



FERROVIE EMILIA ROMAGNA

Linea SFM2 Bologna-Portomaggiore: adeguamento della progettazione definitiva e coordinamento per sicurezza in fase di progettazione per la realizzazione del completamento dell'interramento della tratta urbana di Bologna della Linea SFM2 Bologna-Portomaggiore e Redazione del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica relativo al raddoppio del binario tra la fermata di Bologna-Via Larga e la stazione di Budrio (CIG 754332765C).

PROGETTO DEFINITIVO



IMPIANTI

GENERALE

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRO-MECCANICI

CARTELLA N° 9.1

FER BP D T0 IMP GEN R 001 0

DATA	CODICE RELAZIONE		REV.
31/10/2019	FER BP D T0	IMP GEN R 001	0

AGGIORNAMENTI						
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	Emissione finale	31-10-19	Ing. F. Danise	Ing. S. Villa	Ing. M. Capaci	Ing. V. Floria

<u>Responsabile del progetto e dell'integrazione fra le prestazioni specialistiche:</u> <p align="center">Ing. Vincenza Floria Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino, n. 8042 (Firmato digitalmente)</p>	<u>Il Progettista:</u> <p align="center">Ing. Massimiliano Capaci Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma, n. 19637 (Firmato digitalmente)</p>	<u>Il Responsabile Unico del Procedimento:</u> <p align="center">Ing. Fabrizio Maccari (Firmato digitalmente)</p>
---	---	---

INDICE

1	INTRODUZIONE	5
1.1	Scopo della relazione.....	6
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
2.1	Documenti di progetto	6
3	NORMATIVA E LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO	8
3.1.1	Legislazione.....	8
3.1.2	Leggi e norme particolari	9
4	IMPIANTI ELETTRICI	9
4.1	IMPIANTI DI ALIMENTAZIONE.....	9
4.1.1	Allacciamento distributore BT.....	10
4.1.2	Allacciamento manufatto "Libia"	10
4.1.3	Allacciamento fermate Rimesse e via Larga	10
4.1.4	Caratteristiche quadri di distribuzione	10
4.1.5	Neutro e messa a terra.....	11
4.1.6	Coordinamento delle protezioni.....	11
4.2	IMPIANTI DI FERMATA (Rimesse, via Larga)	11
4.2.1	Stima delle potenze	11
4.2.2	Messa a terra.....	14
4.2.3	Impianto FM.....	15
4.2.4	Linee di alimentazione.....	15
4.2.5	Illuminazione.....	15
4.2.6	Sistema centralizzato per autodiagnosi lampade d'estrema emergenza (EE)	16
4.2.7	Impianto illuminazione percorso ciclopedonale.....	16
4.2.8	Impianto antintrusione	16
4.2.9	Impianto rivelazione fumi.....	17
4.3	IMPIANTI DI GALLERIA.....	18
4.3.1	Stima delle potenze	18
4.3.2	Cabina elettrica.....	20
4.3.3	Messa a terra.....	20
4.3.4	Impianto FM.....	20
4.3.5	Impianto d'illuminazione	20

4.3.6	Impianto di segnaletica luminosa	21
4.3.7	Impianto rivelazione fumi/temperatura	22
5	IMPIANTI MECCANICI	22
5.1	IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI GALLERIA.....	22
5.1.1	Introduzione	22
5.1.2	Dimensionamento.....	23
5.1.3	Conclusioni	27
5.2	IMPIANTO VENTILAZIONE LOCALI TECNICI.....	27
5.3	IMPIANTI ANTINCENDIO	27
5.3.1	Alimentazione idrica	28
5.3.2	Impianto manuale di spegnimento incendio	28
5.4	IMPIANTO SOLLEVAMENTO ACQUE CHIARE	28
5.5	IMPIANTO CONDIZIONAMENTO LOCALI TECNICI	29
5.6	INTERFACCIAMENTO IMPIANTI MECCANICI CON IL SISTEMA DI TELEOPERAZIONI	29
6	SOLLEVAMENTO DI FERMATA	29
6.1	Caratteristiche di esercizio.....	30
7	IMPIANTI SPECIALI	30
7.1	IMPIANTO TVCC	30
7.1.1	Impianto video di fermata e galleria.....	31
7.1.2	Funzionalità delle postazioni operatore.....	33
7.1.3	Interfacciamento con impianto di teleoperazioni	34
7.2	SISTEMA DI TRASMISSIONE VIDEO	34
7.3	IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA.....	35
7.3.1	Prestazioni	35
7.3.2	Diffusione sonora delle fermate Rimesse e via Larga.....	35
7.3.3	Diffusione sonora di galleria	36
7.3.4	Criteri di installazione dei diffusori	36
7.3.5	Alimentazione	36
7.3.6	Interfacciamento con impianto di teleoperazioni	37
7.4	RETE ORARIA.....	37
7.4.1	Descrizione funzionale	37
8	SISTEMA DI TELEOPERAZIONI	37

8.1	FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA	38
8.2	INTERFACCIA OPERATORE	39
8.3	APPARECCHIATURE (HW) E SW DI SISTEMA	39
8.4	INTERFACCIAMENTO IMPIANTI CON IL SISTEMA DI TELEOPERAZIONI	40
8.5	ELENCO TELECOMANDI E TELECONTROLLI	41
8.5.1	ELENCO TELECOMANDI.....	41
8.5.2	ELENCO TELECONTROLLI	41
9	APPENDICE: ESEMPIO CALCOLO ILLUMINOTECNICO PERCORSO CICLOPEDONALE	44

1 INTRODUZIONE



Figura 1: Corografia dell'intervento di interrimento.

Con riferimento alla foto che rappresenta l'intervento nel suo complesso (figura 1), la progettazione degli impianti "elettro-meccanici" è stata suddivisa in funzione delle due tratte:

- T1, comprendente la galleria di linea con i suoi manufatti e la fermata esterna Rimesse;
- T2, con la fermata esterna in corrispondenza di via Larga.

Nella galleria di linea della tratta T1 ricadrà la nuova fermata interrata di Libia la cui realizzazione avverrà in più fasi. Le opere progettate nella prima fase, compatibili con la futura realizzazione e che non interferiscono con l'esercizio ferroviario, prevederanno:

- i marciapiedi di lunghezza utile pari a 160 m;
- i locali tecnici con i relativi impianti "elettro-meccanici";
- le uscite di sicurezza;
- gli impianti relativi all'esercizio elettro – ferroviario.

L'allargamento della galleria di linea è limitato alla sola larghezza della banchina della fermata; all'interno di tale allargamento trovano spazio i locali tecnici di gestione della galleria di linea:

- il locale per la fornitura della M.T.,
- i locali cabine di trasformazione e quadri elettrici,
- telecomunicazione,
- aggotamento, idrico-antincendio.

1.1 SCOPO DELLA RELAZIONE

La presente relazione descrive gli impianti “elettro-meccanici” a servizio dei manufatti che ricadono in entrambe le tratte T1 e T2 dell'intervento; nel novero degli impianti “elettro-meccanici” sono ricompresi:

- impianti elettrici;
 - consegna energia in media (manufatto locali tecnici di Libia) e bassa (fermate di Rimesse e di via Larga) tensione;
 - trasformazione media-bassa tensione per il manufatto locali tecnici di Libia;
 - distribuzione in bassa tensione per illuminazione e forza motrice;
 - messa a terra;
 - illuminazione con sistema centralizzato di autodiagnosi delle lampade di emergenza;
 - antintrusione;
 - rilevazione fumi/temperatura;
 - segnaletica luminosa.
- impianti meccanici:
 - ventilazione di linea;
 - ventilazione locali tecnici manufatto Libia e fermate Rimesse e via Larga;
 - antincendio;
 - aggettamento;
 - condizionamento locali tecnici;
- impianti speciali:
 - TVCC;
 - trasmissione video;
 - diffusione sonora;
- sistema di teleoperazioni.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 DOCUMENTI DI PROGETTO

FER_BP_D	T0_ELE_GEN_S_001	LINEA E LOCALI TECNICI – APPARECCHI ILLUMINANTI E PRESE FM – LAYOUT (TAVOLA 01 DI 03)
FER_BP_D	T0_ELE_GEN_S_002	LINEA E LOCALI TECNICI – APPARECCHI ILLUMINANTI E PRESE FM – LAYOUT (TAVOLA 02 DI 03)
FER_BP_D	T0_ELE_GEN_S_003	LINEA E LOCALI TECNICI – APPARECCHI ILLUMINANTI E PRESE FM –

		LAYOUT (TAVOLA 03 DI 03)
FER_BP_D	T0_ELE_GEN_S_004	LOCALI TECNICI MANUFATTO LIBIA – APPARECCHI ILLUMINANTI E PRESE FM – LAYOUT
FER_BP_D	T0_ELE_GEN_S_005	LINEA E LOCALI TECNICI – CABINA ELETTRICA 23/0.4 kV - SCHEMA UNIFILARE
FER_BP_D	T0_ELE_GEN_S_006	LINEA E LOCALI TECNICI – QUADRO ELETTRICO GENERALE LUCE E FM - SCHEMA UNIFILARE
FER_BP_D	T0_MEC_GEN_S_001	LINEA E LOCALI TECNICI – IMPIANTO ANTINCENDIO E VENTILAZIONE - LAYOUT (TAVOLA 01 di 03)
FER_BP_D	T0_MEC_GEN_S_002	LINEA E LOCALI TECNICI – IMPIANTO ANTINCENDIO E VENTILAZIONE - LAYOUT (TAVOLA 02 di 03)
FER_BP_D	T0_MEC_GEN_S_003	LINEA E LOCALI TECNICI – IMPIANTO ANTINCENDIO E VENTILAZIONE - LAYOUT (TAVOLA 03 di 03)
FER_BP_D	T0_MEC_GEN_S_004	LINEA – IMPIANTO VENTILAZIONE – SCENARI INCENDIO
FER_BP_D	T0_MEC_GEN_S_005	LINEA E LOCALI TECNICI – IMPIANTO SOLLEVAMENTO ACQUE ED ALLACCIAMENTO RETE FOGNARIA
FER_BP_D	T0_MEC_GEN_S_006	LOCALI TECNICI MANUFATTO LIBIA – IMPIANTO ANTINCENDIO, VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO - LAYOUT
FER_BP_D	T0_SPE_GEN_S_004	LINEA E LOCALI TECNICI – IMPIANTI SPECIALI - LAYOUT (TAVOLA 01 di 03)
FER_BP_D	T0_SPE_GEN_S_005	LINEA E LOCALI TECNICI – IMPIANTI SPECIALI - LAYOUT (TAVOLA 02 di 03)
FER_BP_D	T0_SPE_GEN_S_006	LINEA E LOCALI TECNICI – IMPIANTI SPECIALI - LAYOUT (TAVOLA 03 di 03)
FER_BP_D	T1_ELE_FRI_S_001	FERMATA VIA RIMESSE – QUADRO GENERALE LUCE E FM – SCHEMA UNIFILARE
FER_BP_D	T1_ELE_FRI_S_002	FERMATA VIA RIMESSE – APPARECCHI ILLUMINANTI E PRESE FM - LAYOUT (TAVOLA 01 di 02)
FER_BP_D	T1_ELE_FRI_S_003	FERMATA VIA RIMESSE – APPARECCHI ILLUMINANTI E PRESE FM - LAYOUT (TAVOLA 02 di 02)
FER_BP_D	T1_MEC_FRI_S_001	FERMATA VIA RIMESSE – IMPIANTO ANTINCENDIO - LAYOUT
FER_BP_D	T1_MEC_FRI_S_002	FERMATA VIA RIMESSE – IMPIANTO ASCENSORE - SCHEMA DI PRINCIPIO
FER_BP_D	T1_SPE_FRI_S_001	FERMATA VIA RIMESSE - IMPIANTI SPECIALI - LAYOUT
FER_BP_D	T2_ELE_FL_A_S_001	FERMATA VIA LARGA – QUADRO GENERALE LUCE E FM – SCHEMA UNIFILARE
FER_BP_D	T2_ELE_FL_A_S_002	FERMATA VIA LARGA – APPARECCHI ILLUMINANTI E PRESE FM - LAYOUT
FER_BP_D	T2_ELE_FL_A_S_003	PLANIMETRIA CAVIDOTTI – ALIMENTAZIONE POMPE DI SOLLEVAMENTO E ILLUMINAZIONE USCITA DI EMERGENZA AU5
FER_BP_D	T2_MEC_FL_A_S_001	FERMATA VIA LARGA – IMPIANTO ANTINCENDIO - LAYOUT
FER_BP_D	T2_MEC_FL_A_S_002	FERMATA VIA LARGA – IMPIANTO ASCENSORE - SCHEMA DI PRINCIPIO
FER_BP_D	T2_MEC_FL_A_S_003	FERMATA VIA LARGA – IMPIANTO SOLLEVAMENTO ACQUE ED ALLACCIAMENTO RETE FOGNARIA - SCHEMA
FER_BP_D	T2_SPE_FL_A_S_001	FERMATA VIA LARGA - IMPIANTI SPECIALI - LAYOUT

3 NORMATIVA E LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO

Le opere saranno realizzate in conformità alle norme ed alle leggi vigenti all'atto dei lavori, delle quali, nel seguito, è stato riportato un elenco dei principali riferimenti normativi e legislativi con particolare riferimento alla progettazione degli impianti elettrici.

