

Provincia di Cuneo  
 S.S. 28 del Colle di Nava  
 Lavori di realizzazione della Tangenziale di Mondovì con collegamento alla S.S. 28 Dir – 564 e al casello A6 "Torino–Savona" – III Lotto (Variante di Mondovì)

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. TO08

PROGETTAZIONE: RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	MANDATARIA: 	MANDANTI:  
IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:  <i>Ing. Andrea Renso – TECHNITAL          Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413</i>	IL PROGETTISTA: <i>Ing. Andrea Renso          Ordine Ingegneri Verona n. A2413</i>	
IL GEOLOGO:  <i>Geol. Emanuele Fresia – TECHNITAL          Ordine Geologi Veneto n. A501</i>	GRUPPO DI PROGETTAZIONE: COORDINAMENTO PROGETTAZIONE E PROGETTAZIONE STRADALE: <i>Ing. Carlo Vittorio Matildi – MATILDI + PARTNERS          Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. 6457/A</i> COORDINAMENTO PROGETTAZIONE E COORDINATORE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE: <i>Ing. Edoardo Piccoli – TECHNITAL          Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A3381</i>	
IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:  <i>Ing. Paolo Barrasso – MATILDI + PARTNERS          Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A9513</i>	OPERE D'ARTE MAGGIORI GALLERIA: <i>Ing. Corrado Pesce – TECHNITAL          Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A1984</i> OPERE D'ARTE MAGGIORI PONTI E MINORI: <i>Ing. Stefano Isani – MATILDI + PARTNERS          Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A4550</i>	
VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:  <i>Ing. Giuseppe Danilo Malgeri</i>	GEOTECNICA: <i>Ing. Alessandro Rizzo – TECHNITAL          Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. A19598</i> IDROLOGIA ED IDRAULICA: <i>Ing. Simone Venturini – TECHNITAL          Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2515</i>	
PROTOCOLLO:	DATA:	

19 – IMPIANTI TECNOLOGICI

Relazione tecnica impianti

CODICE PROGETTO 		NOME FILE 19.02_P00_IM00_IMP_RE02_B		Progr. ELAB. 19.02	REV. 	SCALA: -
		CODICE ELAB. 				
D						
C						
B	ISTRUTTORIA ANAS	Mag. 2020	Technital	Ampezzan	Piccoli	Renso
A	EMISSIONE A	Mar. 2020	Technital	Ampezzan	Piccoli	Renso
REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
1.1	Oggetto del documento .....	1
1.2	Progettazione degli impianti .....	1
1.3	Ambiti di pertinenza degli impianti.....	1
1.4	Inquadramento normativo della galleria naturale .....	2
1.5	Inquadramento normativo della galleria artificiale .....	3
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>4</b>
2.1	Norme di carattere generale.....	4
2.2	Norme elettriche di carattere generale .....	4
2.3	Norme elettriche specifiche .....	4
2.4	Norme impianti di cabina e di messa a terra.....	4
2.5	Norme impianti di illuminazione .....	5
2.6	Norme Quadri elettrici MT.....	6
2.7	Norme Quadri elettrici BT .....	6
2.8	Norme rifasamento degli impianti BT .....	6
2.9	Norme impianti reti telematiche .....	7
2.10	Norme impianti rivelazione automatica di fumi ed incendio .....	7
2.11	Norme impianti di diffusione sonora .....	9
2.12	Norme impianti TV.CC e controllo accessi .....	9
2.13	Norme impianti antifurto e antintrusione.....	9
2.14	Norme impianti di telecontrollo e supervisione .....	10
2.15	Norme per la sicurezza in galleria .....	10
2.16	Norme antincendio di galleria .....	11
2.17	Prodotti da Costruzione .....	12
2.18	Norme per rifiuti materiale elettrico .....	12
2.19	Qualità dei materiali.....	13
<b>3</b>	<b>DOTAZIONE IMPIANTISTICA DI PROGETTO .....</b>	<b>14</b>

3.1	Cabina Est .....	14
3.2	Cabina Ovest .....	15
3.3	Galleria naturale e cunicolo di fuga .....	15
3.4	Galleria artificiale.....	16
3.5	Viabilità e rotatoria lato est (imbocco est galleria naturale).....	16
3.6	Viabilità di imbocco ovest galleria naturale .....	16
3.7	Viadotto e collegamento tra le 2 gallerie.....	16
3.8	Viabilità lato ovest fino al raccordo con la rotatoria esistente .....	17
3.9	Rotatorie asse secondario .....	17
<b>4</b>	<b>PARAMETRI TECNICI DI PROGETTO .....</b>	<b>18</b>
4.1	Impianti di alimentazione elettrica .....	18
4.2	Caratteristiche del sistema di media tensione .....	18
4.3	Caratteristiche del sistema di bassa tensione - reti normale e privilegiata .....	19
4.4	Caratteristiche del sistema di bassa tensione - rete continuità assoluta.....	19
4.5	Stima della potenza elettrica di allacciamento.....	19
4.6	Cadute di tensione .....	20
4.7	Temperature di riferimento e declassamenti per il calcolo delle portate dei cavi.....	20
4.8	Tipologie dei cavi specifiche di posa.....	20
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE IMPIANTI CABINA ELETTRICA EST.....</b>	<b>22</b>
6.1	Ubicazione ed ambiti di pertinenza.....	22
6.2	Schema di impianto .....	22
6.3	Quadro di media tensione 15 kV QMT-E.....	24
6.4	Trasformatori MT/BT .....	25
6.5	Quadro elettrico generale BT QGBT-E .....	26
6.6	Quadro di rifasamento automatico .....	27
6.7	Gruppo statico di continuità (UPS).....	27
6.8	Quadro continuità assoluta .....	28
6.9	Quadro ventilazione QVE-Est .....	29
6.10	Quadro illuminazione di galleria imbocco Est.....	31

6.11	Soccorritore 110Vcc e quadro servizi ausiliari di cabina .....	32
6.12	Gruppo elettrogeno .....	33
6.13	Impianto di terra ed equipotenziali.....	34
<b>7</b>	<b>DESCRIZIONE IMPIANTI CABINA ELETTRICA OVEST .....</b>	<b>36</b>
7.1	Ubicazione ed ambiti di pertinenza.....	36
7.2	Schema di impianto .....	36
7.3	Quadro di media tensione 15 kV QMT-0 .....	38
7.4	Trasformatori MT/BT.....	39
7.5	Quadro elettrico generale BT QGBT-0 .....	40
7.6	Quadro di rifasamento automatico .....	41
7.7	Gruppo statico di continuità (UPS).....	41
7.8	Quadro continuità assoluta .....	42
7.9	Quadro ventilazione QVE-Ovest.....	43
7.10	Quadro illuminazione di galleria imbocco Ovest.....	45
7.11	Soccorritore 110Vcc e quadro servizi ausiliari di cabina .....	46
7.12	Gruppo elettrogeno .....	47
7.13	Impianto di terra ed equipotenziali.....	48
7.13.1	Collegamento a terra dello schermo dei cavi MT .....	49
<b>8</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DI GALLERIA NATURALE .....</b>	<b>50</b>
8.1	Cavidotti e vie cavo .....	50
8.2	Linee cavo di alimentazione.....	51
8.3	Impianti di illuminazione .....	51
8.3.1	Calcolo illuminotecnico .....	52
8.3.2	Illuminazione permanente.....	52
8.3.3	Illuminazione di rinforzo .....	53
8.3.4	Illuminazione di emergenza .....	53
8.3.5	Sistema di regolazione .....	53
8.3.6	Illuminazione di evacuazione .....	54
8.3.7	Illuminazione dei cunicoli di fuga .....	54
8.4	Impianti di ventilazione .....	55
8.4.1	Ventilatori .....	55
8.4.2	Comando.....	55

8.4.3	Rilevazione ambientale.....	56
8.5	Impianti di videosorveglianza.....	56
8.5.1	Funzioni.....	56
8.5.2	Descrizione.....	57
8.5.3	Trasmissione dei segnali.....	57
8.5.4	Apparati.....	57
8.5.5	Unità di controllo video.....	58
8.6	Impianti di Rivelazione incendio.....	58
8.6.1	Descrizione.....	58
8.7	Armadi SOS.....	59
8.8	Trasmissione radio.....	59
8.8.1	Descrizione.....	59
8.9	Impianto di diffusione sonora per evacuazione.....	60
8.9.1	Descrizione.....	61
8.10	Segnaletica e gestione traffico.....	62
8.10.1	Comando traffico.....	62
8.10.2	Segnaletica luminosa.....	63
<b>9</b>	<b>DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DI GALLERIA ARTIFICIALE.....</b>	<b>65</b>
9.1	Cavidotti e vie cavo.....	65
9.2	Linee cavo di alimentazione.....	66
9.3	Impianti di illuminazione.....	66
9.3.1	Calcolo illuminotecnico.....	67
9.3.2	Illuminazione permanente.....	67
9.3.3	Illuminazione di rinforzo.....	67
9.3.4	Illuminazione di emergenza.....	68
9.3.5	Sistema di regolazione.....	68
9.3.6	Illuminazione di evacuazione.....	68
9.4	Impianti di ventilazione.....	68
9.5	Impianti di videosorveglianza.....	69
9.6	Impianti di Rivelazione incendio.....	69
9.7	Armadi SOS.....	69
9.8	Trasmissione radio.....	69
9.9	Impianto di diffusione sonora per evacuazione.....	69
9.10	Segnaletica e gestione traffico.....	69

---

<b>10</b>	<b>SISTEMA DI TELECONTROLLO .....</b>	<b>70</b>
10.1	Scopo dei sistemi di controllo .....	70
10.2	Plc di controllo della galleria e ridondanza.....	71
10.3	Tipologia delle reti .....	72
10.4	Realizzazione della rete di comunicazione .....	72
10.5	Protocolli di comunicazione utilizzati.....	73
10.6	Elenco punti I/O .....	73

# 1 PREMESSA

## 1.1 Oggetto del documento

Oggetto della presente relazione, allegata alla documentazione di Progetto Definitivo, è la descrizione degli impianti tecnologici (elettrici, meccanici e speciali) relativi ai "Lavori di realizzazione della Tangenziale di Mondovì con collegamento alla S.S. 28 Dir - 564 ed al casello A6 "Torino-Savona" - III Lotto (Variante di Mondovì)".

## 1.2 Progettazione degli impianti

Il progetto degli impianti tecnologici in oggetto è regolamentato ai sensi dell'art.5 del Decreto 22 gennaio 2008 n.37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici" per l'installazione, la trasformazione e l'ampliamento dei seguenti impianti:

- comma 2, lettera c) "...per gli impianti relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000V, inclusa la parte in bassa tensione o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione aventi potenza impegnata superiore a 6kW o qualora la superficie superi i 200 mq."
- comma 2, lettera d) "...per gli impianti elettrici relativi ad unità immobiliari provviste, anche solo parzialmente, di ambienti soggetti a normativa specifica del CEI, in caso di locali adibiti ad uso medico o per i quali sussista pericolo di esplosione o maggior rischio di incendio, nonché per gli impianti di protezione da scariche atmosferiche in edifici di volume superiore a 200 metri cubi"
- comma 2, lettera e) "... per gli impianti elettronici in genere quando coesistono con impianti elettrici con obbligo di progettazione"
- comma 2, lettera h) "...inseriti in un'attività soggetta al rilascio del certificato prevenzione incendi e, comunque, quando gli idranti sono in numero pari o superiori a 4 o gli apparecchi di rilevamento sono in numero pari o superiore a 10."

## 1.3 Ambiti di pertinenza degli impianti

Gli impianti tecnologici sono previsti all'interno dei seguenti ambiti di tratta:

### Cabine elettriche

- Cabina Est
- Cabina Ovest

### Gallerie

- galleria naturale, di lunghezza 1412 m
- galleria artificiale, di lunghezza 150 m

#### Svincoli e viabilità esterna

- viabilità e rotatoria lato est (imbocco est galleria naturale)
- viabilità di imbocco ovest galleria naturale
- viadotto e collegamento tra le 2 gallerie
- viabilità lato ovest fino al raccordo con la rotatoria esistente
- rotatorie asse secondario

### 1.4 Inquadramento normativo della galleria naturale

La galleria naturale è bidirezionale a singolo fornice, di lunghezza pari a 1412 metri.

Essendo di lunghezza superiore a 500 m rientra nell'ambito di applicazione del DPR 151/2011 per le attività soggette a prevenzione incendi.

Rientra, inoltre, nell'ambito di applicazione dei criteri impiantistici di cui alle Linee Guida ANAS 2009 nonché delle norme CEI 64-20 "Impianti elettrici nelle gallerie stradali".

Di seguito le specifiche tecniche:

<b>Lunghezza galleria:</b>	1412 m bidirezionale	
<b>Categoria stradale:</b>	C1 Extraurbana principale	
<b>Velocità:</b>	100 km/h	
<b>Distanza di arresto:</b>	110 m da imbocco	
<b>Categoria illuminotecnica:</b>	M2 - 1,5 cd/mq	
<b>Tipologia galleria:</b>	bidirezionale, 1 corsia per senso di marcia	
<b>Luminanza interna galleria:</b>	1,5 cd/mq x 2 = 3 cd/mq	
<b>Area sezione galleria naturale:</b>	81,3 mq	
<b>Perimetro:</b>	35,7 m	
<b>Diametro equivalente:</b>	Deq=4A/P	9,109244
<b>Pendenza media:</b>	1,05 % da ovest verso est	
<b>TGM totali al 2045:</b>	8305 veicoli/giorno	
	<b>Veicoli leggeri:</b> 8066	97,12%
	<b>Veicoli pesanti:</b> 239	2,88%
<b>Flusso ora di punta al 2045:</b>	591 veicoli	
	<b>Veicoli leggeri:</b> 571	
	<b>Veicoli pesanti:</b> 20	
<b>Area sezione cunicolo galleria naturale:</b>	5,52 mq	
<b>Perimetro:</b>	9,4 m	
<b>Diametro equivalente:</b>	Deq=4A/P	2,348936

<b>Pendenza media:</b>	1,05 % da ovest verso est
------------------------	---------------------------

## 1.5 Inquadramento normativo della galleria artificiale

La galleria artificiale è bidirezionale a singolo fornice, di lunghezza pari a 150 metri.

Essendo di lunghezza inferiore a 500 m non rientra nell'ambito di applicazione del DPR 151/2011 per le attività soggette a prevenzione incendi.

Rientra, comunque, nell'ambito di applicazione dei criteri impiantistici di cui alle Linee Guida ANAS 2009 nonché delle norme CEI 64-20 "Impianti elettrici nelle gallerie stradali".

Di seguito le specifiche tecniche:

<b>Lunghezza galleria:</b>	150 m bidirezionale
<b>Categoria stradale:</b>	C1 Extraurbana principale
<b>Velocità:</b>	100 km/h
<b>Distanza di arresto:</b>	112 m da imbocco
<b>Categoria illuminotecnica:</b>	M2 - 1,5 cd/mq
<b>Tipologia galleria:</b>	bidirezionale, 1 corsia per senso di marcia
<b>Luminanza interna galleria:</b>	1,5 cd/mq x 2 = 3 cd/mq

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Nello sviluppo della progettazione impiantistica sono state prese a riferimento le normative attualmente vigenti, di seguito richiamate a livello generale.

### 2.1 **Norme di carattere generale**

- D.Lgs 264/2006 – Attuazione della DIRETTIVA 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete Transeuropea;
- Linee Guida ANAS;
- Raccomandazioni del PIARC (Permanent International Association of Road Congresses).

### 2.2 **Norme elettriche di carattere generale**

- Legge 1 marzo 1968 n.186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici;
- Legge 18 ottobre 1977 n.791 Attuazione della Direttiva del Consiglio delle Comunità Europee (CEE), n.72/73, relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- Decreto 22 gennaio 2008 n.37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- Norma CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norma CEI 0-3 Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati;
- Norme CEI 64-8/1-2-3-4-5-6-7 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Comprese tutte le varianti a tali norme;

### 2.3 **Norme elettriche specifiche**

- Norma CEI 64-20 Impianti elettrici nelle gallerie stradali

### 2.4 **Norme impianti di cabina e di messa a terra**

- CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle Imprese distributrici di energia elettrica"

- CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua"
- Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- Norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) Messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- Guida CEI 99-5 Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.

## 2.5 Norme impianti di illuminazione

- CIE Raccomandazioni CIE;
- Norma CEI 34-21 Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove;
- Norma CEI 64-8/714 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Sezione 714: Impianti di illuminazione situati all'esterno;
- Norma UNI 11630 Luce e illuminazione. Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico;
- Norma UNI 10819 Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso;
- Norma UNI EN 13201-1 Illuminazione stradale - Parte 1: selezione delle classi di illuminazione;
- Norma UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale - Parte 2: requisiti prestazionali;
- Norma UNI EN 13201-3 Illuminazione stradale - Parte 3: calcolo delle prestazioni;
- Norma UNI EN 13201-4 Illuminazione stradale - Parte 4: metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- Norma UNI EN 13201-5 Illuminazione stradale - Parte 5: indicatori delle prestazioni energetiche;
- Norma UNI 11248:2016 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche;
- Norma UNI 11431:2011 Luce e illuminazione - Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso;
- Norma UNI EN 12464-2 Illuminazione dei luoghi di lavoro in esterno;
- Norme UNI EN 40 Pali per illuminazione;
- Norma CIE 68 Guide to the lighting of exterior working areas;
- Norma CEI 34-33 Apparecchi di illuminazione. Parte 2-3: Prescrizioni particolari Apparecchi per illuminazione stradale;
- Legge Regionale in materia di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna;
- Legge Regionale in materia di riduzione dell'inquinamento luminoso e di risparmio energetico;
- DM 14-09-2005 Norme di illuminazione delle gallerie stradali;
- Norma UNI 11095/2011/2011 Illuminazione gallerie;

- D.Lgs 264/2006 – Attuazione della DIRETTIVA 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete Transeuropea;
- Linee Guida ANAS 2009;
- Raccomandazioni del PIARC (Permanent International Association of Road Congresses) "Tunnel lighting", pubblicazione CIE 88, 2004;
- Norma UNI 13005 Guida all'espressione delle incertezze di misura;
- Norma UNI CEN ISO 14253-1 Specifiche geometriche dei prodotti (GPS) - Verifica mediante misurazioni dei pezzi e delle apparecchiature per misurazioni – Regole decisionali per provare la conformità o la non conformità rispetto alle specifiche.

## 2.6 Norme Quadri elettrici MT

- CEI EN 62271-200 Apparecchiature ad alta tensione. Parte 200: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 a 52 kV
- CEI EN 62271-1, Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione, Parte 1: Prescrizioni comuni.

## 2.7 Norme Quadri elettrici BT

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole Generali
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2: Quadri di potenza
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

## 2.8 Norme rifasamento degli impianti BT

- Norma CEI 60831-1 (CEI 33-9) "Condensatori statici di rifasamento di tipo autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 1 kV" Parte 1: Generalità - Prestazioni, prove e valori nominali - Prescrizioni di sicurezza - Guida per l'installazione e l'esercizio
- Norma CEI 60831-2 (CEI 33-10) "Condensatori statici di rifasamento di tipo autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 1 kV" Parte 2: Prova di invecchiamento, prova di autorigenerazione e prova di distruzione

- Norma CEI 60931-1/A1 "Condensatori statici di rifasamento di tipo non autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 1000V" Parte 1: Generalità - Prestazioni, prove e valori nominali - Prescrizioni di sicurezza - Guida per l'installazione e l'esercizio
- Norma CEI 61921 "Condensatori di potenza - Batterie di rifasamento a bassa tensione"
- Norma CEI 61642 "Reti industriali in corrente alternata affette da armoniche - Applicazione di filtri e di condensatori statici di rifasamento"
- Delibera AEEG del 2 maggio 2013/180/2013/R/EEL "Regolazione tariffaria per prelievi di energia reattiva nei punti di prelievo connessi in media e bassa tensione, a decorrere dall'anno 2016"

## 2.9 Norme impianti reti telematiche

- ANSI/TIA/EIA-568-B.1 Commercial Building Telecommunications Cabling Standard Part 1 : General Requirements of May 2001 ( and all Addendum )
- ANSI/TIA/EIA-568-B.2 Commercial Building Telecommunications Cabling Standard Part 2 : Balanced Twisted-Pair Cabling Components of May 2001 ( and all Addendum ) , and TIA/EIA-568-B.2-1 of June 2002 for CAT6
- ANSI/TIA/EIA-568-B.3 Optical Fiber Cabling Components Standard of April 2000 ( and all Addendum )
- ANSI/TIA/EIA-569-A Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces of February 1998 ( and all Addendum )
- ANSI/TIA/EIA-606-A Administration Standard for Commercial Telecommunications Infrastructure of May 2002
- ANSI/TIA/EIA-607 Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications of August 1994
- Norme EN50173-1 Information Technology Generic Cabling Systems of November 2002
- Norme EN 50174-1 Information Technology – Cabling installation of August 2000
- Norme EN 50174-2 Information Technology – Cabling installation of August 2000
- prEN 50174-3 Information Technology – Cabling installation of March 2002
- Norme ISO/IEC 11801 2nd Edition Information Technology – Generic cabling for customer premises September 2002
- ANSI/EIA/TIA 570-A Residential Telecommunications Cabling Standard of September 1999

## 2.10 Norme impianti rivelazione automatica di fumi ed incendio

- Norma UNI 9795 Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione manuale d'incendio
- Norma UNI 11224 Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi

- Norme EN 54 Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d'incendio
- Norma UNI EN 54-1 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – introduzione
- Norma UNI EN 54-2 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – centrale di controllo
- Norma UNI EN 54-3 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – dispositivi sonori di allarme incendio
- Norma UNI EN 54-4 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – apparecchiatura di alimentazione
- Norma UNI EN 54-5 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – rivelatori di calore – rivelatori puntiformi
- Norma UNI EN 54-7 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – rivelatori di fumo – rivelatori puntiformi funzionanti secondo il principio della diffusione della luce, della trasmissione della luce o della ionizzazione
- Norma UNI EN 54-10 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – rivelatori di fiamma – rivelatori puntiformi
- Norma UNI EN 54-12 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio – rivelatori di fumo. Parte 12: rivelatori lineari che utilizzano un raggio ottico luminoso
- Norma UNI EN 54-16 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Parte 16: Apparecchiatura di controllo e segnalazione per i sistemi di allarme vocale
- Norma UNI EN 54-17 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Parte 17: Isolatori di corto circuito
- Norma UNI EN 54-20 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Parte 20: Rivelatori di fumo ad aspirazione
- Norma UNI EN 54-21 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Parte 21: Apparecchiature di trasmissione allarme e di segnalazione remota di guasto e avvertimento
- Norma UNI EN 54-23 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Parte 23: Dispositivi visuali di allarme incendio
- Norma UNI EN 54-24 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Parte 24: Componenti di sistemi di allarme vocale – altoparlanti
- Norma UNI EN 12845 Installazioni fisse antincendio. Sistemi automatici a sprinkler. Progettazione, installazione e manutenzione
- Norma UNI EN 13501-1 Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione – Parte 1: classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco
- Norma UNI ISO 7240-19 Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio – Parte 19: progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza
- Norma CEI 20-45 Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale di 0,6/1kV

- Norma CEI 20-105 Cavi elettrici resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale di 100/100 V per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme incendio

## 2.11 Norme impianti di diffusione sonora

- Norma UNI EN 54-16 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Parte 16: Apparecchiatura di controllo e segnalazione per i sistemi di allarme vocale
- Norma UNI EN 54-24 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio. Parte 24: Componenti di sistemi di allarme vocale – altoparlanti
- Norma UNI ISO 7240-19 Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio – Parte 19: progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza
- Norma EN 60849 (CEI 100-55) Sistemi Elettroacustici applicati ai servizi di emergenza
- Norma EN 60065 (CEI 92-1) Apparecchi audio, video e apparecchi elettronici simili – Requisiti di sicurezza.

