

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



U.O. TECNOLOGIE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA  
VARIANTE DI BAULADU

IMPIANTI LFM – GALLERIA BAULADU

Relazione tecnica descrittiva impianti LFM

SCALA:

-

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

RR0H 01 D 18 RO LF0100 001 A

| Rev. | Descrizione         | Redatto  | Data       | Verificato    | Data       | Approvato   | Data       | Autorizzato Data   |
|------|---------------------|----------|------------|---------------|------------|-------------|------------|--|
| A    | EMISSIONE ESECUTIVA | S. Ricci | Marzo 2018 | M. Castellani | Marzo 2018 | T. Paoletti | Marzo 2018 | G. Luigi Buffarini   |
|      |                     |          |            |               |            |             |            | ITALERR S.p.A.<br>Ufficio Tecnologie Centro<br>Via Roma 100<br>00187 Roma<br>Ing. G. Luigi Buffarini<br>n° 17812 |
|      |                     |          |            |               |            |             |            |  |
|      |                     |          |            |               |            |             |            |  |

File: RR0H01D18ROLF0100001A.doc

n. Elab.: 592

## INDICE

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | GENERALITA' .....  | 3  |
| 2.    | LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO .....   | 5  |
| 3.    | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....   | 9  |
| 4.    | CRITERI BASE DI PROGETTO .....   | 10 |
| 5.    | IMPIANTI LUCE E FORZA MOTRICE GALLERIE CON LUNGHEZZA SUPERIORE AI 1000 M ..... | 11 |
| 5.1   | <i>Premessa</i> .....  | 11 |
| 5.2   | <i>Caratteristiche tecniche e norme di riferimento</i> .....                   | 14 |
| 5.3   | <i>Sistema di alimentazione Galleria</i> .....                                 | 14 |
| 5.4   | <i>Illuminazione in galleria</i> .....   | 18 |
| 5.5   | <i>Sistema di gestione e diagnostica degli impianti LFM</i> .....              | 19 |
| 5.6   | <i>Impianti LFM fabbricati tecnologici e piazzali tecnologici</i> .....        | 21 |
| 5.7   | <i>Illuminazione dei Fire Fighting Point (FFP)</i> .....                       | 24 |
| 5.7.1 | <i>Premessa</i> .....  | 24 |
| 5.7.2 | <i>Architettura di sistema</i> .....   | 24 |
| 5.7.3 | <i>Distribuzione delle linee di alimentazione</i> .....                        | 26 |
| 5.7.4 | <i>Dispositivi da quadro</i> .....   | 26 |
| 5.7.5 | <i>Dispositivi e cassette da campo</i> .....                                   | 27 |
| 5.8   | <i>Impianti di terra</i> .....   | 28 |

## 1. GENERALITA'

Nell'ambito degli interventi di velocizzazione della linea San Gavino – Sassari - Olbia è prevista la realizzazione di un nuovo tracciato a singolo binario, la variante di Bauladu con lunghezza pari a 8500m.

Gli obiettivi che con tale progetto si intendono perseguire sono:

- Riduzione delle interferenze urbanistiche tra linee ferroviarie e territorio comunale;
- Realizzazione di un sistema di trasporto integrato, intermodale ed intramodale ad elevata frequenza;
- Aumento della qualità dei servizi di trasporto offerti con riduzione dei tempi di percorrenza.

Nel seguito sono illustrate le soluzioni progettuali adottate nello sviluppo del progetto definitivo degli impianti di sicurezza della Galleria Bauladu di lunghezza pari a 3826 m, dalla pk 2+214 alla pk 6+040.

### 1. Alimentazione PGEP e impianti di galleria

Per l'opera sopra citata sono state adottate scelte progettuali per gli impianti elettrici di luce e forza motrice che verranno di seguito brevemente introdotte e saranno ampiamente descritte nei capitoli successivi.

L'intera tratta sarà alimentata mediante due punti di adduzione in Media Tensione indipendenti tra loro dai quali si dipartiranno le dorsali di alimentazione a 20 KV per l'alimentazione in entra-esce della cabina MT/BT presente nel FA02A.

Le due forniture di energia elettrica in Media Tensione sono previste in corrispondenza dei seguenti piazzali di imbocco di galleria:

- RI51 - Area di Sicurezza Galleria Bauladu imbocco sud pk 2+234.76.
- RI52 - Area di Sicurezza Galleria Bauladu imbocco nord pk 6+040

In entrambe i fabbricati PGEP saranno integrati i locali di consegna e misure dedicati al distributore di energia elettrica.

Dal locale consegna si dipartiranno i cavi elettrici in Media Tensione per il quadro di Media Tensione (QMT) presente nel locale MT, nel quale è presente anche il complesso di trasformazione elettrica MT/BT del PGEP.

Le potenze nominali dei trasformatori MT/BT saranno determinate in base ai carichi elettrici che essi dovranno alimentare. I trasformatori MT/BT alimenteranno i Quadri Generali di Bassa Tensione (QGBT).

Il QGBT alimenterà e proteggerà tutti gli impianti di luce e forza motrice a servizio del piazzale di imbocco e sarà costituito da tre sezioni di alimentazione: normale, preferenziale e di continuità (no break). Le tre sezioni del quadro QGBT alimenteranno i carichi elettrici come segue:

- Sezione Normale:
  - Illuminazione esterna fabbricato / piazzale;
  - Illuminazione normale dei locali interni al fabbricato;
  - Distribuzione di Forza Motrice trifase e monofase nei locali interni al fabbricato;
- Sezione Preferenziale:
  - Apparecchiature HVAC del fabbricato;
- Sezione No Break:
  - Illuminazione di emergenza dei locali interni al fabbricato;
  - Impianto TVCC;
  - Rilevazione Incendi;
  - Impianto antintrusione.

La tipologia, le caratteristiche e la quantità delle apparecchiature costituenti gli impianti di illuminazione e di distribuzione di forza motrice saranno determinate secondo quanto previsto dalle normative vigenti in materia e possono essere valutate nei capitoli successivi e negli elaborati tecnici specialistici più avanti richiamati.

*2. Impianti di illuminazione e forza motrice per le Gallerie con lunghezza superiore ai 1000 m – vie di esodo – aree di triage – PGEP*

La seguente galleria, con lunghezza superiore ai 1000 m, verrà alimentata secondo quanto previsto dalla specifica tecnica RFI DPRIM STC IFS LF610 C:

- Galleria Bauladu: galleria di lunghezza complessiva pari a circa 3826 metri.

L'alimentazione degli impianti di luce e forza motrice a servizio della sicurezza in Galleria sarà a 1000 V; inoltre sarà prevista una dorsale di alimentazione a 20 KV che alimenta in entra esce il Fabbricato Tecnologico FA02A a servizio degli impianti di galleria.

Nelle cabine dei PGEP saranno installati i quadri di Media Tensione ed i trasformatori dedicati alla:

- alimentazione dei quadri generali di bassa tensione (attraverso due trasformatori 20/0,4 KV) dedicati alla protezione ed alimentazione delle principali utenze presenti nel piazzale e nei fabbricati;
- alimentazione delle dorsali ad 1 KV (attraverso due trasformatori 20/1 KV) dedicate alla protezione ed alimentazione delle apparecchiature di sicurezza in galleria.

Per ogni fabbricato tecnologico a servizio delle Gallerie, saranno installati un gruppo elettrogeno ed UPS necessari alla realizzazione delle sezioni preferenziale e di continuità dei quadri generali di bassa tensione.