Sono state prese in considerazione particolare:

- le Specifiche Tecniche di Interoperabilità concernenti la “sicurezza nelle gallerie ferroviarie” del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità (20 dicembre 2007) assieme al relativo Regolamento del 18 novembre 2014;
- decreto Ministero dell'Interno del 21 ottobre 2015 relativo alla “approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane”.

3.1.1 Legislazione

- D.M. 11 gennaio 1998: “Norme di prevenzione incendi nelle metropolitane”.
- DPR n° 547 del 27 Aprile 1955: “Norma sulla prevenzione degli infortuni sul lavoro”.
- Legge n° 186 del 1° Marzo 1968: “Disposizione concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”.
- Decreto Legislativo n° 626 del 19 Settembre 1994: “Norme generali per la prevenzione degli infortuni”.
- Decreto Legislativo n° 494 del 14 Agosto 1996: “Prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili: prime direttive per l'applicazione”.
- Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37. Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005. D.M. n. 37 del 22/01/2008, recante il riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 459 del 24 Luglio 1996: “Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli stati membri relativi alle macchine”.
- Circolare Ministeriale n° 91 del 14 Settembre 1961: “Resistenza al fuoco”.
- Decreto Ministeriale n° 48 del 26 giugno 1984: “Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi”.
- Legge n. 791 del 18 Ottobre 1977: “Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità Europee (n° 72/73 CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”.
- Regolamento dei Prodotti da Costruzione (CPR) dell'Unione Europea 305/2011.
- Decreto Legislativo n° 476 del 4 Dicembre 1992: “Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992”.

- CEI 20-22: “Prove d’incendio su cavi elettrici”.
- CEI 20-36: “Prove di resistenza al fuoco dei cavi elettrici”.
- CEI 20-37: “Cavi elettrici - Prove sui gas emessi durante la combustione”.
- CEI 20-38: “Cavi isolati con gomma non propaganti l’incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi”.
- CEI 28-4: “Coordinamento isolamento - Parte 2: Guida di applicazione”.
- CEI EN 60071-1 (CEI 28-5): “Coordinamento dell’isolamento - parti 1: definizioni, principi e regole”.
- CEI 64-8: “Volume “Nuova Norma CEI 64-8 per impianti elettrici”.

3.1.2 Leggi e norme particolari

- CEI 11-1: “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione dell’energia elettrica - Impianti di terra”.
- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri b.t.) - parte 1: apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)”.
- CEI 9-20: “Impianti di messa a terra per ferrovie metropolitane”.
- CEI EN 50122 (CEI 9-6): “Impianti di messa a terra relativi ai sistemi di trazione elettrica”.
- CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri b.t.) - parte 2: prescrizioni particolari per i condotti sbarre”.
- CEI 7-6: “Norme per il controllo della zincatura a caldo per elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici.
- Norme CEI/CEI, EN applicabili per le singole apparecchiature e materiali.
- UNI EN 12453-2017 relativa alle nuove norme europee per le chiusure automatiche.
- Norma UNI 8097 “Illuminazione delle metropolitane in sotterranea ed in superficie”.

4 IMPIANTI ELETTRICI

4.1 IMPIANTI DI ALIMENTAZIONE

I punti di alimentazione del lotto in oggetto sono i seguenti:

- La cabina 23/0,4 kV per l’alimentazione degli impianti di galleria posta nel manufatto “Libia”;
- L’allacciamento Enel in b.t. a 0,4 kV – 50 Hz per l’alimentazione degli impianti della fermata Rimesse e della fermata di via Larga;
- Un gruppo statico per l’alimentazione delle utenze di “Emergenza” della galleria e dei locali del manufatto “Libia”.

- Un gruppo statico per l'alimentazione delle utenze di "Emergenza" della fermata Rimesse e della fermata di via Larga.

4.1.1 Allacciamento distributore BT

Gli impianti elettrici, di sicurezza e speciali delle fermate Rimesse e via Larga saranno alimentati da un allacciamento in BT a 400 V – 50 Hz. A valle dell'allacciamento, per ciascuna linea in partenza sarà previsto un interruttore magnetotermico differenziale di protezione che alimenterà il quadro elettrico generale della fermata.

4.1.2 Allacciamento manufatto "Libia"

L'alimentazione delle utenze della galleria e dei locali del manufatto adiacente sarà derivata da un quadro elettrico generale il quale è suddiviso in due sezioni, "Normale" e "Emergenza" alimentate da due fonti di energia distinte che, opportunamente articolate, realizzano diversi livelli di degrado a seguito di guasti o in occasione di interventi manutentivi.

Tali fonti d'alimentazione saranno rappresentate da:

- Cabina elettrica 23/0,4 kV che costituisce l'alimentazione "Normale". La cabina alimenterà il quadro generale e sarà dimensionata per l'intero carico delle utenze dei locali e della galleria adiacente
- Gruppo statico di continuità che costituisce l'alimentazione di "Emergenza". In caso di mancanza della rete, le utenze sensibili saranno alimentate dal quadro di emergenza, attraverso il gruppo di continuità statico.

Le utenze alimentate dalla cabina e dal gruppo di continuità sono riportate sui disegni di progetto.

4.1.3 Allacciamento fermate Rimesse e via Larga

L'alimentazione delle utenze della fermata sarà derivata da un quadro elettrico generale il quale sarà suddiviso in due sezioni, "Normale" e "Emergenza" alimentate da due fonti di energia distinte, che, opportunamente articolate, realizzano diversi livelli di degrado a seguito di guasti o in occasione di interventi manutentivi.

Tali fonti di alimentazione saranno rappresentate da:

- Un allacciamento Enel in b.t. a 400 V – 50 Hz che costituisce l'alimentazione "Normale"
- Gruppo statico di continuità che costituisce l'alimentazione di "Emergenza". Una parte delle utenze della fermata considerate di primaria importanza per l'esercizio, saranno alimentate dal gruppo di continuità statico attraverso la sezione di emergenza del quadro generale della fermata".

Le utenze alimentate dall'allacciamento Enel e dal gruppo statico di continuità sono riportate sui disegni di progetto.

4.1.4 Caratteristiche quadri di distribuzione

Nelle fermate Rimesse e via Larga e nel manufatto "Libia", è previsto un quadro generale di distribuzione suddiviso in due sezioni "Normale" e "Emergenza", le cui caratteristiche salienti sono le seguenti:

- Tensione nominale: 690 V
- Tensione d'esercizio: 400 V
- Numero delle fasi: 3F+N
- Frequenza nominale: 50-60 Hz
- Corrente nominale sbarre pannelli 1250 A
- Corrente di corto circuito simmetrico: 25 kA
- Durata nominale del corto circuito: 1"
- Grado di protezione sul fronte: IP 54
- Grado di protezione a porta aperta: IP 20
- Accessibilità quadro: dal retro
- Forma di segregazione: 2

4.1.5 Neutro e messa a terra

Su ogni quadro sarà prevista una sbarra comune di neutro, alla quale faranno capo i neutri di alimentazione ed i conduttori di neutro per le utenze. Detta sbarra sarà predisposta per la messa a terra, ma sarà isolata dal resto del quadro.

I quadri dovranno inoltre essere dotati di una sbarra per la messa a terra.

4.1.6 Coordinamento delle protezioni

L'impianto elettrico di alimentazione prevedrà, a partire dai quadri elettrici b.t. a 0,4 kV della cabina elettrica 23 kV, sul quadro elettrico generale e sui quadri elettrici locali, dispositivi di sezionamento e di protezione in grado di garantire la selettività del sistema di alimentazione al fine di assicurare la massima continuità di servizio in caso di guasto per sovraccarico, per corto circuito e per guasto a terra (differenziale).

4.2 IMPIANTI DI FERMATA (RIMESSE, VIA LARGA)

4.2.1 Stima delle potenze

Nei successivi due paragrafi sono riepilogate le stime delle potenze elettriche necessarie per il funzionamento in normale ed in emergenza (continuità assoluta) delle fermate Rimesse e via Larga.

4.2.1.1 Fermata Rimesse

In tabella 1 sono elencate le potenze elettriche in condizioni di funzionamento normale della fermata Rimesse.

	Linea	Potenza installata (kW)	Coefficiente di utilizzo	Coefficiente di contemporaneità	Potenza richiesta (kW)

1	Prese f.m. locali tecnici	11,0	1,0	0,5	5,5
2	Prese f.m. banchina lato pari	11,0	1,0	0,5	5,5
3	Prese f.m. banchina lato dispari	11,0	1,0	0,5	5,5
4	Ventilazione locali tecnici	2,0	1,0	1,0	2,0
5	Illuminazione locali tecnici	0,5	1,0	0,2	0,1
6	Illuminazione banchine	3,0	1,0	1,0	1,0
7	Illuminazione rampe di accesso	1,0	1,0	1,0	1,0
8	Ascensore	10,0	1,0	0,7	7,0
9	Quadro UPS	10,0	1,0	1,0	10,0
10	By-pass quadro UPS	10,0	1,0	1,0	10,0
11	Condizionamento locali tecnici	7,0	1,0	1,0	7,0
12	Condizionamento locali tecnici	7,0	1,0	1,0	7,0
	<i>Totale</i>	83,5			61,6
	<i>Totale (cosφ=0,8)</i>	~ 105 kVA			77 kVA

Tabella 1. Fermata Rimesse: funzionamento in normale

In tabella 2 sono elencate le potenze elettriche in condizioni di funzionamento in emergenza della fermata Rimesse.

	Linea	Potenza installata (kW)	Coefficiente di utilizzo	Coefficiente di contemporaneità	Potenza richiesta (kW)
1	Diagnostica sistema controllo illuminazione emergenza	1,0	1,0	1,0	1,0
2	Centrale rilevazione incendio	0,5	1,0	1,0	0,5
3	Impianto diffusione sonora	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Illuminazione banchine	2,0	1,0	1,0	2,0
5	Illuminazione rampe di accesso	1,0	1,0	1,0	1,0
6	Illuminazione locali tecnici	1,0	1,0	1,0	1,0

7	Illuminazione emergenza ascensore	1,0	1,0	1,0	1,0
8	Impianto TVCC	1,5	1,0	1,0	1,5
9	Impianto rete oraria	1,0	1,0	1,0	1,0
	<i>Totale</i>	10,0			10,0
	<i>Totale (cosφ=0,8)</i>	12,5 kVA			12,5 kVA

Tabella 2. Fermata Rimesse: funzionamento in emergenza

4.2.1.2 Fermata via Larga

In tabella 3 sono elencate le potenze elettriche in condizioni di funzionamento normale della fermata di via Larga.

	Linea	Potenza installata (kW)	Coefficiente di utilizzo	Coefficiente di contemporaneità	Potenza richiesta (kW)
1	Prese f.m. locali tecnici	11,0	1,0	0,5	5,5
2	Prese f.m. banchina lato pari	11,0	1,0	0,5	5,5
3	Prese f.m. banchina lato dispari	11,0	1,0	0,5	5,5
4	Ventilazione locali tecnici	2,0	1,0	1,0	2,0
5	Illuminazione locali tecnici	0,5	1,0	0,2	0,1
6	Illuminazione banchine	3,0	1,0	1,0	1,0
7	Illuminazione rampe di accesso	1,0	1,0	1,0	1,0
8	Ascensore	10,0	1,0	0,7	7,0
9	Quadro UPS	10,0	1,0	1,0	10,0
10	By-pass quadro UPS	10,0	1,0	1,0	10,0
11	Condizionamento locali tecnici	7,0	1,0	1,0	7,0
12	Condizionamento locali tecnici	7,0	1,0	1,0	7,0
13	Pompe di aggettamento	5,0	1,0	0,7	3,5
	<i>Totale</i>	88,5			65,1

	<i>Totale (cosφ=0,8)</i>	~ 110 kVA			~ 81 kVA
--	--------------------------	------------------	--	--	-----------------

Tabella 3. Fermata via Larga: funzionamento in normale

In tabella 4 sono elencate le potenze elettriche in condizioni di funzionamento in emergenza della fermata di via Larga.

