

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

S.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO DEFINITIVO

**TRATTA LERCARA DIR. – CALTANISSETTA XIRBI
(LOTTO 3)**

Linea di contatto

RELAZIONE TECNICA LINEA DI CONTATTO E STES

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 67 RO LC0000 001 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	G.Grasso	12/2019	R.Ferrara	12/2019	A.Barreca	12/2019	G. Guidi Bugiarini
B	Emissione per aggiornamento	G.Grasso	01/2020	R.Ferrara	01/2020	A.Barreca	01/2020	ITALFERR S.p.A. U.O. Tecnologie Centrosud Ing. Guido Guidi Bugiarini Ordine Ingegneri Provincia di Palermo n° 154812
C	Emissione esecutiva (Agg. per VIA/CdS)	B. Tutino	06/2021	Surace	06/2021	A.Barreca	06/2021	

RS3T30D67ROLC0000001C

n. Elab.:

INDICE

1	GENERALITÀ	4
1.1	SCOPO	7
1.2	DATI E REQUISITI DI BASE	7
1.3	ABBREVIAZIONI.....	7
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	8
2.1	SPECIFICHE TECNICHE DI INTEROPERABILITA'	8
2.2	RIFERIMENTI ALLA NORMATIVA NAZIONALE.....	9
2.3	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	9
2.4	RIFERIMENTI A NORME TECNICHE.....	11
3	CARATTERISTICHE TECNICHE D'IMPIANTO	13
3.1	CONDUTTURE DI CONTATTO	14
3.2	QUOTA DEL PIANO TEORICO DI CONTATTO.....	15
3.3	POLIGONAZIONE	15
3.4	PENDINI	15
3.5	COLLEGAMENTI ELETTRICI E MECCANICI.....	16
3.6	SOSTEGNI.....	16
3.7	CAMPATE MASSIME	17
3.8	SOSPENSIONI.....	17
3.9	BLOCCHI DI FONDAZIONE	19
3.10	POSTI DI REGOLAZIONE AUTOMATICA E DI SEZIONAMENTO.....	21
3.11	PUNTI FISSI	23
3.12	CIRCUITO DI TERRA E DI PROTEZIONE TE.....	23
3.13	MESSA A TERRA PENSILINE MATA LLICHE.....	25
3.14	MESSA A TERRA RETI DI PROTEZIONE.....	25
3.15	MESSA A TERRA DELLE BARRIERE ANTIRUMORE	26
3.16	CIRCUITO DI RITORNO	28
3.17	ALIMENTAZIONE.....	29
3.18	SEZIONATORI.....	31
3.19	SEGNALETICA TE	33
3.20	TELECOMANDO	33
4	INNESTI NUOVI IMPIANTI TE SU QUELLI ESISTENTI E ALTRE PARTICOLARITA' DI IMPIANTO	34
5	RIMOZIONE IMPIANTI TE ESISTENTI	34
6	SISTEMA DI INTERRUZIONE E MESSA A TERRA DELLA LINEA DI CONTATTO	34

6.1	DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI IN AMBITO STES.....	36
6.2	ARCHITETTURA DEL SISTEMA STES	37
6.3	RIFERIMENTO AD ELABORATI DI PROGETTO	40
6.4	FUNZIONAMENTO E MODALITA' DI UTILIZZO	41
6.5	CARATTERISTICHE APPARECCHIATURE	41
6.5.1	<i>Sezionatore DMBC</i>	<i>41</i>
6.5.2	<i>Interruttore di Manovra Sezionatore (IMS)</i>	<i>42</i>
6.5.3	<i>Relè Voltmetrico (RV)</i>	<i>42</i>
6.5.4	<i>Sistema per la verifica di continuità del collegamento a binario – quadro QCC.....</i>	<i>42</i>
6.5.5	<i>Quadri UCS-UCP</i>	<i>44</i>
6.5.6	<i>Quadro squadre di soccorso</i>	<i>46</i>
6.5.7	<i>Unità di Comando e Controllo (UCP)</i>	<i>47</i>
6.6	INTERFACCE DEL SISTEMA TE.....	48
6.6.1	<i>Impianto idrico antincendio.....</i>	<i>48</i>
6.6.2	<i>DOTE</i>	<i>48</i>
6.6.3	<i>Impianti di alimentazione e LFM.....</i>	<i>48</i>
6.7	SISTEMA DI ILLUMINAZIONE SEZIONATORI DMBC	49
6.8	REQUISITI DI SICUREZZA	49
6.9	REQUISITI RAM E AMBIENTALI.....	50
6.10	SISTEMA/RETE TRASMISSIONE DATI	50
6.11	COLLAUDI.....	50
6.12	DOCUMENTAZIONE	51
6.13	OPERE CIVILI.....	51
7	MATERIALI DI FORNITURA RFI	51

1 GENERALITÀ

Il nuovo collegamento Palermo - Catania rientra nel corridoio Scandinavo-Mediterraneo TEN-T “core” n°5 “Helsinki-La Valletta” della rete Trans Europea di Trasporto (TEN) e si inserisce lungo la direttrice ferroviaria Palermo/Lercara/Catania/Messina.

Essa, in relazione a quanto stabilito nella “Decisione 2010/661/CE sugli orientamenti dell’Unione per lo sviluppo della rete trans europea dei trasporti” e sulla base delle proposte italiane di aggiornamento della Rete TEN-T a seguito dell’emissione della Specifica Tecnica di Interoperabilità “Infrastruttura” della rete convenzionale (rif. 2011/275/UE), si configura come “Ristrutturazione” di una linea convenzionale Fondamentale a traffico misto (categoria V-M).

Come desumibile dal seguente stralcio planimetrico:

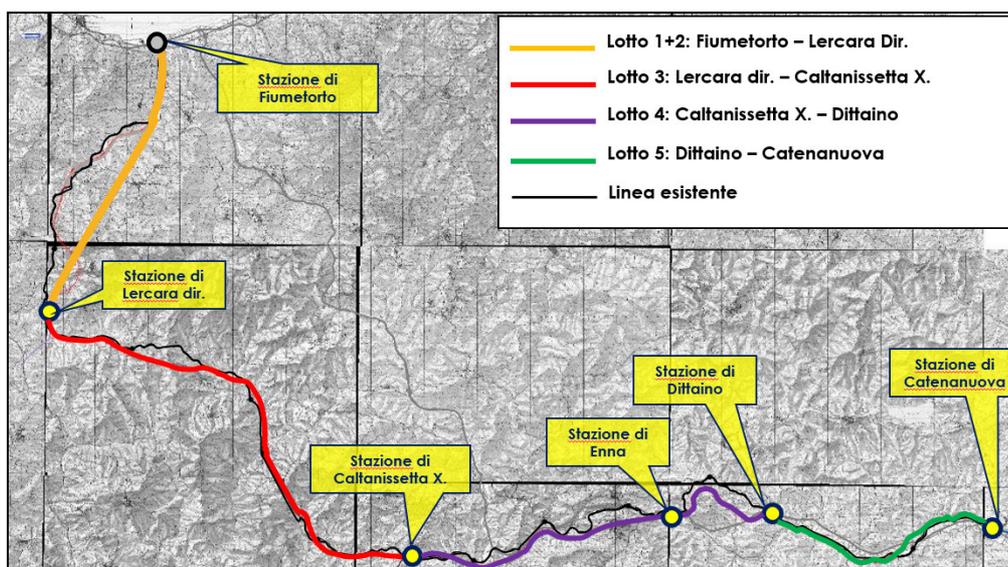
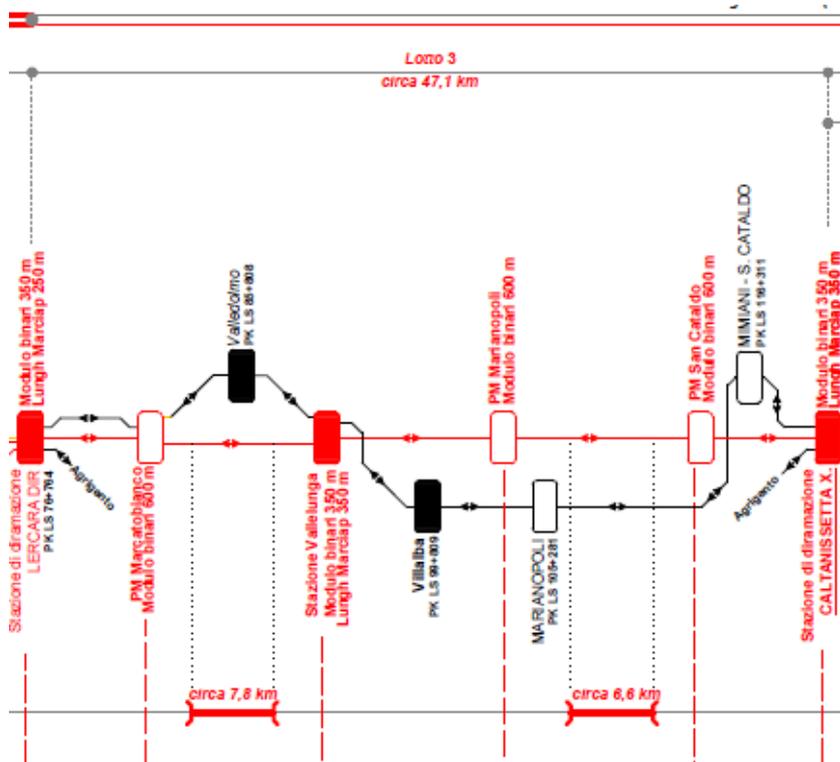


Figura 1 – Nuovo collegamento Palermo – Catania
Stralcio planimetrico

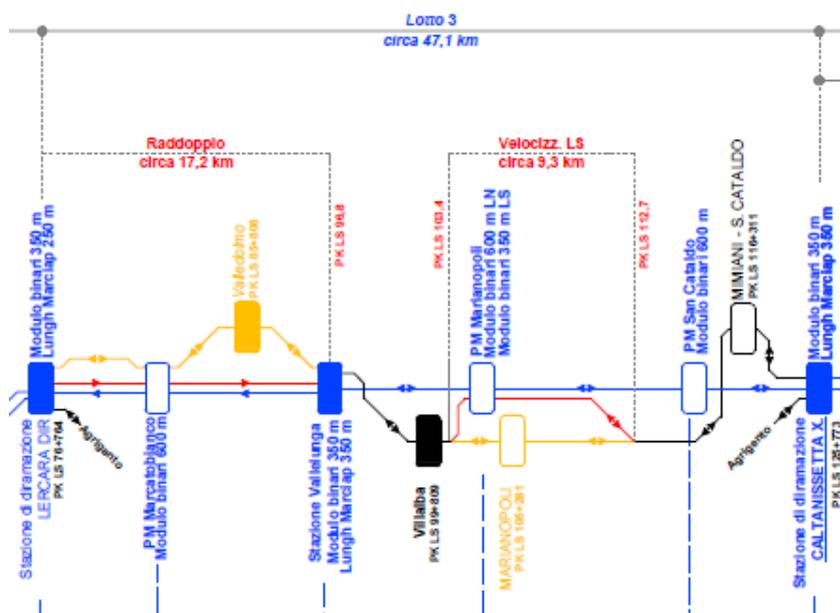
Il piano d’investimenti previsto per il nuovo collegamento Palermo – Catania si articola nella Macrofase 1 e nella Macrofase 2, funzionali sulla tratta Fiumetorto – Bicocca, suddivisi nei seguenti lotti funzionali:

- Lotto “1+2”: tratta Fiumetorto – Lercara Diramazione (circa 30 km);
- Lotto 3: tratta Lercara Diramazione – Caltanissetta Xirbi (circa 47 km);
- Lotto 4a: tratta Caltanissetta Xirbi – Enna Nuova (circa 27 km);
- Lotto 4b: tratta Enna Nuova - Dittaino (circa 15 km);
- Lotto 5: Dittaino – Catenanuova (circa 22 km);
- Lotto 6: tratta Catenanuova – Bicocca.

Per il lotto 3 le lavorazioni prenderanno avvio fra le attività della Macrofase 1 e si concluderanno nella Macrofase 2. come desumibile dagli schematici sottostanti. Le lavorazioni oggetto della presente relazione sono quelle ricadenti in Macrofase 1.



Lotto 3 - Macrofase 1



Lotto 3 - Macrofase 2

Oggetto del presente documento sono gli impianti della linea di contatto (LC) e della sicurezza TE in galleria (STES) previsti nelle attività del lotto “3”, che si estende dalla stazione di **Lercara Diramazione** alla **stazione di Caltanissetta Xirbi** (impianti esclusi a meno delle lavorazioni necessarie all’accoglimento del nuovo binario).

Il progetto ha origine nella stazione di **Lercara Diramazione** (che svolge anche il ruolo di stazione di bivio per Agrigento), al **km 76+764 della linea storica Palermo – Caltanissetta**, e termina ai portali, lato Catania, della stazione di **Caltanissetta Xirbi**, anch’essa di diramazione verso Agrigento.

La nuova infrastruttura ferroviaria è sostanzialmente a doppio binario da Lercara Diramazione a Vallelunga e a semplice Binario da Vallelunga a Caltanissetta Xirbi; interamente in variante di tracciato, si sviluppa per circa 47 km. Nella tratta Lercara Diramazione – Vallelunga, in questa fase viene attivato solamente un binario (futuro dispari) e comprende nella stazione di Caltanissetta Xirbi le modifiche per l’interconnessione a semplice binario della linea storica lato Fiumetorto e lato Catania.

La nuova infrastruttura presenta i seguenti elementi caratteristici di tracciato:

- Allo scoperto in rilevato /piano o trincea circa 16,4 km
- Su viadotto circa 9,3 km
- In galleria circa 21,3 km

Lungo l’intera linea sono presenti i seguenti impianti:

- **Stazione di Lercara Diramazione;**
- **Posto di Movimento di Marcatobianco [km 5+447,36];**
- **Stazione di Vallelunga [km 17+195];**
- **Posto di Movimento di Marianopoli [km 25+825];**
- **Posto di Movimento di San Cataldo [km 40+034];**
- **Stazione di Caltanissetta Xirbi [km 47+060].**

Il progetto si sviluppa in più fasi funzionali e prevede la realizzazione degli impianti sia fuori esercizio che in regime di interruzione diurna/notturna della linea secondo quanto illustrato schematicamente negli elaborati della specialistica “Esercizio”.

Come precedentemente affermato, la tratta in esame rientra nell’itinerario Messina-Catania-Palermo facente parte del corridoio TEN-T “core” N° 5 “Helsinki-LaValletta” e risulta ascrivibile alla rete interoperabile transeuropea.

Conseguentemente, per la Trazione elettrica, risultano applicabili le Specifiche Tecniche di Interoperabilità.

1.1 SCOPO

La presente relazione ha per oggetto la descrizione degli impianti di elettrificazione da prevedere per gli interventi della “Macrofase 1” del Lotto 3.

Lo scopo della relazione è principalmente quello di illustrare le scelte progettuali relative agli impianti di elettrificazione, fermo restando le scelte “di sistema” che sono state definite nelle precedenti fasi progettuali sulla base di accurati studi elettro-energetici inerenti l’intero itinerario Catania-Palermo.

Il livello della suddetta progettazione è quello definitivo. Coerentemente con tale livello, le caratteristiche di dettaglio degli impianti, dei componenti e di alcune grandezze elettriche e meccaniche verranno trattati nella successiva fase progettuale (progettazione esecutiva).

1.2 DATI E REQUISITI DI BASE

Il progetto in questione è stato redatto in funzione dei sottoindicati documenti consegnati come dati e requisiti di base:

- Dossier dati e requisiti di base;
- Fasi schematiche di esercizio;
- Relazione di esercizio;
- Planimetrie e profili;
- sezioni di sede;
- schema generale accessi, vie di esodo e predisposizioni di sicurezza.

1.3 ABBREVIAZIONI

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

<i>RFI:</i>	Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.;
<i>STF:</i>	Specifica Tecnica di Fornitura;
<i>TE:</i>	Trazione Elettrica;
<i>LC/LdC:</i>	Linea di Contatto;
<i>STI:</i>	Specifica tecnica di Interoperabilità;
<i>LS:</i>	Linea Storica;
<i>pk:</i>	Progressiva chilometrica;
<i>pp:</i>	Progressiva di Progetto;
<i>LSU:</i>	Palo tralicciato flangiato alla base tipo LSU;
<i>CdT/CPTe:</i>	Circuito di Terra di protezione TE;
<i>PRG:</i>	Piano Regolatore Generale;
<i>PES:</i>	Programma di Esercizio;
<i>PdE:</i>	Piano di Elettrificazione;

<i>SCC:</i>	Sistema di Comando e Controllo;
<i>SSE:</i>	Sottostazione Elettrica di Conversione
<i>CdR:</i>	Circuito di Ritorno TE;
<i>DM:</i>	Dirigente Movimento;
<i>TS:</i>	Tronco di Sezionamento;
<i>RA:</i>	Posto di Regolazione Automatica delle condutture di contatto;
<i>PM:</i>	Posto di Movimento;
<i>BA:</i>	Barriera Antirumore;
<i>TT:</i>	Tirante a Terra;
<i>PS:</i>	Punta Scambio;
<i>PSE:</i>	Punta Scambio Estrema;
<i>POI:</i>	Portale di Ormeggio Interno;
<i>POE:</i>	Portale di Ormeggio Esterno.

