

VARIANTE ALLA S.S. 1 "VIA AURELIA"  
Viabilità di accesso all'hub portuale di La Spezia  
Lavori di costruzione della variante alla S.S. 1 Via Aurelia - 3°Lotto  
2° Stralcio Funzionale B dallo Svincolo di Buon Viaggio allo Svincolo di San Venerio  
**COMPLETAMENTO**

PRECEDENTI LIVELLI DI PROGETTAZIONE DELL'APPALTO INTEGRATO ORIGINALE

PD n°1861 del 09/07/03 aggiornato al 10/12/08 - Delibera CIPE n°60 del 02/04/08

PE n° 103 del 14/07/2011 - D.A. CDG-103321-P del 20/07/11

PVT n°112 del 21/01/16 aggiornata al 28/10/16 - D.A. CDG-92950-P del 21/02/17

Progetto Esecutivo Cantierabile Opere da Completare

**PROGETTO ESECUTIVO**

cod. GE266

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA:

Dott. Ing. Antonio Scalamandrè  
Ordine Ing. di Frosinone n. 1063

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Flavio Capozucca  
Ordine Geol. del Lazio n. 1599

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Emiliano Paiella

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Fabrizio Cardone

PROTOCOLLO

DATA

**IMPIANTI TECNOLOGICI**  
**IMPIANTI ELETTRICI**  
DOCUMENTAZIONE TECNICO/AMMINISTRATIVA  
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO IMPIANTI ELETTRICI

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO                      LIV. PROG. <b>DPGE0266</b> <b>E</b> <b>20</b>		P00IM00IMPET03A		<b>A</b>	--
CODICE ELAB.		<b>P00IM00IMPET03</b>			
D					
C					
B					
A	Emissione	Luglio 2020	Ing.	Ing.	Ing.
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## Sommario

1. OGGETTO DELL'APPALTO .....	10
1.1. DESIGNAZIONE DELLE OPERE D'APPALTO .....	10
1.2. DESCRIZIONE ANALITICA DELLE OPERE E FORNITURE DI MANUTENZIONE.....	11
1.3. REQUISITI MINIMI DI SERVIZIO .....	12
1.4. CONOSCENZA DELLE CONDIZIONI DI APPALTO.....	18
1.5. OSSERVANZA DI LEGGI, REGOLAMENTI DEL CAPITOLATO GENERALE DI APPALTO.....	18
1.6. DOCUMENTAZIONE TECNICA RICHIESTA PER GLI IMPIANTI.....	19
1.7. MESSA IN ESERCIZIO DELLA GALLERIA .....	21
1.8. VERIFICHE E PROVE FINALI.....	22
2. OPERE CIVILI .....	23
2.1. PREMESSA .....	23
2.2. SCAVI.....	24
2.3. SCAVI IN MICROTRINCEA .....	25
2.4. SCAVI PER TUBAZIONI.....	25
2.5. POZZETTI.....	26
2.6. ATTRAVERSAMENTI INTERRATI.....	27
2.7. VERNICIATURA.....	27
2.8. ACQUA.....	28
2.9. LEGANTI IDRAULICI .....	28
2.10. SABBIE, GHIAIE E PIETRISCHI .....	28
2.11. CALCESTRUZZI STRUTTURALI .....	29
3. IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	30
3.1. GENERALITÀ.....	30
3.2. MODULO FOTOVOLTAICO IN SILICIO POLICRISTALLINO DA 250WP.....	31
3.3. MODULO FOTOVOLTAICO IN SILICIO MONOCRISTALLINO DA 270WP.....	32
3.4. GRUPPO DI CONVERSIONE .....	32