	Linea	Potenza installata (kW)	Coefficiente di utilizzo	Coefficiente di contemporaneità	Potenza richiesta (kW)
1	Diagnostica sistema controllo illuminazione emergenza	1,0	1,0	1,0	1,0
2	Centrale rilevazione incendio	0,5	1,0	1,0	0,5
3	Impianto diffusione sonora	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Illuminazione banchine	2,0	1,0	1,0	2,0
5	Illuminazione rampe di accesso	1,0	1,0	1,0	1,0
6	Illuminazione locali tecnici	1,0	1,0	1,0	1,0
7	Illuminazione emergenza ascensore	1,0	1,0	1,0	1,0
8	Impianto TVCC	1,5	1,0	1,0	1,5
9	Impianto rete oraria	1,0	1,0	1,0	1,0
10	Illuminazione uscita di emergenza AU5	2,0	1,0	1,0	2,0
	<i>Totale</i>	12,0			10,0
	<i>Totale (cosφ=0,8)</i>	18 kVA			18 kVA

Tabella 4. Fermata via Larga: funzionamento in emergenza

4.2.2 Messa a terra

L'impianto di messa a terra degli impianti e delle opere in ferro delle fermate sarà costituito dalle reti equipotenziali, da una serie di dorsali principali e da molteplici allacciamenti di messa a terra delle utenze.

Le reti equipotenziali saranno realizzate allacciandosi alle strutture del cemento armato che costituisce il dispersore di "fatto" e saranno eseguite con struttura a maglia. Le maglie disperdenti saranno principalmente realizzate sotto le aree dei locali tecnologici con la predisposizione in alcuni punti di codoli della medesima corda ai quali verranno allacciati, mediante connettori a compressione, le corde isolate che costituiranno le dorsali principali dell'impianto di terra di fermata.

4.2.3 Impianto FM

Saranno previste linee derivate dal quadro generale di fermata per l'alimentazione di gruppi prese FM disponibili per attività di manutenzione degli impianti e/o degli ambienti (pulizia, ecc...).

Saranno realizzate le seguenti linee:

- Prese F.M. banchine;
- Prese F.M. locali tecnologici e a disposizione.

I gruppi prese saranno composti da:

- N. 1 presa IEC 309- 230 V -16A - 2P + T, con interblocco meccanico e protezione magnetotermica da 16 A;
- N. 1 presa IEC 309 - 400 V -16 A 3P + T, con interblocco meccanico e protezione magnetotermica;
- N. 1 interruttore differenziale da 16 A – I_{dn} 0,03 A collegato a monte delle protezioni magnetotermiche delle prese.

4.2.4 Linee di alimentazione

Saranno previste linee per l'alimentazione delle seguenti utenze:

- Condizionamento / aspirazione;
- Porte motorizzate;
- Ascensori;
- Per la sola fermata di via Larga: pompe di aggotamento poste vicino il sifone di via Cellini.

Saranno realizzate linee specifiche per ognuno dei suddetti circuiti, protette mediante interruttore magnetotermico differenziale a taratura coordinata con la sezione della linea. A valle della linea saranno quindi presenti quadri locali dotati di apparecchiature di sezionamento e protezione delle utenze e del personale.

4.2.5 Illuminazione

Nelle aree delle fermate accessibili al pubblico, nei corridoi, scale ed al piano banchine, sarà previsto un sistema di illuminazione con apparecchi illuminanti fissati a parete, su palo (nelle zone delle banchine senza copertura) e pedinati a soffitto. Il livello di illuminamento da ottenere sarà pari a 180 lux medi a pavimento in tutte le aree sopra citate, ad esclusione delle zone delle banchine senza copertura che sarà pari a 50 lux a pavimento.

L'insieme degli apparecchi illuminanti nelle fermate è suddivisibile nei seguenti due gruppi:

- Apparecchi illuminanti delle fermate per le aree aperte al pubblico saranno principalmente di tipo fluorescente tubolare o armature stradali con lampade fluorescenti compatte di varia potenza, per le zone delle banchine senza copertura;
- Apparecchi illuminanti per le aree tecniche delle fermate (locali tecnici, a disposizione, cantinati, ecc.) saranno essenzialmente costituiti da apparecchi illuminanti fluorescenti di varie potenze di tipo "industriale".

4.2.6 Sistema centralizzato per autodiagnosi lampade d'estrema emergenza (EE)

Il sistema di controllo centralizzato dovrà essere previsto per consentire di eseguire per lampade d'estrema emergenza, automaticamente e manualmente, test periodici di funzionamento e di autonomia in grado di verificare l'efficienza dell'impianto. Il test di autonomia serve per verificare che l'autonomia delle batterie degli apparecchi illuminanti non sia inferiore a quella dichiarata dal costruttore, mentre il test di funzionamento serve per verificare la regolare entrata in emergenza degli apparecchi illuminanti. Il risultato di questi test dovrà essere riportato su stampante locale e nel caso in cui alcune lampade non dovessero superare i test sopra citati, la stampa dovrà riportare la denominazione degli apparecchi illuminanti oggetto di tali anomalie, la zona di appartenenza in campo ed inoltre, la data e l'ora di effettuazione dei test.

Tale sistema ha la funzione di mantenere l'impianto di estrema emergenza sempre in linea con le norme di sicurezza, riducendo notevolmente il tempo richiesto per i controlli dalla manutenzione.

L'impianto dovrà essere previsto per gli apparecchi illuminanti attrezzati di gruppo autonomo di estrema emergenza installati nelle fermate (area pubblica e locali vari)

I componenti dell'impianto sono i seguenti:

- la centralina di alimentazione e di controllo;
- i moduli di autodiagnosi remota installati su ogni apparecchio di EE;
- le linee di collegamento della centrale con gli apparecchi di EE in campo.

4.2.7 Impianto illuminazione percorso ciclopedonale

A servizio del percorso ciclopedonale, che si sviluppa nei pressi della tratta ferroviaria tra le stazioni di Libia, Rimesse e via Larga, è stato previsto un impianto di illuminazione al fine di garantire anche di notte, agibilità e confort a tutti coloro che lo percorrono.

L'impianto di illuminazione risponde a tutte le normative vigenti ed in particolare alla "Guida progettuale" del Comune di Bologna edizione 2009 dove vengono definite le categorie illuminotecniche di riferimento per la definizione dei valori da adottare in funzione del tipo di strada.

La categoria illuminotecnica di riferimento per piste ciclabili (DM 557/99) è la "S3", che corrisponde ad un illuminamento orizzontale medio di mantenuto di 7,5 lux ed un illuminamento minimo mantenuto di 1,5 lux.

I calcoli riportati in appendice mostrano appunto la rispondenza di quanto richiesto.

Sono stati utilizzati pali di altezza pari a 4 metri fuori terra, con una interdistanza di 18 metri, utilizzando un corpo illuminante del tipo a LED di 16 W con flusso luminoso da 1750 lumen ed una resa cromatica pari a 70 (CRI).

4.2.8 Impianto antintrusione

La funzione dell'impianto è quella di avere continuamente sotto controllo lo stato di apertura e di chiusura delle porte di accesso ai locali tecnici delle fermate Rimesse e via Larga e di quelli in corrispondenza del manufatto "Libia". L'impianto comprenderà la centrale antintrusione che sarà interconnessa tramite loop chiuso con gli apparati in campo, quali gli elementi d'indirizzamento e i contatti magnetici.

Centrale antintrusione

La centrale antintrusione sarà di elevata versatilità, con tecnologia a microcomputer in apparecchiature in campo. La centrale sarà dotata di protezione contro le sovratensioni sull'alimentazione e sulle linee di segnalazione e contro le interferenze di carattere magnetico. Inoltre, segnalerà i tentativi di manomissione provvedendo al controllo del tentativo di apertura dell'armadio, al controllo della linea di trasmissione dati dei loop di allarme.

Apparecchiature in campo

La centrale antintrusione sarà interconnessa con un loop chiuso agli elementi di indirizzamento e ai contatti magnetici in campo.

Gli elementi di indirizzamento saranno collegati alla centrale antintrusione ed ai contatti magnetici installati sulle porte di accesso ai locali tecnici da controllare.

La funzione degli elementi d'indirizzamento sarà quello di memorizzare lo stato di apertura e di chiusura delle porte e di trasmetterlo alla centrale che provvederà ad una valutazione prima di attivare i segnali di allarme sulla centrale stessa.

I contatti magnetici saranno installati sulle porte da controllare e collegati con gli elementi di indirizzamento.

Il contatto magnetico sarà realizzato con corpo in alluminio pressofuso, con grado di protezione IP 65 ed inoltre, sarà costituito da un magnete permanente ed un contatto reed.

Tali elementi saranno installati rispettivamente sulla parete fissa, il contatto reed e il magnete sulla parte in movimento del varco da controllare.

Il contatto reed resterà chiuso sotto l'effetto del campo magnetico generato dal magnete permanente. L'apertura della porta da proteggere provocherà l'apertura del contatto reed e di conseguenza la segnalazione di tale stato all'elemento di indirizzamento.

4.2.9 Impianto rivelazione fumi

Per la sorveglianza dei locali tecnologici, dei locali a disposizione e delle aree aperte al pubblico e di tutte le aree (cantinati, sottobanchine) attraversate dai cavi di alimentazione dei vari impianti, sarà previsto in ogni fermata un impianto di rivelazione fumi.

L'impianto è in sintesi costituito da:

- Centrale di rilevamento automatico d'incendio con le seguenti caratteristiche:
 - Dotata di microprocessore di tipo "attivo" che interroga ciclicamente tutte le apparecchiature in campo in modo da avere costantemente controllata la variazione dello stato di funzionamento degli stessi;
 - Dovrà consentire di visualizzare per ogni apparecchiatura sopra citata lo stato di allarme e di preallarme "incendio";
 - Autoalimentata in caso di mancanza di tensione da batteria con autonomia di due ore;
 - Predisposta per l'interfacciamento con gli impianti di sollevamento e ventilazione.
- Rivelatori di fumo ottico puntiformi di tipo analogico, dotati di elementi di indirizzamento, di n. 2 led di segnalamento (stato e allarme), base di collegamento ad innesto, etc;

- Moduli di ingresso analogici attivi per il comando ascensori e condizionamento locali tecnologici;
- Linee realizzate a loop chiuso, derivate dalla centrale di alimentazione e di controllo delle apparecchiature dislocati in campo.

I cavi che collegano il quadro di emergenza alla centrale di rilevazione e la centrale ai singoli rilevatori sono del tipo resistenti al fuoco con funzionamento di almeno 3 ore durante l'incendio (cavi a norma CEI 20-35, CEI 20-36, CEI 20-45, CEI 20-37, CEI 20- 22III).

Interfacciamento impianto rivelazione fumi con altri impianti

L'impianto rivelazione fumi dovrà essere interfacciato con l'impianto di supervisione linea e con gli impianti delle fermate di seguito elencati:

- Impianto di aspirazione dei locali tecnologici;
- Ascensori.

I cavi dovranno essere realizzati in conformità alle seguenti normative: CEI 20-22 Parte III, CEI 20-35, CEI 20-37, CEI 20-38, tensione d'isolamento 0,6/1 kV, sezione conduttori 1 mm², del tipo FG10OH2M1 / FG7OH2M1.

Interfacciamento con gli ascensori

Sui loop di impianto dovranno essere previsti dei dispositivi attuatori (n. 1 per ogni quadro elettrico ascensore) il cui intervento provoca la disalimentazione dell'ascensore a seguito di segnali provenienti rivelatori di fumo posti nel vano corsa o nel locale Q.E. del locale macchine ascensori. Le condizioni "condizioni" riportate dagli attuatori saranno del tipo N.A./N.C.

4.3 IMPIANTI DI GALLERIA

4.3.1 Stima delle potenze

Nelle successive due tabelle sono riepilogate le stime delle potenze elettriche necessarie per il funzionamento in normale ed in emergenza (continuità assoluta) sia degli impianti di galleria che di quelli dei locali tecnici posti nel manufatto Libia. Si precisa che la taglia del trasformatore 23/0,4 kV è di 800 kVA per tenere conto della possibile trasformazione del manufatto in fermata interrata.

In tabella 5 sono elencate le potenze elettriche in condizioni di funzionamento normale.