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.

2.1 SPECIFICHE TECNICHE DI INTEROPERABILITA'

- Regolamento (UE) 1303/2014 **Specifica Tecnica di Interoperabilità** "Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie" del 18/11/2014, rettificato dal Regolamento (UE) 912/2016 del 9 giugno 2016, 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.
- Regolamento (UE) 1300/2014 **Specifica Tecnica di Interoperabilità** "Persone a Mobilità Ridotta" nel sistema ferroviario dell'Unione Europea del 18/11/2014, modificato con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019.
- Regolamento (UE) 1299/2014 **Specifica Tecnica di Interoperabilità** sottosistema "Infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea del 18/11/2014, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.
- Regolamento (UE) 1301/2014 **Specifica Tecnica di Interoperabilità** sottosistema "Energia" del sistema ferroviario dell'Unione Europea del 18/11/2014, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 868/2018 del 13 giugno 2018 e dal successivo Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

- Regolamento (UE) 919/2016 **Specifica Tecnica di Interoperabilità** sottosistema “controllo-comando e segnalamento” del sistema ferroviario dell’Unione Europea del 27 maggio 2016, modificato con la Rettifica del 15 giugno 2016 e dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

2.2 RIFERIMENTI ALLA NORMATIVA NAZIONALE

- **D.M. 28 ottobre 2005** “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie” (pubblicato nella G.U. n. 83 del 08.04.2006 – suppl. ord. n. 89);
- **DM 17/01/2018** Aggiornamento Delle Norme Tecniche Per Le Costruzioni;
- **Normativa cavi CPR**; Conformità dei cavi al Decreto legislativo 16 giugno 2017 n° 106 “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n° 305/2011, che fissa le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE”.

2.3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riportano di seguito i principali riferimenti alla documentazione di RFI e Normativa Nazionale:

- **Capitolato Tecnico TE Ed. 2014 cod. RFI DTC STS ENE SP IFS TE 210 A** - “Capitolato tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione” e ai disegni standard RFI in esso richiamati ultima revisione, nonché ai nuovi disegni prescrizioni e specifiche tecniche di successiva introduzione.
- **TE 118** - Norme Tecniche per la costruzione delle condutture di contatto e di alimentazione a corrente continua 3kV.
- **RFI DT ST MA IS 00 002 C del 30/12/2019** - Piano Tecnologico di Rete RFI;
- **RFI DTC SI MA IFS 001 B** – “Manuale di progettazione delle opere civili” – Parte II - Sezione 6 – Sagome e profilo minimo degli ostacoli;
- **Circolare F.S. S.OC.S/003878 del 23.07.90**: Sagome e profili minimi degli ostacoli;
- **Istruzione ASA RETE R./ST.OC.412 4 del 23.05.1996** - “Prescrizioni per la progettazione di marciapiedi alti nelle stazioni a servizio dei viaggiatori”.
- **Circolare F.S. RE/ST.IE/1/97-605 Ed.1997** - “Motorizzazione. e telecomando dei sezionatori sotto carico a 3 kV cc” e successivo aggiornamento con nota RFI-DTC.ST.EVA0011\P\2017\0000108 del 5/6/2017;
- **Circolare IE/11/98.605 del 30.04.1998** – “Miglioramento delle condizioni di sicurezza nei lavori alle linee di contatto”;
- **Specifica Tecnica di Fornitura RFI DPR IM TE SP IFS 013 A** – Isolatori di sezione percorribili per velocità fino a 160 km/h, per linee aeree di contatto a 3 kV c.c.;
- **Specifica Tecnica di Fornitura RFI DPR IM TE SP IFS 040 A** - Fili sagomati in rame-argento, rame-stagno e rame-magnesio per linee aeree di contatto a 3kVc.c. e 25kV c.a.;
- **Specifica Tecnica di Fornitura RFI DPR IM TE SP IFS 080 A** – Conduttore nudo in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR diam. 15,82 mm;

- **Specifica Tecnica di Fornitura RFI DPR IM TE SP IFS 086 A** – Cavo in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR diam. 19,62 mm;
- **Specifica Tecnica di Fornitura RFI DTC STS ENE IFS TE 147 A** – Cavi elettrici unipolari in rame per l'alimentazione delle linee di trazione a 3kV c.c.;
- **Linea Guida per l'applicazione della segnaletica TE RFI DMA LG IFS 8 B** - Segnaletica per linee di Trazione Elettrica;
- **Specifica Tecnica RFI DPR IM TE SP IFS 033 A** – Linea guida per la redazione degli elaborati progettuali TE 3kV”;
- **Specifica Tecnica RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A del 14/12/2018** - “Istruzioni per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kVcc”;
- **Metodologia Operativa DPR MO SL 07 1 1** - Verifica degli impianti di terra di protezione delle linee di contatto a 3 kV cc e 25 kV ca, delle Cabine TE 3kVcc e dei posti di parallelo 25 kV ca”;
- **Specifica Tecnica RFI DPRIM STF IFS TE 111 Sper del 01/03/2013** - “Limitatori di tensione statici per gli impianti di terra e di ritorno TE del sistema di trazione elettrica a 3 kVcc”;
- **Specifica Tecnica RFI DTC ST E SP IFS ES 728 A del 14/12/2018**
“Sicurezza elettrica e protezione contro le sovratensioni per gli impianti elettrici ferroviari in bassa tensione”.
- Nota: **RFI-DTC-INC\A0011\P\2010\0000600** del 06/10-2010 – Barriere antirumore standard per impieghi ferroviari tipo “HS”;
- **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 TC TE ST SSE DOTE 1** “Sistema per il telecontrollo degli impianti di trazione elettrica a 3kV cc”;
- **RFI DPR IM STF IFS SS 022** “Disposizioni per prove ad arco elettrico interno per apparecchiature sezionabili ed estraibili prefabbricate protette in involucro metallico del sistema di trazione a 3kVcc.”
- **RFI DMA PS IFS 44 A** del 07.02.2007 (Procedura Subdirezionale) “Attività di “Verifica dei requisiti di affidabilità, manutenibilità e disponibilità nella fase di omologazione del prodotto”.
- **RFI DPR IM STF IFS TE 088** “Quadro di sezionamento sottocarico per il sistema di trazione elettrica a 3 kVcc”;
- **RFI DPR IM STF IFS TE 95** “Complessi a 3kVcc, per esterno e/o all’interno di quadri elettrici di protezione elettrica TE” ;
- **RFI DTC ST E SP IFS TE 120 A** “Apparato per il controllo e monitoraggio della continuità della linea di contatto/feeder in corto circuito”;
- **RFI DPR IM STF IFS TE 143** “Relè elettrici a tutto o niente per impianti di energia e trazione elettrica”;
- **RFI DPR IM STF IFS TE 146** “Dispositivo motorizzato bipolare di cortocircuito per il sistema di trazione a 3 kVcc”;

- **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 DTC EE TE 160 (2005)** “Progettazione e costruzione di linee in cavo M.T e A.T.”;
- **RFI DTC DNS EE SP IFS 177** “Sezionamento della linea di contatto e messa a terra di sicurezza per gallerie ferroviarie (DM 28.10.2005)”;
- **RFI DMA IM LA SP IFS 363** “Sistema di rilevazione voltmetrica (RV) per monitoraggio e protezione delle linee di trazione a 3kVcc”;
- **RFI DTC STS ENE SP IFS TE 673A** - Specifica Tecnica di Fornitura Resina bicomponente per ancoraggio chimico.
- **RFI DTC ST E SP IFS SS 500 A** “Sistema di governo per sottostazioni elettriche e cabine TE a 3 kVcc”;
- **DI TCSSTB ST IS 07 729** “Specifica Tecnica di Fornitura. Dispositivo trasmettichave, montabile su banco, con serratura di sicurezza munita di chiave estraibile su consenso elettrico”;
- **RFI DTCSTSSSTB SR IS 20 039** “Sistema per la Trasmissione Dati in Sicurezza per impianti di Segnalamento (TDS)”;
- **RFI DTC DNS SS RT IS05 021** “Protocollo Vitale Standard”;
- **DI TCSS ST IS 00 402 A** “Prove di Tipo e di Accettazione per le apparecchiature elettroniche ed elettromeccaniche destinate agli impianti di sicurezza e segnalamento”;
- **RFI TCTS ST TL 05 003 B** “Specifica tecnica impianti di telecomunicazione per la sicurezza nelle gallerie ferroviarie TT597”;
- **C.G.A** “Condizioni Generali di Contratto per le forniture RFI approvate dal C.d.A.- Delibera 590/87” e successive modifiche e integrazioni”;
- **RFI TC PR IS 00 009 A** del 26/09/03 “Applicazione della Normativa CENELEC di Settore allo sviluppo e realizzazione di prodotti e sistemi elettronici ferroviari in sicurezza per il segnalamento ferroviario”;
- **Disposizione n.32** del 12.11.2002 e sua modifica n.52 del 12.11.2007 “Applicazione della normativa CENELEC di settore allo sviluppo e realizzazione di prodotti elettronici in sicurezza per il segnalamento ferroviario”;
- **RFI-DTC\A0011\P\2008\0003551** del 07.08.2008 “Disposizione per l’emanazione della nuova Maschera del contenuto armonico della corrente di trazione dei mezzi circolanti sulle linee alimentate a 3 kVcc.

2.4 RIFERIMENTI A NORME TECNICHE

- **CEI EN50119 (9.2) – del 05/2010** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Impianti fissi – Linee aeree di contatto per la trazione elettrica”;

- **CEI EN 50121-4** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Compatibilità elettromagnetica. Parte 4: Emissione ed immunità delle apparecchiature di segnalamento e telecomunicazioni.”
- **Norma CEI EN50122/1 (9.6) - del 08/2012** “Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. Parte 1ª: Provvedimenti concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra”;
- **Norma CEI EN50122/2 (9.6) - del 08/2012** “Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. Parte 2ª: Provvedimenti contro gli effetti delle correnti vaganti causati da sistemi di trazione a corrente continua”;
- **CEI EN 50123-Serie** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie e metropolitane - Impianti fissi - apparecchiature a corrente continua”;
- **CEI EN 50124/1** “Coordinamento degli isolamenti - Requisiti base”;
- **CEI EN 50126** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - La specificazione e la dimostrazione di Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità e Sicurezza (RAMS)”;
- **CEI EN 50128** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Sistemi di telecomunicazione, segnalamento ed elaborazione - Software per sistemi ferroviari di comando e di protezione”;
- **CEI EN 50129** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie e metropolitane: Sistemi di comunicazione, segnalamento ed elaborazione – Sistemi elettronici di sicurezza per il segnalamento”;
- **CEI EN 50159** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Sistemi di telecomunicazione, segnalamento ed elaborazione – Comunicazioni di sicurezza in sistemi di trasmissione”;
- **CEI ENV 50204** “Campo elettromagnetico irradiato dai radiotelefoni numerici. Prova di immunità”;
- **CEI EN 50367** - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Sistemi di captazione di corrente - Criteri tecnici per l'interazione tra pantografo e linea aerea (per ottenere il libero accesso).
- **CEI EN 55011** “Apparecchi industriali, scientifici e medicali (ISM) - Caratteristiche di radiodisturbo - Limiti e metodi di misura”;
- **CEI EN 60060-1** “Tecniche di prova in alta tensione. Parte 1: Definizioni generali e prescrizioni di prova”;
- **CEI EN 60068-2** serie “Prove ambientali”;
- **CEI EN 60529** “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP).”
- **CEI EN 61000-4** serie “Compatibilità Elettromagnetica (EMC) – Tecniche di prove e di misura”;
- **CEI EN 61000-6** serie “Compatibilità Elettromagnetica (EMC) – Norme Generiche”;
- **CEI EN 61439** serie “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”;
- **CEI EN 61508** serie “Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici, elettronici ed elettronici programmabili per applicazioni di sicurezza”;
- **CEI EN 61511** “Sicurezza funzionale - Sistemi strumentali di sicurezza per il settore dell'industria di processo”;

- **CEI EN 62262** “Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK)”;
- **CEI EN 62271-1** “Prescrizioni comuni per l’apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione”;
- **CEI EN 62271-102** “Apparecchiatura ad alta tensione parte 102: Sezionatori e Sezionatori di terra a corrente alternata”;
- **CEI 20-22** serie “Prove d’incendio su cavi elettrici”;
- **CEI 20-45 V2** cavi resistenti al fuoco conformi al regolamento UE 305/2011 (CPR);
- **CEI 70-1** “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”;
- **CEI 50-6** “Prove climatiche e meccaniche fondamentali”;
- **UNI EN 10204** “Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo”;
- **UNI ISO 2081** (1989) Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro e acciaio”;
- **UNI 2859/1** “Metodi statistici per il controllo della qualità. Procedimento di collaudo statistico per attributi. Istruzioni per l’impiego”;
- **UNI EN ISO 9001** “Modello per l’assicurazione della qualità nella progettazione, sviluppo, fabbricazione, installazione ed assistenza”;
- **UNI CEI EN ISO/IEC 17025** “Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura”;
- **MIL-HDBK-217/F** “Reliability prediction of electronic equipment”.

3 CARATTERISTICHE TECNICHE D’IMPIANTO

Le caratteristiche della LdC e di tutte le apparecchiature accessorie di sospensione ed ormeggio, si attengono ai riferimenti normativi di cui al paragrafo precedente.

Nel dettaglio, per l’elettrificazione dei nuovi impianti in progetto, nei quali è prevista una velocità di linea non superiore a 200 km/h, si farà riferimento allo standard di RFI, caratterizzato dai seguenti parametri tecnici:

- sostegni tipo LSU sulle tratte di piena linea ed in stazione e Posti di Movimento;
- sospensioni a mensola orizzontale con profilo in alluminio (OMNIA), tranne per i binari secondari di stazione ove verranno utilizzate mensole orizzontali tubolari in acciaio;
- sezione complessiva della linea di contatto pari a 440 mm², con corde portanti e fili regolati, sui binari di corsa di stazione, di piena linea allo scoperto e in galleria;
- sezione complessiva della linea di contatto pari a 220 mm², con corda portante fissa e filo regolato, sui binari di precedenza di stazione, sui binari secondari e sulle comunicazioni tra binari.

Anche l’impiantistica accessoria, attinente la sicurezza e quella rispondente alle esigenze di esercizio, ricalca in generale la tradizionale normativa e risulta quindi aderente agli standard vigenti.

Inoltre, per quanto riguarda il circuito di protezione, il presente progetto recepisce le più recenti direttive di RFI in merito all’utilizzo di materiali innovativi; pertanto per la realizzazione degli anelli del circuito di

protezione (cui saranno collegati i pali ivi afferenti) e dei collegamenti indiretti di questi alle rotaie (sia in piena linea che in stazione), è previsto l'uso di conduttori in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR. Per il circuito aereo saranno utilizzate le corde TACSR, mentre per gli altri collegamenti saranno utilizzati i cavi TACSR.

Per tutto quanto non espressamente specificato nella presente relazione si farà riferimento al “Nuovo Capitolato Tecnico per l'Esecuzione di Lavori di Rinnovo e Adeguamento TE Ed.2014” e ai disegni in esso richiamati.

Per gli aspetti tecnici relativi alle linee di contatto da LdC 220 mm² (con corda portante fissa), non esplicitati nel Capitolato Tecnico TE 2014 si è fatto riferimento alla Norma TE 118 ovvero al testo di Alfredo Manzoni “La costruzione e la messa in esercizio delle condutture di contatto 3000 V corrente continua” citato nella stessa Norma, come riferimento per i dettagli costruttivi e per quanto in essa non contemplato.

3.1 CONDUUTURE DI CONTATTO

L'impianto di elettrificazione sarà costituito da una LdC del tipo “a catenaria”, con sospensione longitudinale; le cui caratteristiche principali sono:

1. ***LdC su binario di corsa di stazione/fermata allo scoperto e in galleria:***

Conduttura di sezione complessiva pari a **440 mm²** ottenuta mediante l'impiego:

- di due corde portanti in rame da 120 mm², regolate e tesate ciascuna al tiro di 1125 daN a +15°C;
- due fili sagomati in rame-argento (CuAg 100 secondo CEI EN 50149) da 100 mm², regolati e tesati ciascuno al tiro di 1000 daN a +15°C;

2. ***LdC su binario di piena linea allo scoperto e in galleria:***

Conduttura di sezione complessiva pari a **440 mm²** ottenuta mediante l'impiego:

- di due corde portanti in rame da 120 mm², regolate e tesate ciascuna al tiro di 1125 daN a +15°C;
- due fili sagomati in rame-argento (CuAg 100 secondo CEI EN 50149) da 100 mm², regolati e tesati ciascuno al tiro di 1000 daN a +15°C;

3. ***LdC su binario di precedenza, secondari e comunicazioni tra binari:***

Conduttura di sezione complessiva pari a **220 mm²**

- di una corda portante in rame da 120 mm², a tiro fisso di 819 daN a +15°C;
- un filo sagomato in rame-argento (CuAg 100 secondo CEI EN 50149) da 100 mm², regolato e tesato al tiro di 750 daN a +15°C;

Per la posa in opera e quindi la tesatura dei conduttori sopra indicati è fatto riferimento ai seguenti elaborati tipologici di RFI:

- **E65070:** Tabella di tesatura corda portante sezione 120 mm 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, saranno integrate da dispositivi di ripresa dei conduttori di cui al disegno E56000/3s.

