

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

U.O. TECNOLOGIE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIRAMAZIONE LOTTO 1+2

IMPIANTI LFM

GENERALI

RELAZIONE TECNICA - GALLERIE

SCALA:

-

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

RS3Z 00 D 67 RO LF0000 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	G. Laganà	Dicembre 2019	R. Lamanna	Dicembre 2019	A. Barreca	Dicembre 2019	A. Presta Gennaio 2020
B	EMISSIONE ESECUTIVA	R. Lamanna	Gennaio 2020	L. Surace	Gennaio 2020	A. Barreca	Gennaio 2020	INGEGNERI COSENZA ANTONIO PRESTA Sezione: A n. 1959

File: RS3Z000D67ROLF0000002B.doc

n. Elab.: 67_LF_03

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
2.1.	NORME GENERALI	4
2.1.1	LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI	4
2.1.2	NORMATIVE TECNICHE	4
2.2.	NORMATIVA PER GALLERIE.....	6
2.2.1.	NORMATIVA TECNICA SPECIFICA	6
3.	ELABORATI DI RIFERIMENTO	7
4.	GALLERIE DI LUNGHEZZA SUPERIORE A 1000 METRI	13
4.1.	GALLERIE DI RIFERIMENTO	14
4.1.1.	CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI	14
4.1.2.	SISTEMI DI ALIMENTAZIONE PER GALLERIE TRA 1000 E 5000 METRI	15
4.1.3.	SISTEMI DI ALIMENTAZIONE PER GALLERIE SUPERIORI A 5000 METRI	16
4.2.	IMPIANTI ELETTRICI IN GALLERIA.....	17
4.3.	ALIMENTAZIONE VENTILATORI NEI BYPASS.....	18
4.4.	DISPOSITIVI PERIFERICI	18
4.4.1.	CASSETTA DI DERIVAZIONE	19
4.4.2.	PULSANTI DI EMERGENZA.....	19
4.4.3.	LAMPADE DI RIFERIMENTO E DI ILLUMINAZIONE DELLE VIE DI ESODO	19
4.5.	CAVI.....	20
4.6.	INTERFERENZE ED ISOLAMENTO	20
4.7.	SISTEMA DI GESTIONE E DIAGNOSTICA DEGLI IMPIANTI LFM.....	21
4.8.	IMPIANTI LFM AREE ESTERNE ALLE GALLERIE	22
4.9.	FABBRICATI TECNOLOGI NEI PIAZZALI DI EMERGENZA	22
4.10.	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE NEI PIAZZALI DI EMERGENZA	23
4.11.	IMPIANTI NEI MARCIAPIEDI FFP	23
5.	INTERFERENZE E ISOLAMENTO	24

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO. NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIR. (LOTTO 1+2)					
RELAZIONE TECNICA	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	CODIFICA D67 RO	DOCUMENTO LF0000 002	REV B	FOGLIO 3 DI 28

1. INTRODUZIONE

Il collegamento ferroviario tra Palermo e Catania fa parte del Corridoio n. 5 Helsinki – La Valletta della Rete Trans-Europea di trasporto. Tale collegamento si sviluppa nel territorio siciliano secondo la direttrice Messina-Catania-Enna-Palermo, per consentire di servire i principali nodi urbani dell’isola.

La linea è interessata da un ampio progetto di investimento denominato “Nuovo Collegamento Palermo – Catania” che prevede una serie di interventi sulla tratta Fiumetorto – Bicocca, suddivisi nei seguenti lotti funzionali:

- Lotto “1+2”: tratta Fiumetorto – Lercara Diramazione di circa 30 km;
- Lotto 3: tratta Lercara Diramazione – Caltanissetta Xirbi di circa 47 km;
- Lotto 4a: tratta Caltanissetta Xirbi – Enna Nuova di circa 27 km;
- Lotto 4b: tratta Enna Nuova - Dittaino di circa 15 km;
- Lotto 5: tratta Dittaino – Catenanuova di circa 22 km;
- Lotto 6: tratta Catenanuova – Bicocca di circa 37 km.

Nell’ambito del Progetto Definitivo del Lotto “1+2” relativo al Raddoppio della Tratta Fiumetorto – Lercara Diramazione, della Direttrice Ferroviaria Messina - Palermo - Catania, è prevista la galleria Alia che si sviluppa fra il km 07+327 fino al km 27+253, per una lunghezza totale pari a 19.926 metri; è composta da due Gallerie a Semplice Binario, collegati da ByPass ogni 500 metri.

I Piazzali di Emergenza, completi di Fabbricati Tecnologi e Marciapiedi FFP, sono posti all’imbocco lato Palermo e all’imbocco lato Catania.

Il presente documento riporta le caratteristiche degli Impianti di Illuminazione e F.M. previsti per l’adeguamento agli standards di Sicurezza delle Gallerie ricadenti presente lotto da Fiumetorto a Lercara Diramazione.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO. NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIR. (LOTTO 1+2)					
RELAZIONE TECNICA	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	CODIFICA D67 RO	DOCUMENTO LF0000 002	REV B	FOGLIO 4 DI 28

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1. NORME GENERALI

2.1.1 LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI

- D.M. 22 gennaio 2008, n. 37, "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- D.Lgs.9 aprile 2008, n. 81, "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D.Lgs.3 agosto 2009, n. 106, "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Legge n.186/68, "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
- DM 13 luglio 2011 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi.
- Direttiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 15 dicembre 2004: "Ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE";
- Direttiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006: "Ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione".
- Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 - Fornitura di cavi tipo CPR (Construction Products Regulation).
- DECRETO LEGISLATIVO 16 giugno 2017, n. 106 - Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.

2.1.2 NORMATIVE TECNICHE

- CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- CEI 0-21 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- Norma CEI EN 50122-1:2012 "Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi – Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno. Parte 1: Provvedimenti di protezione contro lo shock elettrico";

- Norma CEI EN 50122-2:2012 “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno. Parte 2: Provvedimenti contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua”;
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, linee in cavo”
- CEI 11-25 “Calcolo di correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata
- CEI 17-5 “Apparecchiature a bassa tensione: Interruttori automatici”
- CEI 20-20 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale fino a 450/750V”
- CEI 20-22 “Prova d'incendio sui cavi elettrici”
- CEI 20-35 “Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco”
- CEI 20-36 “Prova di resistenza al fuoco di cavi elettrici”
- CEI 34-21 “Apparecchi d'illuminazione: prescrizioni generali e prove”
- CEI 34-22 “Apparecchi di illuminazione - Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza”
- CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale 1000Vca e a 1500Vcc”
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali;
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2: Quadri di potenza;
- CEI EN 61386-1 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 61386-21 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
- CEI EN 61386-22 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
- CEI EN 61386-23 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
- CEI EN 61386-24 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Parte 24: Prescrizioni particolari - Sistemi di tubi interrati
- UNI EN 12464-1:2011 “Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: Posti di lavoro in interni”
- UNI EN 12464-2:2014 - “Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 2: Posti di lavoro in esterno”
- Specifica Tecnica RFI DTC ST E SP IFS ES 728 A – ed.2018 “ Sicurezza elettrica e protezione contro le sovratensioni per gli impianti elettrici ferroviari in bassa tensione ”
- Linee Guida RFI DTC DITSSTB IT IS 06 WMJ A del 21/2/2013 “Linea Guida per la Verifica di Massima delle Protezioni contro i Sovraccarichi ed i Corto-circuiti di Linee in cavo e Trasformatori in Bassa Tensione”).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO. NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIR. (LOTTO 1+2)					
RELAZIONE TECNICA	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	CODIFICA D67 RO	DOCUMENTO LF0000 002	REV B	FOGLIO 6 DI 28