Tutte le apparecchiature di illuminazione e forza motrice previste in galleria saranno in quantità e caratteristiche secondo quanto previsto dalle Specifiche Tecniche RFI di miglioramento della sicurezza in galleria. Sarà inoltre garantito il rispetto del 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, in particolare con l'attrezzaggio luce e forza motrice dei Fire Fighting Point. Le caratteristiche degli impianti elettrici e delle apparecchiature dedicati alla sicurezza in galleria possono essere valutate negli elaborati specialistici più avanti indicati.

## 2. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Nello sviluppo del progetto delle opere impiantistiche descritte nel presente documento, sono stati considerati i seguenti riferimenti:

- Leggi e Decreti Ministeriali dello Stato cogenti;
- Normative CEI, UNI;
- Prescrizioni dell'Ente distributore (ENEL);
- Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI);
- Specifiche tecniche RFI;
- Regolamenti del parlamento Europeo.

Nel caso di cui trattasi, si è fatto particolare riferimento alle seguenti Leggi e Norme:

### Leggi, Decreti e Circolari:

- D. Lgs. 09/04/08 n.81 "Testo Unico sulla sicurezza"
- DM. 37 del 22/01/08 "Sicurezza degli impianti elettrici, regole per la progettazione e realizzazione,

ambiti di competenze professionali”

- L.186 del 1.3.1968 “Realizzazioni e costruzioni a regola d’arte per materiali, apparecchiature, impianti elettrici”
- Regolamento (UE) del Parlamento Europeo e del consiglio 305/2011;
- Decisione commissione europea 2011/284/UE;
- STI – “Specifiche tecniche di interoperabilità per l’accessibilità del sistema ferroviario dell’Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta abile” - decisione della Commissione del 18/11/2014;
- 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

#### Norme CEI

- Norma CEI 0-2 – Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norma CEI 0-16 – Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Norma CEI 0-21 I: Ed. Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica,
- Norma CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, linee in cavo;
- CEI EN 61439 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- CEI EN 61386 – Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche
- NORMA CEI CT 20 Cavi per energia (scelta ed installazione dei cavi elettrici );
- CEI 20-22: Prove di incendio su cavi elettrici – Parte 2: Prova di non propagazione di incendio;
- CEI EN 60332: Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni di incendio;
- CEI 20-36: Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio - Integrità del circuito;
- CEI EN 50267-1: Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi:
  - Parte 2-1: Procedure di prova - Determinazione della quantità di acido alogenidrico gassoso;
  - Parte 2-2: Procedure di prova - Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei

materiali mediante la misura del pH e della conduttività;

➤ Parte 2-3: Procedura di prova - Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei cavi mediante il calcolo della media ponderata del pH e della conduttività.

- CEI 20-38: Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali U0/U non superiori a 0,6/1 KV.
- CEI 20-45: Cavi resistenti al fuoco isolati con mescola elastomerica con tensione nominale Uo/U non superiore a 0,6/1 KV;
- CEI 34-21 "Apparecchi d'illuminazione: prescrizioni generali e prove"
- CEI 34-22 "Apparecchi di illuminazione - Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza"
- Norma CEI 64-8-V4: "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata e 1.500 Volt in corrente continua".
- Norma CEI EN 50122-1 (CEI 9-6) - Applicazioni ferroviarie - Installazioni fisse. Parte 1: Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra;
- Norma CEI EN 50122-2 (CEI 9-6/2) - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi. Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua;
- Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1) - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- Norma CEI 14 - Guida per l'esecuzione delle prove sui trasformatori di potenza;
- Norma CEI 14-7 - Marcatura dei terminali dei trasformatori di potenza;
- Norma CEI EN 60076-11 (CEI 14-32) - Trasformatori di potenza. Parte 11: Trasformatori di tipo a secco;
- Norma CEI EN 50575: requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione, metodi di prova e valutazione dei cavi elettrici e in fibra ottica.

## Norme UNI

- Norma UNI EN 1838: Applicazioni dell'illuminotecnica. Illuminazione di emergenza
- Norma UNI EN 12464: Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni
- Norma UNI EN 12464: Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno
- UNI EN 11248 - Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche;

- UNI EN 13201-2 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;

### Specifiche tecniche RFI

- RFI DPRDIT STF IFS LF627 A: Sistemi di telegestione ed efficientamento energetico degli impianti LFM ed utenze
- RFI DPR DAMCG LG SVI 008B – “Linee guida per illuminazione nelle stazioni e fermate medio/piccole”;
- RFI LF 680 – “Capitolato Tecnico per la realizzazione degli impianti di illuminazione nei piazzali ferroviari e grandi aree in genere”
- RFI DPRIM STF IFS LF618 A, 12/09/2011 - Specifica tecnica di fornitura trasformatore di alimentazione;
- RFI DPRIM STC IFS LF610 C, 24/04/2012 – Specifica Tecnica di Costruzione - Miglioramento della sicurezza in galleria impianti luce e forza motrice di emergenza per gallerie oltre 1.000 metri;
- RFI DTC STS ENE SP IFS LF 162 A, 06/11/2015 - Apparecchio illuminante a LED in galleria;
- RFI DPRIM STF IFS LF612 B, 24/04/2012 - Specifica tecnica di fornitura di Quadri di Tratta per gallerie oltre 1.000 metri;
- RFI DPRIM STF IFS LF613 B, 24/04/2012 - Specifica tecnica di fornitura di Quadri di Piazzale per gallerie oltre 1.000 metri;
- RFI DPRIM STF IFS LF614 B, 24/04/2012 - Specifica tecnica di fornitura di Casette di derivazione e Pulsanti;
- RFI DPRIM STF IFS LF616 A, 12/09/2011 - Specifica tecnica di fornitura di Quadri di Front-End e SCADA LFM;
- Specifica Tecnica IS 728 - Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra degli impianti di categoria 0 e 1<sup>a</sup> su linee di trazione elettrica a corrente continua a 3KV e linee ferroviarie non elettrificate;
- Circolare RFI/TC.SS/009/523 – Protezione contro le sovratensioni delle alimentazione dell'alimentazione degli impianti di sicurezza e segnalamento.
- “Sistema di Supervisione degli Impianti di Sicurezza delle Gallerie ferroviarie” – Codifica RFI DPR IM SP IFS 002 A del 15.07.2011;
- RFI-DTC.ST.E\A0011\PI\2017\0000120 – Indicazioni sull'impiego di cavi elettrici destinati a costruzioni negli impianti ferroviari REGOLAMENTO (UE) n. 305/2011.



### 3. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Per il progetto in questione si prendano a riferimento i seguenti elaborati:

| Titolo elaborato   | Codifica |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|--|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Planimetria con disposizione apparecchiature LFM e Cavidotti: Piazzale RI52 Imbocco lato Nord - pk 6+040 | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | A | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Planimetria con disposizione apparecchiature LFM e Cavidotti: Piazzale RI51 Imbocco lato Sud - pk 2+234  | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | A | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Planimetria con disposizione apparecchiature LFM e Cavidotti: Piazzale RI53 finestra 1 - pk 3+194        | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | A | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Planimetria con disposizione apparecchiature LFM e Cavidotti: Piazzale RI54 finestra 2 - pk 4+194        | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | A | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Planimetria schematica con disposizione quadri a 1000V, cabine MT/BT e cavidotti                         | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | X | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Relazione di calcolo dell'impianto di terra delle cabine MT/BT   | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | C | L | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Planimetria rete di terra_ Piazzale RI52 Imbocco lato Nord - pk 6+040                                    | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | A | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| Planimetria e layout FA03 - Piazzale RI52 Imbocco lato Nord - pk 6+040                                   | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | B | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Planimetria e layout FA01 - Piazzale RI51 Imbocco lato Sud - pk 2+234                                    | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | B | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Planimetria rete di terra_ Piazzale RI51 Imbocco lato Sud - pk 2+234                                     | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | A | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Planimetria rete di terra_ Piazzale RI54 finestra 2 - pk 4+194   | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | A | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Planimetria innesto finestra 1 con disposizione apparecchiature LFM e cavidotti                          | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | B | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Planimetria innesto finestra 2 con disposizione apparecchiature LFM e cavidotti                          | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | B | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Schema elettrico unifilare quadro BT_ Piazzale RI52 Imbocco lato Nord - pk 6+040                         | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | D | X | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Schema elettrico unifilare quadro BT_ Piazzale RI51 Imbocco lato Sud - pk 2+234                          | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | D | X | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Schema elettrico unifilare quadro BT_Finestra 1  | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | D | X | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| Schema elettrico unifilare quadro BT_FA02 Piazzale RI54 finestra 2 - pk 4+194                            | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | D | X | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Schema elettrico unifilare e fronte quadro MT_ FA03A - Piazzale RI52 Imbocco lato Nord - pk 6+040        | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | D | X | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Schema elettrico unifilare e fronte quadro MT_ FA01A - Piazzale RI51 Imbocco lato Sud - pk 2+234         | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | D | X | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Schema elettrico unifilare e fronte quadro MT_ FA02A - Piazzale RI54 Finestra 2 - pk 4+194               | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | D | X | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| Studio illuminotecnico della galleria e finestre   | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | C | L | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Studio illuminotecnico dei piazzali di imbocco con relativi fabbricati e FFP                             | R        | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | C | L | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Planimetria con disposizione apparecchiature LFM e Cavidotti: Piazzale RI55 finestra 3 - pk 5+194 | R | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | A | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Schema elettrico unifilare quadro BT_Finestra 3   | R | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | D | X | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Planimetria innesto finestra 3 con disposizione apparecchiature LFM e cavidotti                   | R | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | B | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Planimetria e layout FA02A - Piazzale RI54 finestra pk 4+194                                      | R | R | 0 | H | 0 | 1 | D | 1 | 8 | P | B | L | F | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |

#### 4. CRITERI BASE DI PROGETTO

Considerata la specifica funzione di pubblica utilità degli impianti elettrici del progetto definitivo in questione, gli stessi verranno progettati con le seguenti principali caratteristiche:

- elevato livello di affidabilità: sia nei riguardi di guasti interni alle apparecchiature, sia nei riguardi di eventi esterni ottenuto tramite l'adozione di apparecchiature e componenti con alto grado di sicurezza intrinseca;
- manutenibilità: dovrà essere possibile effettuare la manutenzione ordinaria degli impianti in condizioni di sicurezza, continuando ad alimentare le diverse utenze. I tempi di individuazione dei guasti o di sostituzione dei componenti, nonché il numero delle parti di scorta, debbono essere ridotti al minimo. A tale scopo saranno adottati i seguenti provvedimenti: collocazione, per quanto possibile, delle apparecchiature in locali protetti (tipicamente i manufatti BT); facile accesso per ispezione e manutenzione alle varie apparecchiature, garantendo adeguate distanze di rispetto tra di esse e tra queste ed altri elementi;
- flessibilità degli impianti: intesa nel senso di:
  - consentire l'ampliamento dei quadri elettrici prevedendo già in questa fase le necessarie riserve di spazio e di potenza;
  - predisporre gli impianti previsti nel presente intervento per una loro gestione tramite un sistema di controllo e comando remoto.
- selettività di impianto: l'architettura delle reti adottata dovrà assicurare che la parte di impianto che viene messa fuori servizio, in caso di guasto, venga ridotta al minimo. Nel caso specifico, il criterio seguito per conseguire tale obiettivo consiste sia nell'adozione di dispositivi di interruzione, per quanto possibile, tra loro coordinati (selettività), sia tramite un adeguato frazionamento ed articolazione delle reti elettriche;
- sicurezza degli impianti: sia contro i pericoli derivanti a persone o cose dall'utilizzazione dell'energia elettrica, sia in termini di protezione nel caso di incendio o altri eventi estranei all'utilizzazione dell'energia elettrica.

|   |  |                          |                        |                                |                   |                            |
|---|--|--------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------|
|  <p><b>ITALFERR</b><br/>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> | <p>VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA<br/>VARIANTE DI BAULADU</p> |                          |                        |                                |                   |                            |
| <p><b>IMPIANTI LFM – GALLERIA BAULADU</b><br/>Relazione tecnica descrittiva Impianti LFM</p>  | <p>COMMESSA<br/>RR0H</p>   | <p>LOTTO<br/>01 D 18</p> | <p>CODIFICA<br/>RO</p> | <p>DOCUMENTO<br/>LF0100001</p> | <p>REV.<br/>A</p> | <p>FOGLIO<br/>11 di 28</p> |

## 5. IMPIANTI LUCE E FORZA MOTRICE GALLERIE CON LUNGHEZZA SUPERIORE AI 1000 M

### 5.1 Premessa

Le protezioni di Media Tensione degli impianti di galleria ubicate nei:

- FA01A PGEP – Piazzale RI51 Imbocco sud – locale MT (protezione generale nel quadro MT di alimentazione trasformatori impianti sicurezza in galleria e piazzale e protezione linea di alimentazione cabina MT/BT di finestra 2);
- FA03A PGEP – Piazzale RI52 Imbocco Nord – locale MT (protezione generale nel quadro MT di alimentazione trasformatori impianti sicurezza in galleria e piazzale e protezione linea di alimentazione cabina MT/BT di finestra 2);
- FA02A Fabbricato Tecnologico - Piazzale RI54 finestra F2 – locale MT (protezione generale nel quadro MT di alimentazione trasformatori impianti sicurezza in galleria e piazzale e protezione linee di alimentazione FA01A e FA03A);

saranno collegate attraverso fibra ottica monomodale ad otto fibre e convertitori ottico-rame così da realizzare la selettività logica tra le protezioni.

Il Sistema Sistema SCADA di gestione impianto Media Tensione relativo alla galleria Bauladu completo di sviluppo software, FAT e SAT composto da:

- Quadri di Front End: PGEP Lato Sud e PGEP Lato Nord:

Supervisione - Sud - Media Tensione

Front End - Sud - Media Tensione

Supervisione - Nord - Media Tensione

Front End - Nord - Media Tensione

- Sistema di Governo QMT Lato Nord:

Unità Centrale di Automazione - Nord - Media Tensione

Unità Distribuita di Automazione (da installare all' interno dei quadri di media tensione)

Interfaccia Selettività Logica - Media Tensione

Interfaccia di comunicazione Modbus TCP/IP - Protezioni in Media tensione

- Sistema di Governo QMT Lato Sud:

Unità Centrale di Automazione - Nord - Media Tensione

Unità Distribuita di Automazione (da installare all' interno dei quadri di media tensione)

Interfaccia Selettività Logica - Media Tensione

Interfaccia di comunicazione Modbus TCP/IP - Protezioni in Media tensione

- Sistema di Governo QMT Finestra 2:

Unità Centrale di Automazione - F2 - Media Tensione

Unità Distribuita di Automazione (da installare all' interno dei quadri di media tensione)

Interfaccia Selettività Logica - Media Tensione

Tutte le apparecchiature di illuminazione e forza motrice previste in galleria saranno in quantità e caratteristiche secondo quanto previsto dalle Specifiche Tecniche RFI di miglioramento della sicurezza in galleria. Sarà inoltre garantito il rispetto del 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, in particolare con l'attrezzaggio luce e forza motrice dei Fire Fighting Point.