## 2.12 Norme impianti TV.CC e controllo accessi

- Norma CEI 79-4 Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il controllo degli accessi
- Norma CEI 79-10 Impianti di allarme. Impianti di sorveglianza CCTV da utilizzare nelle applicazioni di sicurezza. Parte 7: guide di applicazione
- Norma CEI EN 50133-1 (CEI 79-14) Sistemi d'allarme - Sistemi di controllo accesso per l'impiego in applicazioni di sicurezza Parte 1: Requisiti dei sistemi
- Norma CEI EN 50132-5 (CEI 79-38) Sistemi di allarme - Sistemi di sorveglianza CCTV. Parte 5: Trasmissione video
- Norme CEI 79-30 Sistemi di allarme. Sistemi di controllo d'accesso per l'impiego in applicazioni di sicurezza

## 2.13 Norme impianti antifurto e antintrusione

- Norme CEI 79 Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antiintrusione
- Norma CEI 79-2 Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature

- Norma CEI 79-3 Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antiintrusione
- Norma CEI 79-16 Requisiti per apparecchiature e sistemi di rilevazione e segnalazione di allarme intrusione, antifurto e antiaggressione "senza fili" che utilizzano collegamenti in radio frequenza
- Norma CEI EN 50136-1-1 (CEI 79-18) Sistemi di allarme - Sistemi ed apparati di trasmissione allarmi. Parte 1-1: Requisiti generali per sistemi di trasmissione allarmi

## 2.14 Norme impianti di telecontrollo e supervisione

- Norma CEI EN 60870 Sistemi ed apparecchiature di telecontrollo
- Norma CEI EN 50090 Sistemi elettronici per la casa e l'edificio
- Norma CEI 205-2 Guida ai sistemi BUS su doppino per l'automazione nella casa e negli edifici, secondo le Norme CEI EN 50090
- Norma CEI 46-136 Guida alle norme per la scelta e la posa dei cavi per impianti di comunicazione
- Norma CEI EN 60073 1997 Principi fondamentali e di sicurezza per le interfacce uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione. Principi di codifica per i dispositivi indicatori e per gli attuatori
- Norma CEI EN 60447 1997 Interfaccia uomo-macchina. Principi di manovra
- Norma CEI EN 60947 1997 Apparecchiatura a bassa tensione.
- Norma CEI EN 60204 "Equipaggiamenti elettrici di macchine industriali.
- Norma CEI 65-5 "Compatibilità elettromagnetica per apparati di misura e comando per processi industriali.

## 2.15 Norme per la sicurezza in galleria

- Decreto Legislativo 264/2006 Attuazione della direttiva 2004/54/CE in materia di sicurezza per le gallerie della rete stradale europea.
- Circulaire interministérielle n° 2000-63 du 25 août 2000 relative à la sécurité dans les tunnels du réseau routier national – Ministère de L'Équipement, des Transports et du Logement – direction des Journaux officiels – 26, rue Desaix – 75727 Paris Cédex 156
- "Additional Technical Contract Conditions and Guidelines for Construction of Road Tunnels" (ZTV Tunnel);
- "Guidelines for Equipment and Operation of Road Tunnels" (RABT 1994)
- "Tunnel Regulations of Swedish Road Administration" (Tunnel 1995/32);
- "Regulations for the Planned Stockholm Ring Road";
- "FHWA Prevention and Control of Highway Tunnel Fires" (1984 Report n. FHWA/RD-83/032);
- "ASHRAE Handbook HVAC Applications", Chapter 13 "Vehicular Facilities";

- “NFPA 502 Fire Protection for Limited Access Highways, Tunnels, Bridges, Elevated Roadways and Air-Right Structures”
- “Road Structure Regulations of the Ministry of Transportation of Ontario – National Fire Protection Guidelines and Building Standard Acts”;
- “Road Structure Regulations of the Ministry of Construction – Fire Services Law and Building Standards Act”; Road Law Art. 46
- Road tunnels: Vehicle Emissions and Air Demand for Ventilation (PIARC 2012): riferimento per i limiti di concentrazione degli inquinanti e coefficienti di emissione dei veicoli;
- Systems and Equipment for Fire and Smoke control in Road Tunnels (PIARC 2007): riferimenti per la definizione degli scenari di incendio e per il dimensionamento degli impianti di ventilazione;
- Recommendations of the group of experts on safety in road tunnels (UN trans/AC.7/9): definizione della potenza d’incendio e verifica dell’impianto di ventilazione in condizione di emergenza;
- Les études spécifiques des dangers (ESD) pour les tunnels du 6osea routier (guida metodologica francese per l’analisi dei rischi nei tunnel): definizione dell’evoluzione nel tempo della potenza dell’incendio.

## 2.16 Norme antincendio di galleria

- Linee Guida per la Progettazione della Sicurezza nelle Gallerie Stradali redatte a cura dell’ Ente A.N.A.S. – Edizione 2009;
- DM 20 dicembre 2012: Regola tecnica per la progettazione degli impianti antincendio di protezione attiva nelle attività soggette;
- UNI 804:2007 Apparecchiature per estinzioni incendi – Raccordi per tubazioni flessibili;
- UNI 810:2007 Apparecchiature per estinzione incendi. Attacchi a vite;
- UNI 811:2007 Apparecchiature per estinzione incendi. Attacchi a madrevite;
- UNI 814:2009 Apparecchiature per estinzione incendi. Chiavi per la manovra dei raccordi, attacchi e tappi per tubazioni flessibili;
- UNI 9487:2006 Apparecchiature per estinzione incendi –Tubazioni flessibili antincendio di DN 70 per pressioni di esercizio fino a 1.2 MPa;
- UNI EN 1074-1:2001: “Valvole per la fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all’impiego e prove idonee di verifica - Requisiti generali;
- UNI EN 1074-2:2004: Valvole per la fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all’impiego e prove idonee di verifica - Parte 2: Valvole di intercettazione;
- UNI EN 1092-1:2007: Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Parte 1: Flange di acciaio;
- UNI 10779:2007: Impianti di estinzione incendi – Reti di idranti. Progettazione, installazione ed esercizio;

- UNI 11292:2008 : Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio – Caratteristiche costruttive e funzionali;
- UNI EN 671-1: 2003 Sistemi fissi di estinzione incendi – Sistemi equipaggiati con tubazioni – Naspi antincendio con tubazione semplice;
- UNI EN 671-2:2004 Sistemi fissi di estinzione incendi – Sistemi equipaggiati con tubazioni – Idranti a muro con tubazioni flessibili;
- UNI EN 671-3:2009 Sistemi fissi di estinzione incendi – Sistemi equipaggiati con tubazioni – Parte 3: Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide e idranti a muro con tubazioni flessibili;
- UNI EN 694-3:2007 Tubazioni antincendio – Tubazioni semirigide per sistemi fissi;
- UNI EN 14339:2006 Idranti antincendio sottosuolo;
- UNI EN 14384:2006 Idranti antincendio a colonna soprasuolo
- UNI EN 14540:2007 Tubazioni antincendio – Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi;
- UNI EN ISO 9906:2012 Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione - Livelli 1, 2 e 3;
- UNI EN 12845:2009 Installazioni fisse antincendio – Sistemi automatici a sprinkler – Progettazione, installazione e manutenzione;
- UNI EN10224: Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN10255 Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione;
- UNI EN12201 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE).

## 2.17 Prodotti da Costruzione

- Regolamento CPR (UE 305/2011) relativamente ai cavi elettrici;
- Decreto legislativo n.106/2017 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento UE n.305/2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CE"

## 2.18 Norme per rifiuti materiale elettrico

- Direttiva 2002/96/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 gennaio 2003 sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)

## 2.19 Qualità dei materiali

Tutti i materiali e le apparecchiature previsti per la realizzazione degli impianti in oggetto dovranno essere adatti all'ambiente di installazione, rispondenti alle relative norme CEI-UNEL, ove esistano, e muniti di contrassegno CE.

Inoltre tutti i componenti, per i quali ne sia prevista la concessione dovranno essere dotati del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e/o del contrassegno CEI o di altro Marchio e/o Certificazione equivalente.

In ogni caso, è prescrizione tassativa che tutti i materiali e le apparecchiature siano nuovi, di alta qualità, di sicura affidabilità, di Costruttori che assicurino una rapida e completa disponibilità di ricambi ed una efficace assistenza tecnica, e che siano completi di tutti gli elementi accessori necessari per la loro messa in opera e per il corretto funzionamento.

### 3 DOTAZIONE IMPIANTISTICA DI PROGETTO

Di seguito si riassumono gli impianti elettrici e tecnologici previsti per i vari ambiti del progetto, al fine di individuare tutta la dotazione impiantistica necessaria al corretto funzionamento del sistema di tratta.

#### 3.1 Cabina Est

- Allacciamento fornitura ENEL a 15 kV per tutta la tratta
- Linea MT 15 kV per collegamento con la cabina Ovest
- Quadri elettrici ed apparecchiature di Media Tensione, incluso allacciamenti MT ed accessori di completamento della cabina (cartelli, guanti, etc.)
- Quadro elettrico generale power-center di cabina ed allacciamenti BT
- Gruppo elettrogeno per alimentazione di emergenza incluso allacciamenti BT e serbatoio ausiliario interrato
- Quadro elettrico di rifasamento automatico della rete BT
- Quadro elettrico ventilazione imbocco est galleria naturale
- UPS e Quadro elettrico di continuità assoluta
- Soccorritore a 110Vcc e Quadro elettrico servizi di cabina
- Quadro elettrico illuminazione imbocco est galleria naturale e sistemi di regolazione luminosa ad onde radio
- Impianto di messa a terra e collegamenti equipotenziali
- Impianti di illuminazione ausiliari di cabina, prese fm di servizio ed allacciamenti utenze
- Impianti di ventilazione forzata locali MT e BT
- Impianto di condizionamento locale UPS e batterie
- Impianto di condizionamento locale TLC
- Comandi di sgancio di emergenza per impianti MT e BT
- Impianti ausiliari di rilevazione incendi ed antintrusione di cabina
- Sistemi di supervisione e controllo per tutti gli impianti tecnologici di cabina e di galleria (unitamente ai sistemi previsti in galleria e nella cabina Ovest)
- Armadio a rack per impianto di diffusione sonora di tratta
- Armadio a rack per impianto TVCC di tratta
- Armadio a rack per impianto di rilevazione incendi della galleria naturale
- Impianto di pressurizzazione idrica-antincendio (oggetto di specifica relazione di progetto), incluso allacciamenti elettrici
- Allacciamenti elettrici al quadro di comando e pompe di aggottamento

### 3.2 Cabina Ovest

- Predisposizione per futuro allacciamento fornitura ENEL a 15 kV
- Quadri elettrici ed apparecchiature di Media Tensione, incluso allacciamenti MT ed accessori di completamento della cabina (cartelli, guanti, etc.)
- Quadro elettrico generale power-center di cabina ed allacciamenti BT
- Gruppo elettrogeno per alimentazione di emergenza incluso allacciamenti BT e serbatoio ausiliario interrato
- Quadro elettrico di rifasamento automatico della rete BT
- Quadro elettrico ventilazione imbocco ovest galleria naturale
- UPS e Quadro elettrico di continuità assoluta
- Soccorritore a 110Vcc e Quadro elettrico servizi di cabina
- Quadro elettrico illuminazione imbocco ovest galleria naturale e sistemi di regolazione luminosa ad onde radio
- Impianto di messa a terra e collegamenti equipotenziali
- Impianti di illuminazione ausiliari di cabina, prese fm di servizio ed allacciamenti utenze
- Impianti di ventilazione forzata locali MT e BT
- Impianto di condizionamento locale UPS e batterie
- Impianto di condizionamento locale TLC
- Comandi di sgancio di emergenza per impianti MT e BT
- Impianti ausiliari di rilevazione incendi ed antintrusione di cabina
- Sistemi di supervisione e controllo per tutti gli impianti tecnologici di cabina e di galleria (unitamente ai sistemi previsti in galleria e nella cabina Est)
- Armadio a rack per impianto di diffusione sonora di tratta
- Armadio a rack per impianto TVCC di tratta
- Armadio a rack per impianto di rilevazione incendi della galleria naturale
- Quadro master per impianto copertura radio di tratta

### 3.3 Galleria naturale e cunicolo di fuga

- Linee di alimentazione elettrica degli impianti tecnologici
- Impianti di illuminazione permanente e rinforzo (oggetto di specifica relazione di progetto)
- Impianti di segnalazione soccorso (SOS)
- Pannelli a messaggio variabile (PMV), freccia croce e semafori
- Segnaletica luminosa di galleria (cartelli e pannelli di segnalazione)
- Segnaletica luminosa di sicurezza (picchetti luminosi)
- Impianti TVCC e monitoraggio del traffico

- Impianti di rilevazione incendi (cavo termosensibile)
- Impianti per estinzione incendi (estintori, idranti, attacchi VVF, etc.)
- Impianti di ventilazione meccanica (ventilazione longitudinale)
- Impianti di pressurizzazione dei luoghi sicuri (cunicoli di fuga)
- Impianti di rilevazione agenti inquinanti (CO, OP, NO, etc.)
- Impianti di rilevazione velocità e direzione del vento
- Impianti elettrici e speciali dei 4 cunicoli di fuga
- Impianti di trasmissione canale radio (stazioni slave)
- Impianti di diffusione sonora per l'evacuazione
- Dorsali secondarie in fibra ottica, incluso infrastrutture di rete (apparati attivi, passivi, etc.)
- Sistemi di supervisione e controllo per tutti gli impianti tecnologici di galleria
- Pannelli VVF agli imbocchi di galleria
- Allacciamento impianti di riscaldamento antigelo per tubazioni idriche-antincendio agli imbocchi

### **3.4 Galleria artificiale**

- Quadro elettrico illuminazione di galleria e sistemi di regolazione luminosa ad onde radio
- Linee di alimentazione elettrica degli impianti tecnologici
- Impianti di illuminazione permanente e rinforzo (oggetto di specifica relazione di progetto)

### **3.5 Viabilità e rotatoria lato est (imbocco est galleria naturale)**

- Quadro elettrico illuminazione rotatoria
- Impianti di illuminazione rotatoria e relativi accessi
- PMV per segnaletica luminosa di galleria

### **3.6 Viabilità di imbocco ovest galleria naturale**

- Quadro elettrico illuminazione viabilità
- Impianti di illuminazione viabilità

### **3.7 Viadotto e collegamento tra le 2 gallerie**

- Predisposizione di corridoio tecnologico (cavidotti e tritubi) per futuro sviluppo degli impianti

### **3.8 Viabilità lato ovest fino al raccordo con la rotatoria esistente**

- Predisposizione di corridoio tecnologico (cavidotti e tritubi) per futuro sviluppo degli impianti fino alla rotatoria esistente
- PMV per segnaletica luminosa di galleria

### **3.9 Rotatorie asse secondario**

- Quadro elettrico illuminazione rotatorie
- Impianti di illuminazione rotatorie e relativi accessi

## 4 PARAMETRI TECNICI DI PROGETTO

### 4.1 Impianti di alimentazione elettrica

L'alimentazione di energia elettrica per gli impianti della Variante di Mondovì sarà derivata dalle 2 cabine elettriche MT/BT dislocate lungo la tratta stessa (Est ed Ovest), ciascuna delle quali provvederà ad alimentare gli impianti BT della galleria e/o porzione di pertinenza come successivamente descritto.

Dai calcoli di cui al presente documento si stima una potenza installata complessiva pari a circa **800 kW**, potenza che verrà fornita, in questa fase, solo in corrispondenza della cabina elettrica Est, che rappresenta il punto di connessione (PdC) alla rete dell'Ente Fornitore (ENEL), alla tensione nominale di 15 kV.

Anche la cabina Ovest verrà attrezzata per ricevere la fornitura di energia, ovvero per essere il 2° PdC, quando il gestore di rete avrà completato le attività di posa delle proprie reti in zona.

A regime, quindi, saranno previsti n.2 punti di fornitura distinti, per una potenza impegnata pari a:

- cabina Est 420 kW
- cabina Ovest 333 kW

In questa fase la cabina Ovest verrà alimentata dalla cabina Est tramite una linea di cavo MT, linea che verrà comunque mantenuta in essere anche a regime (esercita in aperto), come alimentazione "di riserva" per controalimentare la cabina in caso di guasto sulla rete del fornitore.

### 4.2 Caratteristiche del sistema di media tensione

I parametri tecnici relativi alla rete MT saranno i seguenti:

- Tensione nominale: 17,5 kV
- Tensione di esercizio: 15 kV ( $\pm 10\%$ )
- Frequenza nominale: 50 Hz
- Sistema elettrico: categoria II: tensione nominale da oltre 1000 V

in corrente alternata od oltre 1500 V in corrente continua, fino a 30000V

- Corrente di corto circuito simmetrico trifase: 12,5 kA (\*)
- Regime di neutro: compensato (\*)
- Corrente di guasto a terra If: 50 A (\*)
- Tempo di eliminazione del guasto a terra tf: 10 secondi (\*)

*I parametri identificati con (\*) sono stati preliminarmente comunicati da ENEL e dovranno essere confermati in sede di richiesta di allacciamento in modo da definire i valori ammessi di  $R_t$  e le corrette tarature delle protezioni in MT in accordo con le specifiche di cui alla Norma CEI 0-16.*

### 4.3 Caratteristiche del sistema di bassa tensione - reti normale e privilegiata

I sistemi di bassa tensione a valle dei trasformatori MT/BT e dei gruppi elettrogeni delle cabine elettriche avranno le seguenti specifiche:

- Tensione nominale: 400/230V
- Frequenza nominale: 50Hz
- Fasi: 3+neutro
- Sistema elettrico: categoria I: tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V in corrente alternata e da oltre 120 V fino a 1500 V in corrente continua
- Regime di neutro TN-S

### 4.4 Caratteristiche del sistema di bassa tensione - rete continuità assoluta

I sistemi di bassa tensione a valle dei gruppi statici di continuità, asserviti alla rete in continuità assoluta, avranno le seguenti specifiche:

- Frequenza nominale in ingresso: 50Hz  $\pm$  5%
- Frequenza nominale in uscita: 50Hz
- Tensione nominale in ingresso: 400V  $\pm$  15%
- Tensione nominale in uscita: 400V
- Variazione di tensione da vuoto a carico:  $\pm$  1%
- Variazione di frequenza da vuoto a carico:  $\pm$  0.75%
- Sistema elettrico: categoria I: tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V in corrente alternata e da oltre 120 V fino a 1500 V in corrente continua
- Regime di neutro IT (provvisorio, limitato al tempo di funzionamento tramite batterie)
- Autonomia nominale 60 minuti

### 4.5 Stima della potenza elettrica di allacciamento

A seguito dei dimensionamenti delle reti e delle cabine elettriche di cui all'elaborato "Dimensionamento delle apparecchiature MT/BT cabine elettriche", si riassumono le potenze elettriche di allacciamento previste:

- cabina Est 420 kW
- cabina Ovest 333 kW
- TOTALE 753 kW

Si rende quindi necessaria una potenza di allacciamento contrattuale pari a 800 kW alla tensione di 15 kV.