- 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

2.2. NORMATIVA PER GALLERIE

2.2.1. NORMATIVA TECNICA SPECIFICA

- Decreto 28 ottobre 2005 – Sicurezza nelle gallerie ferroviarie – del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
- Disposizione del Gestore dell’Infrastruttura Ferroviaria Nazionale 17 dicembre 2007, n.60, “Attuazione del Decreto Ministeriale del 28 ottobre 2005 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti recante norme in materia di sicurezza nelle gallerie ferroviarie”;
- REGOLAMENTO (UE) N. 1303/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 novembre 2014 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea. - Pubblicata nella gazzetta ufficiale dell'Unione Europea il 12 dicembre 2014; modificato da:
 - Regolamento (UE) 2016/912 della Commissione del 9 giugno 2016;
 - Regolamento di esecuzione (UE) 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019
- S.T. RFI.DPR.STC.IFS.LF610.C, ed. 2012 “Specifica tecnica di costruzione impianto illuminazione di emergenza gallerie ferroviarie di lunghezza oltre 1000 m”;
- S.T. RFI DPRIM STF IFS 612 B - Specifica tecnica di fornitura dei QdT per gallerie ferroviarie di lunghezza oltre 1000 m;
- S.T. RFI DPRIM STF IFS 613 B – Specifica tecnica di fornitura dei QdP per gallerie ferroviarie di lunghezza oltre 1000 m
- S.T. RFI DPRIM STF IFS LF614 B, ed. 2012 - Specifica tecnica di fornitura di Cassette di derivazione e Pulsanti;
- RFI-DTC.ST.E\A0011\P\2017\0000152 del 26/09/2017 - Modifica della tipologia di cavi presenti nelle specifiche LFM riguardanti il Miglioramento della sicurezza in galleria;
- S.T. RFI DTC STS ENE SP IFS LF 162 A ed. 2015 - “Specifica Tecnica di fornitura apparecchio illuminante a led in galleria”
- S.T. TT598 RFI-DTC.ST.T.ST.TL.20.001.A ed.2017 “Specifica Tecnica Impianti di Telecomunicazione per la Sicurezza nelle Gallerie ferroviarie”;
- S.T. RFI DPR IM SP IFS 002 A ed. 2011 “Sistema di Supervisione degli Impianti di Sicurezza delle Gallerie ferroviarie”.

3. ELABORATI DI RIFERIMENTO

Nell'elenco di seguito riportato sono indicati gli elaborati di riferimento:

N°	Descrizione elaborato	Scala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
			CODIFICA ELABORATO																				
			COMMESSA			LOTTO		FASE	ENTE		DOC		OPERA/DISCIPLINA					PROGRESS.			REV		
	GENERALI																						
67_LF_01	Schema Generale Alimentazioni		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	0	0	0	0	1	A	
	STAZIONI																						
	Stazione Cerda																						
67_LF_08	Relazione di calcolo per la protezione dalle scariche atmosferiche e provvedimenti protettivi		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	C	L	L	F	0	2	0	0	0	1	A	
67_LF_09	Relazione di Calcolo Illuminotecnico		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	C	L	L	F	0	2	0	0	0	2	A	
67_LF_10	Relazione di Calcolo di dimensionamento elettrico		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	C	L	L	F	0	2	0	0	0	3	A	
67_LF_11	Relazione di Calcolo terra		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	C	L	L	F	0	2	0	0	0	4	A	
67_LF_12	Piano Cavi		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	2	0	0	0	1	A	
67_LF_13	Quadri elettrici bt - Schemi elettrici e fronte		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	2	0	2	0	1	A	
67_LF_14	Quadri elettrici MT - Schemi elettrici e fronte		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	2	0	1	0	1	A	
67_LF_15	Impianti RED - Quadri elettrici bt - Schemi elettrici e fronte		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	2	0	7	0	1	A	
67_LF_16	Layout Cabina MT/bt con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	2	0	1	0	1	A	
67_LF_17	Pianta Fabbricato Tecnologico con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	2	0	3	0	1	A	
67_LF_18	Planimetria Fabbricato Tecnologico con impianto di terra	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	2	0	3	0	2	A	
67_LF_19	Planimetria Marciapiedi con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:100	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	A	L	F	0	2	0	4	0	1	A	
67_LF_20	Planimetria e Sezione Pensilina con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:100	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	A	L	F	0	2	0	4	0	2	A	
67_LF_21	Planimetria F.V. e Sovrappasso con ubicazione cavidotti e apparecchiature	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	2	0	4	0	1	A	
67_LF_22	Planimetria Piazzale di Accesso con ubicazione cavidotti e apparecchiature	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	2	0	5	0	1	A	
67_LF_23	Planimetria illuminazione piazzale, ponte scambi e RED con disposizione delle apparecchiature LFM e canalizzazioni principali - 1 di 2	1:200	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	9	L	F	0	2	0	5	0	2	A	

N°	Descrizione elaborato	Scala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
67_LF_24	Planimetria illuminazione piazzale, punte scambi e RED con disposizione delle apparecchiature LFM e canalizzazioni principali - 2 di 2	1:200	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	9	L	F	0	2	0	7	0	0	1	A
	Fermata Valle del Torto																						
67_LF_25	Relazione di Calcolo Illuminotecnico		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	C	L	L	F	0	3	0	0	0	0	1	A
67_LF_26	Relazione di Calcolo di dimensionamento elettrico		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	C	L	L	F	0	3	0	0	0	0	2	A
67_LF_27	Piano Cavi		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	3	0	0	0	0	1	A
67_LF_28	Quadri elettrici bt - Schemi elettrici e fronte		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	3	0	2	0	0	1	A
67_LF_29	Quadri elettrici MT - Schemi elettrici e fronte		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	3	0	1	0	0	1	A
67_LF_30	Pianta Fabbricato Tecnologico con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	3	0	3	0	0	1	A
67_LF_31	Planimetria Fabbricato Tecnologico con impianto di terra	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	3	0	3	0	0	2	A
67_LF_32	Planimetria Marciapiedi con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:100	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	A	L	F	0	3	0	4	0	0	1	A
67_LF_33	Planimetria e Sezione Pensilina con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:100	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	A	L	F	0	3	0	4	0	0	2	A
67_LF_34	Planimetrie F.V. con Disposizione Apparecchiature LFM e Cavidotti - 1 di 2	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	3	0	4	0	0	1	A
67_LF_35	Planimetrie F.V. con Disposizione Apparecchiature LFM e Cavidotti - 2 di 2	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	3	0	4	0	0	2	A
67_LF_37	Planimetria con disposizione apparecchiature LFM e cavidotti_Parcheggio Interrato	1:100	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	A	L	F	0	3	0	4	0	0	3	A
	GALLERIE																						
	Galleria Alia																						
67_LF_38	Sistema di Comando e Controllo Impianti LFM		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	4	0	6	0	0	1	A
	Galleria Alia																						
67_LF_39	Relazione di Calcolo Illuminotecnico		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	C	L	L	F	0	4	0	0	0	0	1	A
67_LF_40	Schema elettrico impianti 20 KV		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	4	A	6	0	0	1	B
67_LF_41	Schema elettrico impianti 1000 V - 1 di 6		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	4	A	6	0	0	2	B
67_LF_42	Schema elettrico impianti 1000 V - 2 di 6		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	4	A	6	0	0	3	B
67_LF_43	Schema elettrico impianti 1000 V - 3 di 6		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	4	A	6	0	0	4	B
67_LF_44	Schema elettrico impianti 1000 V - 4 di 6		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	4	A	6	0	0	5	B
67_LF_45	Schema elettrico impianti 1000 V - 5 di 6		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	4	A	6	0	0	5	B
67_LF_46	Schema elettrico impianti 1000 V - 6 di 6		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	4	A	6	0	0	5	B
67_LF_47	Particolari di alimentazione By-Pass		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	X	L	F	0	4	A	6	0	0	1	A