La regolazione automatica del tiro sarà ottenuta per mezzo di contrappesi e dispositivi a taglie con pulegge in linea e dispositivo di sicurezza, con rapporto di riduzione 1/5.

Per le linee di contatto da **LdC 220 mm²** (con corda portante fissa) sarà utilizzato un rapporto di riduzione 1/2.

3.2 QUOTA DEL PIANO TEORICO DI CONTATTO

In corrispondenza delle sospensioni, la quota del piano teorico di contatto rispetto alla quota del piano del ferro sarà ovunque di 5,20 m, così come previsto dalla tipologia di P.M.O. (n.5 - Gabarit C).

Gli eventuali raccordi tra quote del piano teorico di contatto diverse saranno realizzati nel rispetto della pendenza massima ammissibile pari ad un millesimo (1/1000) della campata considerata, mentre le variazioni di gradiente rispetteranno le indicazioni presenti nella norma CEI EN 50119, punto 5.10.3.

3.3 POLIGONAZIONE

In corrispondenza di ogni singola sospensione i fili di contatto e le corde portanti saranno poligonati rispetto all'asse del binario con disassamento nullo. Il disassamento nullo sarà garantito indipendentemente dalla tipologia di impiego della sospensione e dalla geometria di tracciato.

In generale la conduttura di contatto, intesa come insieme dei fili di contatto e delle corde portanti, è posizionata 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 (compresa la condizione di punto fisso ed asse di punto fisso) si farà riferimento 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 RA e TS) si farà riferimento ai seguenti elaborati validi per impianti allo scoperto:

- **E64850:** Schemi tipologici di RA per LdC 440 mm² e 540 mm² rettilineo e curva di raggio R>250 m
- **E64851:** Schemi tipologici di TS per LdC 440 mm² e 540 mm² rettilineo e curva di raggio R>250 m

e ai seguenti elaborati tipologici per impianti galleria

- **E70419:** Schemi tipologici di RA per LdC 440 mm² e 540 mm² rettilineo e curva di raggio R>250 m
- **E70418:** Schemi tipologici di TS per LdC 440 mm² e 540 mm² rettilineo e curva di raggio R>250 m.

3.4 PENDINI

I fili di contatto saranno sostenuti dalla corda portante attraverso i pendini che, per la LdC da 440 mm², del tipo "conduttore".

Il “pendino normale”, definito dall’elaborato “E64442”, è quello tipicamente impiegato nelle campate normali e può assumere lunghezze minime fino a 300 mm.

Il “pendino regolabile”, definito dall’elaborato “E64918”, è quello tipicamente impiegato nelle campate ove sia previsto un alzamento naturale dei fili di contatto o in alternativa nelle campate ove i fili di contatto sono fuori servizio.

Il “pendino snodato”, definito dall’elaborato “E64758”, è quello tipicamente impiegato nelle campate, ove a causa della ridotta distanza filo-fune, vi siano pendini con lunghezza inferiore a 300 mm. Pertanto, il pendino snodato è impiegato per lunghezze comprese tra un massimo di 300 mm ed un minimo di 200 mm.

Il pendino snodato a differenza delle precedenti tipologie non garantisce la continuità elettrica. I pendini sopra citati sono realizzati con morsetteria prodotta mediante stampaggio in lega di rame del tipo in CuNi2Si con bulloneria in acciaio inox e con cordino in bronzo di sezione 16 mmq necessario per realizzare il collegamento tra i morsetti.

I pendini di sostegno del filo per linea da 220mm² saranno del tipo convenzionale in tondo di rame rigido dal diametro di 5mm.

3.5 COLLEGAMENTI ELETTRICI E MECCANICI

Per assicurare la continuità elettrica tra le corde portanti ed i fili di contatto è previsto l'impiego di collegamenti elettrici realizzati con corda di rame ed adeguata morsetteria che assicura anche la realizzazione dei collegamenti meccanici.

Le tipologie dei collegamenti sopra indicati unitamente i relativi dettagli costruttivi e le indicazioni per il posizionamento ed il montaggio degli stessi per LdC, sono riportate nell’elaborato tipologico di RFI “E56000/11s: Disposizione dei vari collegamenti elettrici in una tratta di regolazione automatica”.

Per le linee di contatto da **LdC 220 mm²** (con corda portante fissa), i collegamenti saranno realizzati secondo le indicazioni del testo il di Alfredo Manzoni “La costruzione e la messa in esercizio delle condutture di contatto 3000 V Corrente Continua”.

3.6 SOSTEGNI

Allo scoperto, in piena linea e nelle fermate di progetto, saranno 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”;
- Portali di ormeggio conformi al disegno di RFI “E65018”.

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 dall’elaborato tipologico 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 a n.2 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) è stata fissata pari 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.

In conformità con la tabella 13 del Capitolato TE ed 2014, nei casi in cui circostanze ed impedimenti locali non consentono il rispetto della DR di 2,25m, le distanze minime adottate sono fissate in 2 m, per i binari: di corsa, di precedenza e di incrocio delle stazioni e 1,75 m rispetto ai binari secondari.

Nelle gallerie, presenti sulla maggior parte del tracciato, le sospensioni TE saranno in generale sostenute da supporti penduli scatolari (o tralicciati) flangiati e mensole orizzontali in alluminio, aggrappati alla volta.

3.7 CAMPATE MASSIME

Per l'intero dispositivo di elettrificazione, le massime distanze tra sostegni successivi (campate), sono tali da rispettare la massima deviazione laterale ammissibile tra i fili di contatto e la linea normale all'asse del binario - sotto l'azione di venti trasversali. Come previsto nella Norma CEI EN 50367 tabella 2; nella quale è indicato che per il pantografo di lunghezza 1600 mm, lo scostamento massimo sia di 400 mm.

Per la velocità massima del vento (che come stabilito nella Norma appena citata deve essere definita dal Gestore dell'Infrastruttura) si assume quella indicata nell'elaborato Tipologico "E65061a" per linee con sezione da 540 mm²: pari a 100 km/h.

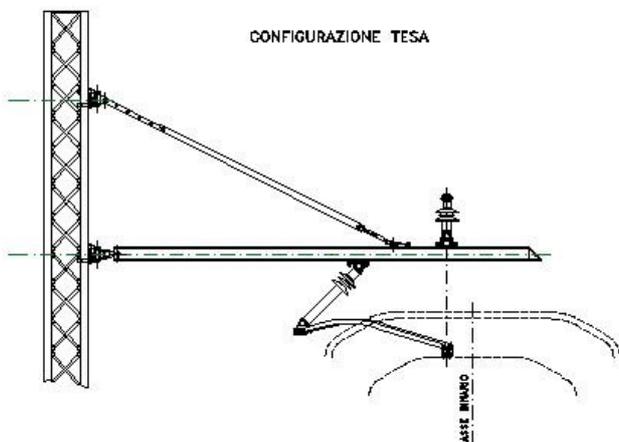
Allo scopo di cui sopra, si è fatto riferimento, per quanto possibile agli elaborati Tipologici RFI.

3.8 SOSPENSIONI

Per il sostegno della LdC nei nuovi tratti di linea saranno utilizzate sospensione del tipo a "mensola orizzontale in alluminio" (tipo OMNIA).

Il complesso di montaggio della sospensione a mensola orizzontale in alluminio per LdC 440 mm², nell'elaborato di RFI:

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



Sospensione “Omnia” in configurazione Tesa – allo scoperto

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.

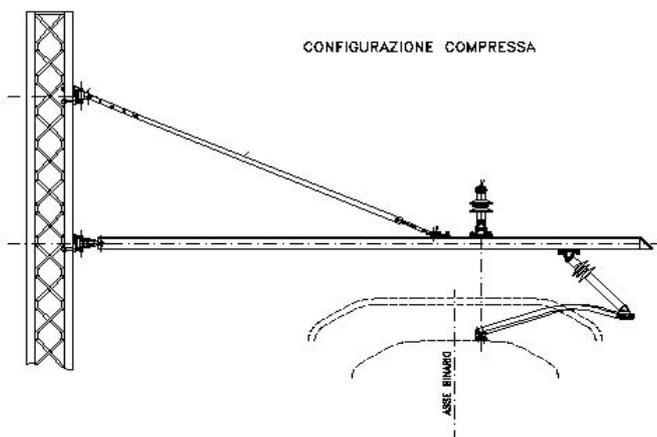
Le funi sono sostenute dalla mensola per mezzo di un isolatore portante.

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-rotaia.



Sospensione “Omnia” in configurazione Compressa – allo scoperto

Sono elencate di seguito le quattro tipologie base di sospensioni:

- **TIPO N:** Sospensione normale per linea in rettilineo 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.

La tipologia di sospensione "IR" è prevista per i casi in cui si debba ridurre fortemente l'ingombro normale della catenaria da $H=1250$ mm ad $H=650\div 550$ mm.

Ciascun tipo di sospensione può avere due configurazioni:

- **T:** Configurazione Tesa
- **C:** Configurazione Compressa.

In funzione della tipologia (N, L, FS, IR), della configurazione (T o C)

- 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).

Sono definite 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 (RA e TS) e dagli schemi di montaggio o tabelle mensole.

La tabella di impiego delle sospensioni a mensola orizzontale in alluminio per LdC 440 mm² è rappresentata nel documento tipologico di RFI

- **E70460:** Tabella di impiego sospensione a mensola orizzontale in alluminio per LdC 440 mm² e 540 mm² a 3 kV cc.

Il collegamento della sospensione ai fili di contatto è ottenuto 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 mm² diametro 14 mm;
- **E64467:** Morsetto per l'attacco del filo sagomato sezione 100 mm² e 150 mm² al tirantino di poligonazione.

3.9 BLOCCHI DI FONDAZIONE

I blocchi di fondazione per i "Pali TE e per i Portali di Ormezzano" sono 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

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/PM.

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

I sostegni "LSU" saranno collegati meccanicamente alle relative fondazioni mediante n°4 tirafondi di ancoraggio di acciaio zincato, equipaggiati con boccole e rosette isolanti definiti dall'elaborato:

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

L'ancoraggio dei portali di ormeggio sulle relative fondazioni avviene mediante l'impiego della carpenteria (con boccole e rosette isolanti) prevista nell'elaborato "E65018".

Sui viadotti e/o manufatti in c.a. i sostegni a palo di tipo "LSU" sono 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;

Anche i blocchi di fondazione per i "Tiranti a Terra" sono previsti in conglomerato cementizio armato con impiego di calcestruzzo a "Prestazione Garantita" con classe minima di resistenza C30 (Rck > 30 N/mm), 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 definiti nei 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 C".

L'ancoraggio delle "Piastre per tiranti a terra" avverrà mediante l'impiego di tirafondi in acciaio zincato, opportunamente equipaggiati con boccole e rosette isolanti come previsto dall'elaborato **E64874**.

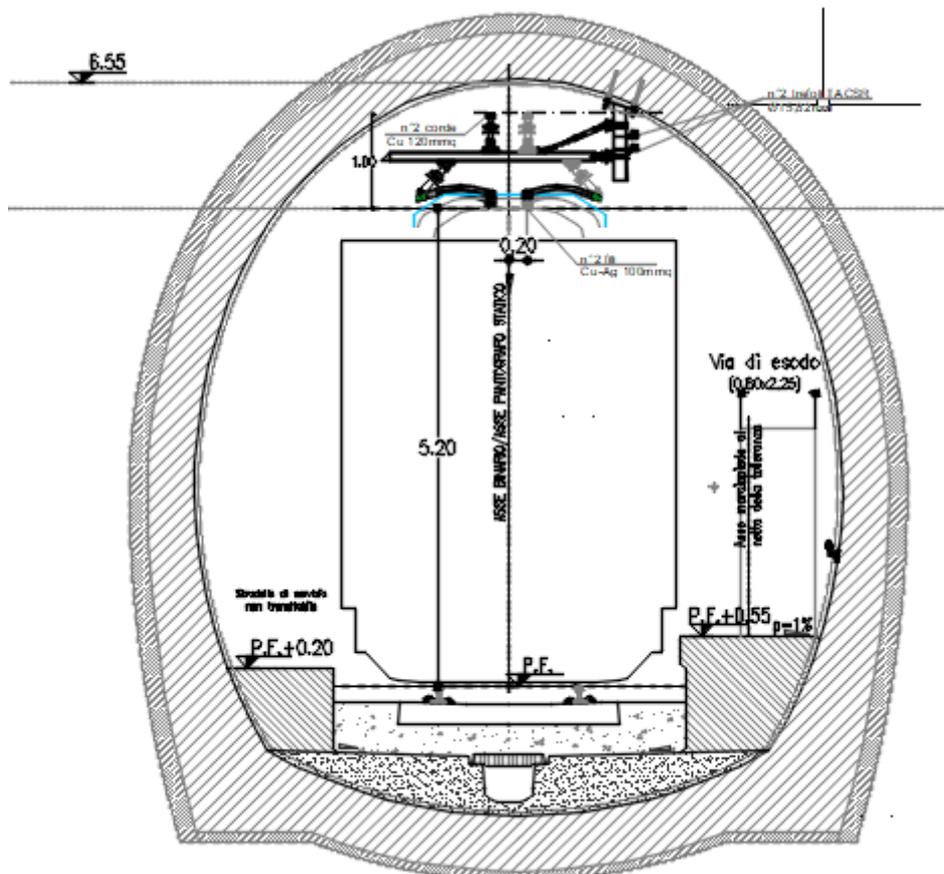
La tabella d'impiego relativa ai tiranti a terra, unitamente all'elenco dei materiali che li compongono e allo schema di assemblaggio delle varie tipologie di tiranti a terra sono definite dall'elaborato di RFI:

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

Nelle gallerie, presenti sulla maggior parte del tracciato, le sospensioni TE saranno sostenute da supporti penduli scatolari flangiati e mensole orizzontali in alluminio, aggrappati alla volta o a parete mediante grappe, dadi e rondelle in acciaio inox A4-70 come rappresentato nel disegno tipologico E70424.

Le grappe in acciaio per il fissaggio dei supporti penduli saranno ancorate alla volta con l'impiego di ancoranti chimici, ed isolate dal possibile contatto con l'armatura delle strutture mediante l'impiego di

opportuni “anelli centrali aperti” e “anelli terminali chiusi”, in materiale isolante. Gli ancoranti chimici risponderanno alla Specifica Tecnica di Fornitura RFI DTC STS ENE SP IFS TE 673A.



Sospensione “Omnia” in galleria

3.10 POSTI DI REGOLAZIONE AUTOMATICA E DI SEZIONAMENTO

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

Nei casi di raggi di curvatura maggiori di 900 m, i posti di sezionamento e di RA si svilupperanno su tre campate. Negli altri casi il numero di campate aumenta fino a cinque.

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

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

L'ormeggio dei conduttori in corrispondenza dei sostegni sarà realizzato secondo quanto previsto dai 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 previsto il tipo con segmento "quadrato" con altezza ridotta secondo elaborato di RFI "E64896: "Segmento per contrappeso 290x290x42".

Gli ormeggi saranno realizzati interponendo 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 avrà cura che lo scorrimento delle colonne dei contrappesi ed il movimento delle taglie sia garantito per qualsiasi temperatura compresa tra "-15° C e +45° C".

Come tabella di montaggio delle taglie in funzione della temperatura e della distanza dal punto 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) saranno corrispondenti a quelle riportate nei seguenti elaborati di RFI:

- **E64850:** Schemi tipologici di RA per LdC 440 mm² e 540 mm² rettilineo e curva di raggio R>250 m;
- **E64851:** Schemi tipologici di TS per LdC 440 mm² e 540 mm² rettilineo e curva di raggio R>250 m.

Su tali elaborati tipologici 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. **Vedi anche paragrafo 3.7.**

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

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

Nelle **Gallerie** è previsto l'impiego dei dispositivi di tensionatura a molle elicoidali a compressione, secondo quanto indicato con nota RFI/TC.TE/009/343 del 28.05.2002, e di cui al disegno E70425 "Tipologico di principio - Disposizione dell'ormeggio regolato per LdC in galleria 440 mm² e 540 mm²".

- La disposizione dei penduli dei posti di "Regolazione Automatica" è conforme al disegno Tipologico **E70419**;
- La disposizione dei penduli dei "Posti di Sezionamento" è conforme al disegno Tipologico **E70418**;

Tali dispositivi di tensionatura a molle elicoidali (Tensorex tipo C+), al fine di garantire uniformità nelle tensioni meccaniche dei conduttori, trovano altresì impiego anche all'aperto limitatamente agli ormeggi di

quelle condutture che in uscita dalle gallerie, realizzano in queste ultime analogo sistema di ormeggio regolato.