## 4.6 Cadute di tensione

Le sezioni dei conduttori sono state calcolate in modo da assicurare i seguenti valori di caduta di tensione misurata a pieno carico sull'utenza più lontana dal punto di alimentazione:

- Circuiti illuminazione esterna 5%
- Circuiti illuminazione galleria 5%
- Circuiti forza motrice 4%
- Circuiti alimentazione ventilatori 5%

## 4.7 Temperature di riferimento e declassamenti per il calcolo delle portate dei cavi

Per la verifica dei cavi si sono considerate le seguenti temperature di riferimento per le portate:

- Posa dei cavi in aria libera +30°C
- Posa dei cavi interrata +20°C

La modalità di posa considerate nei calcoli, ai sensi della Norma CEI 64-8 tab.52C, sono le seguenti:

- 43 "posa in cunicoli aperti o ventilati" per la distribuzione principale all'interno delle cabine elettriche
- 13 "posa su passerelle perforate (o su reti metalliche) con percorso orizzontale o verticale" per la distribuzione secondaria all'interno delle cabina elettriche (impianti ausiliari)
- 13 "posa su passerelle perforate (o su reti metalliche) con percorso orizzontale o verticale" per la distribuzione dorsali di illuminazione di galleria
- 61 "posa interrata in tubi protettivi" per la distribuzione esterna e dorsali di galleria nel profilo ridirettivo
- 63 "posa interrata con protezione meccanica addizionale" per i collegamenti MT tra le cabine
- 3A "posa a vista in tubi protettivi circolari posati a parete" per la distribuzione terminale in galleria (allacciamenti segnaletica, cartelli, ec..)

Per tutte le modalità di posa si è tenuto conto dei fattori di declassamento delle portate, sia in relazione alla presenza di circuiti adiacenti (compresi tra 3 e 10), sia per la presenza di altre canalizzazioni portacavi affiancate.

In sintesi, per la scelta delle sezioni dei circuiti in merito alla portata, si è applicato un coefficiente K totale compreso tra 0,6 e 0,85.

## 4.8 Tipologie dei cavi specifiche di posa

Le tipologie dei cavi previsti nell'impianto sono state definite in funzione dei seguenti parametri:

- in relazione all'ambiente di installazione
- in relazione alla tipologia di posa con particolare riferimento alla protezione sia meccanica che dal fuoco
- in relazione alla tipologia di utenza con particolare riferimento alla sua funzionalità in caso di incendio
- in relazione al grado di rischio applicabile ai vari ambienti di installazione.

In particolare per quest'ultimo parametro, facendo riferimento alla direttiva UE 305/2011, con riferimento all'utilizzo di cavi conformi al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), si sono considerati i seguenti livelli di rischio:

- ALTO: all'interno della galleria naturale (lunghezza superiore a 500 m)
- MEDIO: all'interno della galleria artificiale (lunghezza inferiore a 500 m)
- BASSO: all'interno delle cabine elettriche e per tutti gli ambienti all'aperto

In conclusione le tipologie dei cavi previsti nell'impianto sono le seguenti:

- **FG18(O)M16 0,6/1kV**, con classe di reazione al fuoco **B2ca - s1a, d1, a1** per le linee transitanti all'interno della galleria naturale e relativo cunicolo di fuga
- **FG16(O)M16 0,6/1kV**, con classe di reazione al fuoco **Cca-s1b, d1, a1** per le linee transitanti all'interno della galleria artificiale
- **FG16(O)R16 0,6/1kV**, con classe di reazione al fuoco **Cca-s3, d1, a3** per le linee all'interno delle cabine elettriche e per gli impianti all'esterno (illuminazione viabilità, impianti di sollevamento acque, ecc.)
- **FS17 450/750V** di vari colori, con classe di reazione al fuoco **Cca-s3, d1, a3** per i cablaggi interni dei quadri MT e BT e per la distribuzione terminale dei punti di comando e prese fm all'interno delle cabine elettriche
- **FTG18(O)M16 0,6/1kV** (resistenti al fuoco), con classe di reazione al fuoco **B2ca - s1a, d1, a1** per le linee dell'illuminazione di sicurezza, i circuiti di sgancio ed utenze antincendio, inclusa la diffusione sonora di emergenza (EVAC) ed i tratti "a vista" per i ventilatori in galleria
- **RG7H10ZR armato 12/20 kV** per la linea di media tensione di collegamento tra le cabine
- **RG7H1M1 12/20 kV** con classe di reazione al fuoco **Eca** per le linee di media tensione all'interno delle cabine elettriche.

In funzione della tipologia di cavo ed isolante, si sono definite le portate nominali dei cavi per le diverse sezioni commerciali presenti nell'impianto.

E' stato previsto l'utilizzo di cavi multipolari per le sezioni commerciali di fase fino a 25 mmq. e cavi unipolari (con o senza neutro a seconda della tipologia di carico), per sezioni da 35 mmq. in su.

L'eccezione riguarda i cavi di alimentazione per i ventilatori di galleria che risultano essere sempre unipolari, anche per sezione nominale di 25 mmq.

La sezione commerciale massima prevista è 240 mmq.

Per il trasporto di forti correnti è stato previsto l'utilizzo di cavi in parallelo, con un massimo di n.3 conduttori per fase, tutti della medesima sezione commerciale.

## 6 DESCRIZIONE IMPIANTI CABINA ELETTRICA EST

### 6.1 Ubicazione ed ambiti di pertinenza

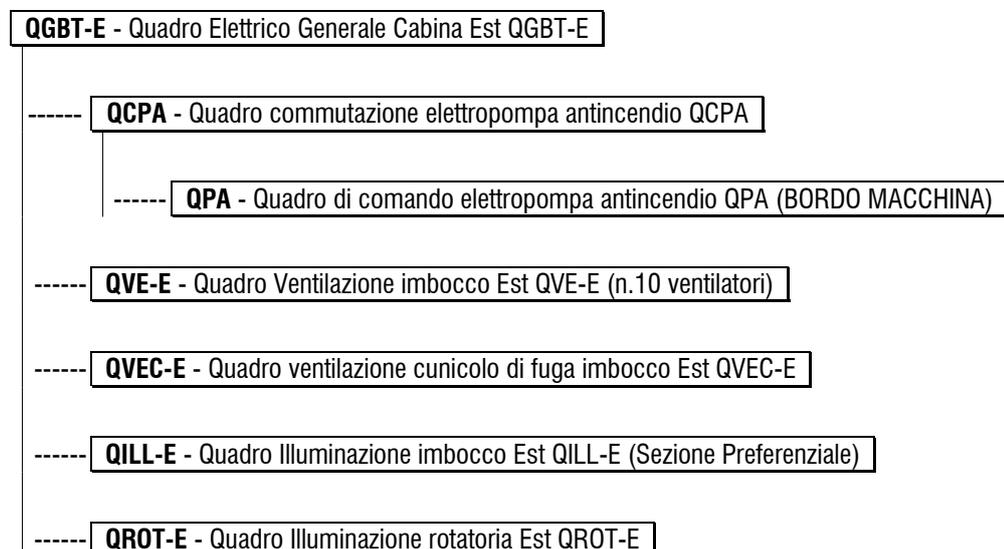
La cabina elettrica Est è collocata in prossimità dell'imbocco est della galleria naturale, al progressivo km 2,562 e rappresenta il punto di allacciamento elettrico da parte dell'ENEL, con fornitura in Media Tensione a 15 kV.

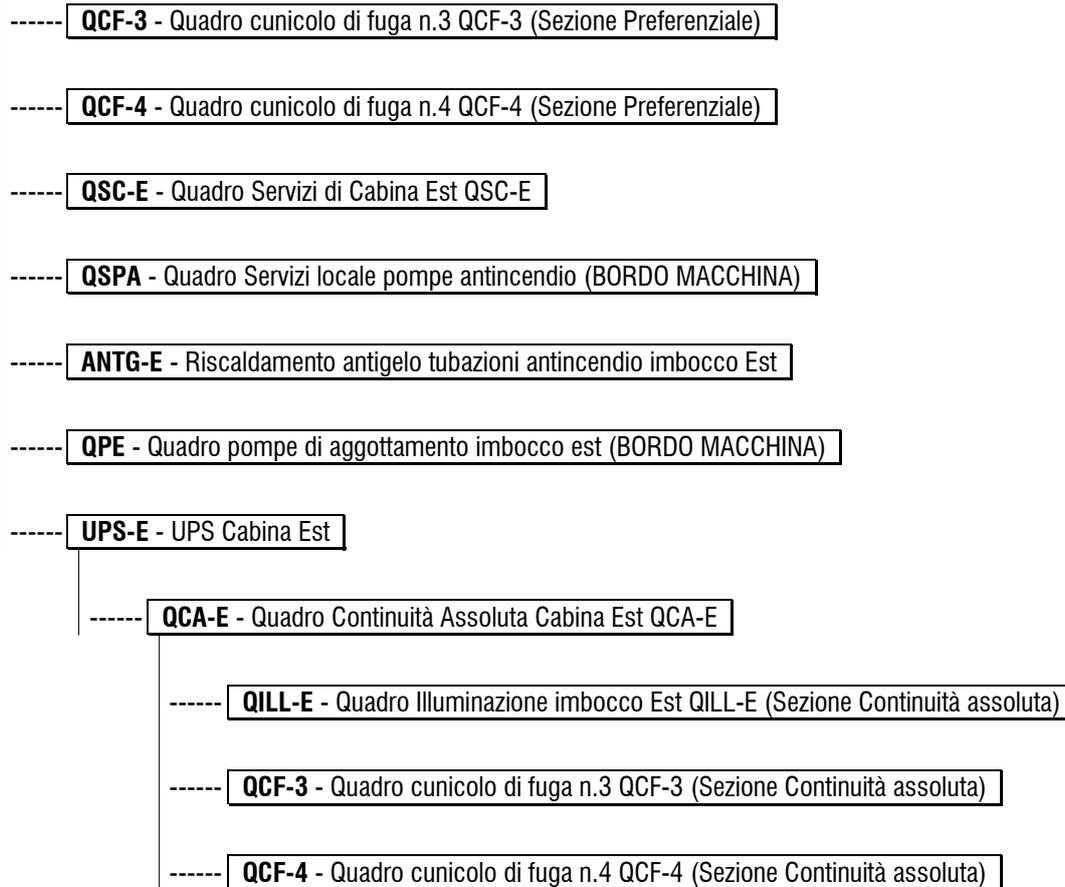
L'ambito di pertinenza della cabina Est comprende:

- il gruppo di pressurizzazione idrico-antincendio della galleria naturale
- l'illuminazione della rotatoria est
- gli impianti di sollevamento delle vasche di aggotamento imbocco est
- l'illuminazione permanente della galleria naturale dall'imbocco est fino a circa la metà della galleria
- l'illuminazione di rinforzo dell'imbocco est della galleria naturale
- l'illuminazione per evacuazione e gli impianti ausiliari e di sicurezza della galleria naturale dall'imbocco est fino a circa la metà della galleria
- la ventilazione dell'imbocco est della galleria naturale
- gli impianti del cunicolo di fuga della galleria naturale (circa la metà), inclusa la ventilazione all'imbocco est
- il riscaldamento antigelo per le tubazioni antincendio dell'imbocco est della galleria naturale
- gli impianti ausiliari e di sicurezza di cabina
- il tutto come meglio evidenziato sulle planimetrie e sugli schemi di progetto.

### 6.2 Schema di impianto

La rete BT 400V afferente alla cabina viene derivata da due trasformatori MT/BT, collegati in cavo al quadro generale QGBT Est, secondo il seguente schema a blocchi:





In condizioni ordinarie è previsto il funzionamento di una sola delle 2 macchine, mentre la 2° è intesa come riserva “fredda”, ovvero con alimentazione non inserita sul primario ed interruttore generale lato BT aperto, pronta a subentrare nel funzionamento in caso di guasto o fuori servizio per manutenzione della macchina in funzione.

Il sistema di supervisione di cabina gestisce il funzionamento a cicli alternati delle 2 macchine, l'energizzazione dei trasformatori e la commutazione in caso di guasto.

Lo schema prevede l'interblocco fra gli interruttori lato BT al fine di evitare il funzionamento in parallelo dei trasformatori, che è ammesso solo come parallelo breve per effettuare la commutazione tra le 2 macchine.

Ciascuno dei due trasformatori in servizio è quindi dimensionato per il 100% del carico complessivo.

Al quadro QGBT afferisce anche la linea in cavo proveniente dal gruppo elettrogeno e quindi tutte le utenze BT di cabina e di galleria sono di tipo privilegiato.

In caso di mancanza della rete di alimentazione ordinaria, è prevista l'apertura del congiuntore, l'avviamento a vuoto del gruppo elettrogeno e la successiva richiusura dell'interruttore di commutazione rete-gruppo in modo da rialimentare, entro un tempo non superiore a 15 secondi, tutta la sezione privilegiata.

Tutti gli interruttori ed i congiuntori sono equipaggiati di motore, con possibilità di comando in locale (tramite selettori e spie a fronte portella di ciascun cubicolo) o da remoto, tramite il sistema di automazione di cabina, con riporto degli stati al sistema generale di supervisione degli impianti elettrici.

### 6.3 Quadro di media tensione 15 kV QMT-E

All'interno della cabina è prevista l'installazione del quadro QMT-E come da lay-out di progetto.

L'alimentazione MT in ingresso avviene direttamente dalla cabina ENEL e di conseguenza nel quadro è prevista l'installazione del dispositivo generale (DG) e relativa protezione generale (PG), conformi alle norme CEI 0-16.

Dal quadro QMT-E si deriva la linea di alimentazione per la cabina Ovest, protetta da interruttore di media tensione selettivo con il dispositivo generale DG.

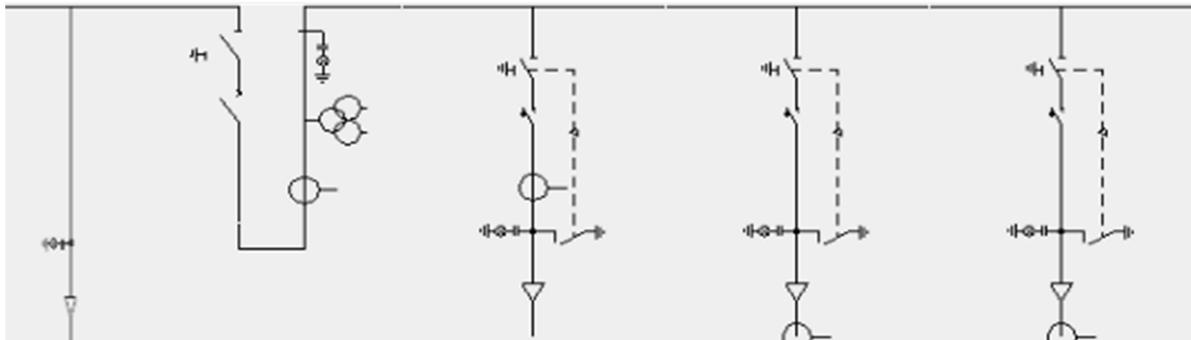
Il quadro QMT-R è costituito da una serie di armadi affiancati, isolati in esafluoruro di zolfo SF<sub>6</sub>, con protezione arco interno sui 4 lati IAC AFLR, con le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione nominale 17,5 kV
- Tensione di esercizio 15 kV
- Tenuta arco interno 15 kA x 1 secondo
- Corrente nominale sbarre 630 A
- Corrente ammissibile di cresta 40 kA
- Corrente ammissibile di breve durata 16 kA x 1 secondo
- Tensione circuiti ausiliari 110Vcc

La configurazione prevede i seguenti scomparti:

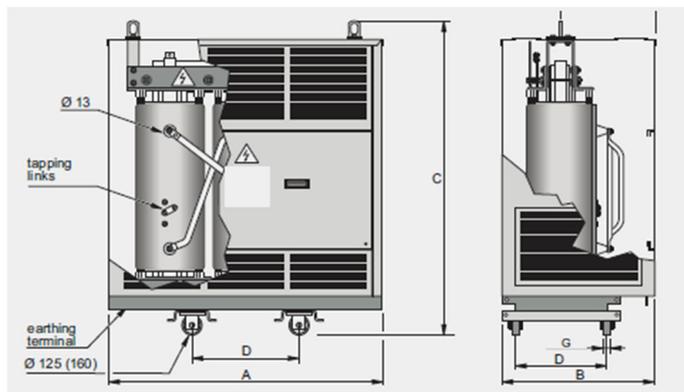
- Arrivo linea ENEL
- Protezione generale (PG+DG) con data logger
- Partenza verso cabina Ovest
- Protezione trasformatore TR1
- Protezione trasformatore TR2

come di seguito schematizzato:



## 6.4 Trasformatori MT/BT

E' prevista l'installazione di n.2 trasformatori MT/BT 15/0.4 kV, di potenza nominale unitaria 630 kVA, isolati in resina con  $V_{cc}=6\%$ , conformi alle norme IEC 60076-11 e regolamento UE 548/2014 in materia di perdite nel funzionamento a vuoto.



I trasformatori saranno collocati ciascuno in un proprio armadio metallico di protezione IP31 (IP21 sul fondo), la cui accessibilità sarà possibile solo a seguito di una serie di manovre in sequenza tali da garantire sia la mancanza di tensione di alimentazione lato primario e lato secondario, che la messa a terra del cavo MT di collegamento allacciato al rispettivo scomparto di protezione del quadro QMT.

E' previsto il rifasamento fisso di ogni macchina a mezzo di batteria di condensatori fissa trifase di potenza 15 KVAR (a 450V), sempre inserita sul lato BT e collocata all'interno del locale su apposita mensola a parete.

Per tutti e 2 i trasformatori sono previsti i collegamenti lato MT con il QMT tramite cavi di tipo RG7H1M1 12/20 kV e lato BT con il QGBT tramite cavi di tipo FG16R16, posati entro le vie cavo di cabina (cunicoli).

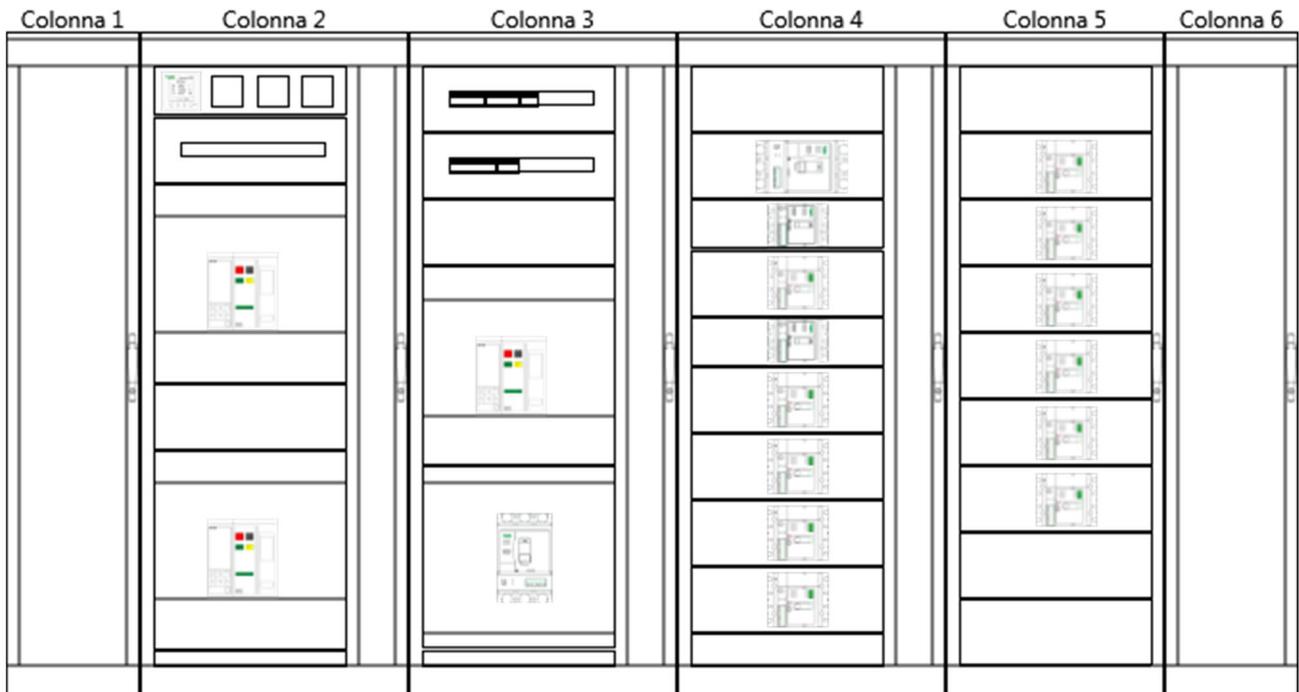
## 6.5 Quadro elettrico generale BT QGBT-E

All'interno del locale di cabina è prevista l'installazione del quadro generale power-center QGBT-E.

Il quadro è costituito da una serie di armadi affiancati, costruiti in lamiera di acciaio spessore 15-15/10 micron, con verniciatura a mezzo di polveri di poliestere spessore  $> 70$  micron, forma di segregazione 3a, accessibile sui 4 lati, con le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione di isolamento 690 V
- Tensione di esercizio 400 V
- Corrente nominale nelle sbarre 1000 A
- Corrente di corto circuito 25 kA
- Frequenza 50/60 Hz
- Tensione ausiliaria 110Vcc
- Sistema di neutro TN-S
- Sbarre (3F o 3F + N/2) 3F+N
- Materiale Lamiera 15-10/10
- Verniciatura esterna RAL 9001
- Forma di segregazione 3a
- Grado di protezione esterno (IP) 31

- Grado di protezione interno (IP) 20
- Larghezza del quadro 3900 mm
- Altezza del quadro 2100 mm
- Profondità del quadro 891 mm



## 6.6 Quadro di rifasamento automatico

Per il rifasamento della rete a 400V afferente al QGBT di cabina verrà previsto un sistema di rifasamento centralizzato, in modo da garantire un valore di fattore di potenza globale dell'impianto  $> 0,95$ .