N°	Descrizione elaborato	Scala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
67_LF_48	Illuminazione vie di esodo in Galleria - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature - 1 di 8	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	4	A	6	0	0	1	A
67_LF_49	Illuminazione vie di esodo in Galleria - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature - 2 di 8	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	4	A	6	0	0	2	A
67_LF_50	Illuminazione vie di esodo in Galleria - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature - 3 di 8	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	4	A	6	0	0	3	A
67_LF_51	Illuminazione vie di esodo in Galleria - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature - 4 di 8	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	4	A	6	0	0	4	A
67_LF_52	Illuminazione vie di esodo in Galleria - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature - 5 di 8	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	4	A	6	0	0	5	A
67_LF_53	Illuminazione vie di esodo in Galleria - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature - 6 di 8	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	4	A	6	0	0	6	A
67_LF_54	Illuminazione vie di esodo in Galleria - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature - di 8	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	4	A	6	0	0	7	A
67_LF_55	Illuminazione vie di esodo in Galleria - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature - di 8	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	4	A	6	0	0	8	A
67_LF_56	Illuminazione By-Pass - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:100	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	A	L	F	0	4	A	6	0	0	1	A
	Piazzale di Emergenza - lato PA																						
67_LF_57	Relazione di Calcolo Illuminotecnico		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	C	L	L	F	0	4	B	0	0	0	1	A
67_LF_58	Relazione di Calcolo di dimensionamento elettrico		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	C	L	L	F	0	4	B	0	0	0	2	A
67_LF_59	Relazione di Calcolo terra		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	C	L	L	F	0	4	B	0	0	0	3	A
67_LF_60	Quadri elettrici bt - Schemi elettrici e fronte		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	4	B	2	0	0	1	A
67_LF_61	Quadri elettrici MT - Schemi elettrici e fronte		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	4	B	1	0	0	1	A
67_LF_62	Layout Cabina MT/bt con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	4	B	2	0	0	1	A
67_LF_63	Pianta Fabbricato Tecnologico PGEP con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	4	B	3	0	0	1	A
67_LF_64	Planimetria con impianto di terra e layout Fabbricato Tecnologico PGEP	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	4	B	3	0	0	2	A
67_LF_65	Pianta Fabbricato Energia 1 con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	4	B	3	0	0	3	A
67_LF_66	Planimetria con impianto di terra e layout Fabbricato Energia 1	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	4	B	3	0	0	4	A

N°	Descrizione elaborato	Scala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
67_LF_104	NV01 - Quadri elettrici bt - Schemi elettrici e fronte		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	5	A	2	0	0	1	A
67_LF_105	NV01 - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	5	A	5	0	0	1	A
67_LF_106	NV02 (A-B-C) - Quadri elettrici bt - Schemi elettrici e fronte		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	5	B	2	0	0	1	A
67_LF_107	NV02 (A-B-C) - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	5	B	5	0	0	1	A
67_LF_108	NV04 - Quadri elettrici bt - Schemi elettrici e fronte		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	5	C	2	0	0	1	A
67_LF_109	NV04 - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	5	C	5	0	0	1	A
67_LF_110	NV06 - Quadri elettrici bt - Schemi elettrici e fronte (Fabbricato E2)		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	5	D	2	0	0	1	A
67_LF_111	NV06 - Quadri elettrici bt - Schemi elettrici e fronte		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	5	D	2	0	0	2	A
67_LF_112	NV06 - Layuot Cabina MT/bt con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	5	D	1	0	0	1	A
67_LF_113	NV06 - Pianta Fabbricato Energia 2 con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	5	D	3	0	0	1	A
67_LF_114	NV06 - Planimetria con impianto di terra e lay out Fabbricato Energia 2	1:50	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	B	L	F	0	5	D	3	0	0	2	A
67_LF_115	NV06 - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	5	D	5	0	0	1	A
67_LF_116	NV06 - Galleria - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:100	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	A	L	F	0	5	D	5	0	0	1	A
67_LF_117	NV07 - Quadri elettrici bt - Schemi elettrici e fronte		R	S	3	Z	0	0	D	6	7	D	X	L	F	0	5	E	2	0	0	1	A
67_LF_118	NV07 - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	5	E	5	0	0	1	A
67_LF_119	NV07 - Sottovia - Planimetria con disposizione cavidotti ed apparecchiature	1:500	R	S	3	Z	0	0	D	6	7	P	8	L	F	0	5	E	5	0	0	2	A

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO. NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIR. (LOTTO 1+2)					
RELAZIONE TECNICA	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	CODIFICA D67 RO	DOCUMENTO LF0000 002	REV B	FOGLIO 13 DI 28

4. GALLERIE DI LUNGHEZZA SUPERIORE A 1000 METRI

Il presente paragrafo riporta le caratteristiche degli Impianti di Illuminazione e F.M. previsti per l'adeguamento agli standards di sicurezza delle Gallerie di lunghezza superiore a 1000 metri.

I requisiti di sicurezza previsti per le gallerie della tratta in oggetto saranno conformi a quanto previsto dal Manuale di Progettazione delle opere civili - RFI 2017 PARTE II SEZIONE 4 – GALLERIE (RFI.DTC.SI.GA.MA.IFS.001.B), che si attiene prevalentemente alla Specifica Tecnica di Interoperabilità STI-SRT “Safety in Railway Tunnels” (in vigore dal 1° gennaio 2015) e MODIFICHE 2019, al DM 28/10/2005 “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie”, in vigore dall’8 aprile 2006, ma secondo quando definitivo dalla Legge n.27 del 24/03/2012 art.53, comma 2.

In linea generale gli interventi oggetto degli impianti LFM per la sicurezza della galleria comprenderanno le attività di seguito elencate:

Piazzali di Emergenza

- realizzazione di Cabine MT/bt, nel Fabbricato (PGEP);
- installazione dei quadri di piazzale (QdP) per l'impianto a 1000V di galleria, nel Fabbricato (PGEP);
- realizzazione dei Quadri Elettrici bt, nel Fabbricato (PGEP);
- fornitura, posa e messa in funzione dei Gruppi Elettrogeni con relativi serbatoi interrati, nel Fabbricato (PGEP);
- installazione delle apparecchiature e realizzazione dei collegamenti relativi al sistema di comando e controllo degli impianti LFM;
- realizzazione di impianto di illuminazione e f.m. nel fabbricato tecnologico;
- realizzazione degli impianti di messa a terra;
- realizzazione dell'impianto di alimentazione delle utenze safety & security;
- realizzazione di impianto di alimentazione elettrico delle Centrali di Pompaggio (vasche impianto idrico antincendio);
- realizzazione di impianto di alimentazione elettrico delle apparecchiature relative alle apparecchiature TLC (SDH, GSM-R, GSM-P, ecc..) e quadri STES;
- realizzazione dell'impianto di illuminazione nel piazzale esterno al fabbricato tecnologico;
- realizzazione impianti di illuminazione dei punti antincendio (FFP).

Galleria

- realizzazione della linea a 1000V per l'alimentazione dei quadri di tratta (QdT);
- realizzazione di impianto cavi a 20KV e Cabine MT/bt intermedie per Gallerie di lunghezza superiore a 5000 metri;

- installazione dei quadri di tratta (QdT);
- realizzazione degli impianti di illuminazione delle vie di esodo in galleria, nei bypass di esodo e nelle uscite intermedie;
- realizzazione degli impianti di illuminazione nei percorsi di esodo, all’aperto, fra due gallerie contigue ricadenti nell’ambito di “gallerie equivalenti”;
- realizzazione di impianto di alimentazione elettrico, tramite quadri elettrici provvisti di appositi trasformatori e quadri elettrici di commutazione, degli apparati meccanici di disconnessione fumi nei By-Pass di esodo;
- realizzazione di impianto di alimentazione elettrico, tramite quadri elettrici provvisti di appositi trasformatori, delle apparecchiature GSM-R e GSM-P e STES;
- studio di ingegneria dei sistemi di Protezione, Selezione del tronco guasto e Riconfigurazione Automatica del Sistema LFM di Galleria. Consistente: nel calcolo delle correnti di guasto in conformità alla norma CEI 11-25 (CEI EN 60909-0) e alla guida CEI 11-28; nello studio di coordinamento del sistema di protezione e selezione del tronco guasto del Sistema LFM di Galleria;
- messa in servizio dei sistemi di Protezione, Selezione del tronco guasto e Riconfigurazione Automatica del Sistema LFM di Galleria, consistente nelle regolazioni dei relé di protezione indiretti dei Quadri;
- esecuzione di tutte le misurazioni, prove, collaudi e certificazioni necessarie e previste dalla Norma per consegnare gli impianti completamente finiti e funzionanti.