	Linea	Potenza installata (kW)	Coefficiente di utilizzo	Coefficiente di contemporaneità	Potenza richiesta (kW)
1	Prese f.m. locali tecnici	11,0	1,0	0,5	5,5
2	Prese f.m. banchina – galleria lato pari	11,0	1,0	0,5	5,5
3	Prese f.m. banchina – galleria lato dispari	11,0	1,0	0,5	5,5
4	Ventilazione locali tecnici	3,0	1,0	1,0	2,0
5	Illuminazione locali tecnici	1,0	1,0	0,2	0,1

6	Illuminazione banchina-galleria lato pari	3,0	1,0	1,0	1,0
7	Illuminazione banchina-galleria lato dispari	1,0	1,0	1,0	1,0
8	Pompe di aggotamento	5,0	1,0	0,7	3,5
9	Ventilazione galleria	300,0	1,0	1,0	300,0
10	Quadro UPS	10,0	1,0	1,0	10,0
11	By-pass quadro UPS	10,0	1,0	1,0	10,0
12	Condizionamento locali tecnici	10,0	1,0	1,0	7,0
13	Condizionamento locali tecnici	10,0	1,0	1,0	7,0
	<i>Totale</i>	386,00			358,1
	<i>Totale (cosφ=0,8)</i>	~ 480 kVA			~ 450 kVA

Tabella 5. Manufatto Libia: funzionamento in normale

In tabella 6 sono elencate le potenze elettriche in condizioni di funzionamento in emergenza.

	Linea	Potenza installata (kW)	Coefficiente di utilizzo	Coefficiente di contemporaneità	Potenza richiesta (kW)
1	Diagnostica sistema controllo illuminazione emergenza	1,0	1,0	1,0	1,0
2	Centrale rilevazione incendio	0,5	1,0	1,0	0,5
3	Impianto diffusione sonora	1,0	1,0	1,0	1,0
4	Centrale rilevazione galleria	1,0	1,0	1,0	1,0
5	Illuminazione banchina – galleria lato pari	1,2	1,0	1,0	1,2
6	Illuminazione banchina – galleria lato dispari	1,0	1,0	1,0	1,0
7	Illuminazione locali tecnici	1,0	1,0	1,0	1,0
8	Illuminazione via di esodo lato pari	1,0	1,0	1,0	1,0
9	Illuminazione via di esodo lato dispari	0,5	1,0	1,0	0,5
10	Impianto TVCC	1,5	1,0	1,0	1,5

11	Impianto rete oraria	1,0	1,0	1,0	1,0
	<i>Totale</i>	10,7			10,7
	<i>Totale (cosφ=0,8)</i>	~ 14 kVA			~ 14 kVA

Tabella 6. Manufatto Libia: funzionamento in emergenza

4.3.2 Cabina elettrica

La cabina elettrica 23/0,4 kV è costituita principalmente dagli scomparti di arrivo, di misurazione e di protezione del trasformatore. Quest'ultimo è trifase con potenza di 800 kVA, inglobato in resina, con nucleo magnetico in lamierini di ferro a cristalli orientati, golfari di sollevamento, ruote, regolazione del rapporto di trasformazione +/- 5% a vuoto classe di isolamento 12 kV.

4.3.3 Messa a terra

L'impianto per la messa a terra degli impianti e delle opere in ferro della galleria sarà costituito dall'insieme dei ferri d'armatura delle strutture che costituiscono il dispersore "fatto" e da un conduttore equipotenziale collegato ad essi, in parallelo, disposto su un lato della galleria.

4.3.4 Impianto FM

L'impianto FM comprende i gruppi prese distribuiti lungo la galleria (passo circa 50 m) e un gruppo prese nel locale "cabina elettrica" del manufatto con le linee di alimentazione, e le linee di alimentazione degli acceleratori presenti sul soffitto della galleria, derivate dal quadro elettrico generale previsto nel manufatto.

Il numero delle linee di alimentazione delle prese FM e degli acceleratori è rappresentato sui disegni di progetto.

I gruppi prese saranno composti da:

- n. 1 presa IEC 309- 230 V -16A - 2P + T, con interblocco meccanico e protezioni magnetotermica da 16 A
- n. 1 presa IEC 309 - 400 V -16 A 3P + T, con interblocco meccanico e protezione magnetotermica
- n. 1 interruttore differenziale da 16 A – I_{dn} 0,03 A collegato a monte delle protezioni magnetotermiche delle prese.

4.3.5 Impianto d'illuminazione

Lungo la galleria saranno realizzati due impianti d'illuminazione distinti denominati in modo convenzionale impianto "luce emergenza" e impianto "luce sussidiaria". Il quadro generale ubicato nel manufatto adiacente la galleria, alimenterà gli impianti d'illuminazione sopra citati.

L'impianto "luce emergenza" sarà previsto per illuminare la galleria durante l'esercizio della linea.

L'impianto "luce sussidiaria" sarà realizzato per l'illuminare la via di corsa della galleria in caso di guasto dell'impianto "luce emergenza", oppure sarà utilizzato unitamente all'impianto "luce emergenza" per effettuare la manutenzione degli impianti, quando la linea non è in esercizio.

Ognuno di questi impianti, accesi singolarmente, dovranno garantire un livello d'illuminamento pari a 5-10 lux medi, a 10 cm dal pavimento.

Un sistema di commutazione previsto sul quadro generale della cabina dovrà consentire in caso di guasto dell'impianto "luce di emergenza," durante l'esercizio della linea, l'accensione dell'impianto "luce sussidiaria".

È stato previsto inoltre l'impianto di illuminazione di emergenza delle vie di esodo, così come richiesto dalle "Specifiche Tecniche di Interoperabilità" (STI).

Detto impianto è costituito da un dispositivo luminoso studiato per l'illuminazione delle vie di esodo in galleria, adatti all'installazione ai lati della galleria (sui piedritti) ad una altezza inferiore a 1,50 m dal piano calpestio del marciapiede, in conformità delle norme UNI EN 16276/2013 e EN 1838/2013.

Esso è costituito da due sorgenti luminose del tipo a LED, in grado di fornire guida e visibilità alle persone che evacuano la galleria: una sorgente luminosa è destinata a delineare il percorso di evacuazione e guidare i pedoni verso l'uscita di emergenza, mentre la seconda è destinata all'illuminazione a terra del medesimo percorso.

I dispositivi luminosi installati ad 1÷1.20 m di altezza dal piano viabile e ad una interdistanza massima di 12,50 m, garantiscono:

- illuminamento minimo: $E_{min} \geq 2$ lux;
- illuminamento massimo: $E_m \geq 5$ lux;
- intensità luminosa minima mantenuta in tutte le direzioni: ≥ 3 cd;
- intensità luminosa in un cono di $2 \times 15^\circ$, con asse formato dalla direzione di osservazione > 45 cd.

I materiali degli impianti di illuminazione, siano essi di linea, cavi e i corpi illuminanti, devono corrispondere per caratteristiche costruttive alle prescrizioni richieste sia per quanto attiene la resistenza al fuoco, sia per quanto attiene la tossicità dei fumi in caso di incendio. I gradi di protezione delle apparecchiature e le resistenze agli urti delle stesse, sono sempre rispondenti alle prescrizioni delle citate normative.

4.3.6 Impianto di segnaletica luminosa

Nella galleria in oggetto, di lunghezza compresa tra i 500 e 1.000 m, sono previsti segnali luminosi verticali conformemente ai requisiti richiesti dalle STI.

La segnaletica prevede l'impiego dei seguenti segnali luminosi:

- segnale di indicazione della distanza dall'uscita all'aperto posizionato sul lato del marciapiede ad una interdistanza di 50 m;
- segnale di indicazione idrante;
- segnale di indicazione estintori;

La segnaletica luminosa sarà alimentata da circuiti di sicurezza con cavi resistenti al fuoco.

I materiali che costituiscono la segnaletica saranno conformi alle normative in essere sia per dimensioni sia per tipologia costruttiva in modo da renderli visibili anche in mancanza di alimentazione elettrica.

4.3.7 Impianto rivelazione fumi/temperatura

Al fine di rilevare la presenza di temperature anomale (che superino prefissate soglie), conseguenti a fenomeni di incendio all'interno della galleria, sarà prevista l'installazione di un impianto per il controllo delle temperature a fibra ottica (cavosensore) collegata a una centrale dotata di una sorgente di luce laser ed un sofisticato sistema di lettura, acquisizione ed elaborazione dei segnali.

L'impianto sarà costituito da un sistema comprendente in sintesi le seguenti apparecchiature/dispositivi:

- n° 1 centrale di impianto di controllo temperature in galleria e contenenti i dispositivi ottici per l'emissione del raggio laser, l'elaborazione ed il trattamento del segnale di ritorno, i dispositivi elettronici accessori, etc. Tale centrale sarà predisposta anche per l'alimentazione ed il controllo dei rivelatori di fumo puntiformi ubicati nei locali tecnici della cabina;
- n. 1 loop (spira) per ciascuna centrale, ognuno costituito da cavi bifibra ottica multimodo (le due fibre sono una di riserva all'altra) inserite in un'unica guaina esterna a norme CEI 20-22 III, 20-37, 20-38, 20-35. I cavi saranno fissati ad una fune in "parafil" idoneamente pendinata alla volta della galleria.

La struttura a "loop" del cavo sensore consentirà alla centrale del sistema di continuare ad effettuare le misure di temperatura (il cavo interrotto viene misurato da ogni estremità fino al punto di interruzione), segnalando un allarme di "interruzione cavo".

La centrale sarà inoltre predisposta per la gestione dei rivelatori di fumo puntiformi ubicati nel locale "cabina elettrica" del manufatto. Per quanto riguarda le caratteristiche dei cavi e dei rivelatori di fumo, da prevedere in tale locale, si veda il paragrafo relativo all'impianto rivelazione fumi delle fermate.

L'impianto sarà interfacciato con:

- l'impianto di supervisione di linea per il riporto degli allarmi al posto di controllo;
- con l'impianto di ventilazione per l'attuazione diretta, in automatico, della strategia di ventilazione.

5 IMPIANTI MECCANICI

5.1 IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI GALLERIA

5.1.1 Introduzione

La galleria prevista nella tratta ferroviaria Bologna-Portomaggiore è una galleria a canna singola e singolo binario di lunghezza pari a circa 700 m adibita al transito di treni a trazione elettrica.

Tale galleria sarà dotata di un sistema di ventilazione longitudinale e n°4 uscite di emergenza per garantire un'evacuazione sicura dei passeggeri in caso di incendio del treno.

L'impianto di ventilazione è stato dimensionato in caso di incendio, per far fronte all'avanzamento dei fumi ed evitare che essi si propaghino nella direzione di esodo. Tale impianto, inoltre, potrà essere attivato in condizioni di normale esercizio per garantire un idoneo ricambio d'aria per il mantenimento di condizioni confortevoli di microclima in galleria.

Di seguito si descrive la metodologia seguita per il dimensionamento dell'impianto ed i risultati ottenuti.

5.1.2 Dimensionamento

5.1.2.1 Descrizione della galleria

La galleria di nuova realizzazione si estende dalla PK 2+107 alla PK 2+799 per una lunghezza complessiva di 692 m. La sezione della galleria non si mantiene costante per tutta la lunghezza, ma presenta le variazioni riportate nella seguente tabella 7.

Sezione tipo	STG01	Allargamento	STN01	Manufatto Libia	STG03
PK inizio [km]	2+107	2+410	2+433	2+462	2+635
PK fine [km]	2+410	2+433	2+462	2+635	2+799
Lunghezza [m]	303.0	23.0	29.0	175.0	164.0
Sezione [m ²]	34.8	65.9	32.1	S1: 42.9 S2: 64.0	35.9
Perimetro [m]	23.6	33.8	21.6	S1: 26.6 S2: 32.0	24.0
Altezza [m]	6.1	6.1	6.0	7.8	6.3
Diametro idraulico [m]	5.9	7.8	5.9	S1: 6.5 S2: 8.0	6.0

Tabella 7. Caratteristiche geometriche della galleria

5.1.2.2 Caratteristiche dei jet fan

I jet fan scelti sono di tipo completamente reversibile con le seguenti caratteristiche principali:

- Diametro girante: 1000 m;
- Spinta: 900 N;
- Portata d'aria: 24 m³/s;
- Velocità dell'aria in uscita: 31 m/s;
- Potenza nominale 27 kW.

5.1.2.3 Criteri dimensionanti

L'impianto di ventilazione è dimensionato in condizioni di emergenza, considerando un carico di incendio di 20 MW che, secondo la letteratura internazionale, è un valore ragionevole e cautelativo per convogli ferroviari passeggeri.