3.5.	CAVI ELETTRICI E CABLAGGI.....	33
3.6.	QUADRO DI STRINGA LATO CORRENTE CONTINUA .....	33
3.7.	QUADRO GENERALE LATO CORRENTE ALTERNATA.....	34
3.8.	QUADRO DI SEZIONAMENTO .....	34
3.9.	IMPIANTO DI MESSA A TERRA .....	34
3.10.	SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO .....	35
4.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA E ALL'APERTO .....	35
4.1.	PREMESSA .....	35
4.2.	APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE A LED PER GALLERIA .....	36
4.3.	APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE A LED PER ESTERNO .....	36
4.4.	PALI E SOSTEGNI.....	36
4.5.	SONDE FOTOELETTRICHE .....	37
4.6.	SISTEMA DI CONTROLLO E REGOLAZIONE ILLUMINAZIONE A LED.....	39
5.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA.....	42
5.1.	PREMESSA .....	42
5.2.	CORPO ILLUMINANTE PUNTUALE PER ILLUMINAZIONE DI EVACUAZIONE .....	43
5.3.	PLAFONIERA PER IDENTIFICAZIONE USCITA DI EMERGENZA .....	43
5.4.	SEGNA MARGINE OTTICO A LED.....	44
5.5.	ALIMENTATORE STABILIZZATO AC/DC.....	45
6.	IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA.....	45
6.1.	PREMESSA .....	45
6.2.	ELETTOVENTILATORE ASSIALE PER GALLERIA .....	46
6.3.	INVERTER PER ELETTOVENTILATORE IN GALLERIA.....	46
6.4.	SENSORI DI VIBRAZIONE E CEDIMENTO.....	48
6.5.	PRESA CON INTERRUTTORE DI BLOCCO.....	49
6.6.	ANEMOMETRO AD ULTRASUONI.....	49
6.7.	DISPOSITIVO PER LA MISURA DEL FUMO E DELLA TEMPERATURA IN GALLERIA .....	50
6.8.	DISPOSITIVO PER LA MISURA DI OP-CO-NO-NO2.....	50
6.9.	DISPOSITIVO PER LA MISURA DI OP-CO.....	51

6.10. BOX DI ALIMENTAZIONE E INTERFACCIA MODBUS.....	52
7. APPARECCHIATURE E DISTRIBUZIONE ELETTRICA IN CABINA.....	53
7.1. STRUTTURA PREFABBRICATA PER LOCALE TECNICO .....	53
7.2. SHELTER.....	53
7.3. IMPIANTO LUCE, FM E SPECIALI IN CABINA .....	54
7.4. IMPIANTO DI TERRA .....	54
7.5. ACCESSORI .....	55
7.6. QUADRI DI BASSA TENSIONE .....	55
7.6.1. CARATTERISTICHE TECNICHE .....	55
7.7. RISPONDEZZA A NORME TECNICHE E LEGGI ANTINFORTUNISTICHE .....	56
7.8. COMPOSIZIONE E SUDDIVISIONE DEL QUADRO .....	56
7.9. STRUTTURA METALLICA .....	57
7.10. INTERRUTTORI.....	57
7.11. SBARRE PRINCIPALI E DERIVAZIONI .....	57
7.12. CIRCUITI AUSILIARI E CABLAGGI .....	58
7.13. ELENCO DELLE PROVE .....	59
7.14. QUADRI DI DISTRIBUZIONE SECONDARIA.....	60
7.15. PROTEZIONE GENERALE DI MEDIA TENSIONE.....	61
7.16. SCOMPARTO DI PARTENZA PER ALIMENTAZIONE TRASFORMATORE.....	63
7.17. TRASFORMATORE.....	64
7.18. GRUPPO ELETTROGENO .....	65
7.18.1. ACCOPPIAMENTO .....	65
7.18.2. BASAMENTO .....	65
7.18.3. SERBATOIO COMBUSTIBILE.....	66
7.18.4. BATTERIE DI AVVIAMENTO .....	66
7.18.5. SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO .....	66
7.18.6. SISTEMA DI LUBRIFICAZIONE.....	66
7.18.7. SISTEMA DI ALIMENTAZIONE .....	67
7.18.8. ASPIRAZIONE E SISTEMA DI SCARICO .....	67