4.1. GALLERIE DI RIFERIMENTO

Nel presente capitolo vengono descritte le caratteristiche degli impianti LFM della Galleria Alia, che si sviluppa fra il km 07+327 fino al km 27+253, per una lunghezza totale pari a 19.926 metri; è composta da due Gallerie a Semplice Binario, collegati da ByPass ogni 500 metri

4.1.1. CLASSIFICAZIONE DEI LUOGHI

Per le suddette gallerie di lunghezza superiore a 1.000 metri, si rende necessaria la messa in sicurezza secondo le prescrizioni, di seguito previste:

- Decreto 28 ottobre 2005 – Sicurezza nelle gallerie ferroviarie – del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.
- REGOLAMENTO (UE) N. 1303/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 novembre 2014 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la «sicurezza nelle gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea. - Pubblicata nella gazzetta ufficiale dell'Unione Europea il 12 dicembre 2014, e successive modifiche.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO. NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIR. (LOTTO 1+2)					
RELAZIONE TECNICA	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	CODIFICA D67 RO	DOCUMENTO LF0000 002	REV B	FOGLIO 15 DI 28

Il DM 28/10/2005 e il regolamento Europeo STI, per gli impianti LFM, prevedono i seguenti punti da ottemperare:

- Affidabilità delle installazioni elettriche (resistenza ed autonomia)
- Illuminazione delle vie di esodo in galleria
- Illuminazione dei percorsi di esodo esterni alla galleria.

Per i suddetti punti le specifiche tecniche emesse da RFI descrivono nel dettaglio le caratteristiche degli impianti e delle apparecchiature da prevedere, in particolare gli impianti LFM da realizzare in galleria faranno riferimento:

- per gallerie di lunghezza superiore a 1000 metri, alla “Specifica tecnica di costruzione per il miglioramento della sicurezza nelle gallerie ferroviarie” (RFIDPRIMSTCIFS610C del 24/04/2012) per Gallerie di lunghezza superiore a 1.000 metri

Mentre ai fini della normativa elettrica le gallerie sono da classificare come luoghi a maggior rischio di incendio secondo quanto previsto dalla Norma CEI 64-8 parte 7 relativa agli “Ambienti a maggior rischio in caso d’incendio per l’elevata densità di affollamento o per l’elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l’elevato danno ad animali o cose” (art.751.03.1), pertanto gli impianti devono essere rispondenti alle prescrizioni previste agli artt. 751.04.01 e 751.04.2.

4.1.2. SISTEMI DI ALIMENTAZIONE PER GALLERIE TRA 1000 E 5000 METRI

Il sistema di alimentazione dovrà garantire il regolare funzionamento degli impianti di illuminazione delle vie di esodo e delle prese all’interno della galleria, delle vie di esodo esterne, l’impianto di messa a terra TE (STES), degli impianti Safety e Security.

L’alimentazione degli impianti, di cui sopra, sarà conforme a quanto indicato dalla Specifica tecnica di costruzione per il miglioramento della sicurezza nelle gallerie ferroviarie (RFIDPRIMSTCIFS610C del 24/04/2012).

Le alimentazioni principali degli impianti facenti parte di quest’intervento sarà realizzata tramite due Cabine MT/BT poste nei PGEP, ubicate nei PGEP dei Piazzali di Emergenza posti agli imbocchi della galleria. Ogni cabina MT/BT sarà alimentata da una fornitura di energia elettrica in MT a 20 KV. Le due fonti di alimentazione saranno tra loro elettricamente distinte in modo che sia garantita l’alimentazione di tutti i quadri di tratta anche in mancanza di una delle due.

La tensione a 1000 V per l’alimentazione della dorsale in galleria sarà ottenuta con l’impiego di trasformatori collegati alle suddette cabine che si attesteranno agli ingressi dei rispettivi quadri di piazzale (QdP).

La suddetta dorsale a 1000 V andrà ad alimentare, in configurazione entra-esci, i quadri di tratta ubicati in galleria mediamente ogni 250 m ove avverrà la trasformazione e distribuzione 1000/230 Volt.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO. NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIR. (LOTTO 1+2)					
RELAZIONE TECNICA	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	CODIFICA D67 RO	DOCUMENTO LF0000 002	REV B	FOGLIO 16 DI 28

Essa sarà protetta mediante un sistema costituito da relè di massima corrente installati in tutti i quadri di tratta e nei quadri di piazzale; i suddetti relè di protezione saranno collegati tra loro tramite fibre ottiche e configurati in selettività logica. Ciò consentirà un rapido sezionamento del tronco guasto e la riconfigurazione delle alimentazioni a 1000 V.

Nei quadri di tratta QdT saranno predisposti gli interruttori a 1000V per il sezionamento dei tratti di linea afferenti e l'interruttore di protezione del trasformatore 1000/230V. Dal lato 230 V saranno installati gli interruttori per la protezione delle linee di alimentazione dei vari impianti.

La dorsale potrà essere alimentata indifferentemente da uno dei quadri di piazzale posti all'esterno della galleria in modo da consentire l'alimentazione a tutti i quadri della tratta anche in caso di mancanza di una delle due alimentazioni, o in caso di fuori servizio di una delle due cabine, o di interruzione del cavo in qualsiasi punto della galleria. In caso di guasti o mancanza di alimentazione, la massima lunghezza di galleria priva di illuminazione sarà contenuta in 250 m.

I cavi impiegati per gli impianti LFM in galleria saranno rispondenti alla Specifica Tecnica RFIDPRIMSTFIFSLF619 in vigore, adeguati comunque alle nuove normative relative al D.Lgs. 16 giugno 2017, n. 106.

La dorsale principale a 1000 V sarà composta di cavi la cui sezione sarà calcolata in modo da avere una caduta di tensione a fondo linea non superiore all'8 % e sarà posata, in cunicoli o in tubi PVC protetti da calcestruzzo e corredati da pozzetti rompi-tratta. Di seguito sono indicate le sezioni di fase da impiegare correlate al trasformatore di alimentazione della dorsale:

Galleria	Lunghezza (m)	Sezione cavo a 1000V	Potenza Trafo 1 KV
Alia	19.926	240 mmq	250 KVA
Cavo Impianto a 1000V - FG18OM16 - 1,8/3 KV			

4.1.3. SISTEMI DI ALIMENTAZIONE PER GALLERIE SUPERIORI A 5000 METRI

Nei casi di gallerie con una lunghezza particolarmente elevata la scelta progettuale è orientata a prevedere soluzioni con collegamento ad anello tra le cabine MT/bt poste agli imbocchi ed una o più cabine MT/bt intermedie poste in galleria. Tali scelte sono studiate al fine di garantire:

- continuità di esercizio in caso di mancanza di alimentazione di una delle due cabine;
- maggior uniformità possibile nella distribuzione bt dei carichi in galleria;
- contenimento delle cadute di tensione (c.d.t.) a fondo linea non superiore all'8 %;
- sezione cavi bt contenute.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO. NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIR. (LOTTO 1+2)					
RELAZIONE TECNICA	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	CODIFICA D67 RO	DOCUMENTO LF0000 002	REV B	FOGLIO 17 DI 28

La distribuzione avviene tecnicamente mediante collegamento tra gli interruttori di media tensione dei quadri elettrici MT delle cabine poste agli imbocchi delle gallerie e le cabine intermedie. Gli interruttori sono configurati e progettati con commutazione automatica tale da garantire continuità di alimentazione in presenza di eventuali guasti.

Le Cabine MT in Galleria saranno ubicati in appositi ByPass Tecnologici o in Cameroni opportunamente dimensionati. Nel caso due gallerie a semplice binario saranno utilizzati ByPass Tecnologici che garantiscono anche il collegamento trasversale fra le due dorsali a 1000V.

Le Cabine MT/bt intermedie, in Galleria, saranno differenziate dalle cabine MT/bt poste agli imbocchi prevalentemente per la presenza del doppio arrivo MT e per la parte di distribuzione in bt a 1000 V, in quanto saranno previsti dei quadri di piazzale (QdP) in numero pari al doppio rispetto a quelli ubicati agli imbocchi. Quanto predetto consente le distribuzioni ai quadri di tratta (QdT) in galleria e quindi il collegamento ad entrambe le cabine poste agli imbocchi.

La tensione a 1000 V per l'alimentazione della dorsale in galleria sarà ottenuta con l'impiego di trasformatori collegati alle suddette cabine che si attesteranno agli ingressi dei rispettivi quadri di piazzale (QdP).

Per il Lotto 1-2, nella Galleria Alia, sono previste cabine MT/bt, come di seguito indicate:

- By-Pass Tecnologico Km 12+204;
- By-Pass Tecnologico Km 16+194;
- By-Pass Tecnologico Km 20+017;
- By-Pass Tecnologico Km 24+067.

4.2. IMPIANTI ELETTRICI IN GALLERIA

Gli impianti elettrici in galleria saranno conformi a quanto indicato dalla Specifica tecnica di costruzione per il miglioramento della sicurezza nelle gallerie ferroviarie (RFIDPRIMSTCIFS610C del 24/04/2012).