L'obiettivo dell'impianto di ventilazione sarà il seguente:

In caso d'incendio la ventilazione longitudinale deve garantire che la velocità dell'aria nel tunnel sia maggiore della velocità critica data dalla seguente formula.

$$V_c = K_1 K_g \left(\frac{gHQ}{A \rho_c \rho_p T_f} \right)^{1/3}$$

$$T_f = \frac{Q}{AV_c \rho_c \rho_p} + T$$

Dove:

- V_c : Velocità critica (m/s);
- A : Area anulare della sezione con treno incendiato (m²);
- c_p : Calore specifico dell'aria (J/kg-K);
- g : Accelerazione gravitazionale (m/s²);
- H : Altezza del tunnel nella zona dell'incendio (m);
- K_1 : Fattore di Froude, costante 0.606;
- K_g : Fattore di pendenza;
- Q : Carico d'incendio (MW);
- T : Temperatura ambiente (K);
- T_f : Temperatura dei fumi (K);
- ρ : Densità dell'aria (kg/m³);
- A : Sezione trasversale del tunnel (m²).

Il dimensionamento è stato effettuato considerando tre scenari critici di incendio, sintetizzati nella seguente tabella 8:

n°	Posizione fuoco	Direzione flusso d'aria	Velocità critica	Flusso d'aria minimo richiesto
1	PK 2+147 STG01	Est → Ovest	2.77 m/s	60.5 m ³ /s
2	PK 2+562 Libia S2	Ovest → Est	2.44 m/s	124.6 m ³ /s
3	PK 2+747 STG03	Ovest → Est	2.77 m/s	63.7 m ³ /s

Tabella 8. Scenari d'incendio analizzati

La scelta di invertire la direzione del flusso tra uno scenario e l'altro è dovuta alla possibilità di sfruttare in maniera positiva l'effetto camino dal momento che la galleria presenta un'inversione di pendenza alla PK 2+450.9.

5.1.2.4 Calcolo delle perdite di pressione

Al fine di ottenere il flusso d'aria necessario a raggiungere la velocità critica in caso d'incendio, i ventilatori devono vincere le seguenti perdite di carico agenti in opposizione al flusso.

$$\Delta P_{\text{tot}} = \Delta P_{\text{attrito}} + \Delta P_{\text{vento}} + \Delta P_{\text{camino}}$$

Di seguito la definizione dei vari contributi.

1. $\Delta P_{\text{attrito}}$

In tale valore sono inclusi i seguenti contributi:

- Perdite di pressione distribuite dovute all'attrito delle pareti della galleria;
- Perdite di pressione concentrate dovute alle variazioni di sezione lungo la galleria;
- Perdite di pressione concentrate per la presenza del treno incendiato fermo in galleria.

Tali perdite possono essere stimate con la seguente formula:

$$\Delta P_{\text{attrito}} = \frac{1}{2} \rho V_{\text{aria}}^2 \left(c_{\text{ingr}} + c_{\text{uscita}} + c_{\text{cambi sez}} + \lambda \frac{L}{D_h} \right) \frac{T}{T_f}$$

dove:

- L: Lunghezza della galleria [m];
- D_h : Diametro idraulico della galleria tunnel [m], variabile in funzione della tipologia di sezione (vedi tabella);
- λ : Coefficiente d'attrito delle pareti della galleria;
- c_{ingr} : Coefficiente di perdita all'ingresso nella galleria;
- c_{uscita} : Coefficiente di perdita all'uscita dalla galleria;
- $c_{\text{cambi sez}}$: Coefficienti di perdita per i cambi sezione, inclusa la presenza del treno;
- ρ : Densità dell'aria [kg/m^3];
- V_{aria} : Velocità dell'aria [m/s];
- T_f : Temperatura dei fumi [K];
- T: Temperatura ambiente [K].

Al valore finale è stato aggiunto un margine di sicurezza del 10% per tenere in considerazione perdite dovute a eventuale segnaletica, catenaria, etc.

2. ΔP_{vento}

Pressione barometrica dovuta al vento. Per il calcolo si è considerata una velocità del vento di 30 km/h e un fattore di incidenza f pari a 0.6.

$$\Delta P_{\text{vento}} = 1/2 \rho f V_{\text{vento}}^2$$

3. ΔP_{camino}

Perdite di pressione dovute all'effetto camino. In caso di incendio è necessario considerare lo stack effect del fumo dovuto alla pendenza della galleria. Tale contributo sarà positivo o negativo a seconda che i fumi vengano spinti a favore o contro pendenza.

L'effetto camino può essere valutato con la seguente formula:

$$\Delta P_{\text{camino}} = -\rho \left(1 - \frac{T}{T_f} \right) g d L_f$$

dove:

- g: Accelerazione gravitazionale [m/s²];
- d: Pendenza della galleria, (caso peggiore se discendente);
- L_f: lunghezza dello strato di fumi;
- T_f: Temperatura dei fumi [K];
- T: Temperatura ambiente [K].

5.1.2.5 Numero di jet fan

Considerando la pressione totale calcolata e le caratteristiche di spinta dei jet fan, il numero minimo di jet fan necessari può essere calcolato con la seguente formula:

$$N_{JF} = \frac{A_{\text{tunnel}} \Delta P_{\text{tot}}}{F_j \alpha}$$

Dove,

- N_{JF}: Numero minimo di Jet fan;
- ΔP_{tot} : Pressione totale [Pa];
- A_{tunnel}: Sezione trasversale della galleria [m²];
- F_j: Spinta di ogni jet fan [N];
- α : Coefficiente di riduzione che tiene conto delle seguenti perdite:
 - Fattore di performance, efficienza del jet fan, pari a 0.9;
 - Fattore di installazione, pari a 0.7;
 - Fattore di distanza longitudinale, che tiene conto delle perdite di efficienza dovute alla vicinanza tra jet fan, pari a 1 (la distanza longitudinale tra i jet fan è maggiore di 10 volte il diametro idraulico della galleria).

5.1.2.6 Risultati

Applicando la metodologia descritta sopra ai vari scenari d'incendio, si ottengono i risultati riportati nella tabella 9.

Scenario n°	$\Delta P_{\text{attrito}}$ [Pa]	ΔP_{vento} [Pa]	ΔP_{camino} [Pa]	ΔP_{tot} [Pa]	N _{JF} (minimo)
1	27.10	25.00	-0.39	51.71	4

2	89.67	25.00	-6.88	107.79	8
3	29.49	25.00	-5.65	48.85	4

Tabella 9. Risultati per ogni scenario analizzato

Dai risultati in tabella si evince che lo scenario peggiore risulta il n° 2, pertanto esso sarà considerato come dimensionante per il sistema di ventilazione in galleria.

5.1.3 Conclusioni

L'impianto di ventilazione di galleria sarà di tipo longitudinale, composto da **10 jet fan** completamente reversibili, disposti in 5 coppie posizionate con un passo di circa 100 m lungo la galleria (per dettagli di posizionamento ed installazione vedere la relativa tavola), di cui una coppia è di backup in modo tale da garantire il corretto funzionamento anche in presenza di avarie. Tale analisi potrà essere ulteriormente verificata e approfondita in sede di progetto esecutivo.

Il sistema di ventilazione sarà attivato automaticamente tramite interfacciamento diretto con l'impianto di rivelazione incendi (cavo termosensibile posato sulla volta), alla massima portata.

Per sfruttare favorevolmente la conformazione altimetrica della galleria, la strategia di ventilazione sarà come segue:

- Nel caso il principio di incendio fosse rilevato ad est della PK 2+450.9 (punto di inversione della pendenza), i prodotti della combustione saranno convogliati verso est.
- Viceversa, nel caso fosse rivelato a ovest della suddetta PK, i prodotti della combustione saranno convogliati verso ovest.

5.2 IMPIANTO VENTILAZIONE LOCALI TECNICI

Nei locali tecnologici della galleria del manufatto Libia e per quelli delle fermate Rimesse e via Larga, si prevede la realizzazione di un impianto di ventilazione in immissione in grado di assicurare un leggero ricambio di aria (2 volumi ambiente ora, 4 volumi ambiente ora solamente per il locale pompe del manufatto di Libia) all'interno dei locali stessi.

Per mezzo di un elettroventilatore intubato, con caratteristiche di portata e prevalenza differenti in funzione dei locali tecnici serviti, viene portata aria esterna in una condotta rettilinea a sezione circolare in lamiera zincata priva di coibentazione; lo spessore della lamiera è funzione del diametro della condotta.

L'aria è immessa in ambiente tramite bocchette rettangolari in acciaio a doppia deflessione regolabile, complete di serranda di taratura delle dimensioni di altezza 100 mm e base 300 mm.

L'espulsione dell'aria sarà effettuata tramite il rialzo delle stesse porte dei locali tecnici.

5.3 IMPIANTI ANTINCENDIO

Gli impianti per la prevenzione incendi e per l'intervento dei Vigili del Fuoco previsti in fermata ed in galleria consistono in sintesi in:

- impianto manuale di spegnimento incendio (idranti UNI 45 ed estintori);

- impianto di rivelazione incendi (descritto all'interno della sezione impianti elettrici).

5.3.1 Alimentazione idrica

L'alimentazione idrica è derivata dall'Acquedotto Municipale che prevede una tubazione di acqua potabile nei pressi del manufatto "Libia". Il punto di consegna è nel locale "Antincendio", in cui è prevista la saracinesca comunale ed il contatore dell'acqua.

In accordo al punto 2.4.2.14 relativo a "Impianti idrico sanitari" dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici, è stato previsto un sistema di contabilizzazione del consumo di acqua.

Dal locale "Antincendio", si dirama la tubazione che alimenta l'impianto idranti di galleria.

Al piano campagna in posizione accessibile sono previsti anche due gruppi attacco autopompa UNI 70, che i Vigili del Fuoco provvedono a piombare nella posizione aperta al momento del collaudo dell'impianto.

5.3.2 Impianto manuale di spegnimento incendio

Lungo la banchinetta di galleria sono predisposti ogni 50 m due attacchi UNI 45 alimentati con tubazione da 4" (DN 100).

In prossimità dei portali di ingresso e uscita della galleria la tubazione sarà coibentata a protezione dal gelo.

5.4 IMPIANTO SOLLEVAMENTO ACQUE CHIARE

La raccolta delle acque è relativa essenzialmente a:

- acque piovane;
- nel solo caso della fermata Rimesse anche delle acque derivanti dall'attivazione degli impianti antincendio.

Sono previsti due aggettamenti in corrispondenza dell'allargio in zona via Libia e presso il sifone di via Cellini; in esso saranno recapitate le acque piovane o di infiltrazione provenienti dalla galleria e dalla zona in trincea.

In galleria ed in trincea il drenaggio delle acque meteoriche è previsto con opere e canalizzazioni realizzate nella sede ferroviaria, in modo coordinato con l'armamento ferroviario.

Il sollevamento delle acque avviene mediante 2 elettropompe sommergibili in acciaio inox adatte per corpi solidi di dimensioni fino a 50 mm, con portata fino a 54 mc/h, e prevalenza 5,5 - 13 m.

La logica di funzionamento prevista è la seguente: al superamento del primo livello si ha l'azionamento della prima pompa. Il superamento del livello "2" (livello massimo) comporta l'azionamento della seconda pompa. In questo ultimo caso un segnale di allarme posto sul quadro elettrico di alimentazione viene riportato al Posto Operatore Remoto per fornisce l'informazione di massimo livello della vasca raggiunto.

Dalla vasca di aggettamento le pompe sommerse condurranno le acque alla cameretta dei pezzi speciali di raccordo alla fognatura.

Per il gruppo in corrispondenza del manufatto di via Libia, l'alimentazione elettrica sarà assicurata mediante un quadro locale di impianto situato nel locale pompe. Dal quadro sarà anche possibile derivare comandi e controlli verso l'impianto di teleoperazioni.

Per il gruppo in corrispondenza del sifone di via Cellini, l'alimentazione elettrica sarà assicurata sempre mediante un quadro locale di impianto situato in adiacenza locale pompe; questo quando è però alimentato da partenza dedicata dal quadro principale della fermata di via Larga. Dal quadro locale sarà anche possibile derivare comandi e controlli verso l'impianto di teleoperazioni.

Le caratteristiche di questi quadri sono analoghe a quelle descritte per gli altri quadri elettrici.