7.18.9.	ALTERNATORE .....	67
7.18.10.	CARATTERISTICHE GENERALI.....	68
7.18.11.	ISOLAMENTO E IMPREGNAZIONI.....	68
7.18.12.	SISTEMA DI REGOLAZIONE ELETTRONICA.....	68
7.18.13.	QUADRO DI CONTROLLO MANUALE/AUTOMATICO .....	68
7.18.14.	CARICA BATTERIE AUTOMATICO .....	69
7.18.15.	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DELLA CENTRALINA (CON TUTTE LE OPZIONI) .....	69
7.18.16.	COMANDI E CONTROLLI.....	69
7.18.17.	QUADRO DI POTENZA CON INTERRUTTORE MAGNETO TERMICO E COMMUTAZIONE RETE- GRUPPO .....	70
7.19.	CISTERNA METALLICA PER STOCCAGGIO GASOLIO.....	71
7.20.	GRUPPO STATICO DI CONTINUITÀ PER IMPIANTI DI GALLERIA.....	72
7.21.	GRUPPO STATICO DI CONTINUITÀ PER LOCALE TECNICO DI CABINA .....	77
8.	SISTEMI ANTIFURTO.....	78
8.1.	PREMESSA .....	78
8.2.	IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLE AREE ESTERNE.....	79
8.3.	SISTEMA ANTIEFFRAZIONE POZZETTI.....	80
8.4.	SISTEMA ANTINTRUSIONE DI CABINA.....	80
8.5.	SISTEMA ANTIFURTO E MONITORAGGIO CAVI.....	81
8.6.	ANCORAGGIO DEI CAVI.....	83
8.7.	PROTEZIONE COPERCHI DA PALO .....	83
8.8.	RESINE EPOSSIDICHE .....	83
8.9.	INIEZIONI DI MISCELE CEMENTIZIE .....	83
9.	IMPIANTO DI MESSA A TERRA .....	84
9.1.	GENERALITÀ.....	84
9.2.	SPECIFICHE IMPIANTO DI TERRA .....	85
10.	COMPARTIMENTAZIONE FILTRI E CUNICOLI DI SICUREZZA .....	86
10.1.	ELETTROVENTILATORI ASSIALI .....	86
10.2.	SERRANDE TAGLIAFUOCO .....	87

10.3. PORTA TAGLIAFUOCO .....	87
10.4. SEZIONE FILTRANTE.....	87
11. IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO E SISTEMI DI MITIGAZIONE.....	88
11.1. GENERALITÀ IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO .....	88
11.2. GRUPPO DI POMPAGGIO E APPARECCHIATURE ANTINCENDIO .....	89
11.3. COMPONENTI PER IMPIANTO DI MITIGAZIONE INCENDIO .....	89
11.4. SISTEMA DI STOCCAGGIO E MISCELAZIONE SCHIUMA .....	89
12. IMPIANTO DI SEGNALETICA VERTICALE DI EMERGENZA.....	90
12.1. PREMessa .....	90
12.2. SEMAFORI.....	90
12.3. PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE.....	90
12.4. PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE GRAFICO FULL COLOR .....	91
12.5. UNITÀ DI CONTROLLO LOCALE PER GESTIONE PMV .....	92
12.6. PANNELLO DI PERCORRENZA CORSIA.....	93
12.7. PORTALE IN ACCIAIO ZINCATO A CALDO .....	94
12.8. CARTELLO LUMINOSO SOS - ESTINTORE - IDRANTE .....	94
12.9. CARTELLO DI INDICAZIONE LUOGO SICURO O USCITE ALL'APERTO .....	95
12.10. CARTELLO DI INDICAZIONE BY-PASS.....	96
12.11. CARTELLO DI INDICAZIONE PIAZZOLA DI SOSTA.....	96
13. IMPIANTO SOS.....	96
13.1. PREMessa .....	96
13.2. ARMADIO DI SOCCORSO SOS .....	97
14. IMPIANTO DI RADIODIFFUSIONE SONORA E RITRASMISSIONE RADIO.....	98
14.1. GENERALITÀ.....	98
14.2. CAVO FESSURATO .....	98
14.3. SISTEMA DI ANTENNE.....	99
14.4. STAZIONE RADIO BASE MODULARE "MASTER" .....	99
14.5. STAZIONE RADIO BASE MODULARE "SLAVE" .....	100
14.6. SISTEMA TETRA.....	100