Ciò al fine di garantire anche il rispetto delle prescrizioni di cui alla delibera AEEG 180/2013/R/EEL relativamente al rifasamento degli utenti MT e BT, nella quale viene richiesto un fattore di potenza mediato, nelle ore di alto carico, non inferiore a 0,95.

Facendo riferimento alla relazione di calcolo precedentemente citata, si è determinata la taglia dei rifasatori automatici, pari a 160 kVAR (a 450V), corrispondente a 126 kVAR (a 400V).

## 6.7 Gruppo statico di continuità (UPS)

Il gruppo statico di continuità di cabina alimenta le utenze in "continuità assoluta" ovvero le utenze che non ammettono interruzione di continuità nell'alimentazione elettrica.

Tali utenze sono quelle relative all'illuminazione permanente di galleria, la segnaletica e le utenze degli impianti di sicurezza.

Facendo riferimento alla relazione di calcolo precedentemente citata, si è determinata la taglia del gruppo pari a 40 kVA (40 kW – cos $\phi$  = 1), con autonomia nominale pari a 60 minuti (alla potenza a pieno carico), ottenuta con armadio batterie separato.

Le specifiche tecniche principali sono le seguenti:

- Tensione di ingresso 400 Vac
- Tensione di uscita 400 Vac
- Potenza 40 kVA
- Tipologia VFI SS 111 - Double Conversion Online
- EPO SI
- Rendimento a pieno carico Fino al 96%
- Rendimento in modalità ECO 99%
- Grado di protezione IP 20
- Sovraccarico 150% per 1 minuto, 125% per 10 minuti
- Frequenza 50/60 Hz
- Autonomia 60 minuti
- Batterie al Pb ermetiche long-life (10 anni)
- Larghezza 250+1400 mm
- Altezza 1900 mm
- Profondità 960 mm
- Peso totale 70+1312 kg
- scheda di comunicazione TCP/IP per gestione tramite supervisione di cabina



## 6.8 Quadro continuità assoluta

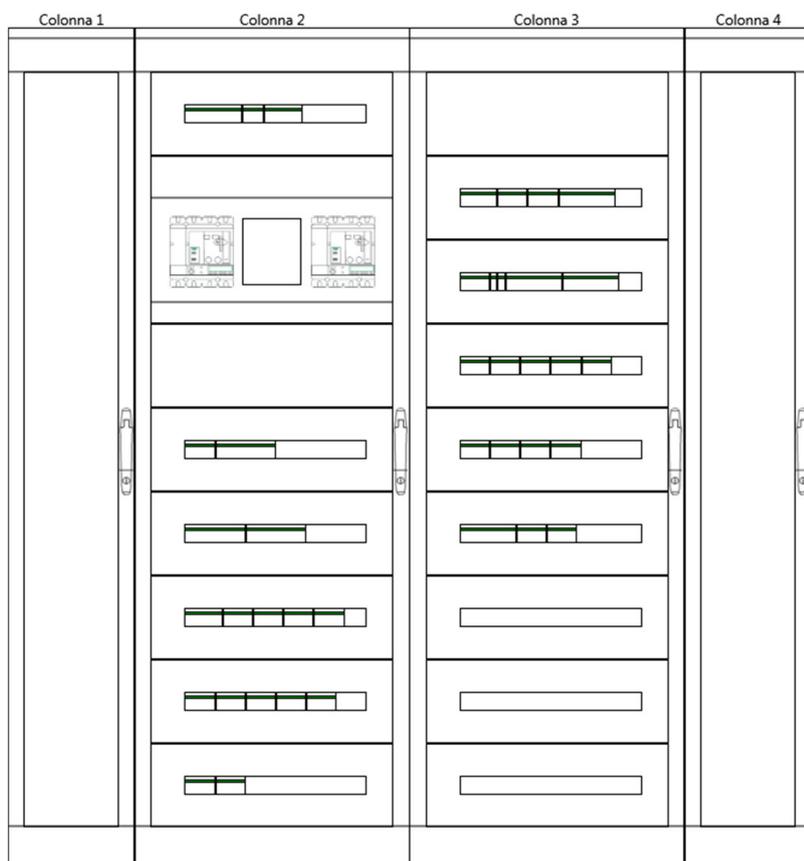
Il quadro continuità assoluta QCA viene alimentato con una linea in uscita dall'UPS ed una 2° linea di by-pass allacciata direttamente al power-center, con un sistema automatico di commutazione tra le due linee.

Il quadro alimenta le utenze in "continuità assoluta", suddivise per utenze comuni di cabina ed utenze galleria naturale, come da schema di progetto

E' costituito da una serie di armadi affiancati, costruiti in lamiera di acciaio spessore 15-15/10 micron, con verniciatura a mezzo di polveri di poliestere spessore > 70 micron, forma di segregazione 1, accessibile sul fronte, con le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione di isolamento 690 V
- Tensione di esercizio 400 V
- Corrente di corto circuito 15 kA
- Frequenza 50/60 Hz

- Tensione ausiliaria 230Vac
- Sistema di neutro TN-S
- Materiale Lamiera 15-10/10
- Verniciatura esterna RAL 9001
- Forma di segregazione 1
- Grado di protezione esterno (IP) 31
- Grado di protezione interno (IP) 20
- Larghezza del quadro 1956 mm
- Altezza del quadro 2100 mm
- Profondità del quadro 465 mm



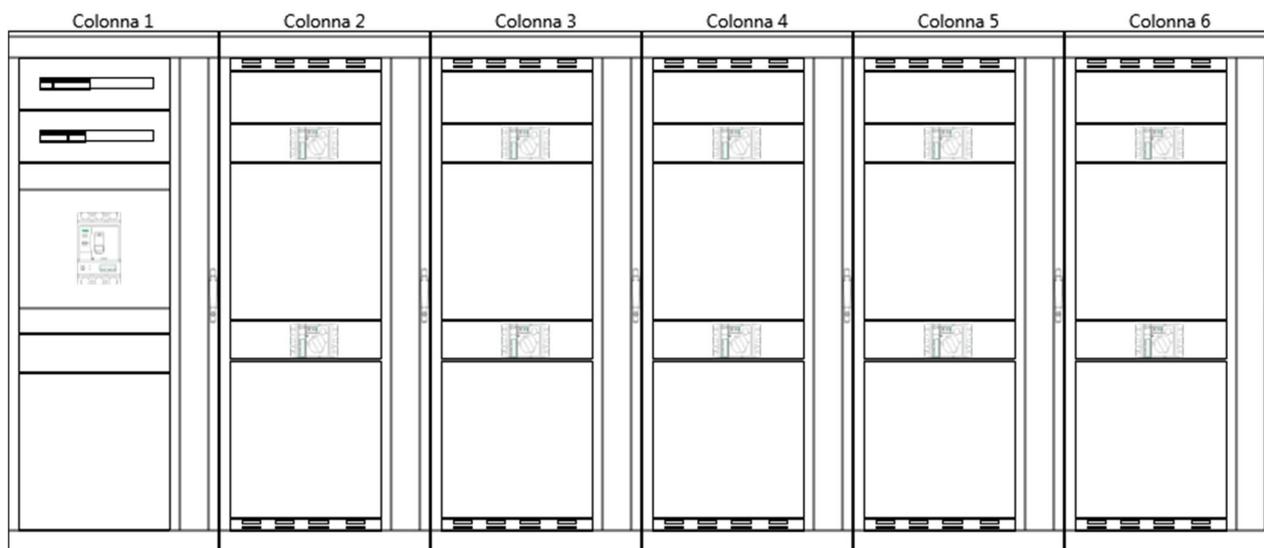
## 6.9 Quadro ventilazione QVE-Est

Il quadro ventilazione QVE Est alimenta i 10 ventilatori previsti all'imbocco est della galleria naturale, come da schema di progetto.

E' costituito da una serie di armadi affiancati, costruiti in lamiera di acciaio spessore 15-15/10 micron, con verniciatura a mezzo di polveri di poliestere spessore > 70 micron, forma di segregazione 2a, accessibile sul fronte, con le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione di isolamento 690 V
- Tensione di esercizio 400 V
- Corrente nominale nelle sbarre 630 A
- Corrente di corto circuito 25 kA
- Frequenza 50/60 Hz
- Tensione ausiliaria 230Vac
- Sistema di neutro TN-S
- Sbarre (3F o 3F + N/2) 3F
- Materiale Lamiera 15-10/10
- Verniciatura esterna RAL 9001
- Forma di segregazione 2a
- Grado di protezione esterno (IP) 31
- Grado di protezione interno (IP) 20
- Larghezza del quadro 4856 mm
- Altezza del quadro 2100 mm
- Profondità del quadro 665 mm

Ogni colonna prevede il cablaggio delle apparecchiature a servizio di n.2 ventilatori comprensive di interruttore di protezione, telecommutatore, contattore di by-pass, ausiliari, ecc., incluso l'avviatore soft-starter con relativo pannello di comando a fronte portella.



## 6.10 Quadro illuminazione di galleria imbocco Est

Il quadro illuminazione QILL-E alimenta gli impianti di illuminazione di rinforzo dell'imbocco Est della galleria naturale oltre che la metà dell'illuminazione permanente, la quale è ripartita al 50% da rete privilegiata ed al 50% da rete sicurezza. A tale scopo il quadro QILL è suddiviso in 2 sezioni distinte, facenti capo al quadro QGBT (rete privilegiata) ed al quadro QCA (rete continuità).

E' costituito da un armadio con relativa risalita cavi laterale, costruito in lamiera di acciaio spessore 15-15/10 micron, con verniciatura a mezzo di polveri di poliestere spessore > 70 micron, forma di segregazione 1, accessibile sul fronte, con le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione di isolamento 690 V
- Tensione di esercizio 400 V
- Corrente di corto circuito 15 kA
- Frequenza 50/60 Hz
- Tensione ausiliaria 230Vac
- Sistema di neutro TN-S
- Materiale Lamiera 15-10/10
- Verniciatura esterna RAL 9001
- Forma di segregazione 1
- Grado di protezione esterno (IP) 31
- Grado di protezione interno (IP) 20
- Larghezza del quadro 1106 mm
- Altezza del quadro 2100 mm
- Profondità del quadro 465 mm



## 6.11 Soccorritore 110Vcc e quadro servizi ausiliari di cabina

E' previsto un soccorritore a doppio ramo per alimentare i sistemi ausiliari a 110Vcc del quadro MT, del quadro QGBT e del quadro QVE (relè, relè ausiliari, protezioni, lampade di segnalazione, ecc..).

Facendo riferimento alla relazione di calcolo precedentemente citata, si è determinata la taglia del gruppo pari a 3000 W - 30 A (ramo carico) con tensione di 110 Vcc.

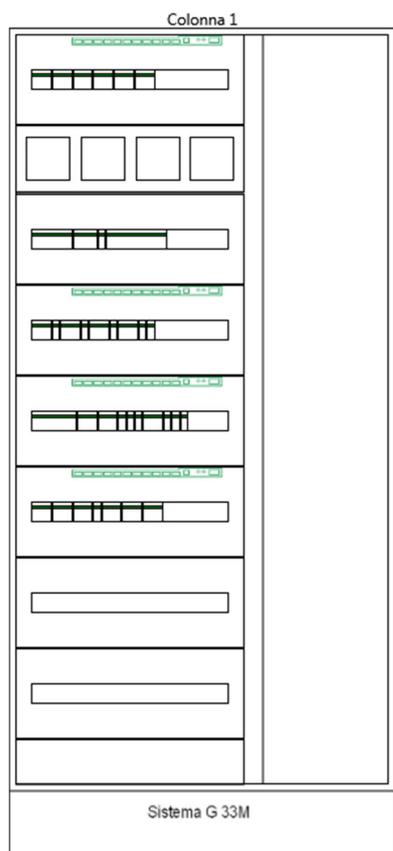
L'uscita del soccorritore si attesterà al quadro servizi comuni di cabina QSC, il quale, oltre ad alimentare la rete a 110Vcc di cui sopra, alimenta gli impianti di servizio del locale a 230/400Vac (luce, prese fm, ventilazione e CDZ di cabina, ecc.) come da schema di progetto.

Il quadro è costituito da una cassetta monoblocco a pavimento, costruita in lamiera di acciaio spessore 15-10/10 micron, con verniciatura a mezzo di polveri di poliestere spessore > 70 micron, forma di segregazione 1, accessibile sul fronte, con le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione di isolamento 690 V
- Tensione di esercizio 400 V
- Corrente di corto circuito 10 kA
- Frequenza 50/60 Hz
- Tensione ausiliaria 230 Vac - 24Vcc (da alimentatore interno)

- Sistema di neutro TN-S
- Forma di segregazione 1
- Grado di protezione esterno (IP) 43
- Grado di protezione interno (IP) 2X
- Larghezza del quadro 845 mm
- Altezza del quadro 1930 mm
- Profondità del quadro 252 mm

Sul fronte portella verranno cablate le centraline termometriche dei trasformatori di cabina.



## 6.12 Gruppo elettrogeno

Il gruppo elettrogeno alimenta, in condizioni di emergenza, il totale del carico sotteso alla cabina.

Per dimensionare correttamente il gruppo elettrogeno non è sufficiente considerare la potenza nominale complessiva, ma è necessario considerare la corrente di spunto ( $I_{sp}$ ) complessiva dei carichi, ovvero considerare il caso maggiormente impegnativo per la macchina che, al mancare dalla tensione di rete normale, deve essere in grado di sopportare l'avviamento cumulativo di tutti i relativi carichi.

Facendo riferimento alla relazione di calcolo precedentemente citata, si è determinata la taglia del gruppo con i seguenti parametri:

- Potenza meccanica = 441 kW
- Potenza elettrica (servizio in emergenza) = 569 kVA (448 kW)
- Potenza elettrica (servizio continuo) = 510 kVA (408 kW)
- Motore turbo diesel 4 tempi, 6 cilindri, cilindrata totale 16.12 l
- Raffreddamento ad acqua
- 1500 giri/minuto
- consumo carburante 81 litri/ora (a 3/4 del carico massimo)

Il gruppo è dotato di serbatoio installato sul telaio di base, con capacità 636 litri.

Considerando il consumo orario di circa 81 litri si ha un'autonomia pari a:

- Autonomia =  $636 / 81 = 7,8$  ore

valore da ritenersi non accettabile per la tipologia di impianto, per il quale si considera un'autonomia non inferiore a **24 ore**.

Si prevede, quindi, l'installazione di serbatoio ausiliario esterno, di tipo interrato, di capacità pari a:

- $Q = C_{\text{consumo}} \text{ (litri/ora)} \times (\text{autonomia di 24 ore}/1000) = 81 \times (24/1000) = 1,94 \text{ m}^3$

Si prevede, quindi, un serbatoio ausiliario con capacità 2000 litri il quale garantisce, unitamente al serbatoio ausiliario a bordo, un'autonomia superiore alle 24 ore.

### 6.13 Impianto di terra ed equipotenziali

L'impianto di terra della cabina verrà progettato e verrà realizzato in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione
- essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili (che generalmente sono determinate mediante calcolo)
- evitare danni a componenti elettrici ed a beni
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

Come prescritto dalla Norma CEI 64-20 l'impianto di terra per le 2 cabine di tratta sarà unico.

Si rimanda alla relazione di calcolo precedentemente citata per i criteri di dimensionamento dell'impianto.

Lo sviluppo indicativo dell'impianto di dispersione è riportato sulle piante di progetto.

L'impianto di messa a terra di cabina comprenderà:

- il dispersore (o i dispersori) di terra, costituiti da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizzeranno il collegamento elettrico con la terra. Nell'impianto saranno utilizzati picchetti tubolari in acciaio rivestito in rame, con lunghezza di 1,5 metri e diametro 20 mm., interconnessi con corda in rame nuda di sezione 95 mmq. I picchetti saranno intercalati da pozzetti ispezionabili all'interno dei quali saranno realizzate le giunzioni per i collegamenti equipotenziali principali ai ferri e maglie metalliche delle strutture;

- i conduttori di terra, non in intimo contatto con il terreno, destinati a collegare i dispersori ai collettori (o nodi) principali di terra. A tale scopo verranno utilizzati spezzoni di corda in rame nuda di sezione 95 mmq., che si attesteranno ai collettori di terra posti all'interno dei locali di cabina;
- i collettori (o nodi) principali di terra ai quali si attesteranno i conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali;
- i conduttori di protezione, derivati dai collettori di terra, i quali si distribuiranno con i vari circuiti elettrici e realizzeranno il collegamento all'impianto di terra di tutte le masse. Tali conduttori faranno parte integrale delle linee in cavo dei vari utilizzatori (per sezioni fino a 16 mmq.), utilizzando, a tale scopo, il conduttore con anima di colore giallo-verde. Per sezioni superiori a 16 mmq. verranno utilizzati conduttori unipolari di tipo FS17 giallo-verde aventi sezioni conformi alle prescrizioni della Norma CEI 64-8;
- i conduttori equipotenziali principali e supplementari, derivati dai collettori di terra, i quali realizzeranno il collegamento all'impianto di terra delle masse estranee. Per le masse metalliche entranti nella cabina (tubazioni idriche, antincendio, ecc.), saranno previsti i collegamenti equipotenziali principali, da realizzarsi con conduttori unipolari FS17 Il giallo-verde di sezioni minime 6 mmq.

## 7 DESCRIZIONE IMPIANTI CABINA ELETTRICA OVEST

### 7.1 Ubicazione ed ambiti di pertinenza

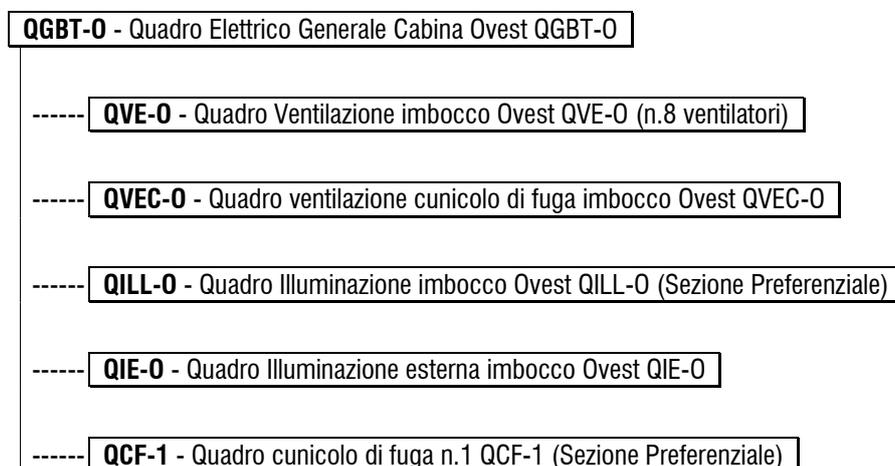
La cabina elettrica Ovest è collocata in prossimità dell'imbocco ovest della galleria naturale, al progressivo km 1,100.

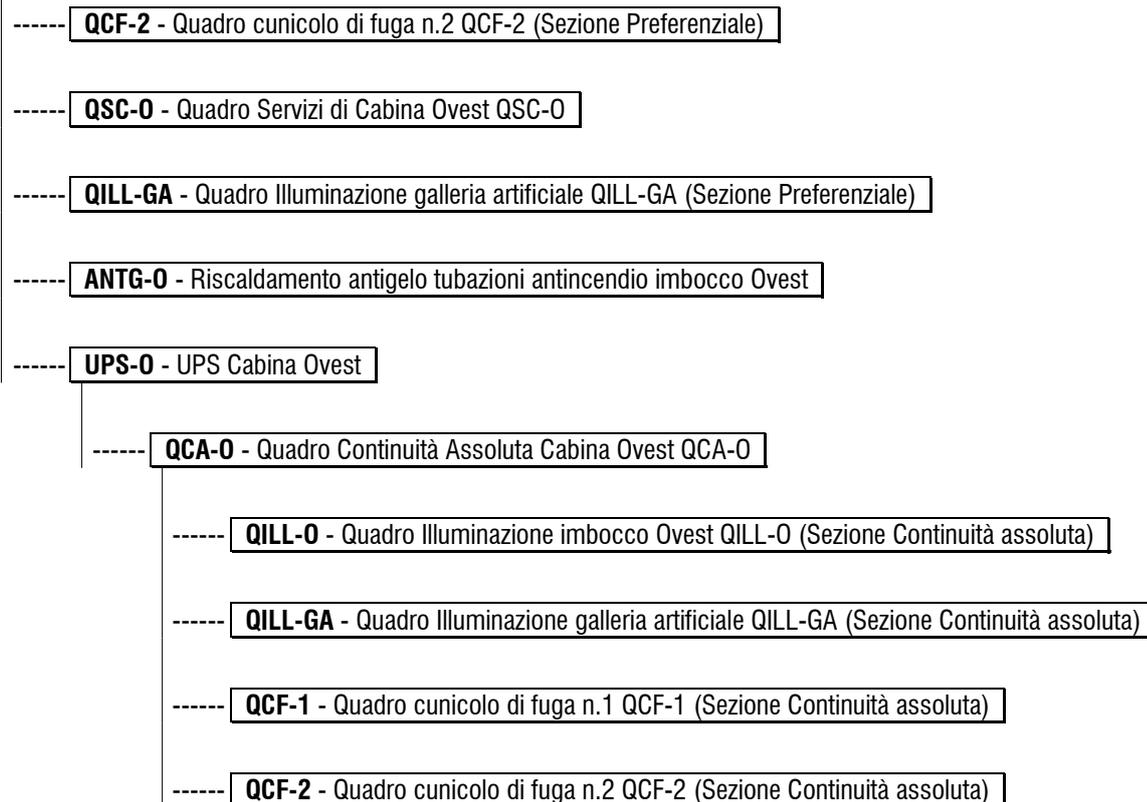
L'ambito di pertinenza della cabina Ovest comprende:

- l'illuminazione del tratto stradale esterno all'imbocco ovest di galleria
- l'illuminazione permanente della galleria naturale dall'imbocco ovest fino a circa la metà della galleria
- l'illuminazione di rinforzo dell'imbocco ovest della galleria naturale
- l'illuminazione per evacuazione e gli impianti ausiliari e di sicurezza della galleria naturale dall'imbocco ovest fino a circa la metà della galleria
- la ventilazione dell'imbocco ovest della galleria naturale
- gli impianti del cunicolo di fuga della galleria naturale (circa la metà), inclusa la ventilazione all'imbocco ovest
- il riscaldamento antigelo per le tubazioni antincendio dell'imbocco ovest della galleria naturale
- gli impianti ausiliari e di sicurezza di cabina
- l'illuminazione permanente della galleria artificiale
- l'illuminazione di rinforzo della galleria artificiale
- il tutto come meglio evidenziato sulle planimetrie e sugli schemi di progetto.