3.11 PUNTI FISSI

I punti fissi per **LdC 440 mm²**, con corde portanti regolate e mensola orizzontale in profilo di alluminio, saranno realizzati sempre al centro di ogni tratta di contrappesatura secondo quanto indicato nell'elaborato di RFI:

- **E73201:** Punto fisso con stralli elastici per LdC

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, saranno realizzati mediante funi sintetiche isolate 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.

La tesatura degli stralli di punto fisso realizzati con fune sintetica isolata è riportato nell' elaborato:

- **E65021:** Tabella di tesatura all'aperto per strallo di punto fisso in fune sintetica isolata.

Per le linee di contatto da **LdC 220 mm²** (con corda portante fissa), i punti fissi saranno realizzati con collegamenti filo-fune del tipo a W.

3.12 CIRCUITO DI TERRA E DI PROTEZIONE TE

Il circuito di terra e di protezione, realizzato nel rispetto di quanto definito dalla Norma CEI EN 50122-1 e nella Specifica Tecnica RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A "Istruzioni per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kV cc", presenta le caratteristiche di seguito dettagliate.

Il circuito di terra e di protezione di **piena linea allo scoperto** sarà realizzato, partendo dal portale interno di stazione compreso, collegando tutti i sostegni di ciascun binario tra loro mediante n.2 corde in TACSR sezione 170 mm² opportunamente sezionate ogni 3000 m circa, mediante impiego di isolatori ad anello tipo "I624". Le due corde di terra saranno ubicate dal lato opposto alla linea di contatto. La prima corda sarà montata alla quota di 5,00 dal piano ferro, la seconda alla quota di 7,40 m dal piano ferro.

Le estremità del tratto di circuito di terra saranno collegate al centro delle connessioni induttive degli Impianti di Sicurezza, tramite un limitatore di tensione bidirezionale per circuito di protezione TE 779/0070.

Inoltre, ciascun sostegno sarà collegato ad un proprio dispersore di terra e non alla rotaia o al centro delle casse induttive.

Essendo presente il blocco automatico (circuito di ritorno di Tipo 1), la lunghezza L di ciascun tratto di CPTE deve corrispondere ad un numero intero di sezioni di blocco/circuiti di binario, con un minimo di due.

In galleria il CdT sarà realizzato secondo le stesse caratteristiche generali di quello di piena linea allo scoperto. In particolare, tutti i supporti penduli di sospensione e di ormeggio di ciascun binario saranno collegati tra loro mediante n.2 corde in TACSR sezione 170 mm² formando dei circuiti indipendenti di CdT di lunghezza di circa 3000 m o che si aggiungono a quelli allo scoperto. Anche i sezionamenti del CdT in galleria saranno realizzati mediante impiego di isolatori ad anello tipo “I624”.

Per le sezioni estreme delle **Gallerie** in cui il circuito di protezione ricade in parte allo scoperto e in parte in galleria, le corde TACSR interne saranno ormeggiate su appositi supporti penduli, mentre quelle esterne saranno collegate meccanicamente sul fronte delle gallerie – con un ormeggio isolato. La continuità elettrica del CPTe sarà ripristinata per ciascuna coppia di corde nude, con collegamenti in corde TACSR, opportunamente staffati all’interno della galleria.

Per tali sezioni estreme, al fine di garantire i valori di resistenza di terra previsti nella Metodologia Operativa DPR MO SL 07 1 1 i sostegni TE prossimi alla galleria saranno provvisti di picchetti di terra profonda.

Sui **Viadotti** il CdT sarà realizzato secondo le stesse caratteristiche generali di quello di piena linea allo scoperto, precedentemente descritti.

Per le sezioni di CPTe ricadenti sui Viadotti al fine di garantire i valori di resistenza di terra previsti nella Metodologia Operativa DPR MO SL 07 1 1 sono previste terre profonde supplementari per i sostegni in corrispondenza delle estremità e della mezzeria della sezione del CPTe in oggetto. I sostegni ubicati sui viadotti, che risultano di estremità o centrali, rispetto al CPTe, saranno collegati a terre profonde tramite due cavi TACSR opportunamente staffati alle pile dei viadotti stessi.

In **stazione** il circuito di terra e di protezione che si sviluppa nel tratto compreso tra i portali interni esclusi, sarà realizzato con le stesse caratteristiche generali di quello di piena linea. Inoltre saranno realizzati collegamenti aerei trasversali mediante due corde in rame da 120 mmq, tra sostegni di palificate diverse allo scopo di costituire un circuito magliato; il circuito così costituito sarà collegato al circuito di ritorno TE (al centro delle casse induttive dei binari di corsa a alla rotaia non isolata dei binari secondari, mediante dispositivi limitatori di tensione in numero e secondo le modalità indicate nel presente documento RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A. A differenza del CPTe di piena linea la quota di posa del trefolo alto sarà ridotta a 5,40 m, per renderla compatibile con le installazioni delle apparecchiature TE di stazione.

Il CPTe, così come illustrato, realizza la condizione per cui l’eventuale corrente di guasto che interessi un qualsiasi sostegno possa affluire al circuito di ritorno attraverso almeno due percorsi distinti, ognuno formato da due corde/cavi TACSR.

Nei casi in cui non è possibile realizzare un circuito ad anello, l’ultimo sostegno è collegato al circuito di ritorno mediante un dispositivo limitatore di tensione, in modo da evitare tratti in antenna.

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.

In corrispondenza dei sostegni dove sono applicati i limitatori di tensione è previsto l’impiego di dispersori profondi in modo da abbassare la resistenza di terra complessiva.

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

- n.1 corda TACSR a 200 mm sotto la quota del piano teorico di contatto;

- n.1 corda TACSR a 2200 mm sopra la quota del piano teorico di contatto.

La disposizione e la costituzione degli ormeggi della corda di TACSR, con sezione pari a 170 mm², sarà realizzata secondo l'elaborato "E56000/12s: Circuito di terra".

Le corde in TACSR saranno tesate attenendosi a quanto definito dall'elaborato:

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

Ai fini della sicurezza elettrica, è stata prevista la possibilità di misura e verifica delle tensioni di passo e contatto da effettuarsi, secondo la Norma CEI EN 50122-1- per le strutture della linea di contatto e per tutte le masse metalliche presenti nella sede ferroviaria, con particolare riferimento a sostegni, mancorrenti e specchiature metalliche e barriere antirumore, sia in condizioni di normale esercizio che in condizioni di guasto. I valori misurati dovranno essere inferiori a quelli richiesti dalle norme citate, in relazione ai tempi di intervento delle protezioni e delle correnti di corto circuito che saranno forniti da RFI, in base alla situazione degli impianti di trazione elettrica al momento della verifica in questione.

3.13 MESSA A TERRA PENSILINE METALLICHE

Per le **pensiline metalliche** ubicate in zona di rispetto TE, presenti nelle stazioni o fermate, sono da prevedere particolari precauzioni di sicurezza a tutela degli utenti e del personale di servizio; in particolare dovrà essere previsto un impianto di messa a terra proprio, costituito da:

- dispersore di terra a picchetto (L=3m) infisso nel terreno in corrispondenza di ciascun sostegno verticale della pensilina (*al quale dovrà essere applicata mediante saldatura continua un'apposita piastrina metallica con foro*), dotato di pozzetto di ispezione e collegamento alla colonna costituito da doppia corda nuda TACSR Φ 15,82mm protetta da tubo flessibile in PVC Φ 50mm;
- collegamento mediante dispositivo limitatore di tensione tra la struttura metallica ed il circuito interpali.

Per rendere efficace il collegamento tra il suddetto impianto di messa a terra e quello di protezione TE, le paline di sostegno della linea di contatto ricadenti sulla pensilina saranno rese elettricamente isolate dalla stessa mediante boccole, rondelle e lastre isolanti da interporre tra gli elementi metallici a contatto.

In tutte le circostanze in cui si verificasse la presenza di operatori sopra le pensiline metalliche, in particolare in caso di manutenzione sopra le stesse, si prescrive che le lavorazioni avvengano in condizioni di toltà tensione degli impianti di trazione elettrica oppure, in alternativa, predisponendo opportuni collegamenti elettrici tra il circuito di terra di protezione TE e le pensiline metalliche in modo da rendere elettricamente equipotenziali le due terre distinte contemporaneamente accessibili da parte degli operatori.

3.14 MESSA A TERRA RETI DI PROTEZIONE

Per quanto riguarda i criteri da utilizzare per la messa a terra di parti metalliche quali ad esempio delle reti metalliche di protezione, con particolare riguardo a quelle installate in corrispondenza dei cavalcaferrovia, bisogna che siano rispettate le prescrizioni indicate nella EN 50122-1 ed in particolare:

- nel caso di reti e specchiature metalliche installate su cavalcaferrovia con superficie di calpestio posata a distanza superiore a 3 metri dalla posizione del conduttore e/o del punto in tensione più alto, non è necessario prevedere alcun tipo di protezione aggiuntiva oltre a quella funzionale e/o strutturale propria del cavalcaferrovia;

- nel caso di reti e specchiature metalliche installate come barriera/ostacolo di protezione, esse devono essere posate ad una distanza verticale non inferiore ad un metro dalla superficie di calpestio dell'opera d'arte in questione e, quindi, risultano sempre fuori dalla zona di rispetto TE a condizione che la protezione sottostante sia in materiale non conduttore; quindi, oltre a non essere “parti conduttrici esposte” non sono neanche classificabili come “parti conduttrici tensionabili”, pertanto non saranno collegate al circuito di ritorno TE. In questo caso dovrà essere previsto un impianto di terra separato solo se necessario in accordo a quanto previsto dalla normativa vigente in merito alla protezione delle strutture metalliche esposte contro le scariche atmosferiche (norme CEI 81-1 e CEI 81-4);
- nel caso di reti e specchiature metalliche che interferiscono con la zona di rispetto TE, esse saranno collegate al circuito di terra di protezione mediante dispositivo limitatore di tensione.

Sempre come prescritto dalla norma CEI EN 50122-1, sono state però escluse dai provvedimenti di protezione “le strutture conduttrici di piccole dimensioni che non sostengono o non contengono apparecchiature elettriche” Tali strutture comprendono ad esempio le coperture di fognature, cartelli monitori, recipienti per rifiuti, recinzioni metalliche anche grigliate ecc. che, se totalmente conduttrici, non superino 3m di lunghezza misurati parallelamente alla zona della linea aerea di contatto e che non si estendano al di fuori del limite della zona della linea aerea di contatto per più di 2 m”. Per le strutture parzialmente conduttrici, invece la lunghezza limite è fissata in 15 m.

3.15 MESSA A TERRA DELLE BARRIERE ANTIRUMORE

L'intervento di Risanamento Acustico prevede l'installazione di *barriere antirumore standard RFI, per impieghi ferroviari tipo “HS”*, con posizionamento esterno rispetto ai sostegni T.E.

Per poter garantire le operazioni di manutenzione della Linea di Contatto senza interferire con gli altri impianti adiacenti, è previsto che le barriere antirumore vengano montate lungo la sede ferroviaria in modo da garantire, ove possibile, la distanza minima di 25 cm tra la parte alta terminale delle barriere stesse e le strutture T.E.

Il sezionamento, l'isolamento e la messa a terra delle barriere antirumore sarà eseguita secondo quanto riportato nel Manuale di Progettazione delle OO.CC. – Parte II, Sez.1. Di seguito vengono descritte le prescrizioni tecniche da adottare per gli interventi di sezionamento e messa a terra delle barriere antirumore in presenza degli impianti di trazione elettrica.

Propedeuticamente, si definisce “Zona di rispetto T.E. a 3 kV c.c.” lo spazio entro i 3 m di distanza dall'asse del binario elettrificato e dai conduttori inattivi della LdC che vanno agli ormeggi, misurati in senso trasversale all'asse e al conduttore stesso.

1. Se la BA ricade, anche solo per una sua parte, all'interno della Zona di rispetto T.E. si devono adottare le seguenti prescrizioni tecniche:
 - Suddividere, tramite giunto dielettrico, la BA in sezioni di lunghezza pari a 50 m circa;
 - All'interno di ciascuna sezione, realizzare la continuità elettrica tra i montanti metallici della BA tramite l'installazione di barra colletttrice equipotenziale in acciaio zincato $\Phi 12\text{mm}$ o equivalente;
 - Collegare la barra colletttrice equipotenziale al palo T.E. più prossimo, possibilmente in posizione baricentrica rispetto alla BA stessa, tramite due cavi in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR $\Phi 19,62\text{mm}$;

- Isolare i montanti dai tirafondi di ancoraggio tramite l'applicazione di boccole e rondelle isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica (vetronite);
 - Se la BA è del tipo flangiato su opera d'arte, applicare tramite incollaggio alla faccia inferiore della piastra di flangiatura un foglio in vetronite, di spessore 0,5mm e di dimensioni tali da sporgere di almeno un centimetro per ciascun lato rispetto alla piastra stessa;
2. Nel caso di BA fuori dalla Zona di rispetto T.E., ma adiacente ad una BA in Zona di rispetto T.E. (distanza tra le due BA minore o uguale ai 2,5 m), la BA in oggetto dovrà essere trattata come se cadesse all'interno della Zona di rispetto T.E.;
 3. Per BA che non ricadono nei precedenti casi, applicare l'isolamento dei basamenti tramite rondelle e boccole isolanti. Nel caso si tratti di BA di tipo flangiate, applicare anche il foglio in vetronite, come precedentemente descritto;
 4. Per BA fuori dalla Zona di rispetto T.E., le sezioni isolate saranno avere una lunghezza ≤ 20 m;
 5. Per BA che non devono essere connesse al circuito di terra e protezione TE, in corrispondenza dei sostegni T.E. (pali e portali), dei tiranti a terra e dei segnali luminosi, per distanze $L \leq 2,5$ m ($L =$ distanza palo/portale/tirante a terra/segnale luminoso – barriera antirumore), occorre realizzare un tratto isolato esteso di barriera antirumore in modo tale che i montanti metallici estremi del sezionamento risultino ad una distanza superiore od uguale a 2,5 m dalle strutture T.E. o dai segnali luminosi stessi;
 6. Per tutti i tipi di barriera antirumore, nel caso in cui le sezioni di BA debbano essere collegate al circuito di terra di protezione T.E. per linee a 3 kV c.c. (BA in Zona di rispetto TE, in adiacenza a BA in Zona di rispetto T.E. o a seguito di misure effettuate a valle dell'installazione che evidenzino problematiche di masse contemporaneamente accessibili) e possano essere toccate da persone sul lato esterno della barriera antirumore, le stesse sezioni devono essere collegate, tramite due cavi in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR $\Phi 19,62$ mm, ad almeno 2 dispersori di terra, posti ogni 20 m circa, della stessa tipologia utilizzata per i circuiti di terra di protezione T.E.. Detti dispersori devono essere posti in opera all'esterno della barriera antirumore rispetto al binario;
 7. Nel caso di BA installate su viadotto deve essere effettuato il sezionamento elettrico della BA in corrispondenza di ciascun giunto di dilatazione dell'impalcato.
 8. Dal punto di vista costruttivo si prescrive che:
 - Due sezioni adiacenti devono essere sezionate mediante un giunto dielettrico;
 - In sede di progetto di dettaglio si deve cercare di far coincidere i giunti dielettrici con i giunti strutturali dell'opera di fondazione;
 - L'allettamento di tutti i tipi di barriera antirumore deve essere realizzato tramite uno strato di malta "EMACO";
 - I giunti dielettrici, per tutti i tipi di barriera antirumore, che costituiscono l'isolamento elettrico tra i pannelli acustici fonoassorbenti ed i montanti metallici di fine sezione viene ottenuto tramite guaina in gomma EPDM dielettrica e fogli isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica, posizionati su tutta l'altezza del profilato metallico; nel caso dei montanti metallici flangiati, la guaina in gomma EPDM dielettrica si estende anche in corrispondenza della piastra di base.
 - Ai fini della sicurezza elettrica, si prescrive la misura e verifica delle tensioni di passo e contatto da effettuarsi, secondo quanto previsto dalla Norma CEI EN 50122-1, per le strutture della linea di

contatto e per tutte le masse metalliche presenti nella sede ferroviaria, con particolare riferimento a sostegni, pensiline, mancorrenti e barriere antirumore.