5.5 IMPIANTO CONDIZIONAMENTO LOCALI TECNICI

Per il mantenimento della temperatura interna dei seguenti locali tecnici:

- telecomunicazione;
- trasformazione media-bassa tensione (solo per manufatto Libia);
- quadri elettrici;

caratterizzati da notevole rilascio di calore dovuto alle apparecchiature ivi presenti, saranno previsti condizionatori autonomi del tipo monosplit, funzionanti con gas refrigerante R410A. Gli impianti condizionatori, in esecuzione ridondata al 100%, sono composti da:

- una motocondensante esterna in lamiera d'acciaio zincata e verniciata, con compressore ermetico rotativo ad alta efficienza, batteria di scambio termico e ventilatore elicoidale ad espulsione orizzontale;
- da un'unità interna a parete con filtri rigenerabili;
- tubazioni in rame coibentato e tubazioni di scarico condensa;

La potenza frigorifera, funzione del volume del locale tecnico e delle apparecchiature in esso installate, è riportata sugli elaborati grafici.

5.6 INTERFACCIAMENTO IMPIANTI MECCANICI CON IL SISTEMA DI TELEOPERAZIONI

Sui quadri elettrici, di ciascuno degli impianti meccanici precedentemente descritti, saranno previste in uno scomparto le morsettiere di attestamento dei segnali e dei comandi ad essi relativi. Detti segnali e comandi saranno riportati, tramite cavi multipolari, ad un PLC locale (sarà previsto nella fermata di Rimesse, nella fermata di via Larga, nella postazione remota di aggettamento di via Cellini e nell'allargo di via Libia) e, da questo, tramite cavi a fibra ottica, al Posto Operatore Remoto. Per quanto riguarda le caratteristiche del sistema di trasmissione si veda il capitolo specifico del presente documento (Sistema di teleoperazioni).

6 SOLLEVAMENTO DI FERMATA

Presso le fermate di Rimesse e di via Larga è prevista la realizzazione di un impianto elevatore per i viaggiatori, finalizzato all'abbattimento delle barriere architettoniche rappresentate dalla tipologia di fermata prevista in trincea. L'ascensore sarà ad azionamento elettrico realizzato in

configurazione M.R.L. (Machine Room Less) ossia senza locale macchine con il sistema di azionamento (motore) ubicato all'interno del vano corsa.

La tipologia di cabina prevista è con un solo accesso e la configurazione tipica MRL è realizzata posizionando il quadro elettrico di manovra in corrispondenza della porta di piano al piano banchina. L'alloggiamento di soccorso previsto per ogni fermata è alloggiato presso locali a disposizione.

6.1 CARATTERISTICHE DI ESERCIZIO

Le caratteristiche di esercizio dell'ascensore sarà quello tipico del servizio pubblico ferroviario e metropolitano:

- velocità (salita, discesa): 1,0 m/s;
- attivazione all'inizio del servizio giornaliero;
- disattivazione alla fine del servizio giornaliero;
- durata del servizio giornaliero di circa 20 ore;
- impiego continuativo giornaliero suddiviso in due periodi di 2 ore ciascuno, uno al mattino ed uno alla sera;
- servizio intermittente giornaliero di 16 ore corrispondente ad un ciclo di corse dimezzato rispetto all'impiego continuativo.

7 IMPIANTI SPECIALI

È previsto un sistema audio e video per telecontrollare la galleria (uscite di sicurezza e accessi galleria) e le fermate di superficie di Rimesse e di via Larga dalla postazione del Dirigente Movimento e per consentire il collegamento audio in fonìa con gli utenti in attesa (invio di messaggi di diffusione sonora).

Inoltre, per le due tratte di galleria adiacenti ai locali tecnici del manufatto Libia, è previsto un sistema di sonorizzazione apposito che, mantenendo le stesse caratteristiche tipologiche e funzionali del sistema di fermata, consente la gestione delle gallerie dalla medesima postazione. Il sistema di telecomunicazioni comprende anche una Rete Oraria che, tramite orologi analogici, fornisce l'ora esatta al pubblico e fornisce inoltre il criterio di sincronizzazione agli impianti audio e video, nonché agli altri impianti di stazione.

7.1 IMPIANTO TVCC

L'impianto di Televisione a Circuito Chiuso (TVCC) ha come scopo principale il controllo della galleria e della fermata Rimesse, mediante una distribuzione di telecamere a colori installate in modo da riprendere le zone più significative: banchine, ascensori, uscite di sicurezza galleria e accessi galleria.

Le immagini video sono rese disponibili su appositi monitor a colori installati presso la postazione di controllo del Dirigente di Movimento.

All'operatore sono forniti i comandi per la selezione e la videoregistrazione delle immagini.

7.1.1 Impianto video di fermata e galleria

Sono previste tre telecamere a colori per il controllo di ogni banchina.

Le telecamere sono installate nello stesso senso sulla lunghezza della banchina in modo da inquadrare tutta la banchina e in particolare il fianco del veicolo (carico/scarico passeggeri).

Le telecamere sono collocate su apposite strutture (segnaletica a bandiera, paline, copertura scala, canale luminoso, etc), e sono dotate di una custodia in acciaio satinato e cordone flessibile cromato.

Il controllo video della stazione è completato da tre telecamere a colori per ogni ascensore, che, oltre a controllare l'interno stesso dell'ascensore con la telecamera installata nel cielino della cabina, controllano le zone di imbarco e sbarco, in banchina ed al piano strada.

Le due telecamere che controllano le zone di imbarco e sbarco vengono posizionate in modo da inquadrare ampie zone adiacenti alle porte degli ascensori.

Per la galleria è prevista una telecamera per ogni Uscita di Sicurezza e una telecamera per ognuno dei due accessi di galleria.

In galleria le telecamere sono posizionate su apposito supporto fissato alla parete della galleria. Tutte le telecamere sono di tipo fisso, senza brandeggio e senza zoom motorizzato, per motivi di semplicità gestionale e manutentiva.

Le telecamere, dal punto di vista funzionale, sono dotate di dispositivo di regolazione automatica del guadagno, in modo da consentire la ripresa di immagini di buona qualità anche in presenza di notevoli variazioni di luce (passaggio da illuminazione normale ad illuminazione di emergenza).

Le telecamere sono previste in custodia stagna con supporto di sostegno per montaggio a parete e con passaggio cavi all'interno del supporto stesso.

7.1.1.1 Computer di gestione video

Il sistema permette l'acquisizione, la digitalizzazione e la registrazione delle immagini video ed è dedicato al trattamento ed elaborazione delle immagini, sia a livello hardware che software

Il sistema è strutturato per essere adibito alla videoregistrazione digitale.

Al fine di ottimizzare la capacità di memorizzazione del disco nonché la velocità di trasmissione, è previsto un algoritmo di compressione immagini che operi per variazione tra immagini successive anziché trattare costantemente immagini intere; comunque il rapporto di compressione deve poter essere selezionato e visualizzato.

L'attività delle telecamere, (fase di registrazione, fase di monitoraggio, mancanza segnale video) è segnalata visivamente sul monitor operatore in tempo reale.

Il motion detector, realizzato dal sistema operativo, è in grado di gestire contemporaneamente tutte le telecamere interessate e opzionalmente visualizzare automaticamente, sia sul monitor della stazione remota sia sul monitor locale, la telecamera o le telecamere interessate.

Il motion detector è del tipo programmabile sia per quanto riguarda le dimensioni delle aree che si vogliono coprire sia per quanto concerne la sensibilità delle aree programmate.

Per ciascuna telecamera si può impostare, dal software del sistema, la soglia adeguata del livello di sensibilità del motion e del livello di motion prodotto così da contenere al minimo i possibili falsi allarmi.

La registrazione è attivata ad ogni evento, anche ripetitivo, con un tempo di latenza, al cessato allarme, regolabile e programmabile per ogni singola telecamera da 1/10 di secondo in su; trascorso detto tempo, in assenza di motion, le telecamere si porranno automaticamente in stato di quiete.

Il sistema è provvisto di ingressi ed uscite digitali optoisolate in grado di interagire con le telecamere stesse; la registrazione può quindi essere attivata oltre che dal motion detector anche da ingressi esterni (sensori, centrali allarmi ecc.) correlabili logicamente con le telecamere stesse

sia in condizione di "AND" che di "OR"; ad ogni registrazione, inoltre, può essere abbinato l'invio di un comando verso un attuatore esterno (sirena, combinatore telefonico, accensione luci ecc.). Il sistema assicura, per ogni singola telecamera, una registrazione di almeno 6 immagini al secondo in alta risoluzione (640 x 512 pixel) oltre ad un fermo immagini privo di oscillazioni e sbavature. Il tempo di acquisizione delle immagini sarà comunque programmabile per singola telecamera e parimenti il tipo di risoluzione da adottare.

Il sistema permette:

- programmazione per ogni telecamera del tempo di controllo del motion detector;
- programmazione per ogni telecamera del numero di fotogrammi/secondo registrabili ad ogni evento;
- fasce orarie programmabili differenziate per giorni feriali, festivi ecc. con possibilità di
- variare l'attivazione automatica di ogni singola telecamera e di ogni singola uscita digitale;
- generatore di data, ora, minuto, secondo e calendario perpetuo per la programmazione delle festività;
- abilitazione/disabilitazione automatica dell'ora legale.

Inoltre, il sistema è dotato di:

- rivelatore di mancanza segnale video, posizionamento e oscuramento per ogni telecamera sia locale sia remotizzabile su pannello avvisatore ottico/acustico;
- unità floppy disk per salvataggio immagini decomprese in formato standard BMP/JPEG e/o compresse con relativo software di decompressione, visualizzazione e stampa in formato Windows;
- monitor a colori LCD ad alta risoluzione e mouse;
- almeno 24 ingressi digitali, con possibilità di espansione, configurabili e programmabili secondo le fasce orarie e/o in abbinamento al motion delle singole telecamere;
- almeno 24 uscite digitali, con possibilità di espansione, configurabili e programmabili secondo le fasce orarie e/o in abbinamento al motion delle singole telecamere;
- indicazione in tempo reale della percentuale di disco e di nastro occupato;
- programma statistico sulla prevista durata in giorni/ore del disco.

Le immagini immagazzinate su disco saranno consultabili sul monitor operatore tramite semplici comandi da effettuarsi col mouse su una interfaccia grafica; sarà inoltre indicata per ogni singola immagine la telecamera, la descrizione ed il numero della stessa, data ora minuto e secondo della registrazione.

In fase di consultazione delle immagini registrate deve essere possibile, a discrezione, effettuare i necessari ingrandimenti (zoom multipli) e le eventuali correzioni di contrasto e luminosità, muovere i semiquadri pari e dispari, impostare l'equalizzazione istografica, elaborare i filtri alti e bassi al fine di migliorare la qualità anche di immagini mosse o "sporche".

L'accesso al sistema può, a scelta del gestore, essere reso possibile tramite parola chiave che, a seconda del grado di autorizzazione, potrà consentire le seguenti funzionalità:

- operazioni di programmazione: configurazione delle zone di motion, determinazione delle fasce orarie, attivazione/disattivazione delle telecamere, qualità della risoluzione e

impostazione degli altri parametri programmabili (autoiris, frequenza di acquisizione, frequenza di controllo del motion detection, temporizzazione dei ciclici etc);

- operazioni utente: visualizzazione dei motion, delle anomalie e delle immagini, intere o in "quad split" a gruppi di 4 telecamere, singole o in ciclico (facoltativamente il sistema permette la visualizzazione ciclica delle sole telecamere in registrazione), attivazione/disattivazione della registrazione, consultazione delle registrazioni sia su H.D. che da nastro, attivazione della registrazione su floppy disk sia in formato BMP/JPEG che in formato film, operazioni di ottimizzazione delle immagini registrate (contrasto, luminosità, deinterlacciamento, zoom, equalizzazione, filtri ecc.) e stampa.

Ogni operazione/comando eseguito dal sistema è memorizzato in un file di "LOG degli eventi" per permettere di controllare quali operazioni sono state eseguite, quando e quale operatore era al momento attivo.

Tutte le operazioni possibili sia dal configuratore/supervisore che dall'operatore/utente sono chiaramente descritte in dettagliati manuali utente e configuratore.

Il sistema è predisposto (con le opportune opzioni hardware e software) per un collegamento remoto su qualsiasi tipo di mezzo trasmissivo (linea telefonica commutata PSTN o cellulare, ISDN, ADSL, HDSL e/o Ethernet TCP/IP, ecc.), e gestisce automaticamente anche una eventuale linea di back-up in caso di caduta della linea primaria, al fine di ottenere una centralizzazione delle immagini.

È possibile programmare di quali telecamere ed in quali fasce orarie inviare le immagini al Dirigente Movimento. Inoltre, è possibile dal centro accedere al sistema remoto e ricercare immagini pregresse già registrate di una o più telecamere e richiederne l'invio al centro. Le operazioni sopra descritte non interrompono la registrazione locale del sistema periferico.