### 7.2 Schema di impianto

La rete BT 400V afferente alla cabina viene derivata da due trasformatori MT/BT, collegati in cavo al quadro generale QGBT-O, secondo il seguente schema a blocchi:





In condizioni ordinarie è previsto il funzionamento di una sola delle 2 macchine, mentre la 2° è intesa come riserva “fredda”, ovvero con alimentazione non inserita sul primario ed interruttore generale lato BT aperto, pronta a subentrare nel funzionamento in caso di guasto o fuori servizio per manutenzione della macchina in funzione.

Il sistema di supervisione di cabina gestisce il funzionamento a cicli alternati delle 2 macchine, l'energizzazione dei trasformatori e la commutazione in caso di guasto.

Lo schema prevede l'interblocco fra gli interruttori lato BT al fine di evitare il funzionamento in parallelo dei trasformatori, che è ammesso solo come parallelo breve per effettuare la commutazione tra le 2 macchine.

Ciascuno dei due trasformatori in servizio è quindi dimensionato per il 100% del carico complessivo.

Al quadro QGBT afferisce anche la linea in cavo proveniente dal gruppo elettrogeno e quindi tutte le utenze BT di cabina e di galleria sono di tipo privilegiato.

In caso di mancanza della rete di alimentazione ordinaria, è prevista l'apertura del congiuntore, l'avviamento a vuoto del gruppo elettrogeno e la successiva richiusura dell'interruttore di commutazione rete-gruppo in modo da rialimentare, entro un tempo non superiore a 15 secondi, tutta la sezione privilegiata.

Tutti gli interruttori ed i congiuntori sono equipaggiati di motore, con possibilità di comando in locale (tramite selettori e spie a fronte portella di ciascun cubicolo) o da remoto, tramite il sistema di automazione di cabina, con riporto degli stati al sistema generale di supervisione degli impianti elettrici.

### 7.3 Quadro di media tensione 15 kV QMT-0

All'interno della cabina è prevista l'installazione del quadro QMT-0 come da lay-out di progetto.

L'alimentazione MT in ingresso avviene direttamente dalla cabina Est ma con la possibilità, futura, di poter allacciare la fornitura diretta da parte dell'ENEL a 15 kV.

Il quadro QMT-R è costituito da una serie di armadi affiancati, isolati in esafluoruro di zolfo SF<sub>6</sub>, con protezione arco interno sui 4 lati IAC AFLR, con le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione nominale 17,5 kV
- Tensione di esercizio 15 kV
- Tenuta arco interno 15 kA x 1 secondo
- Corrente nominale sbarre 630 A
- Corrente ammissibile di cresta 40 kA
- Corrente ammissibile di breve durata 16 kA x 1 secondo
- Tensione circuiti ausiliari 110Vcc

La configurazione prevede i seguenti scomparti:

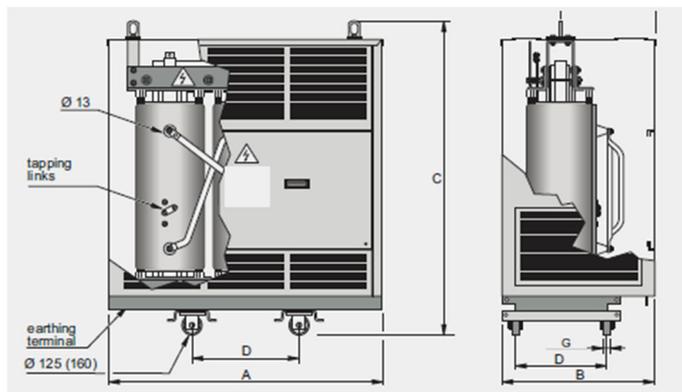
- Arrivo linea ENEL
- Protezione generale (PG+ DG) con data logger
- Protezione trasformatore TR1
- Protezione trasformatore TR2

come di seguito schematizzato:



#### 7.4 Trasformatori MT/BT

E' prevista l'installazione di n.2 trasformatori MT/BT 15/0.4 kV, di potenza nominale unitaria 630 kVA, isolati in resina con  $V_{cc}=6\%$ , conformi alle norme IEC 60076-11 e regolamento UE 548/2014 in materia di perdite nel funzionamento a vuoto.



I trasformatori saranno collocati ciascuno in un proprio armadio metallico di protezione IP31 (IP21 sul fondo), la cui accessibilità sarà possibile solo a seguito di una serie di manovre in sequenza tali da garantire sia la mancanza di tensione di alimentazione lato primario e lato secondario, che la messa a terra del cavo MT di collegamento allacciato al rispettivo scomparto di protezione del quadro QMT.

E' previsto il rifasamento fisso di ogni macchina a mezzo di batteria di condensatori fissa trifase di potenza 15 KVAR (a 450V), sempre inserita sul lato BT e collocata all'interno del locale su apposita mensola a parete.

Per tutti e 2 i trasformatori sono previsti i collegamenti lato MT con il QMT tramite cavi di tipo RG7H1M1 12/20 kV e lato BT con il QGBT tramite cavi di tipo FG16R16, posati entro le vie cavo di cabina (cunicoli).

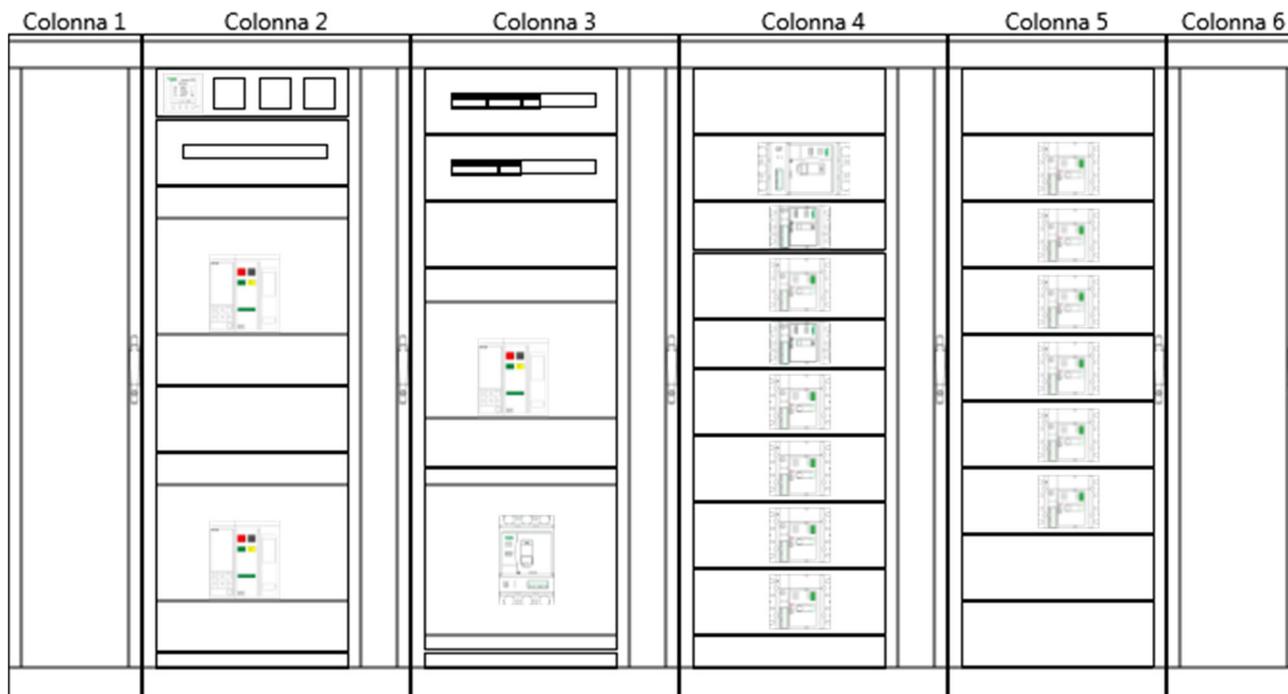
## 7.5 Quadro elettrico generale BT QGBT-0

All'interno del locale di cabina è prevista l'installazione del quadro generale power-center QGBT-0.

Il quadro è costituito da una serie di armadi affiancati, costruiti in lamiera di acciaio spessore 15-15/10 micron, con verniciatura a mezzo di polveri di poliestere spessore  $> 70$  micron, forma di segregazione 3a, accessibile sui 4 lati, con le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione di isolamento 690 V
- Tensione di esercizio 400 V
- Corrente nominale nelle sbarre 1000 A
- Corrente di corto circuito 25 kA
- Frequenza 50/60 Hz
- Tensione ausiliaria 110Vcc
- Sistema di neutro TN-S
- Sbarre (3F o 3F + N/2) 3F+N
- Materiale Lamiera 15-10/10
- Verniciatura esterna RAL 9001
- Forma di segregazione 3a
- Grado di protezione esterno (IP) 31

- Grado di protezione interno (IP) 20
- Larghezza del quadro 3900 mm
- Altezza del quadro 2100 mm
- Profondità del quadro 891 mm



## 7.6 Quadro di rifasamento automatico

Per il rifasamento della rete a 400V afferente al QGBT di cabina verrà previsto un sistema di rifasamento centralizzato, in modo da garantire un valore di fattore di potenza globale dell'impianto  $> 0,95$ .

Ciò al fine di garantire anche il rispetto delle prescrizioni di cui alla delibera AEEG 180/2013/R/EEL relativamente al rifasamento degli utenti MT e BT, nella quale viene richiesto un fattore di potenza mediato, nelle ore di alto carico, non inferiore a 0,95.

Facendo riferimento alla relazione di calcolo precedentemente citata, si è determinata la taglia dei rifasatori automatici, pari a 160 kVAR (a 450V), corrispondente a 126 kVAR (a 400V).

## 7.7 Gruppo statico di continuità (UPS)

Il gruppo statico di continuità di cabina alimenta le utenze in "continuità assoluta" ovvero le utenze che non ammettono interruzione di continuità nell'alimentazione elettrica.

Tali utenze sono quelle relative all'illuminazione permanente di galleria, la segnaletica e le utenze degli impianti di sicurezza.

Facendo riferimento alla relazione di calcolo precedentemente citata, si è determinata la taglia del gruppo pari a 40 kVA (40 kW – cos $\phi$  = 1), con autonomia nominale pari a 60 minuti (alla potenza a pieno carico), ottenuta con armadio batterie separato.

Le specifiche tecniche principali sono le seguenti:

- Tensione di ingresso 400 Vac
- Tensione di uscita 400 Vac
- Potenza 40 kVA
- Tipologia VFI SS 111 - Double Conversion Online
- EPO SI
- Rendimento a pieno carico Fino al 96%
- Rendimento in modalità ECO 99%
- Grado di protezione IP 20
- Sovraccarico 150% per 1 minuto, 125% per 10 minuti
- Frequenza 50/60 Hz
- Autonomia 60 minuti
- Batterie al Pb ermetiche long-life (10 anni)
- Larghezza 250+1400 mm
- Altezza 1900 mm
- Profondità 960 mm
- Peso totale 70+1312 kg
- scheda di comunicazione TCP/IP per gestione tramite supervisione di cabina



## 7.8 Quadro continuità assoluta

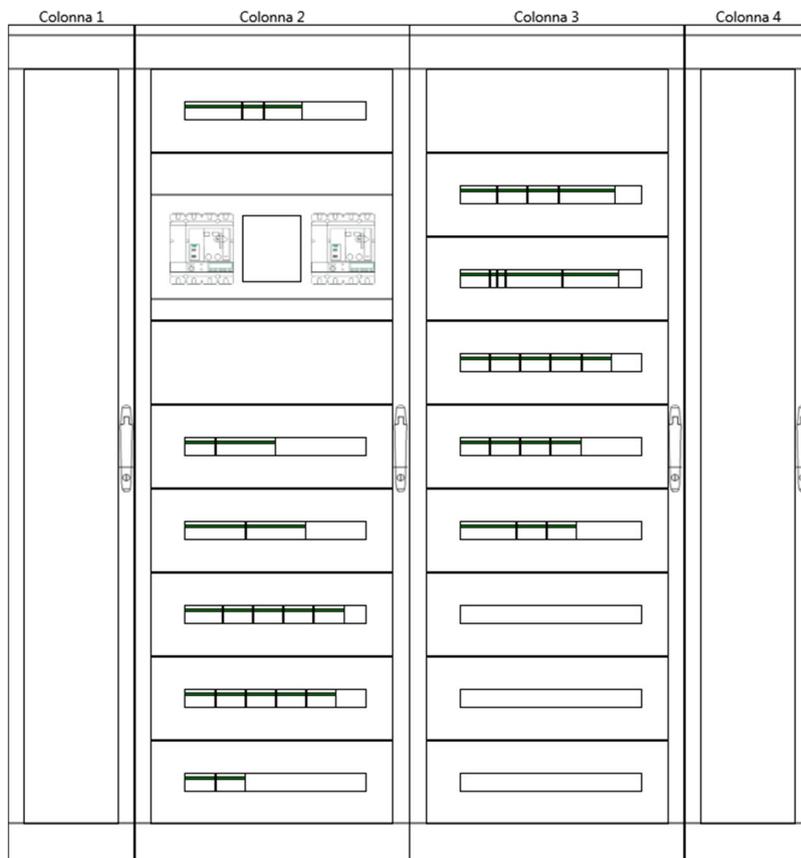
Il quadro continuità assoluta QCA viene alimentato con una linea in uscita dall'UPS ed una 2° linea di by-pass allacciata direttamente al power-center, con un sistema automatico di commutazione tra le due linee.

Il quadro alimenta le utenze in "continuità assoluta", suddivise per utenze comuni di cabina ed utenze galleria naturale, come da schema di progetto

E' costituito da una serie di armadi affiancati, costruiti in lamiera di acciaio spessore 15-15/10 micron, con verniciatura a mezzo di polveri di poliestere spessore > 70 micron, forma di segregazione 1, accessibile sul fronte, con le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione di isolamento 690 V
- Tensione di esercizio 400 V
- Corrente di corto circuito 15 kA
- Frequenza 50/60 Hz

- Tensione ausiliaria 230Vac
- Sistema di neutro TN-S
- Materiale Lamiera 15-10/10
- Verniciatura esterna RAL 9001
- Forma di segregazione 1
- Grado di protezione esterno (IP) 31
- Grado di protezione interno (IP) 20
- Larghezza del quadro 1956 mm
- Altezza del quadro 2100 mm
- Profondità del quadro 465 mm



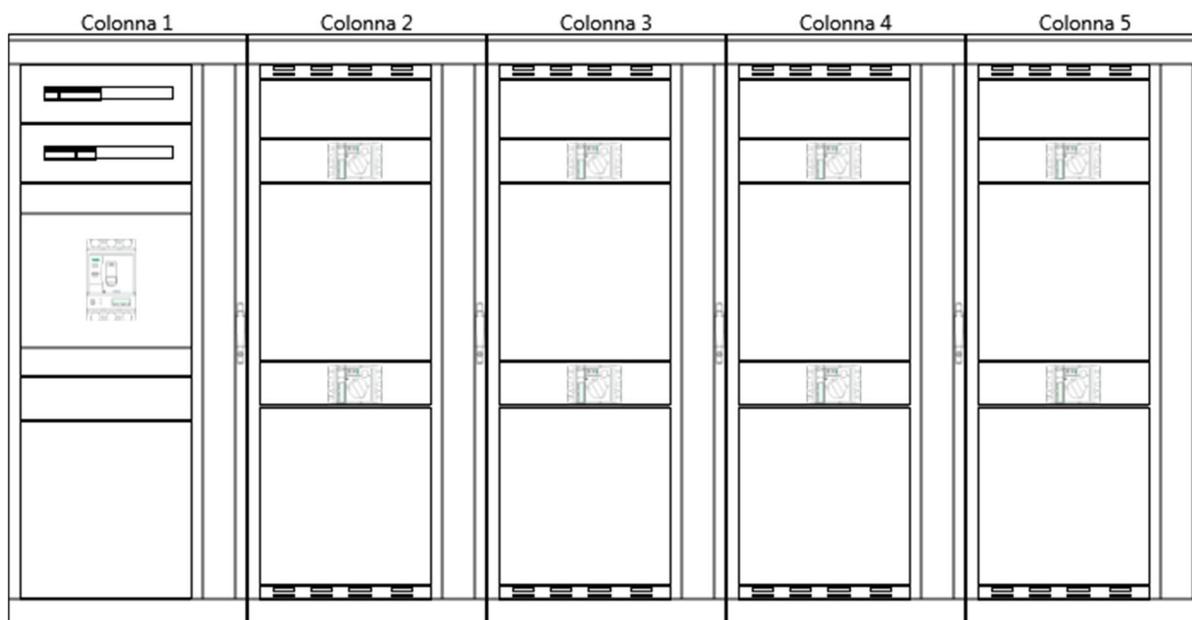
## 7.9 Quadro ventilazione QVE-Ovest

Il quadro ventilazione QVE Ovest alimenta gli 8 ventilatori previsti all'imbocco ovest della galleria naturale, come da schema di progetto.

E' costituito da una serie di armadi affiancati, costruiti in lamiera di acciaio spessore 15-15/10 micron, con verniciatura a mezzo di polveri di poliestere spessore > 70 micron, forma di segregazione 2a, accessibile sul fronte, con le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione di isolamento 690 V
- Tensione di esercizio 400 V
- Corrente nominale nelle sbarre 630 A
- Corrente di corto circuito 25 kA
- Frequenza 50/60 Hz
- Tensione ausiliaria 230Vac
- Sistema di neutro TN-S
- Sbarre (3F o 3F + N/2) 3F
- Materiale Lamiera 15-10/10
- Verniciatura esterna RAL 9001
- Forma di segregazione 2a
- Grado di protezione esterno (IP) 31
- Grado di protezione interno (IP) 20
- Larghezza del quadro 4056 mm
- Altezza del quadro 2100 mm
- Profondità del quadro 665 mm

Ogni colonna prevede il cablaggio delle apparecchiature a servizio di n.2 ventilatori comprensive di interruttore di protezione, telecommutatore, contattore di by-pass, ausiliari, ecc., incluso l'avviatore soft-starter con relativo pannello di comando a fronte portella.

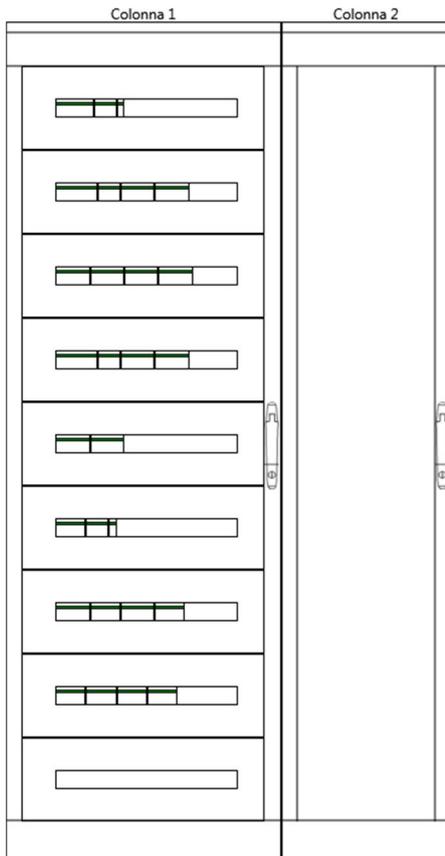


## 7.10 Quadro illuminazione di galleria imbocco Ovest

Il quadro illuminazione QILL-O alimenta gli impianti di illuminazione di rinforzo dell'imbocco Ovest della galleria naturale oltre che la metà dell'illuminazione permanente, la quale è ripartita al 50% da rete privilegiata ed al 50% da rete sicurezza. A tale scopo il quadro QILL è suddiviso in 2 sezioni distinte, facenti capo al quadro QGBT (rete privilegiata) ed al quadro QCA (rete continuità).

E' costituito da un armadio con relativa risalita cavi laterale, costruito in lamiera di acciaio spessore 15-15/10 micron, con verniciatura a mezzo di polveri di poliestere spessore > 70 micron, forma di segregazione 1, accessibile sul fronte, con le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione di isolamento 690 V
- Tensione di esercizio 400 V
- Corrente di corto circuito 15 kA
- Frequenza 50/60 Hz
- Tensione ausiliaria 230Vac
- Sistema di neutro TN-S
- Materiale Lamiera 15-10/10
- Verniciatura esterna RAL 9001
- Forma di segregazione 1
- Grado di protezione esterno (IP) 31
- Grado di protezione interno (IP) 20
- Larghezza del quadro 1106 mm
- Altezza del quadro 2100 mm
- Profondità del quadro 465 mm



### 7.11 Soccorritore 110Vcc e quadro servizi ausiliari di cabina

E' previsto un soccorritore a doppio ramo per alimentare i sistemi ausiliari a 110Vcc del quadro MT, del quadro QGBT e del quadro QVE (relè, relè ausiliari, protezioni, lampade di segnalazione, ecc..).