I materiali impiegati per gli interventi di sezionamento e messa a terra delle barriere antirumore sono i seguenti:

- Guaina in gomma EPDM dielettrica di durezza Shore A 50, spessore pari a 5 mm, avente caratteristiche meccaniche secondo la CNR 10018;
- Malta “EMACO” avente caratteristiche meccaniche ed elettriche simili o superiori alla malta tipo “EMACO BASF S55”;
- Foglio isolante in tessuto di vetro e resina epossidica di spessore pari a 0,5 mm, avente caratteristiche meccaniche ed elettriche simili o superiori alla resina tipo “Misolet LG11H”;
- Boccole isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica di diametro esterno 35 mm, diametro interno 33 mm e lunghezza 40 mm, di spessore 1 mm, per barriere antirumore su basi in c.a.;
- Rondelle isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica, di spessore 0,5 mm e diametro esterno superiore a quello della sovrastante rondella di acciaio di almeno 10 mm, per tirafondi M30, con diametro esterno pari a 152 mm, per barriere antirumore su basi in c.a.;
- Tondo di acciaio del diametro di 12 e di 16 mm;
- Cavo TACSR $\Phi 19,62$ mm costituito da un solo conduttore, da un isolamento e da una guaina esterna protettiva. Il conduttore ha un diametro esterno di 15,82 mm costituito da un nucleo centrale interno e da un mantello esterno. Il nucleo è costituito a sua volta da un filo di acciaio ricoperto da una guaina estrusa di alluminio. Il mantello è costituito da due corone, una di 9 conci e l'altra di 18 fili tondi;
- Capocorda in alluminio;
- Bulloni, dadi e rosette in acciaio zincato a caldo;
- Dispersore di profondità tipo Dehn e Sohne: bastoni componibili in acciaio.

I fogli isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica e le guaine in gomma EPDM dielettrica devono essere incollati alle superfici metalliche con un adesivo compatibile con i due materiali a contatto e le rondelle isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica devono essere soggette a lavorazioni di tipo meccanico al fine di irruvidirne la superficie su entrambi i lati; tale trattamento può essere ottenuto, ad esempio, con carta vetrata grana 80 ed ha lo scopo di garantire il coefficiente di attrito di progetto.

3.16 CIRCUITO DI RITORNO

Il circuito di ritorno (CdR) della corrente di trazione elettrica è costituito dalle rotaie del binario.

In relazione all'isolamento delle rotaie riferito all'impianto di segnalamento previsto (Blocco Automatico), il CdR dei **binari di piena linea e di corsa delle stazioni** sarà del “Tipo 1”, cioè con entrambe le rotaie isolate.

Mentre il CdR dei **binari di precedenza e secondari** è del “Tipo 2”, cioè con una rotaia isolata e una non isolata.

Pertanto:

- nei **binari di piena linea e di corsa delle stazioni** il ritorno TE è assicurato da connessioni longitudinali da realizzare in corrispondenza di ogni giunzione non saldata e non isolata di tutte e

due le fughe di rotaie del binario ovvero con collegamenti tra i centri delle connessioni induttive “affacciate”;

- nei binari di **precedenza** e **secondari** il ritorno TE è assicurato da collegamenti tra le rotaie non isolate dei binari (connessioni a Z); esse a loro volta sono allacciate elettricamente al circuito di ritorno dei binari di corsa mediante connessione al centro delle casse induttive.

Nelle stazioni, non sede di Sottostazione Elettrica, con due binari di corsa, quale la **stazione di Marcatobianco**, è previsto un collegamento “equipotenziale” fra il centro delle connessioni induttive del binario di corsa della linea veloce, con la rotaia non isolata del binario di corsa della linea lenta.

Mentre nelle stazioni (o Posti di Movimento), sedi di Sottostazione elettrica, quali le stazioni di **Vallelunga** e di **Caltanissetta Xirbi** e il **PM di Marianopoli** è previsto il collegamento del negativo di SSE alle rotaie, realizzato secondo il disegno E50006. Tale collegamento è predisposto dalla specialistica SSE.

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

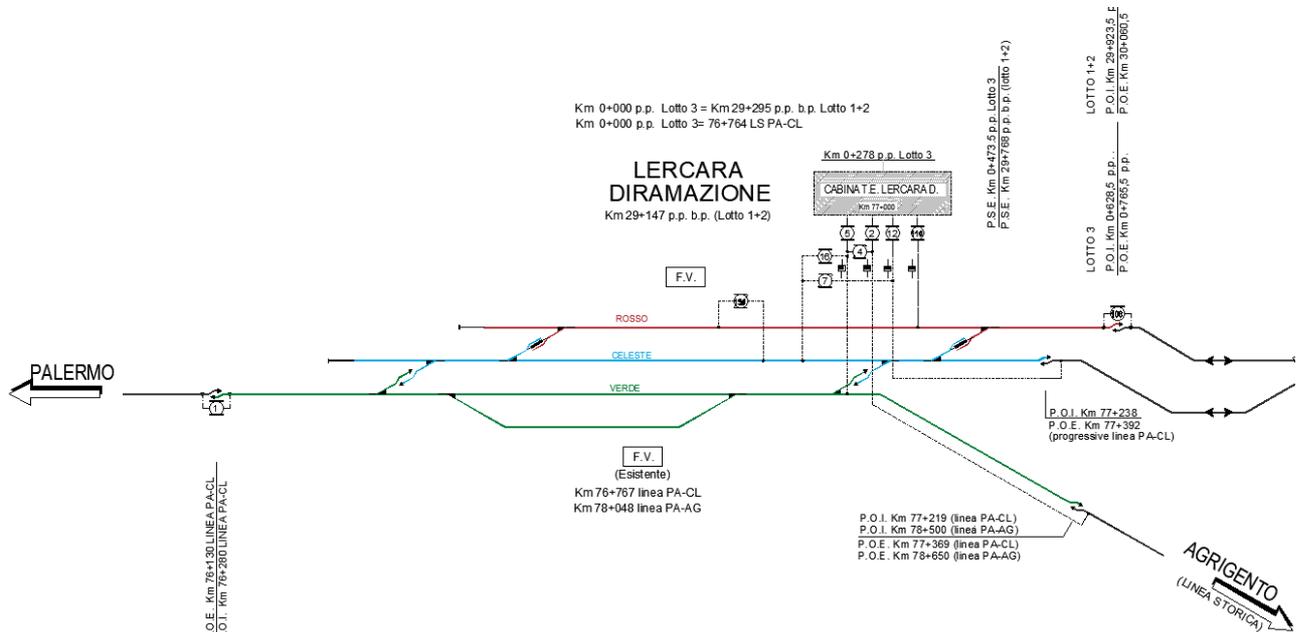
3.17 ALIMENTAZIONE

L'architettura dell'intero sistema di alimentazione è stata scelta in base a molteplici fattori sia di carattere tecnico sia di tipo territoriale e ambientale.

L'ingente richiesta di potenza dovuta ad un modello di esercizio previsto che prevede treni in doppia trazione e velocità sostenute (fino a 200 km/h), richiede un aumento della potenzialità della linea che comporta l'adeguamento della **Cabina TE di Lercara Diramazione** alla nuova architettura del sistema di alimentazione, la costruzione della nuova **SSE di Vallelunga** e della **SSE di Marianopoli** ubicata nella **tratta P.M. Marianopoli – P.M. San Cataldo**. La SSE di Caltanissetta Xirbi risulterà già adeguata nell'ambito di lavorazioni temporalmente antecedenti a quelle del lotto 3; in corrispondenza di quest'ultima SSE, a cura della specialistica LC, si procederà alla fornitura e posa in opera della sola canalizzazione, dei cavi 3 kVcc e del sezionatore di fine cavo necessari per l'alimentazione della nuova tratta Caltanissetta Xirbi – PM San Cataldo a partire dal sezionatore n. 211 della SSE di Xirbi.

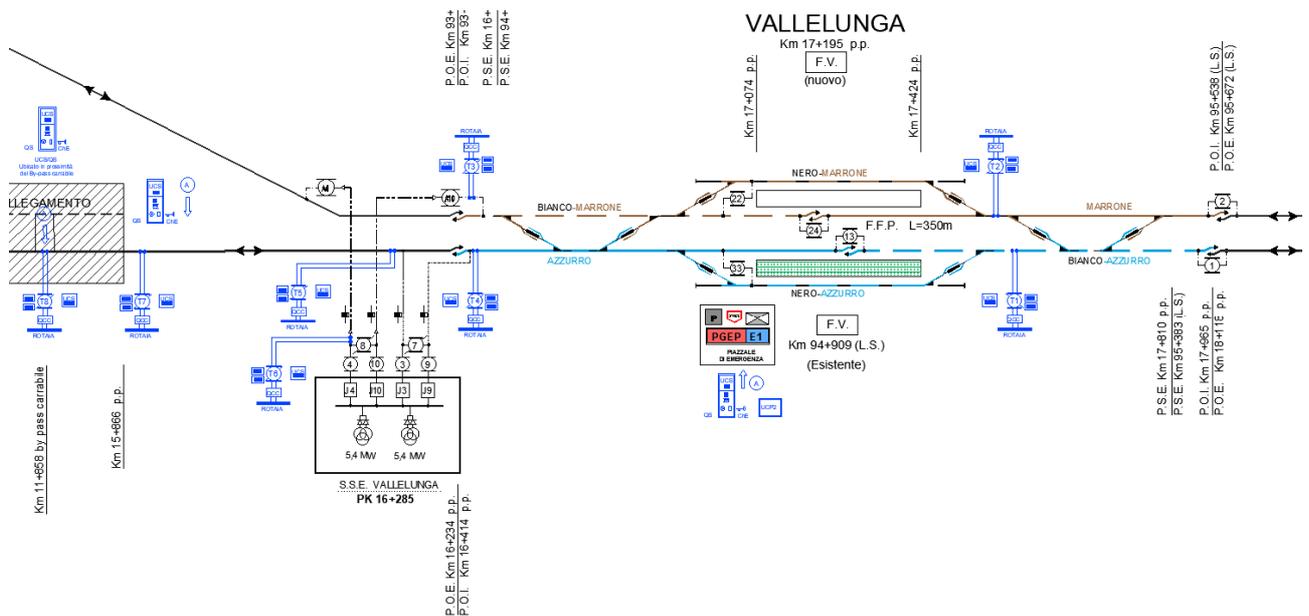
Come desumibile dallo stralcio di schema TE sottostate, nelle lavorazioni del presente lotto 3, dalla **Cabina TE di Lercara Diramazione** si dipartirà anche l'alimentatore “aereo” TE necessario per le esigenze del nuovo binario della “*linea veloce*” che si diparte dall'omonima stazione, verso Catania.

In relazione all'intervenuta modifica per la gestione delle problematiche idrauliche in uscita dalla stazione di Lercara (lato Catania) dismettendo la tratta storica Lercara – Marcatobianco e mantenendo in esercizio la sola LV, nel piazzale del nuovo PMZ di Marcatobianco dovrà prevedersi l'installazione provvisoria di un box ONAE con gli alimentatori necessari alla gestione del bivio che di fatto “nascerà” dall'allaccio della LS in uscita dalla stazione di Marcatobianco con la LV; ciò si assocerà alla semplice rimodulazione delle calate di alimentazione della Cabina TE di Lercara che vedrà l'asservimento dell'alimentatore 12, oggi riservato alla tratta della LS per Catania, alla zona rossa di stazione “nata” dall'arrivo della LV, senza la necessità di lavorazioni nel piazzale della cabina.



Cabina TE di Lercara Diramazione
stralcio schema di alimentazione e zone TE di progetto

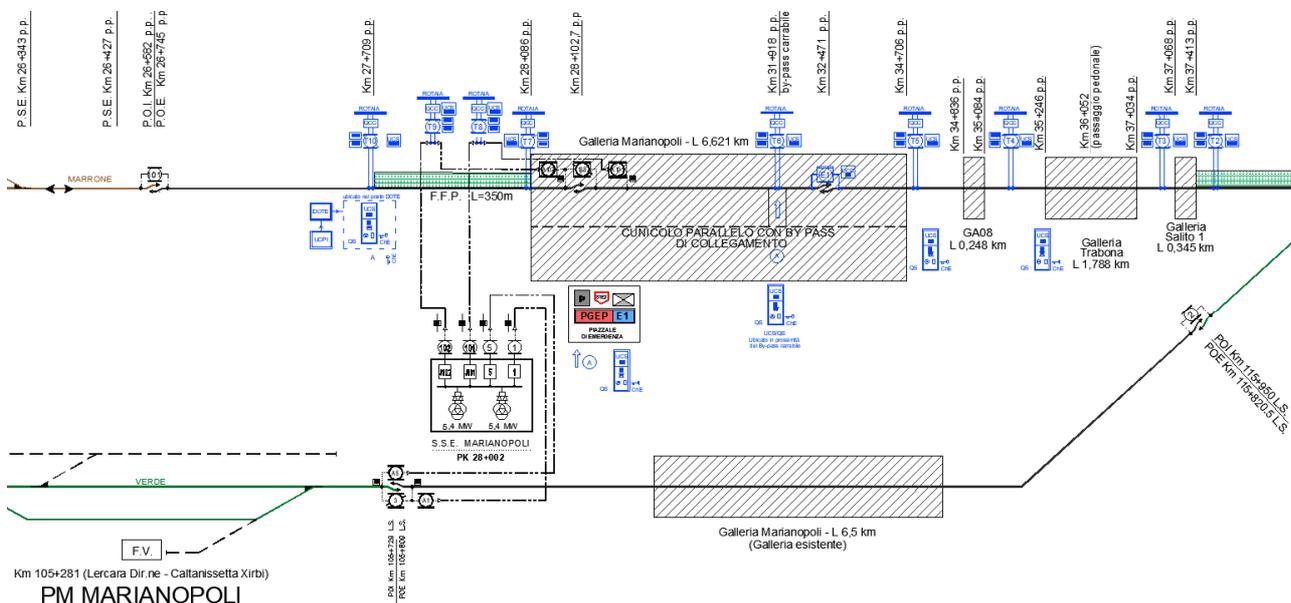
Gli alimentatori N. 3 e N. 9 in uscita dalla SSE di Vallelunga saranno in “aereo”, mentre gli alimentatori N. 4 e N. 10 saranno in cavo e dotati di sezionatori di fine cavo; questa scelta, legata ad una questione di sicurezza, permetterà ai soccorritori, in caso di treno incidentato ed “attivazione” delle misure per la sicurezza in galleria, di “passare” davanti alla SSE senza il rischio di avere alimentatori in traversata aerea accidentalmente in tensione, pur lasciando eventualmente alimentata a sbalzo dal lato di Palermo (sez. A4 “aperto”) la tratta della LS compresa tra Vallelunga e Marcatobianco.



SSE di Vallelunga
stralcio schema di alimentazione e zone TE di progetto

Gli alimentatori 3kVcc, in partenza da appositi sostegni posti all'interno della recinzione della **Cabina TE di Lercara Diramazione** e della **SSE di Vallenga**, saranno ubicati su apposita palificazione. Ogni alimentatore sarà costituito da n°2 corde Cu 230 mm².

Invece, per la **SSE di Marianopoli**, al fine di evitare interferenze fra gli alimentatori e il sistema di messa a terra di sicurezza della galleria Marianopoli, gli alimentatori sono tutti previsti in cavo. Si evidenzia, inoltre, che il tronco di sezionamento è stato realizzato in galleria per la circostanza che in questo caso la linea allo scoperto si concretizza in un viadotto. In tal caso infatti si sarebbe dovuto disporre di alimentatori in cavo di lunghezza maggiore oltre che di un tronco di sezionamento su portale. Analoga soluzione “in cavo” è stata utilizzata anche per alimentare la linea storica.



SSE di Marianopoli stralcio schema di alimentazione e zone TE di progetto

Ogni alimentatore è costituito da 3 cavi da 1x500 mm² cadauno, con classificazione CPR (UE 305/11) B2ca-s1a,d1,a1 (Tipo RG7H1M2 oppure FG16H1M18-12/20KV) cat/prog. 803/9770. La parte di cavidotto compresa tra la SSE e i sostegni di ubicazione del dispositivo di messa a terra, compresa la fornitura e posa in opera del blocco di fondazione con il sostegno, delle barre di attestamento, degli scaricatori e dei rilevatori voltmetrici, sono previste a cura della specialistica SSE.

Rimangono a cura della specialistica TE i tratti compresi tra la barra di attestamento menzionata (punto di collegamento dei dispositivi di Messa a Terra) e la linea di contatto.

3.18 SEZIONATORI

Per considerazioni legate a motivi di esercizio nonché alla funzionalità del dispositivo di alimentazione e protezione, le alimentazioni possono essere interrotte o diversamente connesse mediante appositi sezionatori a 3kVcc, motorizzati e telecomandati dal DOTE.

Il comando e controllo dei sezionatori TE delle stazioni avverrà per mezzo di appositi quadri ubicati come segue:

- Stazione di **Lercara Diramazione**, il quadro di comando e controllo sarà ubicato nella Cabina TE omonima (a cura altra specialistica);
- **Posto di Movimento di Marcatobianco**, il quadro di comando e controllo sarà ubicato nel locale DM del Fabbricato Viaggiatori;
- Stazione di **Vallelunga**, il quadro di comando e controllo sarà ubicato nella SSE omonima (a cura altra specialistica);
- Tratta P.M. **Marianopoli – P.M. San Cataldo** il quadro di comando e controllo sarà ubicato nella **SSE di Marianopoli** (a cura altra specialistica);
- **Posto di Movimento di P.M. San Cataldo**, il quadro di comando e controllo sarà ubicato nel locale DM del Fabbricato Viaggiatori;
- Stazione di **Caltanissetta Xirbi**, il quadro di comando e controllo sarà ubicato nella SSE omonima (a cura altra specialistica).