Per la Galleria in esame sono previste Nicchie per l'attrezzaggio ai fini della sicurezza ogni circa 250 m e delle finestre di uscita intermedie come di seguito elencate:

- Galleria Bauladu: n. 3 uscite di emergenza – pk 3+195, pk 4+195, pk 5+195.

Le uscite di sicurezza intermedie saranno connesse alla galleria attraverso gli innesti.

Sono previste due tipologie di nicchie a seconda dell'equipaggiamento tecnologico previsto al loro interno, dalle dimensioni caratteristiche elencate nel seguito:

- Nicchia LFM (dim. 2x1,75x2,3 m): al suo interno è previsto l'alloggiamento di due armadi per attestazione delle fibre ottiche ed un Quadro di Tratta LFM;
- Nicchia Tecnologica (dim. 2,8x3,4x2,3 m): al suo interno è previsto l'alloggiamento di n.2 armadi per attestazione delle fibre ottiche, n.2 armadi contenenti le apparecchiature relative al sistema di copertura radio GSM-R ed un Quadro di Tratta LFM.

In galleria è presente un marciapiede di camminamento sotto il quale, per la parte LFM, sarà ubicata una polifora composta da n.4 tubi in PVC con diametro pari a 160 mm e n.2 tubi in PVC con diametro pari a

200 mm.

Presso gli imbocchi e in prossimità delle finestre sono previsti delle Aree Tecniche di Emergenza (ATE); in particolare in corrispondenza degli imbocchi saranno previsti Fabbricati Tecnologici (PGEP).

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

- forniture di energia elettrica in MT;
- realizzazione di cabine MT/BT;
- realizzazione dei quadri elettrici BT per le aree tecniche di emergenza (ATE) e dei quadri di PLC MT e BT;
- realizzazione degli impianti di messa a terra;
- fornitura, posa e messa in funzione dei Gruppi Elettrogeni con relativi serbatoi a doppia camera interrati;
- installazione dei quadri di piazzale e di tratta;
- realizzazione della linea a 1000V per l'alimentazione dei quadri di tratta in galleria;
- realizzazione degli impianti di illuminazione delle vie di esodo in galleria;
- installazione delle apparecchiature e realizzazione dei collegamenti relativi al sistema di comando e controllo degli impianti LFM;
- realizzazione di impianto di illuminazione e forza motrice del fabbricato tecnologico e dei locali consegna;
- realizzazione dell'impianto di alimentazione delle utenze di sicurezza (condizionamento, estrazione aria, centralina AI/AN ecc.) all'interno dei locali tecnologici;
- realizzazione di impianto di alimentazione di utenze specifiche (TLC, SDH, ecc.);
- realizzazione dell'impianto di illuminazione esterno al fabbricato tecnologico;
- realizzazione dell'impianto di illuminazione dei Fire Fighting Point (FFP)
- studio di ingegneria dei sistemi di Protezione, Selezione del tronco guasto e Riconfigurazione Automatica 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 relè di protezione indiretti dei Quadri.
- studio di ingegneria dei sistemi di Protezione, Selezione del tronco guasto e Riconfigurazione Automatica del Sistema di alimentazione MT di Galleria.
- messa in servizio dei sistemi di Protezione, Selezione del tronco guasto e Riconfigurazione

Automatica del Sistema di alimentazione MT di Galleria. Consistente: nelle regolazioni dei relè 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.

## 5.2 Caratteristiche tecniche e norme di riferimento

Per la Galleria Bauladu si rende necessaria la messa in sicurezza secondo le prescrizioni previste, per le gallerie di lunghezza compresa fra 2 e 5 Km, dal Decreto 28 ottobre 2005 – Sicurezza nelle gallerie ferroviarie – del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Il suddetto Decreto per gli impianti LFM prevede i seguenti punti da ottemperare:

- 1.2.2 - Affidabilità delle installazioni elettriche (resistenza ed autonomia)
- 1.3.4 - Illuminazione di emergenza nella galleria
- 1.4.6 - Disponibilità di energia elettrica per le squadre di soccorso

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 alla “Specifica tecnica di costruzione per il miglioramento della sicurezza nelle gallerie ferroviarie - Sottosistema L.F.M.” (RFIDPRIMSTCIFS610C del 24/04/2012)

Gli impianti in galleria saranno costituiti dalle seguenti parti principali, descritti nei paragrafi successivi:

- Sistema d'alimentazione;
- Quadri di Piazzale
- Dorsali a 1KV;
- Quadri di Tratta;
- Illuminazione galleria;
- Sistema di gestione e diagnostica.

## 5.3 Sistema di alimentazione Galleria

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 e degli impianti di sicurezza in galleria.

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).

Il sistema di alimentazione degli impianti facenti parte di questo intervento, data l'elevata potenza

impegnata, sarà realizzata tramite cabine MT/BT poste nei PGEP (FA01A e FA02A) ai due imbocchi di galleria ed il Fabbricato Tecnologico FA02A in corrispondenza della finestra F2. Le cabine MT/BT poste agli imbocchi della galleria saranno alimentate da forniture di energia elettrica in MT a 20 KV; la cabina MT/BT del FA02A, sarà invece alimentata in entra esce dalla dorsale MT. Le due fonti di alimentazione agli estremi della tratta 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 delle dorsali in galleria sarà ottenuta con l'impiego di trasformatori collegati alle cabine dei PGEP che si attesteranno agli ingressi dei rispettivi quadri di piazzale. Le principali caratteristiche elettriche dei trasformatori 20/1 KV (specifica tecnica di riferimento RFI DPRIM STF IFS LF618 A) saranno le seguenti:

- **Galleria Bauladu**
  - PGEP FA01A - Piazzale RI51 Imbocco Sud:

| TR-1G          |     |
|----------------|-----|
| Pn [KVA]       | 100 |
| Vn [KV]        | 20  |
| Vs [KV]        | 1   |
| Frequenza [Hz] | 50  |
| Vcc [%]        | 4   |

- Fabbricato Tecnologico FA02A – Piazzale RI54 Finestra F2

| TR-2G SUD      |     | TR-3G NORD     |     |
|----------------|-----|----------------|-----|
| Pn [KVA]       | 100 | Pn [KVA]       | 100 |
| Vn [KV]        | 20  | Vn [KV]        | 20  |
| Vs [KV]        | 1   | Vs [KV]        | 1   |
| Frequenza [Hz] | 50  | Frequenza [Hz] | 50  |
| Vcc [%]        | 4   | Vcc [%]        | 4   |

- PGEF FA03A - Piazzale RI52 Imbocco Nord:

| TR-4G DISPARI  |     |
|----------------|-----|
| Pn [KVA]       | 100 |
| Vn [KV]        | 20  |
| Vs [KV]        | 1   |
| Frequenza [Hz] | 50  |
| Vcc [%]        | 4   |

I trasformatori di alimentazione delle dorsali ad 1 KV dovranno essere conformi alla specifica tecnica RFI DPRIM STC IFS LF618 A “Miglioramento della sicurezza in galleria impianti di illuminazione e forza motrice per gallerie oltre 1000 m – trasformatore di alimentazione”.

Le taglie dei trasformatori di alimentazione delle dorsali a 1 KV sono stati scelti tenendo in conto l’effettivo carico elettrico.

Le suddette dorsali andranno 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.

Le dorsali a 1000V saranno protette mediante un sistema costituito da relè di massima corrente installati in tutti i quadri di tratta (QdT), quadri di finestra (QdF) e nei quadri di piazzale (QdP); 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 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.

