato sui sostegni al disopra del cartello di individuazione RFI E64498, rivolto verso il binario e con la superficie parallela allo stesso.

7.13 SEZIONATORI E TELECOMANDO TE

Gli impianti di Trazione Elettrica della tratta in oggetto saranno gestiti dagli IMPIANTI DI TELECOMANDO DOTE, la cui realizzazione presso il posto centrale di competenza, in termini di aggiornamento delle pagine video e di tutte le implementazioni hardware che si rendessero necessarie, sono assunti come da prassi a carico di RFI.

Si prevede di adottare sezionatori del tipo a corna con comando motorizzato e dotati di telecomando. I cavi ed i circuiti elettrici che si utilizzeranno per la gestione dei sezionatori saranno conformi alla



**ELETTRIFICAZIONE DELLA LINEA COMO – LECCO
TRATTA ALBATE CAMERLATA – LECCO**

Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto –
Lotto 1

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
LC00	01	R 18 RG	LC 00 00 001	A	34 di 35

Circolare IE/1/97 605 del 11/02/1997 sulla motorizzazione e telecomando dei sezionatori sotto carico a 3 kV cc.

I nuovi quadri di comando e controllo sezionatori TE, nella stazione di Cantù, sarà alimentato da quadro esistente o da nuova fornitura con installazione di un UPS, e sarà ubicato nel fabbricato viaggiatore esistente.

Nelle stazioni sede delle nuove sottostazioni elettriche o cabine TE (Merone, Molteno), il quadro di comando e controllo sezionatori sarà ubicato nel fabbricato di SSE o CTE.

8 COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA DEGLI IMPIANTI

I campi elettromagnetici prodotti dalla linea di trazione a 3 kVcc durante la fase di esercizio saranno di tipo continuo (a frequenza pari 0 Hz), e quindi della stessa natura del campo magnetico naturale terrestre, che alle latitudini italiane assume un valore pari a circa 40 μ T.

Le sorgenti di tale natura non sono regolamentate da una normativa nazionale, in quanto non è applicabile il DPCM dell'8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", ma sono disponibili solo dei riferimenti internazionali costituiti in particolare dalle linee guida dell'ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection).

Per il caso in oggetto occorre far riferimento alle "LINEE GUIDA SUI LIMITI DI ESPOSIZIONE A CAMPI MAGNETICI STATICI (2009). In tale linea guida, il limite di esposizione a campi magnetici statici per il pubblico in generale è fissato a valori molto più alti rispetto a quanto imposto dalla normativa nazionale per campi magnetici a 50 Hz. In particolare, le Linee Guida fissano un limite a 400 mT. A causa di potenziali effetti indiretti avversi, l'ICNIRP riconosce anche che si debbano adottare provvedimenti pratici per impedire pericolose esposizioni inconsapevoli di persone con dispositivi medici elettronici impiantati o con impianti contenenti materiale ferromagnetico, nonché pericoli dovuti a oggetti volanti, che possono portare a restrizioni a livelli molto più bassi, come 0,5 mT. Nel sistema 3 kVcc, tali valori sono sempre ampiamente confinati all'interno della sede ferroviaria. Occorre, infine, considerare che anche gli effetti di eventuali correnti armoniche a frequenze multiple della fondamentale (50 Hz), generate dai

convertitori di potenza presenti in SSE, possono essere ritenute trascurabili, in quanto sono presenti idonei sistemi di filtraggio LC (realizzate con induttori e condensatori).

Il suddetto DPCM dell'8 luglio 2003 stabilisce i limiti di esposizione ($100 \mu\text{T}$), i valori di attenzione ($10 \mu\text{T}$) e gli obiettivi di qualità ($3 \mu\text{T}$) al fine di tutelare la popolazione dall'esposizione alle radiazioni non ionizzanti a bassa frequenza. Rientrano in tali tipologie di radiazioni i campi elettromagnetici generati dagli elettrodotti in aereo o in cavo a frequenza industriale (50 Hz) necessari all'alimentazione degli impianti fissi di trazione; i valori di tali campi sono resi compatibili con i limiti normativi dal rispetto di opportune fasce di asservimento.

9 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 nel Lotto 1 e consente, attraverso la definizione delle caratteristiche degli impianti e delle apparecchiature, la valorizzazione delle opere a progetto.