Per i Posti di Movimento di **Marianopoli** e di **San Cataldo** l'intera canalizzazione, a servizio dei sezionatori TE, sarà predisposta da questa specialistica. Mentre per gli impianti di **Lercara Diramazione, Vallelunga, Tratta P.M. Marianopoli – P.M. San Cataldo** e di **Caltanissetta Xirbi** (sede di Cabina TE/SSE) rimane a cura di questa specialistica la canalizzazione di piazzale fino al confine con la recinzione delle SSE.

I cavi necessari per l'alimentazione, il comando ed il controllo di stato dei sezionatori, nelle formazioni e sezioni previste dalla circolare sono quelli indicati nel documento F.S. RE/ST.IE -IE/1/97-605. Essi rimangono a cura della specialistica L.d.C. per tutta la loro estensione.

Il quadro di comando e controllo ubicato rispettivamente nei **PM di Marianopoli e di San Cataldo** sarà alimentato mediante apposito alimentatore (integrato nello stesso quadro) munito di convertitore AC/DC e trasformatore di isolamento come da spec. RFI DTCDNSSSTB SF IS 06 365, Potenza nominale 1600VA, grado di isolamento tra primario e secondario non inferiore a 15 kV e di tutte le caratteristiche indicate nella voce della Tariffa EC.AL.C.3100.E. I quadri di comando e controllo necessari per le **stazioni di Lercara Diramazione, Vallelunga e Caltanissetta Xirbi** sono predisposti nell'ambito dell'intervento di SSE.

Sia i cavi necessari per il comando e controllo che quello per l'alimentazione del convertitore AC/DC saranno del Tipo CPR rispondenti al Decreto Legislativo 16/6/17 n. 106 "Adeguamento della normativa nazionale del Regolamento Prodotti da Costruzione UE 305/2011".

Gli schemi dei circuiti da realizzare all'interno dei quadri di alimentazione e controllo rispondono alla medesima circolare modificata secondo la nota RFI-DTC.ST.E\A0011\P\2017\0000108 del 5/6/2017 "Modifica 01.06.2017: INSERZIONE RESISTENZA 33 OHM, 10 W".

Al fine di ridurre al massimo le false spese, l'emisezionamento e la colorazione delle zone elettriche del PM di **Marianopoli** vengono già in questa Macrofase predisposti in vista del completamento del PM stesso (nella conformazione canonica) previsto nella successiva Macrofase 2.

3.19 SEGNALETICA TE

La segnaletica TE sarà conforme alla Linea Guida “RFI.DMA.LG.IFS.8.B” Ed. 09/2008 la quale fornisce indicazioni sulle prescrizioni costruttive, sui criteri di utilizzazione e di installazione della segnaletica di individuazione e di sicurezza.

In particolare, su ogni sostegno TE sarà posato il cartello di individuazione, costituito da una targa di colore bianco con caratteri neri e realizzata come indicato nel disegno RFI E.64498, sul quale saranno riportati, 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 di sostegno;
- indicazione del posto telefonico più vicino.

Le targhe segnaletiche per l'individuazione delle zone elettriche nelle stazioni o nelle zone di sovrapposizione, presenti in corrispondenza dei tratti di sezionamento di piena linea, saranno realizzate come da disegno RFI E.70308 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 E.70307. La targa sarà applicata sul coperchio degli argani con appositi collanti in grado di resistere alle condizioni climatiche.

Sui sostegni TE i sezionamenti saranno 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, saranno realizzati come indicato nel disegno RFI E.55149.

Le discese di alimentazione saranno segnalate tramite un cartello con la scritta “ATTENZIONE ALLE DISCESE DI ALIMENTAZIONE”. Tale cartello sarà posato sulla mensola del sostegno dove si realizza la discesa di alimentazione. Il cartello di dimensioni 540x220 cm sarà realizzato come indicato nel disegno RFI E.55149.

Il cartello di avvertimento sarà conforme a quanto indicato dal disegno RFI E.64496 e sarà applicato sui sostegni al disopra del cartello di individuazione RFI E.64498, rivolto verso il binario e con la superficie parallela allo stesso.

Sulle reti di protezione contro contatti accidentali da linee TE, poste a distanza ridotta da zone praticabili, le targhe di avvertimento saranno applicate con passo massimo di 5m e ad una altezza dal piano di calpestio di 1,5 m.

3.20 TELECOMANDO

Gli interventi relativi alla realizzazione degli IMPIANTI DI TELECOMANDO DOTE sono assunti a carico di RFI.

4 INNESTI NUOVI IMPIANTI TE SU QUELLI ESISTENTI E ALTRE PARTICOLARITA' DI IMPIANTO

Relativamente alla Linea di Contatto, le attività previste nell'ambito dell'intervento oggetto del presente documento si riferiscono alla Macrofase 1. Nella macrofase 2 sarà realizzato il completamento della linea Palermo – Catania a doppio binario.

La linea costruita nell'ambito del lotto 3 prende avvio nella stazione di **Lercara Diramazione** dove si attesta il nuovo binario proveniente dal **PM di Marcatobianco**.

Si segnala che dalla nuova **SSE di Marianopoli** si dipartiranno appositi alimentatori verso l'**omonimo PM** esistente, che assumerà la configurazione di un impianto alimentato da una SSE posta lato Catania.

Nella **Galleria Marianopoli**, in prossimità dell'imbocco lato Fiumetorto, ricade la SSE omonima che richiede la presenza di un tronco di sezionamento in linea. Per le motivazioni precedentemente esposte tale sezionamento sarà ubicato all'interno della Galleria. Ciò comporta la predisposizione di un'apposita nicchia che dovrà ospitare gli arrivi cavi, n. 3 sezionatori blindati, la cassa induttiva per la connessione del negativo proveniente dalla SSE e i dispositivi di rilevamento della tensione di linea. Analoga nicchia sarà predisposta dalla specialistica UO Gallerie, anche nella Galleria che ospiterà il binario da realizzarsi nella Macrofase 2.

La stazione di **Caltanissetta Xirbi**, già sostanzialmente modificata per effetto delle lavorazioni del **Lotto 4a**, temporalmente precedente al **Lotto 3**, assumerà la configurazione definitiva della linea a doppio binario (nella Macrofase 2 non subirà alcuna variazione). L'attività principale da svolgere nella stazione di Xirbi è quella relativa alla connessione del nuovo binario proveniente dal **P.M. di S. Cataldo**.

5 RIMOZIONE IMPIANTI TE ESISTENTI

I lavori relativi alle attività del Lotto 3 vedranno solamente attività di demolizione nella stazione di Lercara Diramazione, nel P.M. di Marcatobianco e nelle stazioni di Vallelunga e di Caltanissetta Xirbi. Tutti i rimanenti impianti della linea storica rimarranno in esercizio.

I materiali degli impianti TE provenienti da tutte le suddette opere di demolizione (per trasformazione), nel rispetto di quanto riportato nel documento "RFI-DTN\AOO11\J3\2014\0000054 – Previsione del tolto d'opera" del 13/01/2014, non saranno direttamente smaltiti, ma accantonati in apposite aree indicate dagli agenti ferroviari per la loro classificazione; il personale addetto di RFI si esprimerà sullo stato d'uso degli stessi.

A valle di tale analisi le quantità totali computate negli appositi elaborati di progetto potranno essere classificate secondo i codici previsti dalla procedura "Tolto d'opera" esplicitata nel suddetto documento, scomposte in sub-quantità parziali e stoccate, rigenerate o smaltite in base a quanto stabilito.

6 SISTEMA DI INTERRUZIONE E MESSA A TERRA DELLA LINEA DI CONTATTO

Il progetto infrastrutturale del lotto 3 prevede la realizzazione delle gallerie sotto specificate, di cui due con lunghezza maggiore di 5000 m:

GALLERIA SANTA CATENA					
Binario	Imbocco lato PA	Imbocco lato CT	Lunghezza	Tipo	
Binario in costruzione	Km 8+011	Km 15+866	7,855 Km	L > 5000 m	Singola canna, con BY- Pass carrabile di collegamento
Binario futuro	Km 8+011	Km 15+866	7,855 Km	L > 5000 m	

GALLERIA EQUIVALENTE 1					
Galleria/Binario	Imbocco lato PA	Imbocco lato CT	Lunghezza	Tipo	
Galleria MARIANOPOLI Binario in costruzione	Km 28+086	Km 34+706	6,620 Km	L > 5000 m	Singola canna, con BY- Pass di collegamento
Galleria MARIANOPOLI Binario futuro	Km 28+086	Km 34+735	6,649 Km		
Galleria GA08 Binario in costruzione	Km 34+836	Km 35+084	0,248 Km		Singola canna
Galleria TRABONA Binario in costruzione	Km 35+246	Km 37+034	1,788 Km		
Galleria SALITO 1 Binario in costruzione	Km 37+068	Km 37+413	0,345 Km		

GALLERIA SALITO 2					
Binario	Imbocco lato PA	Imbocco lato CT	Lunghezza	Tipo	
Binario in costruzione	Km 38+195	Km 39+114	0,919 Km	L < 1000 m	Singola canna

GALLERIA EQUIVALENTE 2					
Galleria/Binario	Imbocco lato PA	Imbocco lato CT	Lunghezza	Tipo	
Galleria Masareddu Binario in costruzione	Km 42+505	Km 43+829	1,325 Km	L > 1000 m L < 5000 m	Singola canna
Galleria XIRBI Binario in costruzione	Km 44+224	Km 46+329	2,105 Km		Singola canna
Galleria GN19 Binario in costruzione	Km 46+540	Km 46+645	0,105 Km		

Per esse sono necessari gli interventi previsti nella normativa di settore e cioè:

- il **Regolamento (UE) 1303/2014 Specifica Tecnica di Interoperabilità “Sicurezza nelle Gallerie Ferroviarie”** del 18/11/2014, rettificato dal Regolamento (UE) 912/2016 del 9 giugno 2016, 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;

- il **DM del 28/10/05** riguardo il sistema di messa a terra di sicurezza MATS della linea di contatto definito nell'Allegato II, capitolo 1.4.9. "Sistema di interruzione e messa a terra della linea di contatto";
- la specifica **RFI DTC DNS EE SP IFS 177** "Sezionamento della linea di contatto e messa a terra di sicurezza per gallerie ferroviarie (DM 28.10.2005)";
- la specifica **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" ;

che consentono di realizzare il "**Sistema di comando e messa a terra di Sicurezza della linea di contatto**" (STES).

In particolare, per ottemperare alle prescrizioni contenute nella normativa, per i tratti di linea interessati, è prevista la disalimentazione delle gallerie attraverso sezionatori di linea (sezionatori già presenti nell'impiantistica TE ovvero appositi sezionatori di linea denominati IMS) e la messa a terra della linea di contatto da realizzarsi attraverso i dispositivi motorizzati bipolari di corto circuito denominati "DMBC" posti in corrispondenza dei rispettivi imbocchi di galleria e altri posizionati a monte dei marciapiedi del Fire Fighting Point (FFP).

Il livello di sicurezza sarà "SIL 4".

6.1 DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI IN AMBITO STES

- MATS: Messa A Terra di Sicurezza;
- DMBC: Dispositivo Motorizzato Bipolare di Cortocircuito per sistemi a 3 kV;
- DMQC: Dispositivo Motorizzato Quadripolare di Cortocircuito per sistemi a 25 kV;
- BI: Funzione (bistabile) di bloccamento delle manovre dei DMBC;
- ChE: Chiave elettromeccanica per l'ingresso in galleria;
- DOTE: Dirigente Operativo Trazione Elettrica – Gestore del posto centrale di telecomando/telecontrollo degli impianti di trazione elettrica di giurisdizione;
- Fabbriato 1/2: Fabbriato Tecnologico di Imbocco 1/2;
- iDOTE: Interfaccia verso il DOTE;
- IMS: Interruttore di manovra-sezionatore (detto anche sezionatore longitudinale di linea);
- SPVI: Centro di supervisione dell'intero sistema di sicurezza di galleria, ubicato in prossimità di un imbocco;
- iSPVI: Interfaccia verso SPVI;
- QCC: Quadro Controllo Continuità LdC/Feeder a rotaia/terra;
- QdT: Quadro di Tratta;
- QS: Quadro Squadre di Soccorso;
- Sistema STES: Insieme di apparecchiature e relativi collegamenti per la realizzazione del sezionamento elettrico e alla messa a terra di sicurezza della linea di contatto. (Nella presente relazione verranno utilizzati gli acronimi STES e MATS con identico significato);
- SPDT: Contatto in commutazione, libero da tensione, di un relè;
- ST: Specifica Tecnica;
- STF: Specifica Tecnica di Fornitura;
- UCP: Unità di Comando e Controllo Principale per Enti TE;
- UCS: Unità di Comando e Controllo Secondaria per Ente, o gruppo di Enti TE;

- UCS-DMBC: Unità di Comando e Controllo Secondaria per DMBC e QCC;
- UCS-IMS: Unità di Comando e Controllo Secondaria per IMS;
- UCS-QS: Unità di Comando e Controllo Secondaria per QS;
- Rete Ethernet TLC: Rete Ethernet in fibra ottica monomodale realizzata a cura di altra specialistica;
- FFP: Fire Fighting Point.

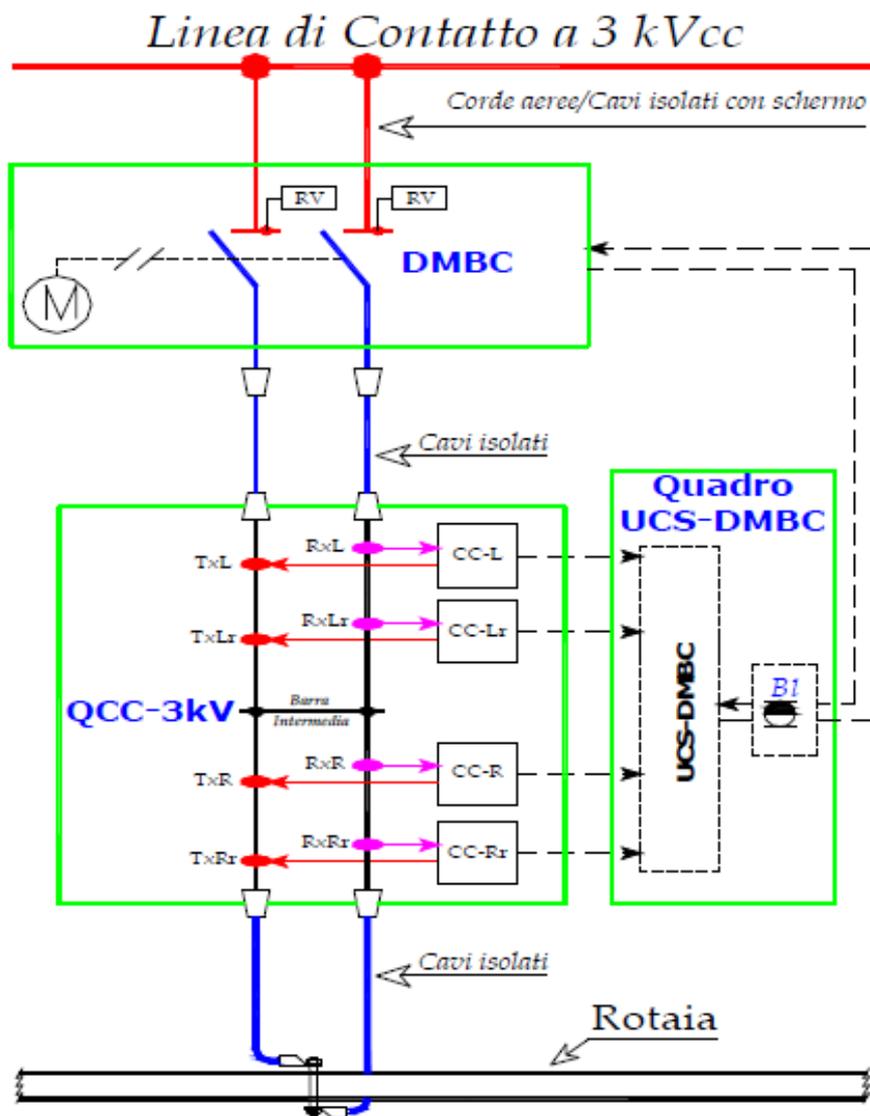
6.2 ARCHITETTURA DEL SISTEMA STES

L'architettura generale del Sistema STES prevede:

- per ogni imbocco alla galleria di lunghezza maggiore di 1000 m:
 - ✓ un dispositivo motorizzato di cortocircuito (DMBC/DMQC) per il collegamento delle sorgenti di alimentazione alla rotaia;
 - ✓ un quadro di controllo continuità (QCC), per ogni DMBC/DMQC, per il controllo in sicurezza della continuità dei collegamenti fra sorgente e rotaia;
 - ✓ un'unità di controllo secondaria (UCS) per la gestione di ogni DMBC/DMQC e relativo QCC; un quadro per le squadre di soccorso (QS) che permetta l'ingresso in galleria;
- i sezionatori di linea (IMS), con le relative unità di controllo secondarie (UCS) (all'interno delle gallerie di lunghezza superiore a 5000 m);
- non più di due Unità di controllo Principali (UCP) a cui collegare le UCS;
- il collegamento in fibra ottica fra tutte le unità di controllo sia primarie (UCP) che secondarie;
- il collegamento fra tutte le unità di controllo principali (UCP) attraverso la rete trasmissiva esterna RFI;
- il collegamento di una delle unità di controllo principali (UCP) al DOTE.