Facendo riferimento alla relazione di calcolo precedentemente citata, si è determinata la taglia del gruppo pari a 3000 W - 30 A (ramo carico) con tensione di 110 Vcc.

L'uscita del soccorritore si attesterà al quadro servizi comuni di cabina QSC, il quale, oltre ad alimentare la rete a 110Vcc di cui sopra, alimenta gli impianti di servizio del locale a 230/400Vac (luce, prese fm, ventilazione e CDZ di cabina, ecc.) come da schema di progetto.

Il quadro è costituito da una cassetta monoblocco a pavimento, costruita in lamiera di acciaio spessore 15-10/10 micron, con verniciatura a mezzo di polveri di poliestere spessore > 70 micron, forma di segregazione 1, accessibile sul fronte, con le seguenti caratteristiche generali:

- Tensione di isolamento 690 V
- Tensione di esercizio 400 V
- Corrente di corto circuito 10 kA
- Frequenza 50/60 Hz
- Tensione ausiliaria 230 Vac - 24Vcc (da alimentatore interno)

- Sistema di neutro TN-S
- Forma di segregazione 1
- Grado di protezione esterno (IP) 43
- Grado di protezione interno (IP) 2X
- Larghezza del quadro 845 mm
- Altezza del quadro 1930 mm
- Profondità del quadro 252 mm

Sul fronte portella verranno cablate le centraline termometriche dei trasformatori di cabina.



## 7.12 Gruppo elettrogeno

Il gruppo elettrogeno alimenta, in condizioni di emergenza, il totale del carico sotteso alla cabina.

Per dimensionare correttamente il gruppo elettrogeno non è sufficiente considerare la potenza nominale complessiva, ma è necessario considerare la corrente di spunto ( $I_{sp}$ ) complessiva dei carichi, ovvero considerare il caso maggiormente impegnativo per la macchina che, al mancare dalla tensione di rete normale, deve essere in grado di sopportare l'avviamento cumulativo di tutti i relativi carichi.

Facendo riferimento alla relazione di calcolo precedentemente citata, si è determinata la taglia del gruppo con i seguenti parametri:

- Potenza meccanica = 441 kW
- Potenza elettrica (servizio in emergenza) = 569 kVA (448 kW)
- Potenza elettrica (servizio continuo) = 510 kVA (408 kW)
- Motore turbo diesel 4 tempi, 6 cilindri, cilindrata totale 16.12 l
- Raffreddamento ad acqua
- 1500 giri/minuto
- consumo carburante 81 litri/ora (a 3/4 del carico massimo)

Il gruppo è dotato di serbatoio installato sul telaio di base, con capacità 636 litri.

Considerando il consumo orario di circa 81 litri si ha un'autonomia pari a:

- Autonomia =  $636 / 81 = 7,8$  ore

valore da ritenersi non accettabile per la tipologia di impianto, per il quale si considera un'autonomia non inferiore a **24 ore**.

Si prevede, quindi, l'installazione di serbatoio ausiliario esterno, di tipo interrato, di capacità pari a:

- $Q = C_{\text{consumo}} \text{ (litri/ora)} \times (\text{autonomia di 24 ore}/1000) = 81 \times (24/1000) = 1,94 \text{ m}^3$

Si prevede, quindi, un serbatoio ausiliario con capacità 2000 litri il quale garantisce, unitamente al serbatoio ausiliario a bordo, un'autonomia superiore alle 24 ore.

### 7.13 Impianto di terra ed equipotenziali

L'impianto di terra della cabina verrà progettato e verrà realizzato in modo da soddisfare le seguenti prescrizioni:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione
- essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili (che generalmente sono determinate mediante calcolo)
- evitare danni a componenti elettrici ed a beni
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

Come prescritto dalla Norma CEI 64-20 l'impianto di terra per le 2 cabine di tratta sarà unico.

Si rimanda alla relazione di calcolo precedentemente citata per i criteri di dimensionamento dell'impianto.

Lo sviluppo indicativo dell'impianto di dispersione è riportato sulle piante di progetto.

L'impianto di messa a terra di cabina comprenderà:

- il dispersore (o i dispersori) di terra, costituiti da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizzeranno il collegamento elettrico con la terra. Nell'impianto saranno utilizzati picchetti tubolari in acciaio rivestito in rame, con lunghezza di 1,5 metri e diametro 20 mm., interconnessi con corda in rame nuda di sezione 95 mmq. I picchetti saranno intercalati da pozzetti ispezionabili all'interno dei quali saranno realizzate le giunzioni per i collegamenti equipotenziali principali ai ferri e maglie metalliche delle strutture;

- i conduttori di terra, non in intimo contatto con il terreno, destinati a collegare i dispersori ai collettori (o nodi) principali di terra. A tale scopo verranno utilizzati spezzoni di corda in rame nuda di sezione 95 mmq., che si attesteranno ai collettori di terra posti all'interno dei locali di cabina;
- i collettori (o nodi) principali di terra ai quali si attesteranno i conduttori di terra, di protezione ed equipotenziali;
- i conduttori di protezione, derivati dai collettori di terra, i quali si distribuiranno con i vari circuiti elettrici e realizzeranno il collegamento all'impianto di terra di tutte le masse. Tali conduttori faranno parte integrale delle linee in cavo dei vari utilizzatori (per sezioni fino a 16 mmq.), utilizzando, a tale scopo, il conduttore con anima di colore giallo-verde. Per sezioni superiori a 16 mmq. verranno utilizzati conduttori unipolari di tipo FS17 giallo-verde aventi sezioni conformi alle prescrizioni della Norma CEI 64-8;
- i conduttori equipotenziali principali e supplementari, derivati dai collettori di terra, i quali realizzeranno il collegamento all'impianto di terra delle masse estranee. Per le masse metalliche entranti nella cabina (tubazioni idriche, antincendio, ecc.), saranno previsti i collegamenti equipotenziali principali, da realizzarsi con conduttori unipolari FS17 Il giallo-verde di sezioni minime 6 mmq.

#### **7.13.1 Collegamento a terra dello schermo dei cavi MT**

La regola impiantistica generale prevede che lo schermo dei cavi di media tensione vada collegato a terra ad entrambe le estremità. Tale regola verrà applicata anche all'impianto in oggetto.

Gli impianti di terra di ciascuna cabina saranno quindi interconnessi tramite gli schermi dei cavi MT.

Tale prescrizione permette l'applicabilità del fattore di riduzione del 30% della corrente di terra le rispetto alla corrente di guasto  $I_f$ .

## 8 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DI GALLERIA NATURALE

### 8.1 Cavidotti e vie cavo

All'interno delle gallerie naturali è prevista la fornitura e posa in opera dei cavidotti e vie cavi, alla quota stradale e dietro il profilo redirettivo, ai fini della distribuzione primaria degli impianti tecnologici di galleria (illuminazione, TV.CC, segnaletica, ecc.) e per quelli principali di tratta (principalmente la fibra ottica di dorsale).

A tale scopo si prevedono:

- Cavidotti in PEAD autoestinguento corrugato a doppia parete (esterno colore rosso ed interno liscio colore nero), adatti per posa interrata, conformi alle norme CEI 23-39 e CEI 23-46, aventi resistenza allo schiacciamento a secco e umido di 200 kg/dm<sup>2</sup>, di diametro esterno minimo pari a 125 mm. Tutti i cavidotti dovranno essere muniti di sonda tiracavo in filo di acciaio;
- Pozzetti prefabbricati in calcestruzzo, di dimensioni varie, completi di chiusini.

La distribuzione avviene su entrambi i lati di ciascuna galleria, con attraversamenti del piano stradale in prossimità degli imbocchi.

La distribuzione alla quota della volta di galleria serve principalmente per la distribuzione degli impianti di illuminazione, ventilazione, diffusione sonora e rilevazione ambientale.

A tale scopo si prevedono:

- canalizzazioni metalliche portacavi con base asolata, conformi EN 10142, costruite in acciaio inox AISI 304, conformi alle Norme CEI 7.6, con bordi ribordati di altezza minima 50 mm, con sistema di aggancio rapido a scatto tra i vari pezzi lineari, senza utilizzo di bulloneria e piastrine di collegamento. Le canalizzazioni dovranno essere atte all'ancoraggio alla volta di galleria a mezzo di sistema di sospensione regolabile in acciaio inox AISI 304, con passo di circa 1,5 metri, composto da:

- supporto regolabile semplice attacco a soffitto
- profilato verticale 50x30mm lunghezza media 2 metri (per gallerie naturali) e 1,5 metri (per gallerie artificiali)
- mensola singola larghezza 350 mm (predisposta per installazione di un'ulteriore canalina futura a fianco di quella prevista a progetto)
- bulloneria ed accessori di completamento in acciaio inox AISI 316L

Inoltre, onde garantire un'adeguata stabilità del sistema di canalizzazioni, dovrà essere installato un sistema di irrigidimento in acciaio inox AISI 304, con passo di circa 3 metri, composto da:

- supporto regolabile semplice attacco a soffitto
- profilato obliquo 50x30mm lunghezza media m.1,2
- bulloneria ed accessori di completamento in acciaio inox AISI 304

Le canalizzazioni avranno dimensioni sufficienti al contenimento dei cavi di energia ed impianti speciali. Le dorsali in passerella saranno in numero pari alle corsie di marcia e centrate sulle corsie stesse, con sviluppo per tutta la lunghezza delle gallerie.

## 8.2 Linee cavo di alimentazione

Per le gallerie in oggetto si prevede la fornitura e posa in opera delle linee cavo relative ai circuiti di potenza, ausiliari, ecc. destinate agli allacciamenti delle utenze di galleria ed in particolare (riferimento elaborato "Tabelle cavi"):

- illuminazione di rinforzo
- illuminazione permanente
- illuminazione di sicurezza con picchetti (circuiti LS..)
- alimentazione dei quadri elettrici cunicolo di fuga
- alimentazione dei ventilatori (circuiti V...)
- alimentazione dei PMV agli imbocchi di galleria (circuiti PMV..)
- alimentazione semafori agli imbocchi di galleria circuiti SEM..)
- alimentazione pannelli freccia-croce in galleria (circuiti FC..)
- alimentazione della segnaletica luminosa (circuiti SEL..)
- alimentazione degli armadi SOS (circuiti SOS..)
- alimentazione delle centraline di rilevazione gas e opacità dell'aria (circuiti CRG..)
- alimentazione delle centraline di rilevazione velocità e direzione dell'aria (circuiti CA..)

Le tipologie dei cavi sono riportate al capitolo 4.8

Le giunzioni per le varie tipologie di cavo previste nei pozzetti di galleria saranno realizzate con sistemi rapidi precablati riempiti in gel dielettrico, con tensione nominale fino a 1 kV, in grado di garantire un grado di protezione minimo IP68.

Le giunzioni per le varie tipologie di cavo previste nelle passerelle di galleria saranno realizzate con cassette di derivazione realizzate in acciaio, complete di raccorderia in ottone nichelato, morsettiere interne in acciaio su base ceramica, grado di protezione IP66, resistenza agli urti IK10.

All'interno delle passerelle i singoli circuiti dovranno essere identificati mediante cartellini in arrivo, in partenza e lungo il percorso con una interdistanza di non più di 20 m e sempre in corrispondenza delle derivazioni e delle risalite.

## 8.3 Impianti di illuminazione

Il progetto prevede un impianto di illuminazione di galleria suddiviso in:

- **illuminazione ordinaria**, necessaria ad assicurare una visibilità adeguata ai conducenti nella zona d'ingresso e all'interno della galleria, sia di giorno che di notte; sarà costituita dall'illuminazione permanente lungo l'intero tracciato delle gallerie e dall'illuminazione di rinforzo, limitata alla zona degli imbocchi in conformità a quanto previsto dalla Norma UNI 11095
- **illuminazione di emergenza (riserva)**, prevista per fornire la visibilità agli utenti della galleria con il funzionamento a regime del circuito permanente ( $2 \text{ cd/m}^2$ ), in quanto sotteso alla rete di sicurezza (UPS) e quindi consentire loro di abbandonare la galleria con i loro veicoli in caso di interruzione dell'alimentazione elettrica di rete;
- **illuminazione di evacuazione**, che permette di guidare gli utenti che sgombrano la galleria in caso di emergenza, con linee separate dai circuiti dell'illuminazione di riserva, in conformità a quanto previsto dalla Norma UNI EN 16276; tale illuminazione è sottesa alla rete di sicurezza (UPS).

La scelta del sistema di illuminazione si basa sui seguenti criteri:

- Impiego di proiettori a tecnologia Led, caratterizzati da un'elevata resa luminosa a potenze relativamente contenute e durate funzionali dell'ordine di 80.000/100.000 ore;
- Illuminazione permanente: adozione di sistema di regolazione del flusso luminoso delle sorgenti a Led con sistema ad onde radio, che permette un sensibile risparmio energetico nelle ore serali e notturne (fino al 30-35%) ed un risparmio in termini di manutenzione, per effetto del prolungamento della durata di vita delle sorgenti a Led;
- Illuminazione di rinforzo: adozione di sistema di regolazione del flusso luminoso delle sorgenti a Led con sistema ad onde radio in funzione alle misure eseguite dalle Sonde di Luminanze di Velo poste ai 2 imbocchi di galleria, ad una distanza pari allo spazio di arresto.

### 8.3.1 Calcolo illuminotecnico

Il dimensionamento, elaborato nell'allegata relazione di calcolo illuminotecnico, è stato effettuato applicando la Norma UNI 11095. I risultati del calcolo, consentono di stabilire la disposizione, il tipo e la quantità degli apparecchi illuminanti.

Si rimanda allo specifico elaborato di progetto

### 8.3.2 Illuminazione permanente

Per la sezione permanente, sono previsti corpi illuminanti a Led aventi ottica simmetrica e struttura in alluminio pressofuso, montati sotto passerella porta cavi in acciaio Inox da 200 mm su un'unica fila centrale, tramite idonee staffe ad aggancio rapido in acciaio inox con grado di protezione IP66. La loro alimentazione sarà suddivisa in due sezioni di due circuiti, per permettere di:

- contenere le sezioni di linea entro valori ragionevoli;
- aumentare la selettività in caso di guasti;
- separare la sezione di emergenza da quella normale.

Per questi motivi, ogni circuito avrà lunghezze limitate (per quanto possibile) e sarà di tipo 3F+N, con carico distribuito sulle tre fasi in modo simmetrico ed equilibrato.

### **8.3.3 Illuminazione di rinforzo**

Per assicurare in ore diurne un buon comfort visivo all'utente in ingresso nella galleria, l'impianto di illuminazione di rinforzo richiede una zona all'imbocco con elevati valori di luminanza decrescenti in funzione delle caratteristiche stradali e della velocità di progetto, per garantire l'adattamento dell'occhio dai massimi valori d'illuminamento esterno, a quelli interni della galleria.

Considerato che le gallerie in oggetto sono a traffico bidirezionale, l'illuminazione di rinforzo è prevista ad ogni imbocco di ciascuna galleria (che fungerà anche da illuminazione di rinforzo di uscita), al fine di assicurare la luminanza richiesta per entrambi i sensi di marcia.

Il concetto di illuminazione di rinforzo, si basa sull'impiego di apparecchi illuminanti a Led ad elevato rendimento, disposti all'imbocco delle gallerie.

Il posizionamento degli apparecchi è previsto in modo analogo a quelli dell'illuminazione permanente, ma con interdistanze a passo variabile in funzione della distanza dall'imbocco, oltre all'impiego di sorgenti luminose di diversa potenza a seconda della zona di interesse.

### **8.3.4 Illuminazione di emergenza**

L'illuminazione di emergenza (più precisamente di riserva), sarà costituita dal 50% degli apparecchi dell'illuminazione permanente.

I circuiti luce di riserva verranno alimentati dalla rete di sicurezza (UPS), per garantirne la continuità di funzionamento anche in caso di mancanza della tensione di rete.

### **8.3.5 Sistema di regolazione**

I circuiti di permanente e di rinforzo saranno sottesi ad un sistema di regolazione del flusso luminoso, che permetteranno di conseguire un sensibile risparmio energetico, grazie alla stabilizzazione ed alla regolazione della tensione di alimentazione dei proiettori in modo programmabile, aumentando sensibilmente la durata di vita degli stessi e riducendo, di conseguenza, i costi di manutenzione, sostituzione e smaltimento.

La regolazione dell'illuminazione di rinforzo, correlata alla luminanza esterna, permetterà di ottimizzare la luminosità all'imbocco e di evitare fenomeni di abbagliamento, regolando tutto il rinforzo in modo contemporaneo e lineare.

Per questo motivo sono previste apposite "sonde di luminanza di velo" poste in prossimità degli imbocchi (alla distanza di arresto), per la rilevazione della luminanza esterna.

La regolazione dell'illuminazione permanente, avviene invece secondo il funzionamento dell'impianto d'illuminazione stradale o tramite programmazione oraria predefinita attraverso un orologio astronomico (non

dipendente dall'illuminazione esterna), che ridurrà l'illuminazione nelle ore serali e notturne, generalmente contraddistinte da un minor traffico veicolare.

### **8.3.6 Illuminazione di evacuazione**

L'illuminazione di evacuazione sarà realizzata mediante apparecchi illuminanti a Led con installazione sul new jersey lato vie di fuga ad altezza 1,20 m dal piano strada.

Tali apparecchi risulteranno costituiti da due sorgenti luminose: una destinata a delineare il percorso di evacuazione e guidare i pedoni verso l'uscita di emergenza in conformità alla Norma UNI EN 16276, la seconda è destinata all'illuminazione a terra del medesimo percorso in conformità alla Norma EN 1838/1999, D.lgs. n° 264/2006 e Linee Guida ANAS.

Tali plafoniere saranno in grado di illuminare la zona di manto stradale di interesse, mediante luce bianca dimmerabile a seconda della situazione di normale esercizio o emergenza.

I circuiti luce di sicurezza, verranno alimentati dalla sezione di alimentazione sotto UPS, per garantirne il funzionamento anche in caso di mancanza della tensione dalla rete.

### **8.3.7 Illuminazione dei cunicoli di fuga**

Le gallerie di emergenza (cunicoli) saranno dotate di un'illuminazione che verrà mantenuta sempre accesa nella zona filtro e nel luogo sicuro, mentre lungo le vie di fuga con dimmerazione al 10%: un comando automatico mediante contatti finecorsa sulle porte permetterà l'accensione al 100% dell'impianto in caso di utilizzo da parte degli utenti in fuga.

L'impianto sarà costituito da apparecchi illuminanti con lampade a tecnologia Led in grado di realizzare livelli d'illuminamento dell'ordine di 50 Lux medi.

La scelta di questo tipo di lampada è motivata da un'accensione immediata al momento dell'alimentazione, una semplice manutenzione ed un costo relativamente contenuto.

L'illuminazione delle vie di fuga verrà alimentata al 50% dalla rete di sicurezza (UPS), per garantirne il funzionamento anche in caso di mancanza della tensione di rete.

L'alimentazione degli apparecchi illuminanti sarà derivata dallo specifico Quadro Elettrico QCF ubicato in luogo sicuro e le situazioni di stato saranno connesse all'armadio posto nella zona filtro.

Gli apparecchi all'interno della zona filtro, saranno installati direttamente a plafone, mentre lungo il cunicolo di fuga, sino all'uscita verso l'esterno, l'installazione è prevista con sistema simile a quello adottato per gli apparecchi illuminanti posti in galleria: una canalina in acciaio inox da 100 mm, sarà installata in volta per tutta la lunghezza del cunicolo, per la posa dei cavi e la sospensione delle plafoniere a tecnologia Led.

## 8.4 Impianti di ventilazione

La ventilazione della galleria sarà di tipo longitudinale, assicurata da appositi acceleratori. Il dimensionamento aeraulico è elaborato nella specifica relazione di calcolo. L'impianto di ventilazione sarà impiegato per mantenere il livello degli agenti inquinanti entro i valori limite dettati dalle vigenti direttive e per la gestione dei fumi in caso d'incendio. Un ulteriore sistema di ventilazione è considerato per la pressurizzazione dei locali filtro all'ingresso dei luoghi sicuri.

### 8.4.1 Ventilatori

Per garantire i livelli di sicurezza richiesti dalle direttive vigenti è prevista l'installazione di un numero definito di acceleratori (chiamati anche ventilatori o jet-fan). Gli acceleratori saranno di tipo reversibile (con silenziatore) e verranno installati a coppie in volta alle gallerie; saranno in acciaio inox, adatti per funzionamento in emergenza in caso di incendio con temperatura di 400 °C per 90 minuti.

La disposizione delle coppie di acceleratori lungo il fornice della galleria sarà di tipo distribuito, con una ripartizione equidistante tra le coppie (ogni 100 metri circa), con alimentazione derivata dalla cabina più prossima.

L'alimentazione elettrica degli acceleratori sarà effettuata da:

- cabina elettrica Est per l'imbocco est della galleria (n.10 ventilatori)
- cabina elettrica Ovest per l'imbocco ovest della galleria (n.8 ventilatori)

Ogni acceleratore sarà alimentato a 400 V trifase mediante un circuito esclusivo e sarà collegato all'alimentazione elettrica di emergenza supportata dal Gruppo Elettrogeno per assicurarne l'alimentazione in caso di mancanza di tensione di rete.

In vicinanza degli acceleratori, sarà installata una cassetta equipaggiata di sistema presa-spina, per permettere un sezionamento locale dell'alimentazione in occasione di interventi di manutenzione. La cassetta sarà in acciaio inox, con caratteristiche tali da garantire un funzionamento in emergenza in caso di incendio con temperatura di 400 °C per 90 minuti.