14.7. CENTRALE DI RADIODIFFUSIONE SONORA .....	101
14.8. DIFFUSORE A TROMBA.....	102
15. IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI.....	103
15.1. PREMESSA .....	103
15.2. CAVO TERMOSENSIBILE DIGITALE.....	103
15.3. UNITÀ DI CONTROLLO CAVO TERMOSENSIBILE DIGITALE.....	104
15.4. CAVO SENSORE IN FIBRA OTTICA.....	105
15.5. UNITÀ DI CONTROLLO PER CAVO SENSORE IN FIBRA OTTICA .....	106
16. IMPIANTO DI RILEVAMENTO TRAFFICO.....	108
16.1. PREMESSA .....	108
16.2. SENSORE TRAFFICO RADAR.....	108
16.3. CONCENTRATORE CON CAPACITÀ DI ANALISI TRAFFICO.....	109
16.4. SOFTWARE PER IL CONCENTRATORE .....	110
17. IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA .....	111
17.1. PREMESSA .....	111
17.2. TELECAMERA FISSA FULL HD .....	111
17.3. LICENZA SOFTWARE AID.....	112
17.4. SERVER AID.....	113
17.5. PIATTAFORMA VMS.....	113
18. IMPIANTO DI MONITORAGGIO TRAFFICO E AMBIENTALE .....	113
18.1. PREMESSA .....	113
18.2. TELECAMERE KEMLER.....	113
18.3. SENSORE DISDROMETRO.....	113
18.4. SENSORE UMIDITÀ E TEMPERATURA DELL'ARIA.....	114
18.5. SENSORE ANEMOMETRO .....	115
18.6. PALO PER SOSTEGNO SENSORI METEO.....	115
19. SISTEMA WI-FI .....	116
19.1. GENERALITÀ.....	116
19.2. NODO DI RETE PER SISTEMA WI-FI .....	117