Inoltre nei casi di gallerie con cunicolo parallelo a singola canna con By- Pass di collegamento sono stati previsti appositi quadri UCS in corrispondenza di ciascun imbocco.

Nella figura sottostante è raffigurato lo schema tipologico di inserzione dei dispositivi DMBC, QCC e UCS.



Schema di inserzione dispositivi DMBC, QCC e UCS.

Inoltre, in ottemperanza al Regolamento (UE), prima citato, essendo presenti i **Punti Anticendio (FFP)** su ciascun imbocco delle gallerie è stato previsto anche l'utilizzo delle apparecchiature di seguito citate, ubicate nella parte esterna dei marciapiedi del dispositivo FFP, che si integrano con quelle prima descritte:

- ✓ un dispositivo motorizzato di cortocircuito (DMBC/DMQC) per il collegamento delle sorgenti di alimentazione alla rotaia;
- ✓ un quadro di controllo continuità (QCC), per ogni DMBC/DMQC, per il controllo in sicurezza della continuità dei collegamenti fra sorgente e rotaia;
- ✓ un'unità di controllo secondaria (UCS) per la gestione di ogni DMBC/DMQC e relativo QCC; un quadro per le squadre di soccorso (QS) che permetta l'ingresso in galleria;

Lo schema tipologico ottenuto è il seguente:



Architettura di messa a terra FFP

Si fa notare che, essendo il marciapiedi FFP sia del “Sistema Galleria Santa Catena” che del “Sistema Galleria 2” coincidente con il marciapiedi del secondo binario rispettivamente della stazione di Vallenga e di quella di Caltanissetta Xirbi, al fine di assicurare le necessarie condizioni di sicurezza durante lo spegnimento di eventuali mezzi incendiati, tutte le condutture di stazione dovranno essere collegate al circuito di ritorno (collegate a terra) mediante i dispositivi DMBC previsti.

Invece, nel caso in cui un treno incidentato dovesse essere soccorso in corrispondenza dell'FFP da 785 m del “Sistema Galleria equivalente 1”, poiché tale FFP coincide con lo sviluppo di un viadotto, sarà necessario disalimentare e mettere in sicurezza l'esistente PM di Mimiani-San Cataldo che si trova esattamente sotto quest'ultimo.

6.3 RIFERIMENTO AD ELABORATI DI PROGETTO

Lo schema specifico dell'impianto STES a servizio delle gallerie “Santa Catena”, “Equivalente 1” e “Galleria Equivalente 2” è rappresentata nell'elaborato:

RS3T30D67DXLC000001 - “Schema elettrico di alimentazione TE – STES”.

6.4 FUNZIONAMENTO E MODALITA' DI UTILIZZO

La disposizione fisica dei sezionatori IMS e dei dispositivi DMBC e la configurazione della linea di contatto dovrà essere tale per cui, una volta tolta l'alimentazione e realizzata la messa a terra della stessa, il percorso che le squadre di soccorso dovranno seguire per accedere alla galleria sarà interessato solo da conduttori di linea collegati a terra. I sezionatori "DMBC" potranno essere comandati localmente, oltre che dalla propria cassa di manovra, anche dai quadri locali UCS-DMBC, posizionati in corrispondenza dei sezionatori stessi. La messa a terra sarà realizzata con collegamento diretto dai poli del dispositivo "DMBC" alla rotaia di corsa attraverso due cavi isolati. Su questi cavi verrà eseguito, tramite il dispositivo QCC, un controllo continuo dell'integrità del collegamento dispositivo di corto circuito/binario. Inoltre, il QCC eseguirà anche una verifica dell'integrità del collegamento delle 2 lame del sezionatore "DMBC" alla linea di contatto, nel momento in cui il sezionatore stesso è nello stato di chiuso.

Presso ogni accesso delle squadre di emergenza (imbocchi di galleria, cunicoli) verrà posizionato un quadro UCS-QS a servizio delle squadre di soccorso. Su tale quadro è presente un apposito selettore a chiave per permettere alle squadre di emergenza di collegare la linea di contatto a terra, tramite i sezionatori "DMBC", e di effettuare il bloccamento di tali sezionatori nello stato di chiuso.

In corrispondenza di ognuno degli imbocchi di galleria, (all'interno dei locali tecnologici o PGEP), verrà installato un quadro UCP per permettere l'interfaccia con il DOTE dell'intero sistema "DMBC".

6.5 CARATTERISTICHE APPARECCHIATURE

Tutte le apparecchiature e dispositivi hanno caratteristiche adeguate alla loro utilizzazione, previste dalle normative di fornitura, collaudo ed impiego.

In particolare, i cavi/conduttori di collegamento alla rotaia e alla linea di contatto dei sezionatori MAT sono dimensionati ognuno per condurre la corrente di cortocircuito, per il tempo di interruzione delle protezioni di linea.

I cavi/conduttori di collegamento alla rotaia e alla linea di contatto dei sezionatori MAT sono dimensionati ognuno per condurre la corrente di cortocircuito per il tempo di interruzione delle protezioni di linea.

Tutti i materiali costituenti le apparecchiature e gli impianti descritti in questa relazione, per quanto applicabile, appartengono alla classe 2 di reazione al fuoco secondo le prescrizioni del DM del 28/10/05.

6.5.1 Sezionatore DMBC

Le lame di messa a terra di sicurezza (dispositivi DMBC) sono usate agli imbocchi della galleria, presso i marciapiedi FFP ed eventualmente in corrispondenza degli alimentatori provenienti dalla SSE al fine di collegare la linea di contatto e gli alimentatori alla rotaia.

L'apparecchiatura in generale eseguirà la manovra con la linea fuori tensione, ma sarà in grado di effettuare la chiusura a terra anche sotto tensione (condizione di corto circuito).

Tali dispositivi sono idonei ad assicurare un collegamento elettrico della linea di contatto al circuito di ritorno TE del sistema di alimentazione a 3 kV c.c.

Le principali caratteristiche tecniche del dispositivo sono riportate nella specifica RFI DPRIM STF IFS TE 146 Sper.

L'impiego di sezionatori del tipo a doppia lama consente di raggiungere il livello di sicurezza **SIL 4** previsto dalle specifiche di sistema di RFI.

Le lame di messa a terra saranno azionate mediante l'energia accumulata da un meccanismo a motore durante la manovra. La molla sarà scarica sia in posizione di lama aperta che in posizione di lama chiusa. Il sezionatore di terra potrà essere installato su palo o su parete.

6.5.2 Interruttore di Manovra Sezionatore (IMS)

L'interruttore di manovra-sezionatore è una apparecchiatura idonea ad interrompere, alla tensione nominale, la corrente nominale del proprio circuito TE, realizzando al termine della manovra di apertura il sezionamento elettrico. Sarà in grado di chiudere la massima corrente di corto circuito dell'impianto in cui è installato.

In galleria è stata utilizzata l'apparecchiatura rispondente alle specifiche:

- ✓ Specifica Tecnica di Fornitura RFI DPRIM STF IFS TE 088;
- ✓ Specifica Tecnica RFI DPRIM ST IFS SS 022.

Allo scoperto è invece utilizzato il sezionatore sotto-carico a corna 3 kVcc - 3 kA per esterno di impiego negli impianti di RFI.

6.5.3 Relè Voltmetrico (RV)

L'apparecchiatura permette il monitoraggio/protezione delle linee elettriche in c.c. per la trazione ferroviaria, mediante collegamenti diretti alla LC da monitorare.

In particolare, il trasduttore AT dell'RV si autoalimenta dalla linea di contatto e trasmette le segnalazioni a mezzo di fibra ottica al ricevitore.

L'apparecchiatura preleva il segnale di tensione dalle barre lato LC del DMBC e invia le rilevazioni effettuate all'UCS-DMBC, posto alla base del sostegno.

Detto RV non avendo alcun collegamento galvanico tra il punto di misura e l'area di controllo, garantisce, sia in situazioni di esercizio nominali che di guasto (fulminazioni, scariche nel box AT, ecc.), la sicurezza degli operatori e delle apparecchiature interconnesse con il dispositivo.

Inoltre, gli RV sono idonei a sopportare sovratensioni notevoli sia per sovratensioni dirette che indirette.

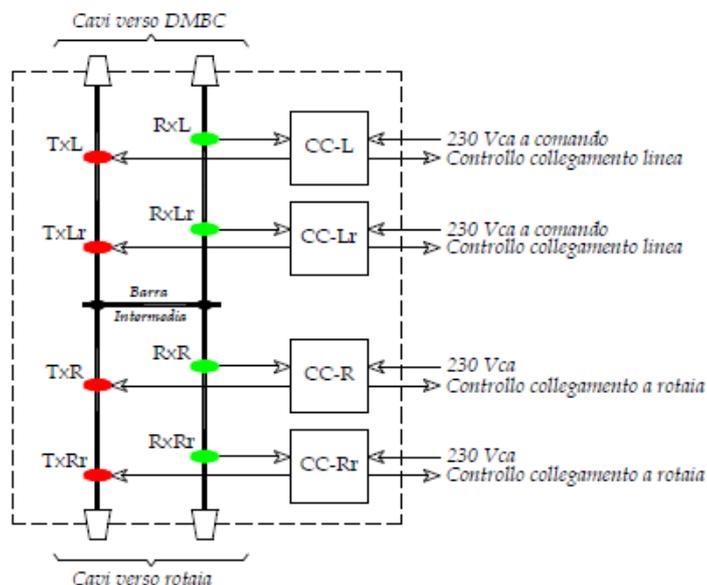
L'apparecchiatura in questione è definita dalla specifica **RFI DMA IM LA SP IFS 363 A**.

6.5.4 Sistema per la verifica di continuità del collegamento a binario – quadro QCC

Il QCC deve essere in grado controllare in sicurezza la presenza e la corretta connessione dei cavi di collegamento dei DMBC alla rotaia e della presenza e corretta connessione dei cavi di collegamento dei DMBC alla linea di contatto attraverso la corretta chiusura delle lame dei DMBC stessi; verificando di fatto la continuità tra linea di contatto e rotaia una volta che il DMBC è stato chiuso.

Il QCC sarà realizzato in conformità alla specifica RFI DTC ST E SP IFS TE 120 A.

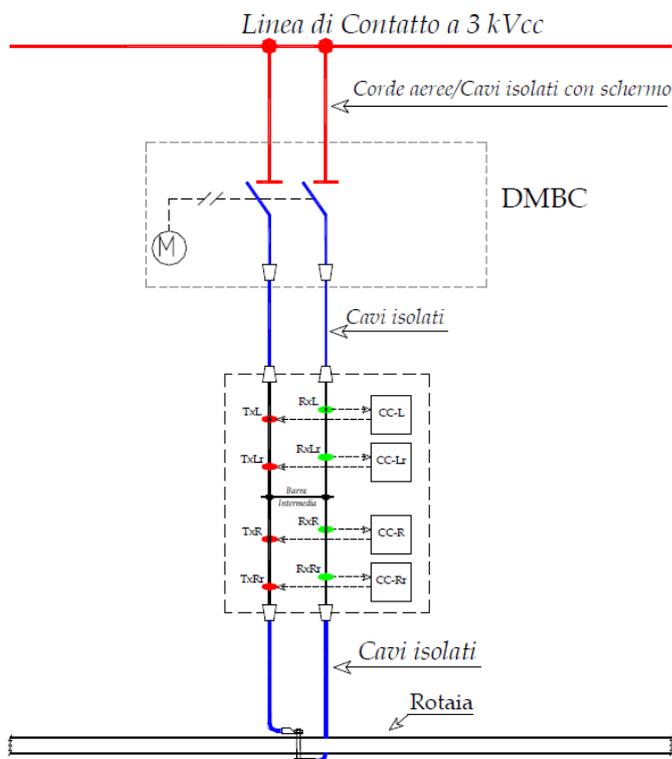
Lo schema a blocchi del QCC-3kV per impiego nei sistemi di trazione elettrica a 3 kVcc è rappresentato nella figura seguente:



Il QCC-3kV è composto dei seguenti blocchi/apparati componenti:

- CC-L: Primo apparato per il Controllo della Continuità del collegamento della LdC, attraverso le lame del DMBC, alla barra intermedia del QCC e la rotaia. Il controllo viene eseguito ogni volta che il DMBC viene comandato in chiusura da un sistema esterno al QCC;
- CC-Lr: Secondo apparato, in ridondanza al primo, per il Controllo della Continuità del collegamento della LdC, attraverso le lame del DMBC, alla barra intermedia del QCC. Il controllo viene eseguito ogni volta che il DMBC viene comandato in chiusura da un sistema esterno al QCC;
- CC-R: Primo apparato per il Controllo della Continuità del collegamento tra la barra intermedia del QCC e la rotaia. Questo apparato deve fornire un controllo continuo;
- CC-Rr: Secondo apparato, in ridondanza al primo, per il Controllo della Continuità tra la barra intermedia del QCC e la rotaia. Questo apparato deve fornire un controllo continuo.

Il QCC-3kV viene inserito sul ramo verso la rotaia del DMBC come rappresentato nella figura seguente:



Per consentire il corretto funzionamento del QCC, il DMBC è provvisto di due lame delle medesime caratteristiche. Il DMBC a doppia lama viene collegato alla linea di contatto (LdC) tramite due cavi di pari sezione ed in grado di sostenere l'intera corrente di corto circuito. I punti di collegamento alla linea/feeder devono essere disgiunti in modo che non esista la possibilità di distacco contemporaneo dei cavi dalla linea senza che si interrompa la continuità tra i cavi stessi.

Dal lato rotaia del DMBC devono partire altri due cavi (uno per ogni lama) di pari sezione ed in grado di sostenere l'intera corrente di corto circuito, che saranno connessi al lato opportuno del QCC.

Il QCC, mediante n° 2 cavi TACSR Φ 19,62 (Cat./Prog. RFI: 803/901) in grado di sostenere l'intera corrente di corto circuito, si connette alla rotaia in un unico punto equipotenziale avendo cura che il cavo associato ai trasmettitori sia collegato ad un lato del foro della rotaia, mentre il cavo associato ai ricevitori sia collegato sull'altro lato.

6.5.5 Quadri UCS-UCP

I quadri di distribuzione e interfaccia in campo per i sezionatori DMBC (UCS-DMBC, UCS-QS, UCS-IMS) vengono impiegati sia all'aperto, in prossimità degli imbocchi di galleria, sia all'interno, in corrispondenza dei dispositivi IMS. Essi sono costituiti da apparecchiature per consentire principalmente le seguenti funzioni:

- Alimentazione circuiti di comando motori DMBC/IMS;
- Interfaccia di comando e controllo Sezionatori DMBC/IMS.

Ogni quadro sarà alimentato con due sorgenti, una in ridondanza all'altra, a commutazione automatica. Le due alimentazioni, a 230 Vca monofase, saranno fornite, presso gli imbocchi, direttamente dai quadri di bassa tensione presenti nei fabbricati tecnologici dei PGEP; mentre per gli IMS saranno fornite dai quadri di tratta (QdT).

Le alimentazioni dei quadri avverranno attraverso opportuni trasformatori di isolamento 230 Vca / 230 Vca,

al fine di garantire la separazione elettrica del quadro stesso dalla rete a monte.

Tutte le apparecchiature/quadri costituenti il Sistema STES avranno sorgente di alimentazione con le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale: 230 V;
- Campo di lavoro: $\pm 15\%$;
- Massima potenza prelevabile con continuità (escluse le manovre): 1200 VA;
- Massima potenza (aggiuntiva a quella prelevabile con continuità) prelevabile dalle manovre, per un tempo ≤ 5 s: 900 VA;
- Interruzione dell'alimentazione contemporanea di entrambe le sorgenti che gli apparati devono sopportare senza dare disservizi: 10 s.

Le due alimentazioni previste sono da intendersi l'una in riserva calda dell'altra. Al venir meno di una delle sorgenti il quadro deve continuare a funzionare regolarmente.

In generale, le funzioni principali di ogni UCS sono:

- interfaccia verso le UCP del Sistema STES;
- il controllo, comando e diagnostica di:
 - UCS-IMS, all'interno del proprio quadro, per la gestione dell'IMS;
 - UCS-DMBC, all'interno del proprio quadro, per la gestione del DMBC e del QCC relativo;
 - UCS-QS, all'interno del proprio quadro, per la gestione della chiave ChE e dell'interfaccia Squadre di Soccorso.

Ad ogni unità UCS-QS perverranno le seguenti informazioni:

- l'avvenuta messa in corto circuito/messa a terra della LdC da tutte le unità UCS-DMBC presenti;
- l'avvenuto bloccamento delle manovre dei DMBC da tutte le unità UCS-DMBC presenti.

Le azioni di sezionamento e messa in corto circuito della LdC, di bloccamento delle manovre dei DMBC avverranno a seguito della rotazione dell'elettrochiave ChE. L'UCS-QS acquisisce tale rotazione della chiave ChE e, mediante la rete dati interna alla galleria e/o a quella di richiusura esterna, la trasferisce a tutte le restanti unità UCS del Sistema STES (UCS-DMBC/IMS).