Lungo le gallerie sono previste delle Nicchie Tecnologiche dove saranno collocati i quadri di tratta, per l'attrezzaggio ai fini della sicurezza, ogni 250 m; è previsto un marciapiede di camminamento sotto il quale saranno ubicate le canalizzazioni, formate da una polifora composta da tubi in PVC, diametro 125 mm e 160 mm, protetti dal calcestruzzo e pozzetti rompitratta ogni 250 metri..

L'impianto di illuminazione è progettato in maniera tale da consentire l'illuminazione delle vie di esodo interne ed esterne alla galleria garantendo un livello di illuminazione non inferiore a 5 lux medi ad una altezza di 1 m dal piano di calpestio (marciapiede) e comunque assicurandone 1 lux minimo sul piano orizzontale a livello del marciapiede.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO. NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIR. (LOTTO 1+2)					
RELAZIONE TECNICA	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	CODIFICA D67 RO	DOCUMENTO LF0000 002	REV B	FOGLIO 18 DI 28

L'Illuminazione delle Vie di esodo sarà garantita per ogni singola canna di Galleria e nei ByPass di collegamento.

L'accensione dell'impianto di illuminazione delle vie di esodo deve avvenire mediante pressione di uno qualsiasi dei pulsanti di emergenza, dislocati lungo la galleria e lungo i percorsi di esodo esterni, e/o mediante comando remoto.

Le lampade di illuminazione delle vie di esodo, normalmente spente, saranno accese solo a seguito della pressione di uno dei pulsanti di emergenza dislocati lungo la galleria e lungo i percorsi esterni di esodo, e/o comando di accensione remoto.

I pulsanti di emergenza saranno sempre attivi e muniti di LED blu laterali ad alta visibilità sempre accesi e controllati in real-time nel loro corretto funzionamento.

Le lampade di riferimento saranno sempre accese e controllate in real-time nel loro corretto funzionamento.

Il controllo dell'efficienza delle lampade di illuminazione delle vie di esodo sarà invece effettuato con controllo cumulativo (di gruppo) di tipo watt-metrico. Tale controllo dovrà avvenire periodicamente (max ogni 15 gg.) mediante cicli di accensione programmata gestiti dalla centralina di comando e controllo.

Il controllo dell'efficienza delle lampade di riferimento, delle lampade di illuminazione delle vie di esodo e dei pulsanti di emergenza sarà essere effettuato tenendo conto del degrado dell'impianto e dell'invecchiamento delle lampade senza necessità di tarature successive.

Oltre all'illuminazione, in corrispondenza dei quadri di tratta sarà collocata una apposita presa a servizio delle squadre di emergenza.

4.3. ALIMENTAZIONE VENTILATORI NEI BYPASS

Il sistema di alimentazione delle apparecchiature di ventilazione e disconnessione fumi nei ByPass prevede una doppia alimentazione ricavata mediante due Quadri di Tratta da ognuna delle due dorsale a 1000V con accoppiato un Quadro Trasformatore, le due alimentazioni provenienti dai QdT saranno collegate a un Quadro Commutatore automatico ubicato nel ByPass che garantisce la commutazione in caso di mancanza di rete su una dorsale.

4.4. DISPOSITIVI PERIFERICI

I dispositivi periferici e le lampade di illuminazione delle vie di esodo devono essere progettati e costruiti tenendo conto delle seguenti condizioni ambientali di funzionamento:

- Temperatura ambiente minima -5°C
- Temperatura ambiente massima 30°C

- Umidità relativa fino al 100%
- Altitudine <1000 m s.l.m.
- Pressione/Depressione 5kPa
- Grado di inquinamento 3
- Installazione galleria ferroviaria

4.4.1. CASSETTA DI DERIVAZIONE

Le cassette di derivazione, impiegate, avranno caratteristiche di cui alla Specifica Tecnica RFI DPRIM STF IFS LF614 B, ed. 2012 “Specifica tecnica di fornitura di Cassette di derivazione e Pulsanti”.

Le dimensioni indicative saranno 200x150x90 mm e 340x150x90 mm (l x h x p), in acciaio inox AISI 304 spessore 12/10 mm, grado di protezione IP65.

Le cassette di derivazione saranno utilizzate per alimentare le lampade di riferimento, per le lampade di illuminazione delle vie di esodo, per i pulsanti di emergenza; dette cassette conterranno anche le morsettiere ed eventuali dispositivi necessari per il comando/controllo dell’impianto. Tutte le cassette dovranno avere classe di isolamento II.

4.4.2. PULSANTI DI EMERGENZA

I Pulsanti avranno caratteristiche di cui alla Specifica Tecnica RFI DPRIM STF IFS LF614 B, ed. 2012 “Specifica tecnica di fornitura di Cassette di derivazione e Pulsanti”.

I pulsanti d’emergenza costituiscono i dispositivi locali deputati ad attivare l’accensione delle lampade di illuminazione delle vie di esodo.

I pulsanti di emergenza saranno ubicati sul piedritto della galleria, ad una altezza di circa 1 m dal piano di calpestio ed una distanza di circa 80 m uno dall’altro facendo in modo comunque di far ricadere un pulsante di emergenza in prossimità della lampada di riferimento.

4.4.3. LAMPADE DI RIFERIMENTO E DI ILLUMINAZIONE DELLE VIE DI ESODO

Le lampade avranno caratteristiche di cui alla Specifica Tecnica RFI DTC STS ENE SP IFS LF 162 A, ed. 2015 “Specifica tecnica di fornitura di Apparecchio illuminante a LED in galleria”.

L’apparecchio illuminante è completo di tutte le parti elettriche e meccaniche, incluso il modulo LED già

integrato nell'apparecchio stesso. È essenzialmente costituito da: Corpo; Schermo frontale; modulo LED da 4 W; sistema ottico; driver; cablaggi; piastra di fissaggio a parete. Conforme alle norme CEI EN 60598-1, con grado di tenuta non inferiore a IP 65 ed in esecuzione a doppio isolamento in Classe II e complete di cavo di alimentazione, spina, piastra di ancoraggio e sistema di connessione a presa.

Le lampade delle vie di esodo devono essere posate in opera (con sistema di aggancio rapido) sul piedritto della galleria a 2,35 m di altezza dal piano del camminamento e ad una distanza tale da garantire i livelli di illuminazione previste dalle norme, mediamente ogni 15 m tra un apparecchio e l'altro.

Le lampade di riferimento devono essere posizionate ogni 250 m e la loro funzionalità verrà gestita mediante un sistema di comando e controllo alloggiato nel QdP.

Il cavo per l'alimentazione delle lampade sarà derivato dal cavo di dorsale, del tipo FG18OM16 - 0,6/1KV, rispondente al Regolamento (UE) N. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 - Fornitura di cavi tipo CPR (Construction Products Regulation).

4.5. CAVI

Fermo quanto riportato nelle specifiche tecniche di RFI, all'interno delle gallerie saranno impiegati cavi conformi alle norme CPR; di seguito sono elencati i principali cavi utilizzati:

- FG18OM16 - 0,6/1KV 3x2,5 mmq (B2ca-s1a, d1, a1) per le dorsali 230V di alimentazione illum vie di esodo);
- FG18OM16 - 0,6/1KV 3x1,5 mmq (B2ca-s1a, d1, a1) per il collegamento delle plafoniere e dei pulsanti;
- FG18OM16 – 1,8/3KV da 3x35 a 3x240 mmq (B2ca-s1a, d1, a1) guaina rossa per le dorsali a 1000 V;
- FG18OM16 – 0,6/1kV da 35 a 120 mmq (B2ca-s1a, d1, a1) per il conduttore di protezione in galleria;
- RG16H1(O)M20 - 12/20 kV (B2ca-s1a, d1, a1) da 3x35 a 3x70 mmq per le dorsali a 20 KV.