Inoltre, il sistema Periferico, in modalità Web server locale o tramite rete Internet, consente ad un qualsiasi Personal Computer remoto, tramite protocollo HTTP, o applicativo TCP/IP la visualizzazione delle immagini attuali o pregresse, dello stato degli ingressi (allarmi) e la possibilità di forzare eventuali uscite (attuatori), muovere telecamere e scaricare sequenze registrate.

7.1.2 Funzionalità delle postazioni operatore

Esistono due postazioni operatore con le seguenti funzionalità:

Operatore (localmente)

Gestione video

- selezione telecamere (tramite mappa video o apposito sistema videografico);
- impostazione cicli;
- impostazione numero e dimensione finestre su monitor per visualizzazione immagini.

Videoregistrazione

- avvio / arresto videoregistrazione manuale;
- consultazione archivio (sola lettura) e visualizzazione registrazioni.

Allarmi

- Interfaccia grafica allarmi sia di sistema che di altri impianti (al sorgere di un allarme si attiverà una suoneria e si illuminerà, lampeggiando, la specola relativa; una volta

ricosciuto l'allarme, cliccando col mouse, si spegnerà la suoneria e la specola si illuminerà a luce fissa).

Manutentore (localmente)

Tramite opportuna password il manutentore può, tramite la stessa postazione dell'operatore periferico, compiere le seguenti operazioni:

- configurazione telecamere (parametrizzazione);
- configurazione videoregistrazione;
- configurazione allarmi / interfaccia grafica;
- configurazione motion;
- configurazione parametri di trasmissione;
- configurazione parametri di sistema.

Operatore remoto (Dirigente Movimento)

L'operatore di Posto Centrale riassume le funzioni sia dell'operatore che del manutentore locali ed inoltre ha la possibilità di stampare le immagini.

Posizionamento telecamere

L'ubicazione esatta delle telecamere, il loro orientamento, l'altezza dal suolo e l'ottica da impiegare saranno determinati sul campo in fase di installazione.

La disposizione delle telecamere viene determinata tenendo conto anche dei seguenti fattori:

- condizione media di illuminamento della zona da riprendere;
- posizione dei corpi illuminanti;
- possibilità di accedere agevolmente per gli interventi di manutenzione.

7.1.3 Interfacciamento con impianto di teleoperazioni

I principali allarmi di sistema (mancanza alimentazione, manomissione telecamere, etc) sono riportati con interfaccia on-off su morsettiera, e quindi portati con cavi multipolari ai PLC locali delle fermate di Rimesse e via Larga, dell'aggottamento remoto di via Cellini e del manufatto Libia, per il successivo riporto, tramite il sistema di teleoperazioni, alla postazione operativa remota (Dirigente Movimento).

7.2 SISTEMA DI TRASMISSIONE VIDEO

La trasmissione delle immagini video delle fermate Rimesse e via Larga, al computer di gestione video del manufatto Libia (dove vengono elaborate e, quindi inviate alla postazione operativa del Dirigente di Movimento e/o visualizzate da un operatore locale), viene realizzata tramite un sistema di trasmissione su fibra ottica.

Il sistema di trasmissione è realizzato con 20 coppie trasmettitore/ricevitore monocanale: 12 coppie sono utilizzate per la trasmissione del segnale video (una coppia per ogni telecamera), 2 coppie per la trasmissione dell'audio di stazione, 2 coppie per l'allarme cumulativo di manomissione telecamere e 4 coppie sono utilizzate come scorta.

Ogni trasmettitore e/o ricevitore è del tipo a scheda e ogni complesso di 20 Tx/Rx è alloggiato in un rack da 22" installato all'interno dell'armadio video.

Ogni trasmettitore/ricevitore è dotato di ingresso per fibra ottica connettorizzata e di uscita per cavo coassiale RG59, più una uscita ausiliaria per doppino telefonico (diametro max 0,9).

Ogni rack è dotato di proprio alimentatore per la distribuzione dell'alimentazione ai trasmettitori/ricevitori; l'alimentazione primaria ai complessi Tx/Rx, viene ricavata dai quadri elettrici generali di stazione.

Il collegamento tra le componenti del sistema di trasmissione, viene realizzata con un cavo a 30 fibre ottiche multimodali; ogni coppia Tx/Rx utilizza una singola fibra ottica.

7.3 IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA

L'impianto audio ha lo scopo di sonorizzare i Locali Tecnici del manufatto Libia, le fermate Rimesse e via Larga e la galleria, onde permettere la diffusione di annunci, da parte dell'operatore. I messaggi sono effettuati dalla postazione operativa presenziata dall'Esercente nell'ambito del Dirigente Movimento tramite consolle audio (microtelefono con tastiera associata), l'operatore può scegliere tra la chiamata generale (stazione più galleria), la chiamata sulla singola stazione, sulla sola galleria.

Dalla postazione locale delle fermate di Rimesse e di via Larga, possono essere effettuati annunci sulle rispettive fermate.

Nelle fermate le zone sonorizzate sono tutte le zone di accesso al pubblico (banchine, atri, ascensori, passaggi, ecc.). In accordo alle prescrizioni del D.M. del 11/01/88, sono inoltre sonorizzate le gallerie e tutte le zone (locali tecnologici od accessori), dove può essere presente, anche saltuariamente, personale di gestione o di manutenzione.

7.3.1 Prestazioni

L'impianto è progettato per assicurare in tutte le zone sonorizzate, una buona intelligibilità del parlato, pari a un ALCONS inferiore al 10% o ad un RASTI superiore a 0,5.

L'impianto è inoltre dimensionato in modo da poter garantire ovunque una pressione sonora di campo diretto (ad altezza 1,60 m da terra) pari a 85 dB minimi, e maggiore di 20 dB rispetto al rumore ambiente ipotizzato; nei casi in cui il livello sonoro dovesse risultare alla prova dei fatti eccessivo, il sistema consente una taratura del volume sia localmente (mediante adozione di diverso rapporto di trasformazione sui trasformatori di accoppiamento dei diffusori), sia centralmente (regolando l'amplificazione).

7.3.2 Diffusione sonora delle fermate Rimesse e via Larga

Nelle fermate di Rimesse e di via Larga, la sonorizzazione degli ambienti è realizzata generalmente mediante altoparlanti a membrana; la loro disposizione, il loro numero e la relativa tipologia sono desumibili dai disegni distributivi di progetto.

Nei locali tecnici, ed in genere nelle zone non aperte al pubblico, la distribuzione dei cavi, per quanto non compreso nelle principali vie cavi, è a vista (con protezione in tubo metallico in classe zero di reazione al fuoco) e gli altoparlanti sono alloggiati in apposite cassette per montaggio a vista.

Nelle zone aperte al pubblico, gli altoparlanti sono invece previsti inseriti nelle finiture in modo da ottenere un buon risultato estetico globale, (ad es. incassati nelle controsoffittature, nella fascia segnaletica o nei canali luminosi), e in particolare senza cavi e tubazioni a vista.

Il collegamento dei diffusori di banchina ai vari amplificatori è realizzato, in modo alternato o "a quinconce", ossia facendo in modo che diffusori adiacenti non vengano pilotati dallo stesso amplificatore: in tal modo, in caso di caduta di una linea di altoparlanti, la banchina invece di

rimanere completamente non sonorizzata, resta servita in modo degradato, rimanendo attivo un altoparlante ogni due.

7.3.3 Diffusione sonora di galleria

La galleria è sonorizzata con trombe da 6 W, posizionate su un lato della galleria, montate in coppia (una a 180° rispetto all'altra e collegate in controfase) e con un cadenzamento di circa 25 metri (tra una coppia e l'altra) e collegate in modo alternato a due distinte linee di amplificazione, in modo da garantire, anche in caso di fuori servizio di una di esse, una sufficiente copertura, seppur in condizioni di degrado.

7.3.4 Criteri di installazione dei diffusori

Il collegamento dei diffusori deve essere effettuato utilizzando delle cassette di derivazione per ricavare, dal cavo principale, il cavo secondario destinato al singolo diffusore; non è ammesso, in generale, utilizzare una sola cassetta per più diffusori (uscendo quindi da essa con più cavi secondari).

Nei casi di diffusori accoppiati (trombe di galleria), deve essere prevista una cassetta di derivazione / sezionamento ad altezza massima di 1,50 m, ed una seconda cassetta (unica per i due diffusori) posta più in alto in corrispondenza della coppia di trombe.

Le cassette di distribuzione devono essere posizionate ad altezza tale da rendere agevole la manutenzione, e devono riportare sul coperchio una apposita targhetta identificativa (del tipo: Impianto Diffusione Sonora, Linea "X", Diffusore "Y").

Le cassette di derivazione sia di stazione che di galleria sono dotate di morsetti sezionabili.

Non sono ammesse giunzioni lungo i cavi, se non nelle apposite cassette di distribuzione.

I diffusori di stazione, previsti incassati nel canale luminoso, devono essere inseriti in apposite aperture ricavate nello stesso e protetti da mascherina frontale metallica inox oppure verniciata con colore RAL secondo indicazione della D.L.

7.3.5 Alimentazione

Il quadro elettrico (Q.E.) destinato alle telecomunicazioni e posizionato nell'omonimo locale, è alimentato, con cavo bipolare, a 230 V-50 Hz dal quadro elettrico generale di stazione sotto la linea di emergenza.

Dal Q.E. suddetto sono derivate all'armadio Diffusione Sonora due linee distinte che alimentano ognuna un convertitore 230 V/24 Vcc.

Ciascuna utenza, sia a livello 230 V che a livello 24 Vcc, è protetta da un interruttore magnetotermico dedicato. È prevista inoltre una protezione con differenziale a livello 230 V.

L'impianto Diffusione Sonora, DS, è inoltre dotato di una alimentazione di emergenza dedicata, derivata da una batteria con autonomia di 2 ore con sistema di commutazione automatica.

All'interno dell'armadio DS è previsto un pannello, dotato di relative protezioni e sezionamenti, di alimentazione delle utenze a 24 Vcc a sua volta alimentata dai due convertitori sopraccitati tramite selettore automatico; dal quadro elettrico a 24 Vcc è derivata inoltre l'alimentazione per un doppio convertitore (24 Vcc/±12 V/+5 V) che alimenta l'elettronica dell'impianto.

Per le batterie, oltre ad essere previsto un sistema di ricarica / mantenimento, è presente una circuiteria che realizza le seguenti funzioni:

- preallarme scarica batteria
- stacco batteria per minima tensione

- allarme batteria scarica

Tali segnalazioni sono riportate sul pannello della stazione d'energia.

7.3.6 Interfacciamento con impianto di teleoperazioni

I principali allarmi di sistema (mancanza alimentazione, etc) sono riportati con interfaccia on-off su morsettiera, e quindi portati con cavi multipolari ai PLC locali delle fermate Rimesse e via Larga, dell'aggottamento remoto di via Cellini e del manufatto Libia, per il successivo riporto, tramite il sistema di teleoperazioni, alla postazione operativa remota (Dirigente Movimento).

7.4 RETE ORARIA

L'impianto Orologi è costituito da un sistema di orologi elettrici comandati da un orologio pilota che governa, mediante impulsi cadenzati, gli orologi e fornisce a tutti gli enti che necessitano dell'ora esatta, il segnale di sincronismo.

7.4.1 Descrizione funzionale

L'impianto Orologi ha una doppia funzione: la prima è quella di fornire agli utenti e al personale dell'Esercente l'indicazione dell'ora, per mezzo di orologi distribuiti lungo le banchine delle stazioni; la seconda è quella di fornire agli impianti locali (TVCC, DS, etc) che necessitano dell'ora esatta, il segnale di sincronismo orario.

La correttezza dell'ora è assicurata dal fatto che il segnale orario è ricavato via radio, sintonizzandosi su apposita stazione trasmittente a livello europeo (Francoforte e/o Prangines).

La struttura del sistema orologi è basata sulla centrale oraria master, installata nella fermata Rimesse, che viene sincronizzata via radio; la centrale master a sua volta sincronizza (tramite collegamento via cavo) con la centrale slave che sarà installata nella fermata Via Larga.

In caso di caduta accidentale della radiosincronizzazione, la centrale oraria ha comunque un orologio al quarzo ad elevata precisione che assicura il perdurare della correttezza dell'ora.

8 SISTEMA DI TELEOPERAZIONI

Il sistema di Teleoperazioni, di tipo "informatico", effettua la gestione dalla postazione Dirigente Movimento di posto centrale, degli impianti delle fermate Rimesse e via Larga e del manufatto Libia.

In particolare, il sistema è in grado di integrare in un unico ambiente operativo le diverse funzioni necessarie per il governo remoto dei sottosistemi.