L'insieme composto da ChE, UCS-QS, UCS-DMBC e dispositivo per la verifica della sicura messa in corto circuito/messa a terra della LdC (QCC), sarà realizzato secondo i requisiti delle normative che esprimono i requisiti dei sistemi a SIL4 in ambito ferroviario e richiamate nel par. II.6 della specifica RFI DTC ST E SP IFS TE 150 A.

Per quanto riguarda gli enti costituenti il sistema, le realizzazioni saranno modulari e facilmente manutenibili.

L'Unità di Comando e Controllo Principale (UCP), all'interno dell'architettura del Sistema STES, ricopre sia il ruolo di interfaccia verso i sistemi di livello superiore (DOTE, SPVI eventuale) nel comando e controllo degli enti sia il ruolo di piattaforma di configurazione e diagnostica del sistema in locale.

Le unità UCP sono ubicate all'interno dei locali tecnici degli imbocchi, in appositi armadi o internamente alle strutture già presenti per gli impianti di Luce e Forza Motrice.

6.5.6 Quadro squadre di soccorso

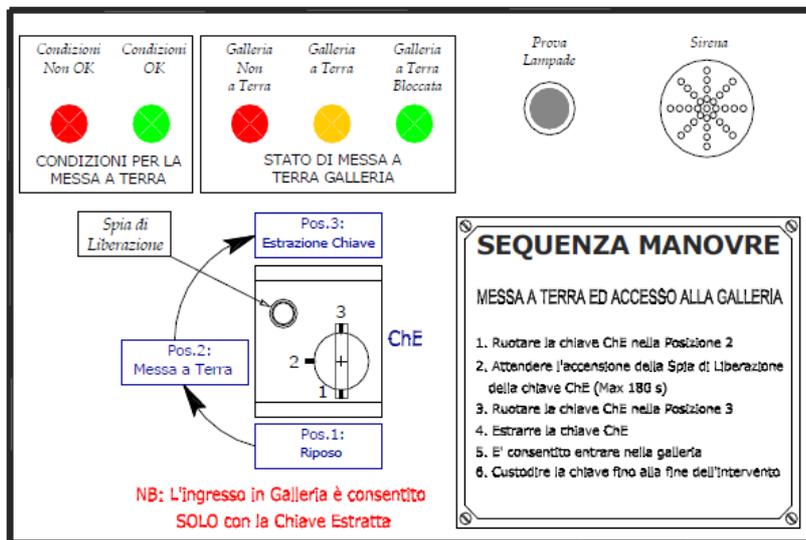
Il Quadro Squadre di Soccorso QS contiene le apparecchiature adibite all’invio/ricezione del comando/controllo per la messa in sicurezza della galleria su comando dalla elettrochiave “ChE” presente nel medesimo QS.

Il Quadro QS svolgerà le seguenti funzioni:

- attivazione del comando (macrocomando mediante rotazione Chiave Elettromeccanica ChE) di messa a terra automatica della galleria e relativo bloccamento degli enti;
- segnalazione dello stato di “Galleria a Terra Bloccata” quando tutte le UCS-DMBC, del Sistema STES, hanno rilevato la condizione di LdC messa in corto circuito e hanno Bloccato qualunque manovra dei relativi DMBC (Sirena e Led di segnalazione di colore verde);
- segnalazione dello stato di “Galleria a Terra” quando tutte le UCS-DMBC del Sistema STES hanno rilevato la condizione di LdC messa in corto circuito e non hanno ancora Bloccato qualunque manovra dei relativi DMBC (Sirena e Led di segnalazione di colore giallo), ad esempio per manovre di messa a terra da DOTE/UCP;
- segnalazione di “Galleria non a Terra” quando almeno una UCS-DMBC del Sistema STES non rileva lo stato di LdC messa in corto circuito (Led di segnalazione di colore rosso);
- segnalazione di “Condizioni OK” quando sono presenti tutte le condizioni per poter operare il comando di messa a terra tramite elettrochiave ChE (Led di segnalazione di colore verde);
- segnalazione di “Condizioni Non OK” quando non sono presenti tutte le condizioni per poter operare il comando di messa a terra tramite elettrochiave ChE (Led di segnalazione di colore rosso), ad esempio: almeno una UCS-DMBC guasta o non raggiungibile o posta in comandi locali, cavo di collegamento, tra il QCC e la rotaia, interrotto, ecc.;
- abilitazione al ritiro della chiave ChE a seguito della messa a terra (avvenuta e bloccata, in modalità SIL4 come di seguito specificato) della galleria, con relativa segnalazione luminosa (spia di liberazione);
- consenso al ripristino degli impianti, di esclusiva pertinenza di RFI da realizzare tramite comando di “Sbloccamento” da UCP o DOTE, quando in tutti i QS le chiavi ChE sono state riportate in Posizione 1. Per tale funzione di sbloccamento dovrà essere realizzata una opportuna funzione software.

Il quadro QS possiede inoltre un pulsante per il test lampade.

Nella figura seguente è rappresentata l’interfaccia per le Squadre di Soccorso.



6.5.7 Unità di Comando e Controllo (UCP)

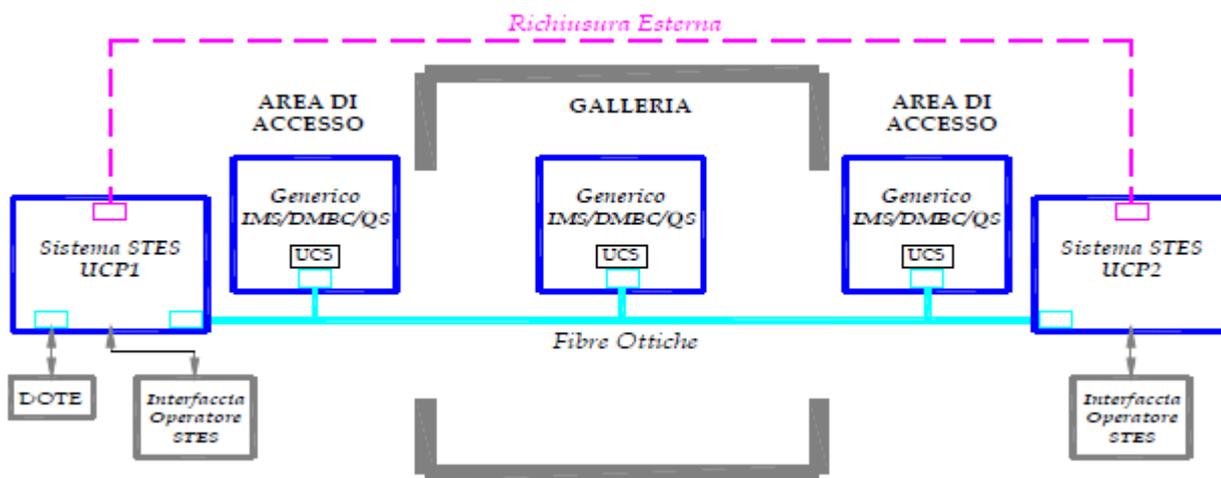
L'Unità di Comando e Controllo Principale (UCP), all'interno dell'architettura del Sistema STES, ricopre sia il ruolo di interfaccia verso i sistemi di livello superiore (DOTE, SPVI eventuale) nel comando e controllo degli enti sia il ruolo di piattaforma di configurazione e diagnostica del sistema in locale.

Le unità UCP sono ubicate all'interno dei locali tecnici degli imbocchi, in appositi armadi o internamente alle strutture già presenti per gli impianti di Luce e Forza Motrice.

Il Sistema STES va considerato, agli effetti operativi, quale posto periferico di telecomando TE gestito dal DOTE di competenza, in regime di telecomando remoto (Telecomando Incluso).

Pertanto, il DOTE realizza la telegestione degli enti TE connessi alla messa in sicurezza della galleria (IMS/DMBC) attraverso il Sistema STES.

Sarà prevista, pertanto, una opportuna interfaccia dedicata alla funzione suddetta come mostrato nella figura seguente.



6.6 INTERFACCE DEL SISTEMA TE

Il Sistema STES di galleria presenterà le seguenti interfacce:

- Impianto idrico antincendio;
- DOTE;
- Impianti di alimentazione del sistema LFM;
- Sistema di supervisione e gestione delle emergenze (SPVI).

6.6.1 Impianto idrico antincendio

Il controllo dell'avvenuta messa a terra delle linee di alimentazione TE, e relativi bloccamenti di tutte le manovre dei DMBC gestiti dallo STES, consentirà la messa in pressione automatica dell'impianto idrico.

6.6.2 DOTE

Il Sistema STES sarà predisposto per l'interfacciamento con il DOTE tramite il protocollo IEC60870-5-104 o morsettiera "Z" in uso negli impianti di RFI (per quanto applicabile vedi anche il documento RFI TC TE ST SSE DOTE 1 Ed. 2001).

Di seguito, oltre a quanto indicato nel par. II.4.8 della specifica RFI DTC ST E SP IFS TE 150 A , vengono elencate le informazioni minime da inviare al DOTE:

- stato di aperto/chiuso di tutti i dispositivi IMS e DMBC;
- stato di messa a terra bloccata del Sistema STES con l'indicazione di tutti i relativi bloccamenti;
- stato di disalimentazione proveniente da ogni singolo RV;
- stato di alimentazione proveniente da ogni singolo RV;
- regime di telecomando Incluso/Escluso dall'UCP;
- Esclusi/Inclusi comandi remoti dalle singole UCS interessate;
- normalità chiavi ChE nei QS;
- stati chiave ChE e relativa ubicazione;
- mancanza alimentazione armadi/enti TE.

6.6.3 Impianti di alimentazione e LFM

L'alimentazione di servizio delle apparecchiature del Sistema STES sarà garantita dal sistema LFM e prelevata rispettivamente:

- all'interno della galleria, da due distinti quadri di tratta (QdT) del sistema LFM di galleria;
- all'imbocco della galleria, dal quadro Utenze Normali e quadro Utenze Privilegiate di Cabina.

Tali collegamenti saranno realizzati a mezzo di un cavo bipolare a 230 Vca monofase di sezione non inferiore a 6 mm².

Mediante tutti gli interruttori facenti parte di altri sistemi che alimentano i quadri del Sistema STES, sarà verificata la protezione contro corto circuiti e sovraccarichi.

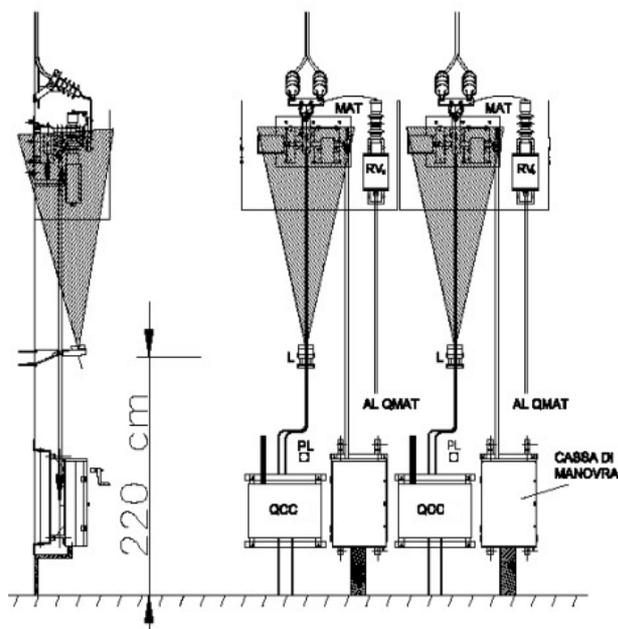
6.7 SISTEMA DI ILLUMINAZIONE SEZIONATORI DMBC

In tutti i siti sarà predisposto, per ciascun sezionatore DMBC, un sistema di illuminazione che consentirà la visione dello stato delle lame, in qualunque condizione.

Il sistema consentirà l'accensione, attraverso la pressione di un pulsante (PL) situato nei pressi della cassa di manovra, della lampada per l'illuminazione delle lame.

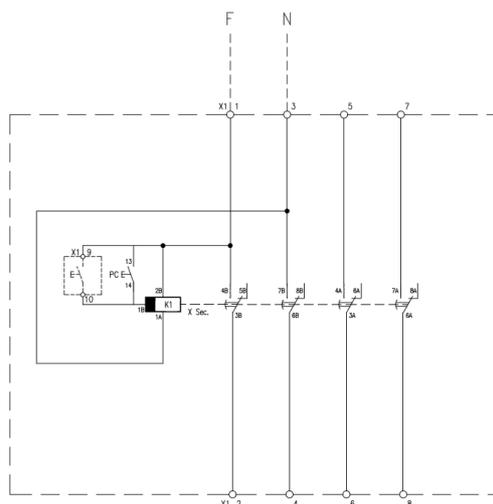
Le lampade (di tipo alogeno, fluorescente o a LED) garantiranno la massima luminosità fin dai primissimi istanti di accensione.

La figura seguente mostra il fascio luminoso che investe il dispositivo DMBC in condizione di lampada accesa.



Il pulsante di accensione sarà dotato di un temporizzatore per lo spegnimento automatico della stessa.

Lo schema del sistema d'illuminazione sarà del tipo:



L'alimentazione del sistema di illuminazione sarà effettuata tramite l'allaccio ad una delle alimentazioni disponibili nel quadro UCS-DMBC.

6.8 REQUISITI DI SICUREZZA

Nella figura seguente sono riportati i requisiti di integrità richiesti, secondo la CEI EN 50126, CEI EN 50128, CEI EN 50129, per le funzioni relative alla messa a terra di sicurezza del Sistema STES.

<i>Funzione</i>	<i>Livello</i>
Controllo LdC messa in corto circuito (per ogni singola UCS-DMBC/DMQC)	SIL4
Manovra di riapertura DMBC/DMQC Bloccata (Bloccamento) (per ogni singola UCS-DMBC/DMQC)	SIL4
Consenso all'Estrazione ChE (per ogni singola ChE)	SIL4

6.9 REQUISITI RAM E AMBIENTALI

Nella figura seguente sono riportati i requisiti RAM richiesti per gli apparati principali del Sistema STES.

<i>Apparato</i>	<i>MTBF</i>	<i>Ambiente di riferimento IS402</i>	<i>Gruppo EMC IS402</i>
Generica apparato UCS	60.000 ore	A6	Gruppo 3
Generico apparato gestione dati	60.000 ore	A6	Gruppo 3
Generico apparato UCP	60.000 ore	A1	Gruppo 1

6.10 SISTEMA/RETE TRASMISSIONE DATI

Il Sistema/Rete per la trasmissione dati del sistema STES sarà conforme ai requisiti di base specificati nella norma CEI EN 50159.

Inoltre, il sistema STES sarà predisposto per comunicare con ulteriori sistemi esterni tramite il TDS e il protocollo vitale standard RFI definiti nei documenti rispettivamente RFI DTCSTSSSTB SR IS 20 039 e RFI DTC DNS SS RT IS05 021.

6.11 COLLAUDI

In merito alle prove individuali, si effettueranno le prove di accettazione indicate dalle Norme CEI EN 61439-1 e dalla specifica RFI DTC ST E SP IFS TE 150 A.

Per le prove di tipo, invece, tutte quelle previste dalla specifica RFI DTC ST E SP IFS TE 150 A.

6.12 DOCUMENTAZIONE

Il costruttore fornirà la seguente documentazione:

- Disegni costruttivi e di montaggio;
- Schemi elettrici e morsettiere;
- Istruzioni per il montaggio;
- Manuale di uso e manutenzione;
- Elenco materiali;
- Elenco e caratteristiche parti di ricambio (per 5 anni);
- Certificati di prova e collaudo.

6.13 OPERE CIVILI

Nella realizzazione del sistema di sezionamento e messa a terra di sicurezza della linea di contatto, le opere civili da eseguire sono le seguenti:

- basamenti di tutti i quadri UCS-DMBC, UCS-QS, eventuali UCS-IMS;
- blocchi di fondazione per i pali dei sezionatori DMBC, nei piazzali di emergenza agli imbocchi della galleria e presso i Fire Fighting Points (FFP);
- opere civili necessarie alla realizzazione delle vie cavi tra tutti i quadri UCS-DMBC, UCS-QS, UCS-IMS, UCP, QCC, RV, casse di manovra sezionatori;
- opere civili necessarie alle vie cavi che collegano i sezionatori (e i dispositivi RV) alla linea di contatto e alla rotaia.

7 MATERIALI DI FORNITURA RFI

Per quanto attiene ai materiali che devono ritenersi di fornitura RFI, salvo diversi indirizzi della Committenza, si farà riferimento alla C.O. n° 335/RFI del 15/04/2016 - Procedura Operativa Pianificazione e programmazione delle risorse finalizzate alla manutenzione ed agli investimenti (Codifica: RFI DIN PD SVI 003 D). Pertanto, i materiali per l'infrastruttura catalogati nell'anagrafica del sistema (a cat./prog.) saranno assunti come forniti a cura di RFI.