4.6. INTERFERENZE ED ISOLAMENTO

La conformazione delle nicchie presenti nella galleria e la particolarità degli impianti con presenza di apparecchiature per la messa in sicurezza in galleria (cavi, cassette di derivazione, pulsanti lampade etc.), comporta la necessità di prendere in esame la possibilità che alcuni componenti del sistema LFM di galleria possano trovarsi all'interno dell'area di rispetto TE, pertanto soggetti al rischio di tensionamento diretto da parte della linea di contatto con conseguente rischio di contatti indiretti con parti metalliche accessibili (1° Rischio Elettrico). Un secondo rischio elettrico da prendere in considerazione è quello connesso alla possibilità che sia

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO. NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIR. (LOTTO 1+2)					
RELAZIONE TECNICA	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	CODIFICA D67 RO	DOCUMENTO LF0000 002	REV B	FOGLIO 21 DI 28

presente una “Body Voltage” determinata dal potenziale assunto dal binario utilizzato come circuito di ritorno TE che rappresenta un ulteriore rischio di tensione di contatto (2° Rischio Elettrico).

Quanto sopra riportato evidenzia che per garantire il rispetto della normativa vigente, è necessario realizzare l’impianto LFM di galleria con un sistema di protezione che tenga conto delle esigenze anche del sistema di alimentazione TE, nel rispetto dei seguenti principi progettuali:

1. garantire che i circuiti di protezione TE non siano collegati tra loro attraverso il PE dell’impianto LFM;
2. annullare il rischio di interferenze e/o danneggiamenti connesso al passaggio di correnti di cortocircuito del sistema TE nel sistema LFM;
3. garantire che il sistema TE in condizioni di esercizio normale o di guasto non sia causa di malfunzionamenti del sistema LFM;
4. proteggere anche le parti metalliche esposte di piccole dimensioni causa presenza di apparecchiature elettriche in grado di propagare i tensionamenti.

4.7. SISTEMA DI GESTIONE E DIAGNOSTICA DEGLI IMPIANTI LFM

Per il comando, controllo e diagnostica di tutti gli impianti inerenti la sicurezza delle gallerie è previsto un sistema di supervisione che avrà tra l’altro il compito della gestione e diagnostica dei suddetti impianti LFM. In particolare dovrà essere rispondente al Cap. VI “Supervisione, comando, controllo e diagnostica (scada) sistema” della Specifica RFIDPRIMSTCIFS610C del 24/04/2012, e controllare i parametri significativi degli impianti e consentire il telecomando, il telecontrollo e la diagnostica delle apparecchiature delle cabine MT/bt, dei quadri elettrici di piazzale e di tratta in galleria e delle plafoniere in galleria, nonché i quadri elettrici delle fermate e stazioni ricadenti nella tratta.

Il sistema deve essere costituito da unità intelligenti per l’acquisizione locale principalmente dei segnali provenienti dalle apparecchiature del Sistema di Protezione/Selezione del tronco guasto dell’impianto LFM e, in seconda battuta, di quelli inerenti le automazioni di quadro (Tratta/Piazzale).

I principali componenti del sistema che realizza la Funzione di Supervisione devono essere:

- Unità di campo locali (PLC) : Unità di Tratta, Unità di Piazzale, Unità di Finestra;
- Dispositivi di controllo e front-end: Centrali Master;
- Rete di comunicazione;
- Postazione di Supervisione (Client);
- Software di base e applicativo.

Le unità, per ciò che riguarda i segnali e comandi digitali, devono interfacciarsi con il campo (all’interno dei QdT/QdP) a mezzo di contatti puliti, cioè liberi da tensione, N.C. Tali contatti, disponibili su opportune schede a relè esterne alle unità, dovranno avere caratteristiche elettriche minimali non inferiori a 24Vcc e 2A. Dette unità

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO. NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIR. (LOTTO 1+2)					
RELAZIONE TECNICA	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	CODIFICA D67 RO	DOCUMENTO LF0000 002	REV B	FOGLIO 22 DI 28

devono interfacciarsi con le due Centrali Master poste agli imbocchi della galleria attraverso la dorsale in fibra ottica.

Inoltre, lo stesso, sarà connesso al Sistema di Supervisione Integrato (SPVI) per la gestione degli impianti connessi alla gestione delle emergenze (“Sistema di Supervisione degli Impianti di Sicurezza delle Gallerie ferroviarie” – Codifica RFI DPR IM SP IFS 002 A del 15.07.2011”).

Per la trasmissione dei dati necessari, saranno utilizzati, come supporto di trasmissione, le fibre ottiche e le apparecchiature di Rete previste con la “Rete Dati per Impianti di Emergenza” (Specifiche Tecnica TT598/2017 - Impianti di telecomunicazione per la Sicurezza nelle Gallerie ferroviarie).

4.8. IMPIANTI LFM AREE ESTERNE ALLE GALLERIE

Nei quadri del Fabbricato Tecnologico dei Piazzali di Emergenza o delle Aree Tecniche di Emergenza poste agli imbocchi della Galleria saranno previste le linee di alimentazione con relativi interruttori di protezione che andranno ad alimentare gli impianti accessori (TLC, Security, ecc..) e gli impianti di illuminazione e F.M. dei fabbricati di servizio e del locale pompe.

Nel presente capitolo sono descritti gli impianti di illuminazione e F.M. dei fabbricati tecnologici; mentre nel capitolo successivo sono descritti gli impianti di illuminazione e F.M. nei Piazzali.

4.9. FABBRICATI TECNOLOGI NEI PIAZZALI DI EMERGENZA

Il sistema di distribuzione dell’energia elettrica in bassa tensione è del tipo T-NS nel caso di alimentazione da rete o preferenziale, mentre sarà del tipo IT nella sezione No-Break.

La distribuzione interna sarà prevalentemente realizzata con canalizzazioni in tubo pvc sotto traccia o a vista all’interno dei quali saranno posati i cavi multipolari ed unipolari del tipo FG17 - 450/750 V per l’alimentazione dei circuiti da rete e preferenziale, mentre per l’alimentazione dei circuiti elettrici provenienti dalle sezioni No-Break il cui funzionamento deve essere mantenuto anche il caso di incendio saranno del tipo FTG18(O)M16.

Il numero e la geometria di installazione dovranno garantire un valore di illuminamento medio mantenuto come da norma UNI EN 12464-1.

L’illuminazione interna ai locali dei fabbricati può essere suddivisa funzionalmente in “illuminazione normale” ed “illuminazione di emergenza” secondo la fonte di alimentazione. Gli apparecchi dell’illuminazione di emergenza sono alimentati dalle sezioni NO-BREAK dei quadri di distribuzione mediante cavi, canalizzazioni e cassette di derivazione dedicate.

La protezione contro i contatti diretti è garantita dall’isolamento delle parti attive, rimovibile solamente per distruzione dei materiali isolanti, e dall’uso di componenti dotati di idoneo grado di protezione IP, aventi involucri o barriere rimovibili solamente con l’uso di un attrezzo.

La protezione contro i contatti indiretti è attuata con le seguenti modalità:

- Mediante l'impiego di componenti di classe II, o comunque privi di “masse metalliche” (totalmente isolanti);
- Interruzione automatica dell'alimentazione. In questo caso, le masse metalliche dell'impianto saranno adeguatamente collegate a terra tramite conduttore di protezione; i dispositivi di protezione dei circuiti (interruttori magnetotermici e/o differenziali) saranno coordinati in modo da interrompere i circuiti in tempi compatibili con la “curva di sicurezza” per il corpo umano; le condizioni da rispettare sono quelle previste dalla Norma CEI 64-8/4.

4.10. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE NEI PIAZZALI DI EMERGENZA

Gli impianti di illuminazione delle aree tecniche di emergenza in corrispondenza degli imbocchi della galleria saranno realizzati installando pali conici in acciaio con apparecchi illuminanti tipo stradale con lampade LED da 78 W.

Gli impianti in oggetto sono predisposti per l'accensione manuale e automatica con crepuscolare. Sul quadro sarà predisposto un selettore a 3 posizioni per dare la possibilità di accensione automatica e manuale.

Inoltre in ogni piazzale sarà predisposto un quadretto stagno con due prese di corrente una monofase a 220V ed una trifase a 400 V per una potenza complessiva di 4 KW.

4.11. IMPIANTI NEI MARCIAPIEDI FFP

Per le necessità punti antincendio (FFP), saranno previste nei quadri di piazzale appositi interruttori a protezione delle linee elettriche necessarie per la alimentazione degli impianti idrici antincendio.