Gli impianti gestiti dal sistema di Teleoperazioni sono:

- per il manufatto in zona via Libia: Quadro Generale, Ventilazione, Gruppo Statico di Continuità, Cabina Elettrica, Centralina di controllo temperatura in galleria, Diffusione Sonora, aggottamento e TVCC;
- per le fermate di Rimesse e di via Larga: ascensore e centralina di rivelazione fumi;

Si vedano anche i paragrafi relativi agli impianti su elencati, per l'interfacciamento con l'impianto di Teleoperazioni.

Il sistema è completo di tutte le apparecchiature per il governo di tutti gli enti di campo e occorrenti a garantire la funzionalità dell'impianto come di seguito precisato (compresi i cavi multipolari e seriali di interfacciamento con tutti gli impianti e le apparecchiature di campo).

La struttura del sistema di Teleoperazioni informatico è del tipo distribuito e l'architettura hardware organizzata a livelli.

Pertanto, l'architettura del sistema comprende:

- una postazione operatore (workstation) presso il locale del Dirigente Movimento, costituita da un'unità di elaborazione e presentazione delle informazioni acquisite dal campo (Server e Client); una unità di sola presentazione delle informazioni (Client) presso il locale tecnico del manufatto Libia, ad uso manutentivo;
- la rete di comunicazione dati;
- unità periferiche intelligenti;
- schede di I/O, per l'interfacciamento con gli enti e gli impianti controllati.

8.1 FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA

Il sistema ha le seguenti funzionalità operative:

- acquisizione stati e allarmi dai sottoimpianti;
- presentazione a video dello stato corrente di stati / allarmi;
- gestione dei comandi e dei rispettivi telecontrolli;
- possibilità di comandi multipli (configurabili): per effettuare, con un'unica operatività, lo stesso comando su più enti similari;
- possibilità di comandi complessi (configurabili) per effettuare, con un'unica operatività, più comandi di vario tipo su enti diversi;
- gestione condizione "impianto n-esimo in manutenzione";
- memorizzazione degli eventi;
- memorizzazione dei comandi;
- presentazione a video, in modo strutturato, degli eventi trascorsi e dei comandi effettuati;
- stampa su carta, in modo strutturato, degli eventi trascorsi e dei comandi effettuati;
- possibilità di automatismi (configurabili) per correlare comandi a eventi o a combinazioni di eventi (mediante equazioni di tipo logico), tali automatismi devono essere previsti sia del tipo completamente automatico, sia del tipo automatico ma previo consenso dell'operatore;
- associazione di data e ora ad ogni evento e comando;
- sincronizzazione dell'orologio interno con l'orologio di sistema o, in alternativa per guasto, con "l'ora esatta" via radio.

Il sistema è dotato di autodiagnostica di tutta la rete di PLC e di tutti gli apparati di controllo centralizzato: tramite pagine grafiche dedicate, è visualizzato lo stato di funzionamento di tutto il sistema, compresi i collegamenti dati. È inoltre differenziata graficamente la situazione di posto periferico in allarme, dalla condizione di posto periferico non raggiungibile.

Il sistema di Teleoperazioni è progettato e realizzato, sia come hardware, sia come software, in modo da garantire un'elevata affidabilità e un'elevata robustezza nei confronti di situazioni

particolari (caduta temporanea dell'alimentazione, problemi temporanei sulle linee di comunicazione o sulle apparecchiature del sistema).

L'acquisizione stati e allarmi avviene su base evento, ossia in occasione del cambiamento di stato del segnale interessato; è comunque prevista anche la modalità automatica di completa rilettura dello stato corrente degli impianti.

8.2 INTERFACCIA OPERATORE

L'interfaccia operatore è completamente di tipo grafico e a colori, di tipo gerarchico a penetrazione successiva, con i vari impianti organizzati su sinottici grafici.

Tale ambiente di lavoro permette all'operatore di visualizzare simultaneamente diversi grafici per poter analizzare il funzionamento globale degli impianti, oppure visualizzare grafici associati ad allarmi senza dover interrompere eventuali procedure di lavoro in corso di elaborazione.

Tutti gli impianti, per quanto applicabile, sono rappresentati a video mediante mappe grafiche.

Per distinguere tra le funzioni a disposizione del normale operatore e quelle riservate ad altri, come ad esempio il manutentore dell'impianto, sono previsti appositi livelli raggiungibili solo con l'ausilio di chiavi software dedicate.

Per evitare blocchi e/o impieghi impropri del sistema, l'interfaccia operatore è "a prova di errore", ossia ogni operatore, a seconda del proprio livello di abilitazione, può eseguire solo le azioni per cui è abilitato e il sistema, anche a fronte di azioni (come la pressione contemporanea di più tasti) non previste, non si deve bloccare.

È prevista una funzione HELP (di tipo contestuale) di aiuto all'operatore. La funzione di Help, oltre a fornire altre informazioni, a fronte di ogni allarme presenta automaticamente all'operatore le informazioni su cosa fare.

Le diverse azioni di configurazione, gestione, etc, del sistema sono eseguibili anche dalle postazioni operatore previo il raggiungimento, per mezzo di password, del corretto livello di abilitazione.

Sono previste semplici e intuitive, ma fondamentali, procedure di riconoscimento di segnalazioni e allarmi.

Sono previste anche la classificazione dei controlli, la evidenziazione delle discordanze, la storizzazione dei dati e la possibilità di eseguirne analisi statistiche, stampa e esportazione nei formati più diffusi di foglio elettronico.

8.3 APPARECCHIATURE (HW) E SW DI SISTEMA

Il sistema di Teleoperazioni è basato su apparecchiature e su moduli software di tipo consolidato, ossia con numerose applicazioni in campo industriale od equivalente, e di tipologia il più possibile standard.

Ciò vale per:

- hardware di elaborazione;
- hardware di interfaccia con il campo;
- software di base (sistema operativo e altri prodotti commerciali);
- software applicativo.

L'architettura HW del sistema prevede una postazione operatore per il Dirigente Movimento, una postazione operatore aggiuntiva presso il manufatto di Libia, armadi apparati presso il manufatto

di via Libia e le fermate di Rimesse e di via Larga a cui si interfacciano gli impianti; ci sono inoltre le reti di cavi che realizzano le necessarie interconnessioni.

Per assicurare la proporzionata garanzia di funzionamento, sia la parte relativa ai collegamenti tra le fermate (fibra ottica), sia la parte relativa alla elaborazione e gestione (CPU, etc) sono opportunamente ridondati.

Le postazioni operatore sono realizzate con Personal computer di tipo industriale, quindi con la dovuta robustezza e affidabilità tipica delle macchine industriali; le loro configurazioni HW (Hard Disk, RAM, Multimedialità, etc) sono opportunamente proporzionate (con margine) al compito di ciascuna.

Il Personal computer installato presso il Dirigente Movimento svolge la doppia funzione di Server di sistema e di Client, mentre il personal computer installato presso il manufatto di Libia svolge la mera funzione di Client. Le alimentazioni dei personal computer sono garantite da opportuno gruppo di continuità (alimentazione di almeno due ore in assenza di rete elettrica).

Gli armadi per gli apparati installati presso il Dirigente Movimento e le fermate di Rimesse e via Larga con le appropriate caratteristiche meccaniche e funzionali, contengono:

- morsettiere di campo;
- Cpu ridondate, moduli di comunicazione (sia Ethernet con le necessarie ridondanze, sia seriali), gestori di scambio ridondati, hub/switch, schede di I/O analogici e digitali per il collegamento con gli impianti di fermata;
- Alimentatori e gruppo di continuità per assicurare il funzionamento del sistema per almeno 2 ore in assenza di rete elettrica (230 Vac).

Un altro componente HW del sistema è costituito dalla rete cavi che possiamo così sinteticamente descrivere:

- Rete di comunicazione
 - Ethernet ridondata su fibra ottica multimodale in collegamento tra le fermate;
 - LAN locale presso il Dirigente di Movimento e presso il manufatto di Libia.
- Rete Cavi da/per sottoimpianti (tra armadio e sottoimpianti di fermata, di fornitura a carico di ogni sottoimpianto)
 - Cavi multipolari per comandi;
 - Cavi multipolari per controlli;
 - Cavi seriali (da/per i sottoimpianti dotati di porte e meccanismi di comunicazione seriali).

Il limite di interfacciamento tra il sistema di Teleoperazioni e i sottoimpianti gestiti è costituito dalle morsettiere di attestazione cavi da/per sottoimpianti contenute negli armadi apparati. Si vedano anche i paragrafi relativi ai sottoimpianti gestiti.

8.4 INTERFACCIAMENTO IMPIANTI CON IL SISTEMA DI TELEOPERAZIONI

Sui quadri elettrici generale, del gruppo di continuità e degli impianti meccanici e di telecomunicazione di ogni fermata, saranno previste in uno scomparto le morsettiere di attestamento dei segnali e dei comandi relativi agli impianti sopra citati e descritti negli specifici paragrafi del presente documento.

In generale si prevedono interfacce di tipo on-off, per ragioni di semplicità di gestione e manutenzione.

I segnali saranno riportati, tramite cavi multipolari distinti per comandi e controlli, da ciascun quadro d'impianto all'armadio di teleoperazioni di fermata.

8.5 ELENCO TELECOMANDI E TELECONTROLLI

8.5.1 ELENCO TELECOMANDI

- Manufatto Libia
 - Quadro generale
 - Accensione luce normale e luce riserva galleria
 - Spegnimento luce normale e luce riserva galleria
 - Accensione luce sussidiaria galleria
 - Spegnimento luce sussidiaria galleria
 - Ventilazione
 - Locali tecnici
 - Marcia acceleratori
 - Arresto acceleratori
- Fermate di Rimesse e via Larga
 - Quadro generale
 - Accensione luce normale e luce emergenza fermata
 - Spegnimento luce normale e luce emergenza fermata
 - Accensione luce emergenza fermata
 - Spegnimento luce emergenza fermata
 - Portoni di chiusura fermata
 - Comando apertura (per ciascun portone)
 - Comando chiusura (per ciascun portone)

8.5.2 ELENCO TELECONTROLLI

- Manufatto Libia
 - Quadro generale
 - Luce normale e riserva galleria accesa
 - Luce normale e riserva galleria spenta
 - Luce sussidiaria (normale) galleria accesa
 - Luce sussidiaria (normale) galleria spenta

- Mancanza tensione interruttori generali arrivo linee
- Gruppo statico di continuità
 - Gruppo di continuità in funzionamento corretto
 - Anomalia generale
 - Funzionamento su by- pass automatico
 - Funzionamento su by- pass manuale
 - Fine scarica batteria
- Cabina elettrica
 - Interruttore linea aperto
 - Interruttore linea chiuso
 - Interruttore alimentazione trafo 1 aperto
 - Interruttore alimentazione trafo 1 chiuso
 - Allarme temperatura trafo 1
- Ventilazione
 - Locali tecnici
 - Marcia acceleratore (per ciascun acceleratore)
 - Arresto acceleratore (per ciascun acceleratore)
 - Mancanza tensione quadro elettrico
- Impianto controllo temperatura in galleria
 - Presenza tensione centralina antincendio
 - Mancanza tensione centralina antincendio
 - Allarme incendio galleria
 - Allarme incendio locali
- Impianti di telecomunicazione (TVCC, DS, Rete Oraria)
 - allarmi vari
- Impianto di aggotamento
 - presenza tensione sul QE
 - allarme livello massimo
 - scatto termica pompa 1
 - scatto termica pompa 2
- Fermata di Rimesse e via Larga
 - Quadro elettrico
 - Luce normale ed emergenza di fermata accesa

- Luce normale ed emergenza di fermata spenta
- Luce emergenza fermata accesa
- Luce emergenza di fermata spenta
- Presenza tensione interruttori generali
- Mancanza tensione interruttori generali
- Gruppo statico di continuità
 - Gruppo di continuità in funzionamento corretto
 - Anomalia generale
 - Funzionamento su by- pass automatico
 - Funzionamento su by- pass manuale
 - Fine scarica batteria
- Portoni di chiusura fermata
 - Portone aperto (per ciascun portone)
 - Portone chiuso (per ciascun portone)
 - Guasto motorizzazione (per ciascun portone)
- Impianto ascensori
 - allarmi vari
- Impianti di telecomunicazione (TVCC, DS, Rete Oraria)
 - allarmi vari
- Impianto aggettamento posto in corrispondenza del sifone di via Cellini
 - presenza tensione sul QE
 - allarme livello massimo
 - scatto termica pompa 1
 - scatto termica pompa 2

9 APPENDICE: ESEMPIO CALCOLO ILLUMINOTECNICO PERCORSO CICLOPEDONALE