19.3. PIATTAFORMA HARDWARE/SOFTWARE PER SISTEMA WI-FI.....	118
20. IMPIANTO DI TRASMISSIONE DATI E SUPERVISIONE.....	118
20.1. GENERALITÀ.....	118
20.2. RETE DI COMUNICAZIONE .....	119
20.3. NODI DI TRATTA.....	120
20.4. PLC PER GALLERIE A SINGOLO/DOPPIO FORNICE DI LUNGHEZZA COMPRESA TRA 500 E 1000 METRI.....	121
20.5. PLC PER GALLERIE A SINGOLO/DOPPIO FORNICE DI LUNGHEZZA COMPRESA TRA 1000 E 2000 METRI.....	122
20.6. PLC PER GALLERIE A SINGOLO/DOPPIO FORNICE DI LUNGHEZZA SUPERIORE AI 2000 METRI	122
20.7. PIASTRA DI FONDO SOS/RIO .....	123
20.8. SALA SERVER .....	124
20.9. SUPERVISORE DI TRATTA.....	124
20.10.SOFTWARE DI SUPERVISIONE PER GALLERIE A SINGOLO/DOPPIO FORNICE DI LUNGHEZZA COMPRESA TRA 500 E 1000 METRI .....	125
20.11.SOFTWARE DI SUPERVISIONE PER GALLERIE A SINGOLO/DOPPIO FORNICE DI LUNGHEZZA COMPRESA TRA 1000 E 2000 METRI .....	127
20.12.SOFTWARE DI SUPERVISIONE PER GALLERIE A SINGOLO/DOPPIO FORNICE DI LUNGHEZZA SUPERIORE AI 2000 METRI.....	129
21. CAVI E CONDUTTORI.....	131
21.1. GENERALITÀ.....	131
21.2. CONDUTTORI DI TERRA .....	132
21.3. CAVI RESISTENTI AL FUOCO TIPO FTG18(O)M16 0.6/1 KV- CEI 20-45.....	133
21.4. CAVI TIPO FS17 450/750 V – CLASSE REAZIONE AL FUOCO CCA - S3-D1-A3.....	134
21.5. CAVI TIPO FG17 450/750 V – CLASSE REAZIONE AL FUOCO CCA – S1B-D1-A1.....	134
21.6. CAVI TIPO FG16R16 0.6/1KV – CLASSE REAZIONE AL FUOCO CCA – S3-D1-A3.....	135
21.7. CAVI TIPO FG16M16 0.6/1KV – CLASSE REAZIONE AL FUOCO CCA – S1B-D1-A1 .....	135
21.8. CAVI TIPO FG16H2R16 0.6/1KV – CLASSE REAZIONE AL FUOCO CCA – S3-D1-A3 .....	136
21.9. CAVI TIPO FG16H2M16 0.6/1KV – CLASSE REAZIONE AL FUOCO CCA – S1B-D1-A1.....	136



21.10. CAVI TIPO FG18OM16 0.6/1KV – CLASSE REAZIONE AL FUOCO B2CA – S1A-D1-A1.....	137
21.11. CAVI TIPO ARG16R16-0.6/1 KV - ARG16OR16-0.6/1 KV – CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO CCA-S3-D1-A3.....	137
21.12. CAVI TIPO ARG16M16-0.6/1 KV - ARG16OM16-0.6/1 KV - CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO CCA-S1B-D1-A1.....	138
21.13. CAVI PER MT TIPO RG7H1M1 18/30 KV – CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO E <sub>CA</sub> .....	138
21.14. CAVI PER TRASMISSIONE DATI.....	139
21.15. CAVI IN FIBRA OTTICA .....	139
21.16. SISTEMI DI POSA DEI CAVI.....	140
21.17. ATTRAVERSAMENTO SUPERFICI DI COMPARTIMENTAZIONE .....	141
21.18. PRODOTTI PER BARRIERA TAGLIAFUOCO.....	141
21.19. SETTI TAGLIAFUOCO DI TIPO componibile.....	142
22. CAVIDOTTI E PASSERELLE.....	142
22.1. TUBAZIONI .....	142
22.2. CANALIZZAZIONI.....	145
22.3. TUBO RIGIDO IN PVC SERIE PESANTE.....	147
22.4. TUBO RIGIDO IN PVC FILETTABILE.....	147
22.5. TUBO CORRUGATO IN PVC SERIE PESANTE.....	148
22.6. GUAINA FLESSIBILE CON SPIRALE RIGIDA IN PVC .....	148
22.7. GUAINA FLESSIBILE CON SPIRALE IN ACCIAIO ZINCATO.....	148
22.8. TUBO IN PVC CON GIUNTI A BICCHIERE.....	149
22.9. TUBO IN ACCIAIO ZINCATO LEGGERO .....	149
22.10. TUBAZIONI IN ACCIAIO INOX.....	149
22.11. CAVIDOTTO IN PEAD CORRUGATO PER POSA INTERRATA .....	149
22.12. CANALE O PASSERELLA IN ACCIAIO INOX.....	149
22.13. CANALE O PASSERELLA IN ACCIAIO INOX CON COPERCHIO .....	150
22.14. CANALE IN PVC AUTOPORTANTE.....	151
22.15. CANALE IN PVC AUTOPORTANTE CON COPERCHIO .....	151
23. CASSETTE DI DERIVAZIONE.....	151