Oltre ai quadri di tratta per la sicurezza in galleria, in corrispondenza delle finestre F1 e F3, in cui non sono previste Cabine MT/BT, saranno predisposte le alimentazioni delle utenze atte alla sicurezza delle stesse uscite intermedie come descritto nel seguito.

Saranno installati quadri a 1000 V (QdF), per quanto applicabile in conformità alla specifica tecnica di



fornitura RFI DPRIM STF LFS LF612 B, con partenza aggiuntiva per alimentazione trasformatore 1/0,4KV - 50KVA atto all'alimentazione delle apparecchiature di luce e forza motrice della suddetta finestra e l'illuminazione di piazzale di emergenza previsto all'uscita della finestra di esodo. I quadri QdF saranno alimentati in entra-esce dalla dorsale dispari ad 1 KV di galleria.

Le utenze di sicurezza previste nelle vie di esodo intermedie saranno alimentate per mezzo di un quadro elettrico QFIN, per l'alimentazione della ventilazione, degli estrattori ed utenze LFM di finestra e piazzale di sbocco. Tale quadro sarà dotato di buffer per alimentazione PLC / ausiliari e di PLC come per un quadro di tratta a specifica 612 B. Il quadro elettrico QFIN, così come il quadro elettrico contenente il trasformatore da 50KVA dovranno essere in acciaio INOX e grado di protezione IP55.

I quadri di finestra ad 1 KV (QdF), facendo parte del sistema di alimentazione in galleria, potranno essere forniti solamente dai fornitori omologati RFI per i quadri di tratta. In particolare, le protezioni dovranno essere dello stesso fornitore dei quadri di tratta approvvigionati da RFI. Tali apparecchiature saranno installate all'interno di locali tecnici ricavati in corrispondenza degli innesti di finestra. Per meglio comprendere il sistema di alimentazione delle finestre di galleria si faccia riferimento alle planimetrie schematiche con disposizione quadri a 1000V, cabine MT/BT e cavidotti e alle planimetrie con disposizione impianti LFM delle finestre pedonali e carrabili. Le linee in cavo alimentate dal QFIN sopra citato saranno di tipo FG18(O)M16 0,6/1KV (Euroclasse B2ca – s1a,d1,a1).

Sul piazzale RI54 di finestra F2 è prevista una cabina MT/BT pertanto sarà predisposta l'alimentazione delle utenze atte alla sicurezza della stessa uscita intermedia, nonché della BTS che verrà locata nel locale tecnico presso l'innesto della finestra, dalle sezioni preferenziale ed essenziale del QGBT presente all'interno del fabbricato FA02A. La distribuzione delle dorsali di alimentazione delle utenze di sicurezza nelle vie di esodo di finestra avverrà in canaletta a filo delle dimensioni di 200x100 mm installate su mensole, opportunamente staffate alla parete di galleria. Infatti, ogni mensola, dovrà essere staffata a parete per mezzo di due barre filettate le quali dovranno essere opportunamente isolate dai ferri di armatura di galleria. Per permettere tale isolamento, le barre dovranno essere inserite nel foro resinato mediante resina bicomponente per ancoraggio chimico omologata RFI e resistente al fuoco per un tempo di esposizione non inferiore a 60 minuti (conforme alla specifica tecnica RFI DTC STS ENE SP IFS TE 673 A) attraverso rondelle e cappucci in materiale plastico che mantengano la barra dritta e distante dalle pareti del foro. Le linee alimentate dalla sezione no-break del QGBT del FA02A saranno realizzate con cavi resistenti al fuoco del tipo FTG10OM1, tensione nominale  $U_0/U = 0,6/1$  KV, isolamento in elastomero reticolato di qualità G10 e guaina termoplastica speciale M1, non propaganti l'incendio, non propaganti la fiamma, senza emissioni di gas corrosivi in caso di incendio, a ridottissima

emissione di gas tossici e di fumo in caso di incendio, resistenti a 750°C per 3 ore (CEI 20-35, 20-22 III, 20-37, 20-38, 20-36, 20-45).

I cavi a 1000 V impiegati per gli impianti LFM in galleria saranno di tipo FG18(O)M16 0,6/1KV (Euroclasse B2ca – s1a,d1,a1) con sezione pari a 50mmq. La dorsale principale sarà posata, in cunicoli o in tubi PVC protetti da calcestruzzo e corredati da pozzetti rompitratta.

I cavi per il collegamento a terra delle apparecchiature di galleria saranno del tipo FG18OM16 (Euroclasse B2ca – s1a,d1,a1) di sezione 50 mmq e saranno distribuiti ai collettori equipotenziali di nicchia, agli impianti di terra delle cabine MT/BT.

#### 5.4 Illuminazione in galleria

L'impianto è progettato in maniera tale da consentire, in caso di emergenza, l'illuminazione delle vie di esodo della galleria garantendo un livello di illuminazione pari almeno a 5 lux medi ad 1 m dal piano di calpestio e comunque assicurando 1 lux minimo sul piano di calpestio.

I circuiti di illuminazione dovranno essere realizzati interamente in doppio isolamento a partire dall'interruttore, fino all'utenza terminale.

Pertanto tutti i componenti del circuito quali morsettiere, derivazioni, giunti, quadro elettrico, dovranno possedere il requisito del doppio isolamento.

Particolare cura dovrà essere prestata nella disposizione dei cavi all'interno di passaggi stretti, curve, ingresso/uscita/percorso all'interno di quadri in cui i cavi dovranno essere ulteriormente protetti con tubazioni/canalette in materiale isolante.

L'illuminazione delle vie di esodo in galleria e delle finestre di esodo sarà realizzata mediante plafoniere stagne led da 4 W (conformi alla specifica tecnica RFI DTC STS ENE SP IFS LF 162 A) normalmente spente, e potranno essere accese solo a seguito della pressione di uno dei pulsanti di emergenza dislocati lungo la galleria e/o comando di accensione remoto.

L'illuminazione di riferimento sarà realizzata mediante plafoniere stagne led da 4 W sempre accese ubicate mediamente ogni 250 metri e in corrispondenza di ogni uscita intermedia.

Le lampade di emergenza in galleria saranno conformi alla specifica tecnica RFI DTC STS ENE SP IFS LF 162 A e saranno installate per mezzo di le scatole di derivazione, piastre di fissaggio e i relativi elementi di fissaggio i quali saranno conformi alla specifica tecnica RFI DPRIM STC IFS LF614 B.

Pertanto, le scatole di derivazione, dovranno essere:

- di tipo A (disposte ogni circa 80 m), per l'installazione del pulsante di emergenza e la derivazione alla lampada di emergenza;
- di tipo B (disposte ogni circa 15m), per la semplice derivazione alla lampada di emergenza;

di tipo C (ad ogni nicchia disposte ogni circa 250 m), per lo smistamento delle semidorsali, l'installazione del pulsante di emergenza e della lampada di riferimento.

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

Le dorsali di distribuzione degli impianti di illuminazione di emergenza sono progettate prevedendo l'impiego di cavi a doppio isolamento tipo FG18OM16 (Euroclasse B2ca – s1a,d1,a1) - 0,6/1 KV (regolamento UE del Parlamento Europeo e del Consiglio 305/2011, decisione della commissione europea 2011/284/UE, Norma 50575), distribuiti in canalette a filo delle dimensioni 100x100 mm installate su mensole, opportunamente staffate alla parete di galleria. Infatti, ogni mensola, dovrà essere staffata a parete per mezzo di due barre filettate le quali dovranno essere isolate dai ferri di armatura di galleria. Per permettere tale isolamento, le barre dovranno essere inserite nel foro (resinato mediante resina bicomponente per ancoraggio chimico omologata RFI e resistente al fuoco per un tempo di esposizione non inferiore a 60 minuti (conforme alla specifica tecnica RFI DTC STS ENE SP IFS TE 673 A) attraverso rondelle e cappucci in materiale plastico che mantengano la barra dritta e distante dalle pareti del foro.