### 8.4.2 Comando

Il sistema di ventilazione sarà comandato dal sistema di controllo ed automazione, in funzione dei segnali ricevuti dalla rilevazione ambientale (CO, NO<sub>2</sub>, opacità, sensori di temperatura, direzione e velocità dell'aria), dalla rivelazione incendi e dalla videosorveglianza.

L'avviamento degli acceleratori sarà graduale, in funzione della concentrazione degli agenti inquinanti presenti in galleria.

Il livello di ventilazione richiesto verrà raggiunto azionando sequenzialmente un numero maggiore di acceleratori. Al fine di ottenere un pari numero di ore di funzionamento di tutti gli acceleratori installati, ne è previsto l'inserimento ciclico.

La direzione di spinta sarà determinata in base al traffico e alle condizioni meteorologiche ai portali delle gallerie. Un comando manuale degli acceleratori sarà possibile attraverso il sistema di controllo e supervisione o direttamente dalle pulsantiere poste agli imbocchi delle gallerie ed a disposizione dei VV.F.

### **8.4.3 Rilevazione ambientale**

Appositi strumenti (RPA) disposti lungo la galleria, necessari al monitoraggio dei valori di monossido di carbonio (CO), biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), di opacità (OP), di temperatura (TEMP), di direzione e velocità dell'aria (AN), permetteranno di determinare l'inserzione e lo spegnimento degli acceleratori. Tali strumenti, avranno caratteristiche di massima affidabilità, con tecnologia ad infrarossi ed ultrasuoni; saranno posti lungo i fornic, fissati sulle pareti ad un'altezza di 3,50 m e disposti secondo quanto riportato nelle planimetrie di progetto.

Un'unità di controllo per ogni gruppo di strumenti garantirà l'elaborazione dei segnali di misura e di stato per la trasmissione dei dati verso lo switch installato nell'armadio SOS, e da qui direttamente al sistema di telecontrollo e supervisione.

L'alimentazione elettrica degli strumenti di misura sarà derivata dalla rete di sicurezza (UPS), per garantirne il funzionamento anche in caso di mancanza della tensione di rete.

## **8.5 Impianti di videosorveglianza**

L'impianto di videosorveglianza, costituirà uno dei riferimenti prioritari per la sorveglianza dei movimenti nel vano di circolazione delle gallerie. Il rilevamento di veicoli fermi o fortemente rallentati permetterà un'accurata analisi del traffico, intervenendo con segnalazioni appropriate in caso di coda.

L'impianto di videosorveglianza sarà inoltre implementato con un sistema di determinazione automatica degli eventi, tra cui la rilevazione di fumi, che permette la localizzazione precoce di eventuali principi di incendio lungo il vano traffico.

Al fine di garantire una più sicura ed efficace rivelazione incendi, è prevista la realizzazione di un impianto ridondante per la rivelazione incendi con cavo sensorico lineare.

### **8.5.1 Funzioni**

Il sistema di videosorveglianza, permetterà di rilevare automaticamente in galleria i seguenti eventi:

- Fumo;
- Veicolo fermo in piazzola;
- Incidente;
- Formazione di coda;
- Veicolo contromano;
- Presenza di pedoni;

- Accessi ai luoghi sicuri e alle vie di fuga;
- Ingresso di automezzi trasportanti merci pericolose, attraverso lettura codici Kemler mediante telecamere posizionate in corrispondenza degli imbocchi;
- Individuazione di pedoni in situazioni di scarsa visibilità, attraverso telecamere termiche poste in prossimità delle vie di fuga
- Conteggio e classificazione veicoli;
- Misurazione della velocità dei veicoli.

Il sistema, completamente interfacciato a livello di allarmistica con il supervisore Scada, sarà in grado di trasmettere le immagini al Centro di Controllo remoto, che avrà a disposizione tutte le funzionalità di gestione presenti in locale.

### **8.5.2 Descrizione**

L'impianto di videosorveglianza sarà costituito da telecamere fisse a colori disposte ogni 100 m, ad un'altezza di circa 5 m.

Ulteriori telecamere saranno posizionate appositamente per la ripresa delle immagini nelle piazzole di sosta, in corrispondenza delle zone d'approccio ai portali delle gallerie e nei locali filtro delle vie di fuga.

Al fine di garantire, sia la migliore immagine ripresa, sia un'appropriata continuità di esercizio, le telecamere saranno installate in custodia stagna, necessaria a garantire un'adeguata resistenza termica e meccanica agli agenti corrosivi.

La custodia sarà inoltre tale da evitare riflessi indesiderati causati dai fari degli autoveicoli o da luci parassita. Un circuito di riscaldamento con resistenza a basso assorbimento ed alta efficienza eviterà la formazione di condensa.

### **8.5.3 Trasmissione dei segnali**

In generale, per le distanze relativamente brevi di collegamento tra le singole videocamere e gli apparati di ricezione ed elaborazione delle immagini, è prevedibile l'impiego di cavi dati segnale video tradizionali C-4 24AWG cat.6.

L'alimentazione elettrica sarà derivata dall'armadio SOS più vicino, attraverso uno Switch Poe, sfruttando lo stesso cavi dati.

### **8.5.4 Apparati**

Gli apparati del sistema di videosorveglianza saranno installati in appositi armadi Rack 19" con grado di protezione minimo IP 55 dedicati a:

- Attestazione dei cavi FO di collegamento delle telecamere;
- Alloggiamento dei convertitori FO/segnale video e degli apparati di distribuzione;
- Alloggiamento delle unità di controllo video (i sistemi di videoregistrazione digitale e di analisi immagini video) impiegati per il monitoraggio delle situazioni di allarme associati al traffico veicolare

### 8.5.5 Unità di controllo video

I segnali video saranno attestati alle Unità di Controllo Video in grado di asservire simultaneamente le seguenti funzionalità:

- Videoregistrazione;
- Trasmissione video;
- Analisi immagini video: algoritmi per l'analisi dei dati di traffico e di rivelazione incendio all'interno del tunnel.

L'architettura centrale del sistema di videosorveglianza prevede l'installazione di un numero adeguato di unità di controllo di videoregistrazione ed analisi immagini video.

Il sistema prevede, inoltre, l'interazione con gli impianti di ventilazione, illuminazione, distribuzione energia elettrica, ecc., grazie al possibile interfacciamento di unità di gestione I/O digitali.

## 8.6 Impianti di Rivelazione incendio

L'obiettivo primario dell'impianto di rivelazione incendi, è quello di provvedere ad una rivelazione precoce di principi d'incendio sia in galleria, che nei locali tecnici, al fine di mettere il personale di sorveglianza in condizione di provvedere tempestivamente ai necessari interventi.

L'impianto in galleria sarà ridondante con il sistema di determinazione automatica degli eventi previsto dalla videosorveglianza, a vantaggio di una maggior sicurezza degli utenti.

L'alimentazione dell'impianto di rivelazione incendio, sarà derivata dalla rete di sicurezza (UPS) dalle cabine elettriche.

### 8.6.1 Descrizione

Si prevede l'installazione di un rivelatore lineare con cavo sensorico termosensibile dotato di sensori posizionati a distanze fisse all'interno di detto cavo nel rispetto delle Norme applicabili (EN 54.5) posizionato in volta lungo i forni delle gallerie.

Ogni fornice sarà suddiviso in un numero di settori di rivelazione corrispondente ai settori coperti dalle telecamere del sistema di videosorveglianza.

In altre parole, ogni telecamera copre visivamente un settore, mentre il sistema di rilevazione termico ne tiene sotto controllo la temperatura.

In caso di superamento di una soglia impostata o di un'anomalia sul cavo sensorico, l'unità di controllo del sistema sarà in grado di generare un allarme con rinvio immediato verso il sistema di supervisione.

Gli allarmi saranno gestiti in modo indipendente e distinto per ciascun settore, per le seguenti situazioni di anomalia:

- Incendio;

- Guasto;
- Pre-allarme.

Tutti i dati ed i segnali saranno trasmessi al supervisore via Ethernet ed il sistema potrà essere suddiviso in un massimo di 254 zone, previa programmazione

## 8.7 Armadi SOS

Gli armadi SOS, sono destinati essenzialmente a costituire un punto di riferimento per gli utenti in caso di emergenza. In corrispondenza degli armadi SOS saranno resi disponibili i punti di comunicazione telefonica, che permetteranno di creare una rete di comunicazione vocale di emergenza che collegherà le gallerie al Centro di Controllo remoto.

Gli armadi saranno costituiti da quattro vani suddivisi per destinazione d'uso. All'interno di essi, saranno alloggiati:

- Apparecchio telefonico per la comunicazione di emergenza con il Centro di Controllo remoto, con relativi pannelli di istruzione in 4 lingue;
- N. 2 estintori;
- Piastre di cablaggio elettrico ed elettronico;
- Switch PoE dove saranno allacciate le telecamere e i restanti sistemi locali (RPA, PMV, ecc.);
- Micro PLC per la gestione dello stato e gli allarmi.

Lungo i fornicci della galleria, gli armadi SOS saranno installati in prossimità dei portali e, all'interno, a distanze di 150 m circa (tra i due lati). Il posizionamento è previsto a parete, sopra il profilo redirettivo New Jersey.

Per una semplice individuazione da parte degli utenti, la posizione di ciascun armadio SOS sarà indicata da un segnale luminoso bifacciale.

Ogni estintore contenuto negli armadi SOS sarà equipaggiato di un microinterruttore per la segnalazione di apertura della portella e prelievo.

## 8.8 Trasmissione radio

Il sistema proposto, sarà in grado di fornire una copertura radio mediante cavo radiante previsto all'interno delle gallerie, antenne a servizio delle zone d'approccio all'aperto e da apparati necessari ad assicurare la radiocomunicazione per i Vigili del Fuoco, il Soccorso di Emergenza (118) e la Polizia Stradale.

### 8.8.1 Descrizione

Per la comunicazione radio, è opportuno adottare un sistema in grado di supportare sia modalità analogica che digitale, con trasmissione mediante cavo radiante microfessurato. L'architettura del sistema prevede la realizzazione delle seguenti postazioni:

- Una stazione Master, per collegamento con le reti donatrici, posizionata all'interno della cabina Ovest;
- Una stazione Slave, posizionate all'interno della galleria naturale;
- Un complesso di antenne riceventi in prossimità della cabina Ovest e collegate alla stazione Master;
- Cavo radiante micro fessurato fissato alla volta con idonei distanziatori e collegati alle stazioni con cavo coassiale.

Le stazioni saranno connesse tra loro mediante la rete dorsale a fibra ottica monomodale del tipo armato antiroditore ed interfacciate al sistema di telecontrollo e supervisione degli impianti.

Dal punto di vista funzionale, la stazione Master riceverà i segnali RF mediante un sistema radiante dedicato e operante nelle diverse bande di frequenza (UHF, VHF 4 m e VHF 2 m). Il segnale ricevuto verrà inviato ad un ricetrasmittitore programmato sulla frequenza di funzionamento del servizio. Ciascun ricetrasmittitore, sarà collegato in uscita ad un Multiplex elettrico-ottico, comunicante con le stazioni Slave. Le stazioni Slave, svolgendo la funzione inversa del Master, riceveranno dalla fibra ottica i segnali al Multiplex e li trasformeranno in elettrici.

Ciascun segnale verrà inviato al proprio trasmettitore che dalla banda base lo porterà alla relativa banda di funzionamento.

Tutti i segnali verranno messi insieme attraverso un sistema di branching e quindi inviati sul cavo radiante per la diffusione all'interno delle gallerie e su un'antenna per la copertura delle zone d'approccio.

Il cavo radiante, sarà posato lungo l'intero tracciato delle gallerie; verrà installato linearmente in ciascun fornice e sarà collegato alle stazioni radio.

Il fissaggio del cavo radiante è previsto in volta, ad opportune distanze di rispetto dalle altre installazioni elettriche per evitare fenomeni di disturbo ed interferenza.

## **8.9 Impianto di diffusione sonora per evacuazione**

La necessità di applicare la normativa di evacuazione sta diventando sempre più stringente a causa dei numerosi incidenti verificatisi negli ultimi anni. Se si verifica un incendio all'interno di un tunnel, il sistema primario di evacuazione deve sicuramente garantire un'informazione precisa ed assolutamente comprensibile riguardo alla direzione da prendere, all'opportunità di fermare o addirittura di abbandonare i veicoli ed all'ubicazione delle apposite strutture di salvataggio.

Tale esigenze è stata recepita anche dalla recente Norma CEI 64-20 "impianti elettrici nelle gallerie stradali" all'art.4.3.7.

La progettazione dell'impianto avverrà nell'ambito di un piano globale di emergenza relativo alla struttura in cui l'impianto deve essere realizzato e detto piano di emergenza deve prendere in considerazione:

- Il numero di presenze ipotizzabile;
- Il tempo necessario per l'evacuazione;
- La necessità di controllare l'evacuazione delle zone servite dall'impianto;

- La necessità di prevedere segnalazioni di allerta oltre che la segnalazione di evacuazione;
- La necessità di prevedere una evacuazione a fasi distinte;
- La necessità di diffondere messaggi vocali di emergenza di cui andrà definito il contenuto;
- La posizione delle apparecchiature e i dispositivi di controllo e comando;
- La suddivisione delle zone di evacuazione;
- I limiti fisici di ogni zona di evacuazione;
- L'accesso al sistema audio;
- La tipologia del sistema audio di diffusione sonora per evacuazione tra:
  - Solo diffusione di messaggi automatici
  - Messaggi automatici + microfono d'emergenza per chiamata generale
  - Messaggi automatici + microfono di emergenza per chiamate generali e selettive
  - Messaggi automatici + microfono di emergenza per chiamate generali e selettive con possibilità di dirottare i messaggi automatici su zone diverse con controlli manuali

### 8.9.1 Descrizione

L'impianto dovrà essere realizzato in conformità alla Norma Guida EN 60849, che definisce tutti i parametri di progettazione, funzionalità, installazione e manutenzione di un "sistema di evacuazione" (EVAC) ed individua le persone addette a tali impianti e le loro responsabilità.

Per definizione un impianto EVAC fa parte degli impianti di sicurezza e pertanto deve funzionare sempre e comunque. L'unica eccezione è ammessa nel caso la centrale di controllo stessa sia stata colpita dall'evento.

Le linee degli altoparlanti saranno fatte in modo tale da escludere automaticamente i rami in Cto-Cto mediante connessioni con morsetti ceramici.

La normativa inoltre prevede non solo il livello di pressione acustica degli annunci, compreso tra 6 db e 20db al di sopra del rumore di fondo, ma anche il livello di intelligibilità che gli annunci devono avere.

Il sistema andrà interconnesso con la centrale antincendio da cui dovrà ricevere uno o più contatti di comando di quanti, quali messaggi ed in quante zone dovrà inviare.

Il sistema sarà in grado di inviare annunci anche in caso di assenza totale di qualsiasi operatore, quindi sarà dotato di interfacce Hardware e Software supervisionate, che permetteranno di impostare una modalità di funzionamento completamente automatica, diffondendo quindi messaggi pre-memorizzati su supporti non volatili e senza organi in movimento in zone predeterminate, definite le situazioni di allarme o di pre-allarme in base alle segnalazioni ricevute.

Si prevede naturalmente anche la possibilità di un intervento manuale (assolutamente prioritario), funzionale e funzionante anche in caso di avaria parziale del sistema, con la posa di un quadretto con microfono a disposizione dei Vigili del Fuoco in prossimità degli imbocchi di ciascuna galleria (definito "microfono VV.F.")

L'armadio Audio sarà realizzato in conformità alle norme, la cui affidabilità è un punto focale ben identificato dalla Normativa EVAC, attraverso:

- Collegamenti ridondanti;
- Amplificatori di scorta che intervengono automaticamente in caso di guasto di un amplificatore in servizio;
- Verifica continua di tutti componenti del sistema, comprese le capsule microfoniche e le linee altoparlanti;
- Segnalazione dei guasti entro 100 secondi;
- Gruppo UPS in grado di assicurare la funzionalità anche in caso di mancanza tensione di rete.

Le connessioni alle trombe/altoparlanti saranno effettuate con cavo resistente al fuoco (colore dell'isolamento viola) e si utilizzeranno morsetti ceramici termo-fusibile in modo da isolare automaticamente i diffusori che subissero un guasto o un danneggiamento.

Le linee saranno sempre supervisionate dalla centrale con una eventuale segnalazione di guasto. Tale controllo sarà effettuato sia mediante la verifica dell'impedenza della linea nel caso di pochi altoparlanti o da apposite schede di fine linea collegate in parallelo alle linee o sugli altoparlanti stessi.

## 8.10 Segnaletica e gestione traffico

La segnaletica trattata nella presente relazione, riguarda essenzialmente le dotazioni attive previste all'interno delle gallerie; all'esterno l'impianto è limitato ai soli segnali luminosi ed a messaggio variabile.

La rimanente segnaletica all'aperto, così come la segnaletica orizzontale dell'intero tracciato, non è considerata nell'ambito degli impianti ma trattata separatamente.

L'impianto previsto avrà lo scopo di:

- Comunicare agli utenti informazioni utili alla guida;
- Fornire una sicura indicazione della transitabilità delle corsie in galleria;
- Informare gli utenti sulle condizioni del traffico (congestione, interruzione, incidente, incendio, lavori in corso ed ogni altro pericolo);
- Arrestare il traffico in caso di problemi in galleria.

La segnaletica attiva, è inoltre destinata ad indicare agli utenti l'ubicazione dei servizi utili in caso di emergenza, come i posti SOS, le vie di fuga e le relative distanze, gli idranti antincendio, gli estintori, le piazzole di sosta, ecc..

Gli impianti di segnaletica luminosa e di comando traffico saranno alimentati dalla rete elettrica di sicurezza (UPS), allo scopo di mantenere la continuità del servizio anche in caso di mancanza di erogazione energia.

### 8.10.1 Comando traffico

Il progetto prevede dispositivi di tipo a messaggio variabile in aiuto agli utenti qualora si dovessero creare situazioni critiche alla viabilità.

Tali dispositivi saranno di due tipi:

- pannelli informativi alfanumerici a Led;
- indicatori di disponibilità delle corsie a Led.

I pannelli informativi, saranno in grado di riportare messaggi di testo prestabiliti o composti secondo le esigenze stabilite caso per caso; saranno caratterizzati da 2 righe di testo per 12 caratteri ciascuna. La disposizione è prevista in volta, ai portali e all'interno delle gallerie.

Gli indicatori di corsia rappresenteranno i simboli relativi al direzionamento dei veicoli:

- corsia percorribile (freccia verde verticale);
- deviazione di corsia (freccia gialla obliqua a destra o sinistra);
- corsia non percorribile (X rossa).

I segnali sono previsti a coppie (un segnale per ogni corsia fronte/retro), ai portali e all'interno delle gallerie.

In aggiunta è prevista l'installazione in galleria di pannelli a messaggio variabile a Led full matrix full color, per la rappresentazione dei segnali stradali secondo le specifiche grafiche e colorimetriche del Codice della Strada, con matrice grafica da 480x480 mm: tali PMV saranno normalmente impostati con il segnale di limite di velocità vigente in galleria, ma potranno all'occorrenza essere utilizzati per riportare altri limiti di velocità o segnali, in dipendenza di circostanze specifiche (es. manutenzioni).

Ulteriori pannelli a messaggio variabile saranno installati in avvicinamento agli svincoli lato sud e lato nord della Variante, al fine di segnalare deviazioni verso il centro abitato qualora dovesse risultare necessario chiudere le gallerie al traffico; in questo caso si tratterà di pannelli full matrix monocromatici da 64 righe per 160 colonne, montati su portale a bandiera, con l'aggiunta di un pannello a messaggio variabile full matrix full color.

Infine è prevista l'installazione, presso le rotatorie lato sud e lato nord della Variante, di impianti semaforici costituiti da palina e lanterna a Led diam. 300 mm, finalizzati ad indicare mediante segnale rosso la non percorribilità della Variante in dipendenza di eventi specifici (incidenti, manutenzioni, ecc.); normalmente potrà essere impostata in verde o in lampeggio.

### **8.10.2 Segnaletica luminosa**

Il progetto prevede i seguenti segnali luminosi con struttura portante in acciaio inox AISI 316L e tecnologia a Led:

- Indicazione dell'armadio SOS;
- Indicazione dell'idrante antincendio;
- Indicazione dell'uscita di sicurezza (via di fuga);
- Indicazioni di divieto e pericolo (divieto di sorpasso, limite di velocità, strada sdruciolevole alle uscite, ecc.);
- Indicazione piazzole di sosta e preavviso a 250 m.

I segnali indicanti l'armadio SOS, l'idrante antincendio e la via di fuga saranno di tipo bifacciale, al fine di facilitarne l'individuazione da entrambi i sensi di marcia; i restanti cartelli saranno di tipo monofacciale.

---

L'illuminazione dei segnali è prevista in modo permanente: tutti i segnali presenti in galleria saranno normalmente accesi 24 ore su 24.

## 9 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI DI GALLERIA ARTIFICIALE

### 9.1 Cavidotti e vie cavo

All'interno della galleria artificiale è prevista la fornitura e posa in opera dei cavidotti e vie cavi, alla quota stradale e dietro il profilo redirettivo, ai fini della realizzazione del corridoio tecnologico di tratta.

A tale scopo si prevedono:

- Cavidotti in PEAD autoestinguento corrugato a doppia parete (esterno colore rosso ed interno liscio colore nero), adatti per posa interrata, conformi alle norme CEI 23-39 e CEI 23-46, aventi resistenza allo schiacciamento a secco e umido di 200 kg/dm<sup>2</sup>, di diametro esterno minimo pari a 125 mm. Tutti i cavidotti dovranno essere muniti di sonda tiracavo in filo di acciaio;
- Pozzetti prefabbricati in calcestruzzo, di dimensioni varie, completi di chiusini.