Inoltre saranno illuminati i marciapiedi dei punti antincendio (FFP) mediante la installazione di paline in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro complete di plafoniere con lampade LED da 30 W, a interdistanza media di 25/30 metri.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO. NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIR. (LOTTO 1+2)					
RELAZIONE TECNICA	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	CODIFICA D67 RO	DOCUMENTO LF0000 002	REV B	FOGLIO 24 DI 28

5. INTERFERENZE E ISOLAMENTO

Le interferenze tra Impianti TE e LFM riguarda gli scenari di esercizio e di manutenzione.

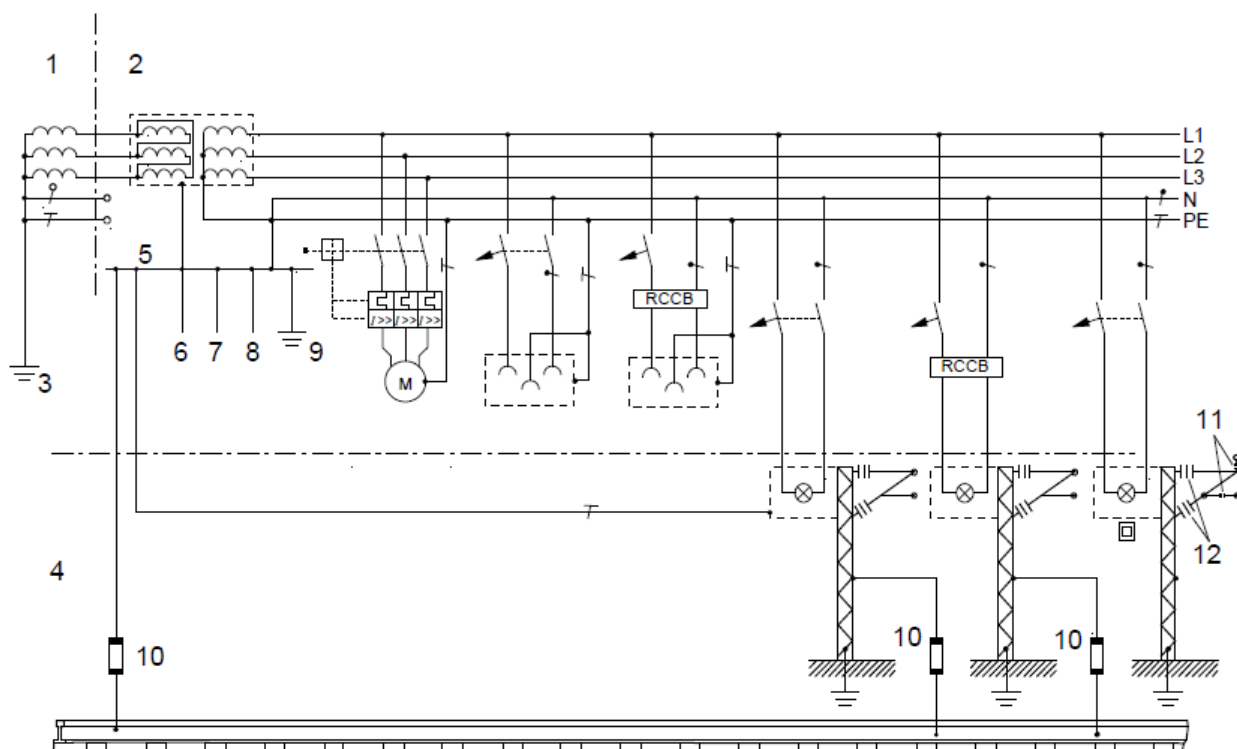
Durante il normale esercizio di una linea di trazione elettrica in galleria è poco probabile che gli impianti LFM possano essere interessati da attività manutentive senza che sia stata tolta la tensione almeno al binario interessato corrispondente.

Per contro, tenuto conto che non è possibile, ne opportuno, escludere la presenza in galleria di personale della manutenzione anche con binario/i in esercizio, ne tanto meno si può escludere la possibilità che con un binario interrotto per manutenzione, ci sia un guasto alla linea di contatto del binario attiguo con una dinamica tale da arrivare ad interessare il circuito di ritorno del binario su cui opera il personale della manutenzione; pertanto è necessario prendere in esame i provvedimenti di protezione per mitigare i rischi elettrici sia nel caso di un guasto alla linea di contatto che possa mettere in tensione gli impianti LFM (1° Rischio) e sia che il guasto interessi il circuito di ritorno del binario (2° Rischio).

L'analisi del quadro normativo vigente evidenzia la necessità di prendere provvedimenti di sicurezza contro i contatti indiretti.

Per quanto riguarda il 1° Rischio, causa condizioni d'impiego e ragioni non è possibile adottare la misura di protezione che prevede il distanziamento e/o l'installazione di ostacoli tra linea aerea di contatto ed i componenti strutturali del sistema LFM da collegare al Circuito di Protezione TE (se realizzati con materiale metallico) essendo parti conduttrici esposte in quanto quasi sempre interferenti con la Zona del Pantografo e/o la Zona della Linea Aerea.

Da quanto sopra, vista l'impossibilità di poter distanziare le apparecchiature od in alternativa utilizzare adeguati ostacoli, tenuto conto che in generale tutte le apparecchiature/componenti della dorsale luce, interferiscono con almeno una delle due zone (Zona della Linea Aerea o Zona del Pantografo), ne consegue l'obbligo del collegamento al circuito di ritorno delle parti conduttrici esposte (strutture parzialmente o totalmente metalliche). Per quanto riguarda invece il 2° Rischio elettrico connesso alla presenza del potenziale di binario conseguente alla circolazione della corrente di trazione o di guasto nel circuito di ritorno, tenuto conto che in corrispondenza del Quadro di Piazzale devono essere installati trasformatori con collegamento triangolo-stella, neutro accessibile e con schermo tra primario e secondario per garantire la separazione galvanica tra la rete di distribuzione pubblica a bassa o media tensione e l'impianto per l'alimentazione delle luci di emergenza, la norma CEI EN 50122-1 prevede, in presenza di alimentazioni in bassa tensione con sistema TN-S i sistemi di alimentazione riportati nelle figure seguenti :



Legenda

- | | |
|--|--|
| 1 rete di alimentazione elettrica | 7 riscaldamento |
| 2 rete ferroviaria | 8 protezione dalle sovratensioni atmosferiche |
| 3 terra della rete pubblica | 9 terra di struttura ferroviaria |
| 4 zona della linea aerea di contatto e del captatore di corrente | 10 VLD |
| 5 MEB | 11 1° isolamento |
| 6 tubi di acqua e gas | 12 2° isolamento (solo per sistemi di trazione BT) |

Figura 23 – Sistema TN per ferrovie in c.c.

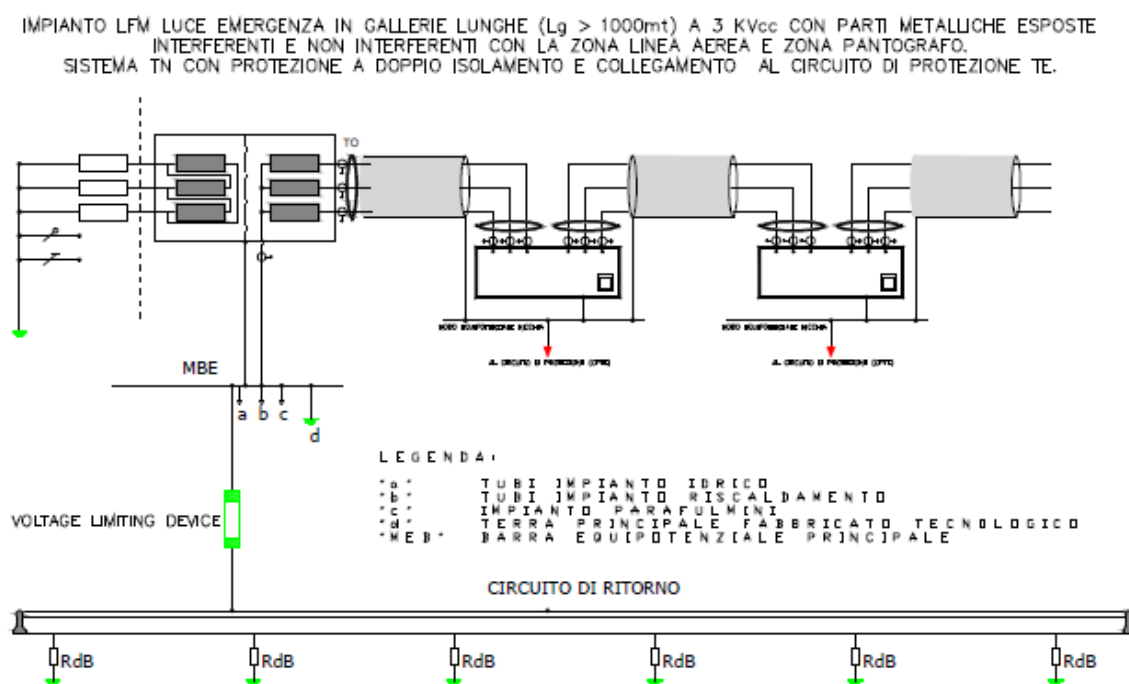
Come è evidente, nelle gallerie elettrificate a 3 kVcc, la contemporanea presenza del circuito di protezione TE e del conduttore di protezione PE (PE&CPTE) collegate sullo stesso punto (Telaio lampada) comporta la possibilità di richiusure indebite della corrente di guasto TE:

- sul conduttore di protezione PE del sistema LFM. In questo caso, visti i valori delle correnti di cortocircuito (circa 25-30 kA) in gioco, anche se il conduttore PE è interessato da una modesta percentuale della corrente di guasto totale, il rischio che lo stesso possa essere danneggiato gravemente o che si presentino malfunzionamenti nel circuito LFM è molto alto;
- sulle dorsali di distribuzione a 230 Vca, in presenza del tensionamento di componenti non protetti delle suddette linee quali per esempio: scatole di giunzione e/o di derivazione, lampade di emergenza pulsanti di

accensione ecc, che si estendono per tutta la lunghezza della galleria, danneggiando gravemente o causando comportamenti anomali nel circuito LFM.

Per risolvere le precedenti difficoltà che potrebbero derivare dalla necessità di rispettare le prescrizioni di sicurezza nei confronti dei due rischi elettrocuzione (impianti LFM soggetti al rischio di tensionamento della linea di contatto ma anche al pericolo delle tensioni accessibili dovute alla presenza del potenziale di binario), ai sensi dell'art. 7.3.2 della Norma CEI EN 50122-1, la protezione mediante utilizzo di componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente è considerata come misura alternativa per la protezione contro i contatti indiretti, in alternativa al collegamento al Circuito di Ritorno, a condizione che l'isolamento di tali apparecchiature corrisponda alla tensione nominale U_n della linea di contatto.

Nel caso di gallerie di lunghezza superiore a 1000 metri, per evitare quanto sopra, gli impianti LFM per la messa in sicurezza delle gallerie devono essere realizzati in conformità al seguente schema di principio:



Per un corretto dimensionamento del livello di isolamento di una apparecchiatura in Classe II, è da tenere presente che l'art. 4.1 della norma CEI 11-1 e l'art. 442 della norma CEI 64-8 prescrivono che in generale il livello dell'isolamento principale deve essere correlato alla tensione massima permanente del sistema elettrico.

Dalle norme di riferimento emerge che l'isolamento di base più l'isolamento supplementare (che definiscono l'isolamento di una apparecchiatura in Classe II) dovranno resistere entrambi ad una sovratensione temporanea di breve durata (short-time TOV: durata M 5 secondi)) pari a: $2 \cdot (U_n + 1200) \text{ V}$ ed a una sovratensione

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO. NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA RADDOPPIO TRATTA FIUMETORTO – LERCARA DIR. (LOTTO 1+2)					
RELAZIONE TECNICA	PROGETTO RS3Z	LOTTO 00	CODIFICA D67 RO	DOCUMENTO LF0000 002	REV B	FOGLIO 27 DI 28

temporanea di lunga durata (long-time TOV > 5 secondi) pari a: $2 \cdot (U_n + 250)$ V dove U_n è la tensione nominale del sistema.

La prima verifica del livello di isolamento è fatta nei confronti del sistema 1 kVca ed in questo caso le precedenti norme portano ad individuare una tensione di tenuta all'impulso pari a:

- 8.000 V – 1,2/50 Zs, per la dorsale a 1.000 V (Cat. OV3) elevati a 12.000 V – 1,2/50 Zs per le apparecchiature (cfr. art. 5.3.3.2.3 di CEI EN 60664-1) previste in doppio isolamento rispetto al livello di tensione 1 kVca, fatte salve requisiti più stringenti delle norme di prodotto;
- 2.500 V – 1,2/50 Zs, per le linee BT derivate a valle del trasformatore 1000 V/230 V del QdT (Cat. OV2) elevati a 4.000 V – 1,2/50 Zs per le apparecchiature (cfr. art. 5.3.3.2.3 di CEI EN 60664-1) previste in doppio isolamento rispetto al livello di tensione 230 Vca, fatte salve requisiti più stringenti delle norme di prodotto.

La seconda verifica del livello dell'isolamento va fatta nei confronti di un possibile tensionamento da parte della linea di contatto.

In questo caso la normativa permette come misura di protezione degli impianti LFM, alternativa al collegamento al Circuito di Ritorno, l'utilizzo di apparecchiature in classe II (cfr. art. 7.3.2 della norma CEI EN 50122-1).

Il doppio isolamento, ai sensi del suddetto articolo, impone una tenuta dell'isolamento con un livello di sovratensione temporanea (TOV) correlato alla tensione nominale del sistema TE.

La misura tende ad evitare la possibilità che in caso di contatto accidentale con i conduttori della trazione elettrica sotto tensione si abbia il trasferimento di tensioni pericolose (oltre al guasto del componente interessato) verso qualsiasi circuito propagante tensione.

Per contro, i risultati dell'analisi del rischio individuano nella funzionalità dell'impianto luce e forza motrice di emergenza uno dei fondamentali elementi di sicurezza ai fini della tempestiva evacuazione della galleria.

Alla luce di quanto sopra, tenuto conto della disponibilità sul mercato di apparecchiature e impianti già realizzati con livelli di isolamento superiori a quelli strettamente necessari, senza particolari aggravii di costo, le scelte dei livelli di isolamento di seguito evidenziate, presentano dei margini di sicurezza che puntano ad aumentare l'affidabilità e la disponibilità del sistema.

Al fine di risolvere contestualmente problematiche di sicurezza ma contemporaneamente ridurre i rischi di malfunzionamenti, per gli impianti LFM realizzati per la messa in sicurezza delle gallerie del Sistema TE 3 kVcc, dovranno essere adottati i seguenti livelli di isolamento:

- Dorsale a 1000 Vca realizzata come sistema TN (con ulteriore collegamento al circuito di protezione TE) con apparecchiature, componenti e cavo con posa in aria (cfr. tipo A o H norma CEI 11-17) con isolamento non inferiore a:
 - o tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto: 6 kVca oppure 9 kVcc;

RELAZIONE TECNICA

PROGETTO	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
RS3Z	00	D67 RO	LF0000 002	B	28 DI 28

- tensione di prova ad impulso 1,2/50 μ s: 12 kV_{cresta}
- Quadri di Tratta realizzati in classe II con apparecchiature, componenti, e cavi di cablaggio caratterizzati da doppio isolamento in grado di superare le seguenti prove di tenuta:
 - tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto: 6 kV_{ca} oppure 9 kV_{cc};
 - tensione di prova ad impulso 1,2/50 μ s: 12 kV_{cresta}
- Distribuzione a 230 V_{ca} realizzata con componenti e cavi con posa in aria (cfr. tipo A o H norma CEI 11-17) con isolamento non inferiore a:
 - tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto: 2,8 kV_{ca} oppure 3,9 kV_{cc};
 - tensione di prova ad impulso 1,2/50 μ s: 6 kV_{cresta}
- Cassette, Lampade e Pulsanti Dorsale a 230 V_{ca} in classe II con componenti e cavi di cablaggio caratterizzati da doppio isolamento in grado di superare le seguenti prove di tenuta:
 - tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto: 4 kV_{ca} oppure 6 kV_{cc};
 - tensione di prova ad impulso 1,2/50 μ s: 9 kV_{cresta}
- Test funzionale sull'impianto LFM realizzato on-site per verificare l'integrità dei sistemi di alimentazione e controllo effettuato con:
 - tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto: 3 kV_{ca} oppure 4 kV_{cc};
 - tensione di prova ad impulso 1,2/50 μ s: 6,5 kV_{cresta}