Il controllo e la gestione del pulsante, delle lampade LED del pulsante stesso e delle lampade di riferimento, sarà effettuata in maniera puntuale da dispositivi periferici che comunicheranno, con tecnologia a onde convogliate, lo stato di detti enti ad apposito/i dispositivo/i alloggiato/i nella centrale di Comando e Controllo.

Il controllo dell'efficienza delle lampade di illuminazione delle vie di esodo sarà invece effettuato con controllo cumulativo (di gruppo) di tipo wattmetrico. 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 effettuato tenendo conto del degrado dell'impianto e dell'invecchiamento delle lampade senza necessità di tarature successive.

## 5.5 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 a "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.

Il sistema a 1000 V di galleria 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. Dette unità 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).

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 TT597/2008 - Impianti di telecomunicazione per la Sicurezza nelle Gallerie ferroviarie – Rev B).

## 5.6 Impianti LFM fabbricati tecnologici e piazzali tecnologici

Per l'alimentazione delle utenze nei piazzali di imbocco e di finestra della galleria in oggetto saranno installati due trasformatori elettrici MT/BT (funzionanti uno di riserva all'altro) 20/0,4 KV aventi le seguenti caratteristiche elettriche:

- **Gallerie Bauladu**
  - PGEP FA01A - Piazzale RI51 Imbocco Sud:

| TR-1           |     | TR-2           |     |
|----------------|-----|----------------|-----|
| Pn [KVA]       | 250 | Pn [KVA]       | 250 |
| Vn [KV]        | 20  | Vn [KV]        | 20  |
| Vs [KV]        | 0,4 | Vs [KV]        | 0,4 |
| Frequenza [Hz] | 50  | Frequenza [Hz] | 50  |
| Vcc [%]        | 6   | Vcc [%]        | 6   |

- Fabbricato Tecnologico FA02A – Piazzale RI54 Finestra F2:

| TR-3           |     | TR-4           |     |
|----------------|-----|----------------|-----|
| Pn [KVA]       | 250 | Pn [KVA]       | 250 |
| Vn [KV]        | 20  | Vn [KV]        | 20  |
| Vs [KV]        | 0,4 | Vs [KV]        | 0,4 |
| Frequenza [Hz] | 50  | Frequenza [Hz] | 50  |
| Vcc [%]        | 6   | Vcc [%]        | 6   |

- PGEP FA03A - Piazzale RI52 Imbocco Sud:

| TR-5           |     | TR-6           |     |
|----------------|-----|----------------|-----|
| Pn [KVA]       | 250 | Pn [KVA]       | 250 |
| Vn [KV]        | 20  | Vn [KV]        | 20  |
| Vs [KV]        | 0,4 | Vs [KV]        | 0,4 |
| Frequenza [Hz] | 50  | Frequenza [Hz] | 50  |
| Vcc [%]        | 6   | Vcc [%]        | 6   |

Tali trasformatori elettrici MT/BT dovranno essere conformi alla specifica tecnica RFI DTC STS ENE SP IFS LF 666 A “Specifica tecnica di fornitura di trasformatori di potenza MT/BT con isolamento in resina epossidica”.

I trasformatori in questione saranno protetti da quadri elettrici in Media Tensione, i quali saranno conformi alla specifica tecnica RFI DMA IM LA LG IFS 300 A “Quadri elettrici di Media Tensione di tipo modulare prefabbricato”. Tutte le apparecchiature dei quadri di Media Tensione saranno diagnosticate. Infatti, per ogni quadro di Media Tensione dei fabbricati sarà previsto un sistema di comando, controllo e diagnostica per mezzo di opportuni quadri PLC MT i quali saranno dunque opportunamente interfacciati con il Sistema di Controllo Centrale.

I trasformatori MT/BT sopra indicati, alimenteranno i quadri elettrici in Bassa Tensione QGBT dei fabbricati. I quadri elettrici generali di Bassa Tensione saranno formati da tre sezioni di alimentazione: normale, preferenziale e no break.

L'alimentazione della sezione preferenziale sarà realizzata per mezzo di gruppo elettrogeno con taglia pari a 160 KVA.

Per garantire una opportuna autonomia ai gruppi elettrogeni in questione, saranno installati nei piazzali dei fabbricati dei serbatoi da 1500 litri a doppia camera da interro per lo stoccaggio di carburante, corredato di tutti i dispositivi necessari, tra cui:

- Passo d'uomo;
- Pozzetto antispandimento;
- Valvola fullstop;
- Tappo per rifornimento chiudibile;
- Raccordi;
- Tubo pescante con valvola di fondo;
- Trattamento esterno con vetroresina con isolamento elettrico 20 KVA.

L'alimentazione della sezione no-break sarà effettuata per mezzo di due UPS (uno di riserva all'altro) della taglia di 30 KVA e autonomia di 120 minuti.

Nei quadri del Fabbricato Tecnologico 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. Ogni interruttore dei QGBT a servizio dei fabbricati, sarà dotato di contatti ausiliari (aperto-chiuso-scattato) per permettere la diagnostica ed il controllo degli stessi per mezzo di opportuni quadri

PLC BT, i quali saranno dunque opportunamente interfacciati con il Sistema di Controllo Centrale.

Gli impianti LFM dei fabbricati tecnologici PGEP sono stati ampiamente discussi nel capitolo dedicato alle modalità di alimentazione dei fabbricati tecnologici.

Di seguito le principali utenze alimentate dalle varie sezioni del QGBT:

- Sezione normale: utenze Luce e Forza Motrice ed alimentazione del quadro QdE relativo agli apparati TLC secondo quanto previsto dalla nuova specifica RFI-DTC.ST.T ST TL 20 001 A del 21-12-2017 nel caso dei PGEP posti agli imbocchi e alimentazione della BTS presente in finestra F2 nel caso del FA02A presente sul piazzale R154;
- Sezione preferenziale: sarà predisposta l'alimentazione della sezione no-break del quadro QGBT, del sistema di condizionamento del fabbricato e l'alimentazione impianti sollevamento locale vasca per FFP;
- Sezione no-break: alimentazione carichi relativi ai sistemi PLC (QPLC MT, QPLC BT), illuminazione di sicurezza (FFP, locali tecnici), ausiliari quadri elettrici, TVCC, AI/AN e rilevazione incendi.

Sulla sezione no-break sarà effettuato il controllo dell'isolamento per mezzo di dispositivo di controllo di isolamento le cui principali caratteristiche possono essere dedotte dalle specifiche tecniche materiali. Infine, dalle sezioni no-break dei quadri di imbocco galleria, saranno derivate le alimentazioni degli impianti elettrici a servizio dei Fire Fighting Point. Le caratteristiche degli impianti di illuminazione dei FFP saranno descritte nei successivi paragrafi.

Di seguito vengono descritti gli impianti di illuminazione e F.M. nei Piazzali.

L'illuminazione dei piazzali di emergenza sarà realizzata per mezzo di apparecchi illuminanti su sistemi da palo aventi le seguenti caratteristiche:

- palo in acciaio troncoconico dritto h=8m f.t. - blocco di fondazione in CLS 100x100x100cm - armatura stagna IP67 classe II con ottica asimmetrica, corpo in alluminio pressofuso, schermo in vetro temprato completa di lampade LED.