La distribuzione avviene su entrambi i lati di ciascuna galleria, con attraversamenti del piano stradale in prossimità degli imbocchi.

La distribuzione alla quota della volta di galleria serve principalmente per la distribuzione degli impianti di illuminazione.

A tale scopo si prevedono:

- canalizzazioni metalliche portacavi con base asolata, conformi EN 10142, costruite in acciaio inox AISI 304, conformi alle Norme CEI 7.6, con bordi ribordati di altezza minima 50 mm, con sistema di aggancio rapido a scatto tra i vari pezzi lineari, senza utilizzo di bulloneria e piastrine di collegamento. Le canalizzazioni dovranno essere atte all'ancoraggio alla volta di galleria a mezzo di sistema di sospensione regolabile in acciaio inox AISI 304, con passo di circa 1,5 metri, composto da:

- supporto regolabile semplice attacco a soffitto
- profilato verticale 50x30mm lunghezza media 2 metri (per gallerie naturali) e 1,5 metri (per gallerie artificiali)
- mensola singola larghezza 350 mm (predisposta per installazione di un'ulteriore canalina futura a fianco di quella prevista a progetto)
- bulloneria ed accessori di completamento in acciaio inox AISI 316L

Inoltre, onde garantire un'adeguata stabilità del sistema di canalizzazioni, dovrà essere installato un sistema di irrigidimento in acciaio inox AISI 304, con passo di circa 3 metri, composto da:

- supporto regolabile semplice attacco a soffitto
- profilato obliquo 50x30mm lunghezza media m.1,2
- bulloneria ed accessori di completamento in acciaio inox AISI 304

Le canalizzazioni avranno dimensioni sufficienti al contenimento dei cavi di energia ed impianti speciali. Le dorsali in passerella saranno in numero pari alle corsie di marcia e centrate sulle corsie stesse, con sviluppo per tutta la lunghezza delle gallerie.

## 9.2 Linee cavo di alimentazione

Per le gallerie in oggetto si prevede la fornitura e posa in opera delle linee cavo relative ai circuiti di potenza, ausiliari, ecc. destinate agli allacciamenti delle utenze di galleria ed in particolare (riferimento elaborato "Tabelle cavi"):

- illuminazione di rinforzo
- illuminazione permanente

Le tipologie dei cavi sono riportate al capitolo 4.8

Le giunzioni per le varie tipologie di cavo previste nei pozzetti di galleria saranno realizzate con sistemi rapidi precablati riempiti in gel dielettrico, con tensione nominale fino a 1 kV, in grado di garantire un grado di protezione minimo IP68.

Le giunzioni per le varie tipologie di cavo previste nelle passerelle di galleria saranno realizzate con cassette di derivazione realizzate in acciaio, complete di raccorderia in ottone nichelato, morsettiere interne in acciaio su base ceramica, grado di protezione IP66, resistenza agli urti IK10.

All'interno delle passerelle i singoli circuiti dovranno essere identificati mediante cartellini in arrivo, in partenza e lungo il percorso con una interdistanza di non più di 20 m e sempre in corrispondenza delle derivazioni e delle risalite.

## 9.3 Impianti di illuminazione

Il progetto prevede un impianto di illuminazione di galleria suddiviso in:

- **illuminazione ordinaria**, necessaria ad assicurare una visibilità adeguata ai conducenti nella zona d'ingresso e all'interno della galleria, sia di giorno che di notte; sarà costituita dall'illuminazione permanente lungo l'intero tracciato delle gallerie e dall'illuminazione di rinforzo, limitata alla zona degli imbocchi in conformità a quanto previsto dalla Norma UNI 11095
- **illuminazione di emergenza (riserva)**, prevista per fornire la visibilità agli utenti della galleria con il funzionamento a regime del circuito permanente ( $2 \text{ cd/m}^2$ ), in quanto sotteso alla rete di sicurezza (UPS) e quindi consentire loro di abbandonare la galleria con i loro veicoli in caso di interruzione dell'alimentazione elettrica di rete;
- **illuminazione di evacuazione**, che permette di guidare gli utenti che sgombrano la galleria in caso di emergenza, con linee separate dai circuiti dell'illuminazione di riserva, in conformità a quanto previsto dalla Norma UNI EN 16276; tale illuminazione è sottesa alla rete di sicurezza (UPS).

La scelta del sistema di illuminazione si basa sui seguenti criteri:

- Impiego di proiettori a tecnologia Led, caratterizzati da un'elevata resa luminosa a potenze relativamente contenute e durate funzionali dell'ordine di 80.000/100.000 ore;
- Illuminazione permanente: adozione di sistema di regolazione del flusso luminoso delle sorgenti a Led con sistema ad onde radio, che permette un sensibile risparmio energetico nelle ore serali e notturne (fino al 30-35%) ed un risparmio in termini di manutenzione, per effetto del prolungamento della durata di vita delle sorgenti a Led;
- Illuminazione di rinforzo: adozione di sistema di regolazione del flusso luminoso delle sorgenti a Led con sistema ad onde radio in funzione alle misure eseguite dalle Sonde di Luminanze di Velo poste ai 2 imbocchi di galleria, ad una distanza pari allo spazio di arresto.

### 9.3.1 Calcolo illuminotecnico

Il dimensionamento, elaborato nell'allegata relazione di calcolo illuminotecnico, è stato effettuato applicando la Norma UNI 11095. I risultati del calcolo, consentono di stabilire la disposizione, il tipo e la quantità degli apparecchi illuminanti.

Si rimanda allo specifico elaborato di progetto

### 9.3.2 Illuminazione permanente

Per la sezione permanente, sono previsti corpi illuminanti a Led aventi ottica simmetrica e struttura in alluminio pressofuso, montati sotto passerella porta cavi in acciaio Inox da 200 mm su un'unica fila centrale, tramite idonee staffe ad aggancio rapido in acciaio inox con grado di protezione IP66. La loro alimentazione sarà suddivisa in due sezioni di due circuiti, per permettere di:

- contenere le sezioni di linea entro valori ragionevoli;
- aumentare la selettività in caso di guasti;
- separare la sezione di emergenza da quella normale.

Per questi motivi, ogni circuito avrà lunghezze limitate (per quanto possibile) e sarà di tipo 3F+N, con carico distribuito sulle tre fasi in modo simmetrico ed equilibrato.

### 9.3.3 Illuminazione di rinforzo

Per assicurare in ore diurne un buon comfort visivo all'utente in ingresso nella galleria, l'impianto di illuminazione di rinforzo richiede una zona all'imbocco con elevati valori di luminanza decrescenti in funzione delle caratteristiche stradali e della velocità di progetto, per garantire l'adattamento dell'occhio dai massimi valori d'illuminamento esterno, a quelli interni della galleria.

Considerato che le gallerie in oggetto sono a traffico bidirezionale, l'illuminazione di rinforzo è prevista ad ogni imbocco di ciascuna galleria (che fungerà anche da illuminazione di rinforzo di uscita), al fine di assicurare la luminanza richiesta per entrambi i sensi di marcia.

Il concetto di illuminazione di rinforzo, si basa sull'impiego di apparecchi illuminanti a Led ad elevato rendimento, disposti all'imbocco delle gallerie.

Il posizionamento degli apparecchi è previsto in modo analogo a quelli dell'illuminazione permanente, ma con interdistanze a passo variabile in funzione della distanza dall'imbocco, oltre all'impiego di sorgenti luminose di diversa potenza a seconda della zona di interesse.

#### **9.3.4 Illuminazione di emergenza**

L'illuminazione di emergenza (più precisamente di riserva), sarà costituita dal 50% degli apparecchi dell'illuminazione permanente.

I circuiti luce di riserva verranno alimentati dalla rete di sicurezza (UPS), per garantirne la continuità di funzionamento anche in caso di mancanza della tensione di rete.

#### **9.3.5 Sistema di regolazione**

I circuiti di permanente e di rinforzo saranno sottesi ad un sistema di regolazione del flusso luminoso, che permetteranno di conseguire un sensibile risparmio energetico, grazie alla stabilizzazione ed alla regolazione della tensione di alimentazione dei proiettori in modo programmabile, aumentando sensibilmente la durata di vita degli stessi e riducendo, di conseguenza, i costi di manutenzione, sostituzione e smaltimento.

La regolazione dell'illuminazione di rinforzo, correlata alla luminanza esterna, permetterà di ottimizzare la luminosità all'imbocco e di evitare fenomeni di abbagliamento, regolando tutto il rinforzo in modo contemporaneo e lineare.

Per questo motivo sono previste apposite "sonde di luminanza di velo" poste in prossimità degli imbocchi (alla distanza di arresto), per la rilevazione della luminanza esterna.

La regolazione dell'illuminazione permanente, avviene invece secondo il funzionamento dell'impianto d'illuminazione stradale o tramite programmazione oraria predefinita attraverso un orologio astronomico (non dipendente dall'illuminazione esterna), che ridurrà l'illuminazione nelle ore serali e notturne, generalmente contraddistinte da un minor traffico veicolare.

#### **9.3.6 Illuminazione di evacuazione**

Non prevista in quanto galleria di lunghezza inferiore a 500 m.

### **9.4 Impianti di ventilazione**

Non previsti in quanto galleria di lunghezza inferiore a 500 m.

## **9.5 Impianti di videosorveglianza**

Non previsti in quanto galleria di lunghezza inferiore a 500 m.

## **9.6 Impianti di Rivelazione incendio**

Non previsti in quanto galleria di lunghezza inferiore a 500 m.

## **9.7 Armadi SOS**

Non previsti in quanto galleria di lunghezza inferiore a 500 m.

## **9.8 Trasmissione radio**

Copertura radio garantita dagli impianti previsti per la galleria naturale.

## **9.9 Impianto di diffusione sonora per evacuazione**

Non previsto in quanto galleria di lunghezza inferiore a 500 m.

## **9.10 Segnaletica e gestione traffico**

Non previsto in quanto galleria di lunghezza inferiore a 500 m.

## 10 SISTEMA DI TELECONTROLLO

### 10.1 Scopo dei sistemi di controllo

Le grandi infrastrutture stradali, ed in particolare le gallerie stradali, richiedono una serie di dotazioni impiantistiche necessarie a garantire un ottimale situazione di confort ed adeguate condizioni di sicurezza per gli utilizzatori.

Con tal fine, considerando quale altro importante elemento da perseguire la limitazione dell'impatto ambientale, la tipologia di impianti da prevedere è determinata da parametri che caratterizzano l'opera stessa; tali caratteristiche sono:

- la lunghezza
- la geometria
- l'uni o bidirezionalità
- l'ubicazione urbana o extraurbana
- l'intensità ed il tipo di traffico.

Le condizioni di esercizio richiederanno pertanto il puntuale controllo dei parametri che potenzialmente potranno concorrere alla generazione di situazioni di rischio o pericolo, ovvero:

- livello di concentrazione degli inquinanti (CO, NO, SO etc.) prodotti dal flusso veicolare
- livello di opacità dell'aria dovuto alle emissioni dei motori diesel e dai particolati (usura pneumatici, freni, manto stradale etc.)
- presenza di sostanze tossiche, infiammabili ed esplosive dovute al transito di veicoli preposti al trasporto delle stesse
- eventuale sviluppo di incendi per incidenti o guasti.

Pertanto, per predisporre l'infrastruttura in modo da poter avviare a tali situazioni, si provvederà ad adottare idonei sottosistemi, ciascuno specifico per la tipologia di compito da espletare, atti a gestire la galleria con livelli di sicurezza adeguati; tali sistemi saranno:

- impianti di illuminazione
- impianti di ventilazione
- sensoristica per rilevazione parametri ambientali ed inquinanti
- sensoristica per rilevazione della luminosità
- sensoristica per rilevazione del traffico (sia in termini di quantità che di tipologia)
- sensoristica per rilevazione automatica di incendi (sia in galleria che nelle cabine elettriche)
- apparati di richiesta manuale di soccorso (Sos)
- sistemi di rilevazione automatica incidenti
- impianti automatici di estinzione incendi
- sensori di controllo allestimenti di primo intervento per estinzione incendi

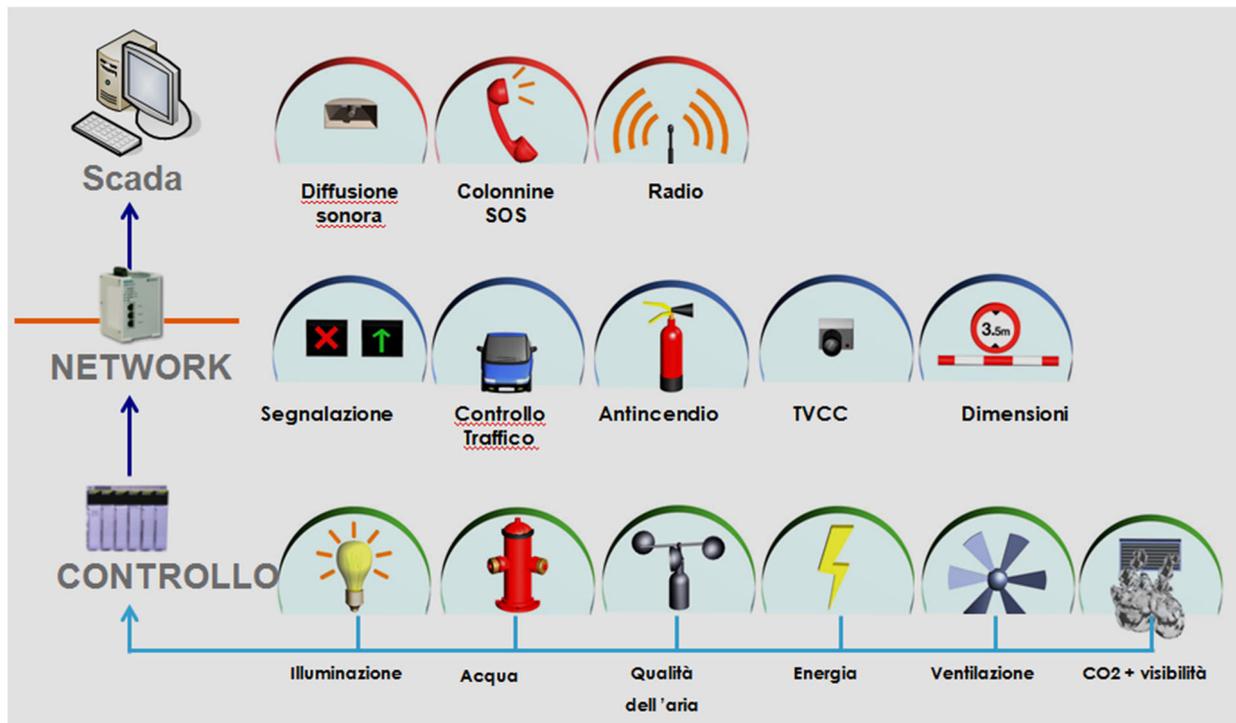
- sistemi di segnalamento all'utenza (segnaletica luminosa e pannelli a messaggio variabile)

L'integrazione tra tutti i vari sottosistemi presenti

- generando gli scenari di illuminazione, ventilazione, segnalazione e comunicazione all'utenza in relazione alle informazioni disponibili
- generando le logiche di cabina
- gestendo la diagnostica ed il monitoraggio delle linee di alimentazione
- gestendo gli allarmi etc.

viene demandata ad un sistema di gestione tecnica centralizzata (GTC) realizzato con

- Stazione di supervisione locale
- PLC di controllo e gestione
- Isole I/O intelligenti (con / senza CPU)



## 10.2 Plc di controllo della galleria e ridondanza

Il PLC si occupa di tutte le logiche di galleria, centralizzando tutti i segnali acquisiti in cabina, nei luoghi sicuri ed in galleria; la ridondanza è realizzata accoppiando, mediante la rete di comunicazione, n. 2 Cpu.

Durante la commutazione dalla CPU primaria a quella di riserva nessun comando di galleria sarà interrotto.

I PLC in configurazione con Cpu ridondata non possono avere I/O a bordo in quanto tutti i segnali, anche nella stessa cabina, devono essere disponibili e condivisi da entrambe le Cpu; gli switch del quadro sono dotati di un

numero di porte sufficienti al collegamento delle Cpu, degli I/O condivisi e di altre apparecchiature di cabina comunicanti in Modbus su TCP/IP, quali:

- UPS
- Quadri MT e BT
- Quadri di regolazione dell'illuminazione
- Centralina di controllo del gruppo elettrogeno
- Quadri di comando dei ventilatori di galleria
- Periferie remote I/O nei quadri di potenza
- Apparecchiature quali protezioni elettroniche e strumenti di misura, interfacciate in Modbus TCP/IP tramite convertitori all'interno del quadro

### 10.3 Tipologia delle reti

Il requisito essenziale per la sicurezza in galleria è la non interruzione delle comunicazioni tra tutti gli elementi facenti parte della configurazione/architettura; la rete di galleria è pertanto uno degli elementi più importanti del sistema in quanto veicolo di trasmissione di tutti i parametri ambientali, di sorveglianza automatica e di chiamata provenienti dai punti di raccolta distribuiti e che, in tutti i casi, devono raggiungere il centro di elaborazione.

Data la natura degli eventi in galleria, che possono essere molto distruttivi, il guasto in un punto della rete di comunicazione è più che un'eventualità e, pertanto, deve essere considerato come elemento di grave rischio.

Per tutte le reti sono da utilizzare lo standard IEEE 802.3 (Ethernet) e i servizi TCP/IP; il protocollo Modbus TCP/IP è scelto per unificare tutte le interfacce fra elementi d'automazione e sottosistemi.

### 10.4 Realizzazione della rete di comunicazione

In considerazione di quanto espresso precedentemente la rete dovrà essere ad anello e si dovrà sempre prevedere il passaggio dei lati dell'anello sugli opposti lati della galleria; con galleria a doppio fornice la chiusura sarà sempre nei fornici opposti avendo in questo modo la massima garanzia che una parte dell'anello non venga interessata da eventuali eventi distruttivi.

Il mezzo trasmissivo obbligatorio nelle reti ad anello è la fibra ottica che garantisce:

- immunità alle interferenze EM di natura ambientale o disturbi elettrici provenienti dai cavi di potenza o dalle apparecchiature elettriche in fase di commutazione
- maggiore resistenza al fuoco
- maggiore durata nel tempo
- possibilità di realizzare molti canali di trasmissione in unico cavo, e di mantenere fibre di riserva per future implementazioni

- maggiore resistenza del cavo agli agenti atmosferici

**La fibra sarà di tipo monomodale con classe di reazione al fuoco non inferiore a Eca.**

Il cavo utilizzato deve garantire tutte le caratteristiche di isolamento all'umidità, resistenza alla torsione di posa, protezione meccanica antiroditore, resistenza alla fiamma e al calore, in accordo con le normative e i requisiti di ambientali della galleria.

La soluzione di posa, aerea o interrata, dovrà determinare le caratteristiche di resistenza al calore del cavo utilizzato.

## 10.5 Protocolli di comunicazione utilizzati

Sulla dorsale Ethernet possono convivere teoricamente molti protocolli differenti di natura TCP/IP.

La sicurezza delle comunicazione impone tuttavia di evitare qualunque rischio di incompatibilità fra protocolli e di consentire che tutti gli apparati possano eventualmente dialogare fra loro senza vincoli di protocollo.

Tutti i nodi della rete dovranno pertanto interfacciarsi secondo il protocollo Modbus, standard, aperto, non proprietario, che offre i seguenti vantaggi:

- Disponibile su mezzo trasmissivi seriale RS485, Ethernet TCP/IP, Wi-Fi e GPRS
- È convertibile da un mezzo trasmissivo all'altro tramite semplici convertitori
- E' largamente collaudato
- E' disponibile sulla maggior parte le apparecchiature di commercio
- Consente la crescita della rete e dei sistemi collegati ad essa in modo virtualmente illimitato

## 10.6 Elenco punti I/O

Si seguito si riporta una tabella riepilogativa dei punti I/O controllati, suddivisi per cabina elettrica, cunicoli di fuga e SOS.

Si fa riferimento alla seguente terminologia:

- DI = ingresso digitale
- DO = uscita digitale
- AI = ingresso analogico
- AO = uscita analogica
- MODBUS = protocollo di comunicazione Modbus
- TCP/IP = protocollo di rete Ethernet

RIEPILOGATIVO PUNTI TELECONTROLLO DI TRATTA	Numero e tipologia di segnali					
	segnali DI	segnali DO	segnali AI	segnali AO	MODBUS	TCP/IP
ELENCO PUNTI I/O CABINA EST	227	50	-	-	54	8
ELENCO PUNTI I/O CABINA OVEST	191	40	-	-	51	8
ELENCO PUNTI I/O CUNICOLO DI FUGA N.1	59	2	14	-	-	2
ELENCO PUNTI I/O CUNICOLO DI FUGA N.2	45	2	14	-	-	2
ELENCO PUNTI I/O CUNICOLO DI FUGA N.3	49	2	7	-	-	2
ELENCO PUNTI I/O CUNICOLO DI FUGA N.4	63	2	16	-	-	2
PLC INTERNI SOS GALLERIA NATURALE	140	56	-	-	-	-
PLC INTERNO QUADRO ELETTRICO ILLUMINAZIONE GALLERIA ARTIFICIALE QILL-GA	26	.	.	-	.	.
<b>TOTALI</b>	<b>800</b>	<b>154</b>	<b>41</b>	<b>-</b>	<b>105</b>	<b>24</b>