La disposizione di tali apparecchi dovrà garantire il rispetto dei valori previsti dalla normativa vigente:

| Ambiente | $E_{med}$ (LF680) [lux] | $U_i$ (LF680)              |
|----------|-------------------------|----------------------------|
| Piazzale | 12÷14                   | $\geq 0,15$<br>$\leq 0,25$ |

I risultati dei calcoli illuminotecnici sono riportati negli elaborati di galleria "Studio illuminotecnico piazzali e FFP".

|   |  |                  |                |                        |           |                    |
|---|--|------------------|----------------|------------------------|-----------|--------------------|
|  <b>ITALFERR</b><br>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE | <b>VELOCIZZAZIONE LINEA SAN GAVINO – SASSARI – OLBIA</b><br><b>VARIANTE DI BAULADU</b> |                  |                |                        |           |                    |
| <b>IMPIANTI LFM – GALLERIA BAULADU</b><br>Relazione tecnica descrittiva Impianti LFM  | COMMESSA<br>RR0H   | LOTTO<br>01 D 18 | CODIFICA<br>RO | DOCUMENTO<br>LF0100001 | REV.<br>A | FOGLIO<br>24 di 28 |

I circuiti di alimentazione saranno realizzati per mezzi di cavi del tipo FG16OM16 (Euroclasse C<sub>ca</sub> – s3,d1,a3) tensione nominale U<sub>o</sub>/U = 0,6/1 KV, (regolamento UE del Parlamento Europeo e del Consiglio 305/2011, decisione della commissione europea 2011/284/UE, Norma 50575).

I suddetti circuiti di alimentazione saranno distribuiti in tubi in PVC serie pesante protetti superiormente con magrone per prevenzione contro atti vandalici.

Per la distribuzione ad ogni apparecchio illuminante saranno previsti pozzetti in calcestruzzo delle dimensioni di 45x45cm con coperchi in calcestruzzo, cementati superiormente per prevenzione da atti vandalici.

Saranno poi previsti per ispezione pozzetti in calcestruzzo delle dimensioni di 80x80cm con coperchi in calcestruzzo, cementati superiormente per prevenzione da atti vandalici.

## 5.7 Illuminazione dei Fire Fighting Point (FFP)

### 5.7.1 Premessa

Agli imbocchi di ogni Galleria saranno previsti dei marciapiedi di esodo, così come previsto dal 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, denominati FFP.

I marciapiedi saranno lunghi circa 180 metri, in partenza dagli imbocchi di galleria.

Sarà necessario predisporre gli impianti di illuminazione per i marciapiedi dei FFP garantendo i seguenti requisiti illuminotecnici:

- E<sub>med</sub> = 20 lx sul piano di calpestio,
- E<sub>min</sub> = 1 lux sul piano di calpestio.

Nei successivi paragrafi sarà descritto il sistema di alimentazione e comando/gestione degli impianti di illuminazione dei FFP.

### 5.7.2 Architettura di sistema

Gli impianti di illuminazione dei FFP saranno elettricamente serviti dalla sezione no break del QGBT posto nel locale tecnico BT del rispettivo PGEP (lato FFP). Questo comporta che saranno alimentati tramite UPS i quali garantiscono una autonomia di 120 minuti. Le linee di alimentazione saranno realizzate con cavi resistenti al fuoco del tipo FTG10OM1, tensione nominale U<sub>o</sub>/U = 0,6/1 KV, isolamento in elastomero reticolato di qualità G10 e guaina termoplastica speciale M1, non propaganti l'incendio, non propaganti la fiamma, senza emissioni di gas corrosivi in caso di incendio, a ridottissima



emissione di gas tossici e di fumo in caso di incendio, resistenti a 750°C per 3 ore (CEI 20-35, 20-22 III, 20-37, 20-38, 20-36, 20-45).

Il quadro dovrà essere dotato di sistema di controllo stato e gestione / accensione mediante sistema ad onde convogliate, del tutto simili a quelli utilizzati per l'impianto di illuminazione vie di esodo, posto all'interno della galleria e normato dalle RFI DPRIM STC IFS LF610 C.

Le linee di alimentazione in classe II, adeguatamente protette dai propri interruttori, andranno a distribuire l'alimentazione sul marciapiede del FFP, con linee alternate sulle lampade in modo da garantire la continuità di servizio anche in caso di intervento di una delle protezioni delle linee di alimentazione in questione.

Tutti i circuiti elettrici saranno dimensionati in maniera tale da garantire il rispetto dei principali parametri di caduta di tensione massima, fissata al 4%, e di portata in corrente dei cavi elettrici.

I FFP della tratta in oggetto saranno realizzati su rilevato e in trincea. In queste condizioni il sistema di illuminazione sarà realizzato con armature stradali installate su paline ad una altezza pari a 5,2 m.

Le lampade saranno installate ad una interdistanza di circa 21 metri (la disposizione dovrà garantire i valori di illuminamento descritti in premessa). Tale impianto sarà normalmente spento e attivabile da comando remoto, via PLC o tramite pulsanti di accensione posti ad una interdistanza di circa 80 metri lungo tutto il FFP. Lo spegnimento delle lampade sarà invece possibile solamente tramite comando di reset da supervisione remota.

La distribuzione delle linee di alimentazione lungo il FFP sarà realizzato per mezzo di tubazione/polifora disposta nel marciapiede dei FFP e di risalita in palo con derivazione in pozzetto tramite giunto.

Solo alla presenza del pulsante di accensione (ogni circa 80 metri), all'interno del pozzetto dovrà essere installata una scatola stagna in acciaio INOX AISI 304, dotata di opportuni pressacavi, con grado complessivo di protezione IP67, all'interno della quale verrà posta una scheda elettronica per la gestione ed il controllo della pressione e dello stato del pulsante. Tale scheda sarà della stessa tipologia che si trova all'interno delle scatole di "Tipo A" descritte dalla ST LF614B.

Nel caso di esecuzioni su paline per l'installazione dei pulsanti di emergenza, si dovrà predisporre una piastra di ancoraggio fissata al palo mediante reggette metalliche. Tale piastra presenterà due fori, lungo una diagonale, per il fissaggio del pulsante.

### 5.7.3 Distribuzione delle linee di alimentazione

I circuiti elettrici saranno distribuiti dal locale di Bassa Tensione del fabbricato tecnologico del PGEP nel piazzale fino a raggiungere i marciapiedi dei FFP. Tutti i circuiti elettrici saranno distribuiti in tubazioni in PVC serie pesante di dimensioni adeguate, garantendo sempre che il diametro interno dei tubi protettivi di forma circolare sia almeno pari a 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, in accordo alla normativa CEI 64-8 parte 3, ed attraverso pozzetti di derivazione completi di setto separatore (per la separazione delle utenze LFM da quelle TLC). Le tubazioni nei piazzali saranno protette superiormente con magrone per prevenzione contro gli atti vandalici. Anche i chiusini dei pozzetti di derivazione elettrica saranno cementati superiormente per protezione antivandalica (il magrone di copertura sarà alto circa dieci centimetri e dovrà essere a raso piano calpestio, in modo da evitare pericoli a passaggi pedonali o carrabili).

La distribuzione delle linee di alimentazione delle lampade sarà costituita da due linee alternate.

I pulsanti di emergenza dotati di LED blu ad elevata visibilità, saranno alimentati in bassa tensione di sicurezza a 24 Vdc, direttamente dalla scheda elettronica (riferimento PMAE ST LF610C) la quale, alimentata a 230 Vac, sulla stessa dorsale delle lampade, è in grado di monitorare la richiesta di accensione e lo stato di efficienza del pulsante e del LED, comunicandolo mediante tecnologia ad onde convogliate al concentratore di quadro (riferimento MAE ST LF610 C).

Le linee di alimentazione saranno realizzate con cavi resistenti al fuoco del tipo FTG100M1, tensione nominale  $U_0/U = 0,6/1$  KV, isolamento in elastomero reticolato di qualità G10 e guaina termoplastica speciale M1, non propaganti l'incendio, non propaganti la fiamma, senza emissioni di gas corrosivi in caso di incendio, a ridottissima emissione di gas tossici e di fumo in caso di incendio, resistenti a 750°C per 3 ore (CEI 20-35, 20-22 III, 20-37, 20-38, 20-36, 20-45), con formazione 4x2,5 mm<sup>2</sup> (fase 1, fase 2, fase PMAE, neutro comune) garantendo sempre una cdt inferiore al 4%.

### 5.7.4 Dispositivi da quadro

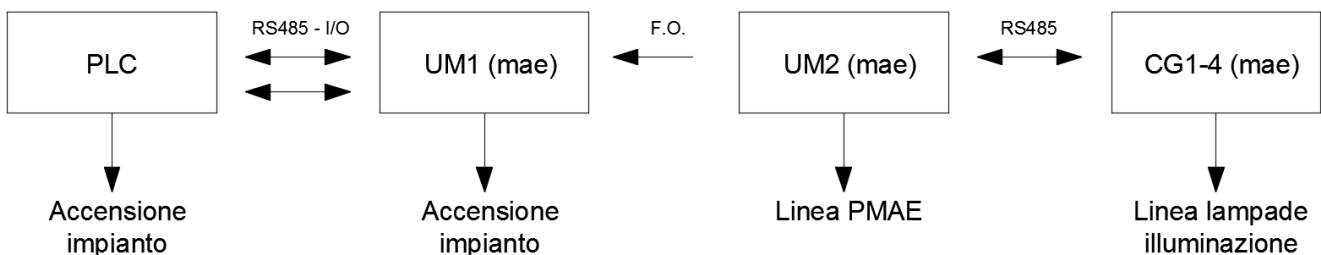
All'interno del quadro di distribuzione si avranno, nella sezione dedicata all'illuminazione FFP, a valle di un sezionatore generale, un interruttore unipolare (di idonea tipologia e caratteristiche) per la linea PMAE e 4 interruttori unipolari (di idonea tipologia e caratteristiche) per la linea L1 e L2 del binario pari e L1 e L2 del dispari.

Relativamente al sistema di accensione mediante pressione del pulsante, in conformità alle specifiche di riferimento per l'illuminazione di emergenza in galleria ferroviaria, all'interno del quadro sarà presente un sistema MAE composto come segue:

- Unità UM1 (n.1), alimentato in bassa tensione a 24 Vdc il quale è in grado di comunicare al PLC

di quadro mediante I/O digitali e collegamento seriale e protocollo ModBus standard RTU, la richiesta di accensione e lo stato delle lampade. Tale dispositivo in caso di avaria del PLC, mediante proprio relè di comando sarà in grado di accendere direttamente l'impianto di illuminazione FFP.

- Unità UM2 (n.1), alimentato sulle linee PMAE a 230 V, è in grado di comunicare mediante protocolli ad onde convogliate con i periferici di campo PMAE (posti all'interno delle scatole di derivazione "Tipo A"), con unità UM1 mediante fibra ottica, trasmettendo i dati e le richieste provenienti dal campo.
- Unità GC (n.4), alimentata sulla linea lampade a 230 Vac, è in grado di analizzare i gruppi, lo stato di efficienza lampade individuando una o più lampade guaste per linea, comunicando lo stato di efficienza all'unità UM2 mediante collegamento seriale RS485.



### 5.7.5 Dispositivi e cassette da campo

Il sistema di controllo e gestione accensione impianto FFP dovrà prevedere:

- Cassetta di derivazione "TIPO A pozzetto" composta essenzialmente da un contenitore in acciaio INOX AISI 304 di dimensioni e forma in conformità alle Specifiche Tecniche di fornitura RFI DPRIM STC IFS LF614, comprensivo di coperchio e due staffe a "L" saldate sul fondo della cassa, per il fissaggio a pozzetto. Sul fondo del contenitore dovranno essere presenti prigionieri femmina in acciaio INOX AISI 304 per l'ancoraggio dei dispositivi elettronici di controllo. L'ingresso e uscita cavi della dorsale e verso le lampade e/o pulsante di emergenza, sarà realizzato con pressacavi in acciaio INOX in grado di garantire all'interno del manufatto un grado di protezione minimo IP67.
- Cassetta con "Pulsante di emergenza a fungo" composta da contenitore in acciaio INOX AISI 304 IP65 di dimensioni e forma in conformità alle specifica tecnica di fornitura RFI DPRIM STC IFS LF614 con integrata sul pulsante, lampada di segnalazione BLU realizzata con tecnologia LED,

in doppio circuito di sicurezza, alternato, in grado di garantire visibilità entro 30 metri, di caratteristiche elettriche compatibili e idonee al dispositivo periferico di controllo posto nella cassetta di derivazione tipo A. Il dispositivo dovrà garantire un grado di protezione minimo IP65, ed essere completo di coperchio e due alette preforate in acciaio INOX saldate sul fondo contenitore per il fissaggio alla piastra di ancoraggio alla palina.

La cassetta Pulsante dovrà essere dotata di pressacavo in acciaio INOX per il collegamento con la scatola di Tipo A posta nel pozzetto.

## 5.8 Impianti di terra

Nelle aree tecniche di emergenza sarà realizzato un impianto di terra secondo quanto previsto dalle norme CEI, ed in particolare sarà realizzato come di seguito descritto.

L'impianto di messa a terra in oggetto è destinato a realizzare il sistema di protezione dai contatti indiretti denominato "Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione", che è il solo metodo ammesso per gli impianti elettrici alimentati da sistemi di categoria superiore alla I.

L'impianto dovrà essere realizzato nel rispetto della Norma CEI EN50522 che ha sostituito definitivamente la norma CEI 11-1 dal 1° novembre 2013.

Nei sistemi di II e III categoria il progetto dell'impianto di terra deve soddisfare le seguenti esigenze:

- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni di contatto e le tensioni di passo che si manifestano a causa delle correnti di guasto a terra
- Presentare una sufficiente resistenza meccanica
- Presentare una sufficiente resistenza nei confronti della corrosione
- Essere in grado di sopportare termicamente le più elevate correnti di guasto prevedibili

Le prestazioni devono essere garantite per ciascuno dei diversi livelli di tensione presenti nel sistema MT e BT. Nella cabina sarà presente il sistema di II categoria con neutro isolato, destinato alla alimentazione MT della medesima.

Al fine di garantire la protezione contro i contatti indiretti le masse metalliche che necessitano di collegamento a terra, saranno collegate direttamente e stabilmente al collettore di terra.

Il collegamento a terra deve essere effettuato per il tramite di un apposito dispersore, avente caratteristiche tali da garantire che le tensioni di contatto e di passo che si stabiliscono sulle masse metalliche durante il guasto si mantengano al di sotto dei valori massimi ammessi.

I risultati dei calcoli degli impianti di terra dei fabbricati sono riportati nell'elaborato elaborati "Relazione di calcolo dell'impianto di terra delle cabine MT/BT".