23.1. GENERALITÀ.....	151
23.2. CASSETTE DI DERIVAZIONE IN ACCIAIO INOX.....	153
23.3. CASSETTE DI DERIVAZIONE RESISTENTI AL FUOCO .....	153
23.4. CASSETTE DI DERIVAZIONE STAGNE DA ESTERNO IN PVC.....	153
23.5. CASSETTE DI DERIVAZIONE METALLICHE .....	154
24. ULTERIORI PRESCRIZIONI SULLE OPERE.....	155
24.1. VERNICIATURE.....	155
24.2. ETICHETTATURA ED INDIVIDUAZIONE COMPONENTI.....	155
24.3. MATERIALI PER OPERE METALLICHE.....	155
24.4. FERRO.....	155
24.5. CARPENTERIE IN ACCIAIO .....	155
24.6. SALDATURE.....	157
24.7. BULLONATURE.....	157
24.8. ACCIAI INOSSIDABILI.....	157
24.9. ACCIAI IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450 C .....	158
24.10. RETI IN ACCIAIO ELETTRICO-SALDATO .....	158
25. ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI.....	159

## 1. OGGETTO DELL'APPALTO

Il presente capitolato disciplina l'appalto avente per oggetto l'esecuzione dei lavori e delle somministrazioni in economia occorrenti per la manutenzione straordinaria delle apparecchiature elettromeccaniche e più in generale degli impianti tecnologici presenti nelle tratte stradali.

Il documento disciplina le norme tecniche prestazionali dei sistemi e sub sistemi impiantistici presenti nelle infrastrutture stradali con particolare riferimento alle gallerie stradali monodirezionali e bidirezionali.

### 1.1. *DESIGNAZIONE DELLE OPERE D'APPALTO*

Sono oggetto del presente capitolato:

Impianti in galleria che consistono essenzialmente in:

impianto idrico antincendio;

impianto di ventilazione longitudinale e monitoraggio dei parametri ambientali;

impianto di illuminazione permanente, di sicurezza e di rinforzo;

segnaletica luminosa;

pannelli messaggio variabile (PMV);

semafori; sistema SOS; rilevazione traffico;

impianto di ritrasmissione radio per i servizi di emergenza;

impianto di trasmissione radio agli utenti;

impianto TVCC;

impianto rilevazione incendio;

impianti di sicurezza nei by pass;

impianti di sicurezza nelle scale/cunicoli di emergenza;

sistema di supervisione ed automazione di galleria;

impianti elettrici di alimentazione;

cabine elettriche;

gruppi elettrogeni;  
trasformatori;  
quadri elettrici MT e BT;  
gruppi di continuità (UPS);  
distribuzione elettrica primaria;  
distribuzione elettrica secondaria; servizi ausiliari;  
impianto antintrusione, evacuazione, rilevazione incendi, impianto sollevamento acqua anti-allagamento;  
impianti di trasmissione dati/fonia in fibra ottica.

## *1.2. DESCRIZIONE ANALITICA DELLE OPERE E FORNITURE DI MANUTENZIONE*

Per manutenzione straordinaria si intende la serie di interventi non periodici.

La manutenzione straordinaria è una tipologia di intervento comportante opere e modifiche necessarie per consolidare, rinnovare e sostituire parti anche strutturali, nonché per realizzare e integrare i servizi tecnologici. È considerata manutenzione straordinaria ogni intervento di rinnovamento o sostituzione di parti complete sia strutturali sia tecnologiche.

Si riporta l'elenco dei principali interventi rientranti nella manutenzione straordinaria di galleria:

- impianti elettrici:

rifacimento per adeguamento a norme di legge o CEI;

rifacimento e adeguamento alle norme di sicurezza; sostituzione dei trasformatori MT/BT;

sostituzione apparecchiature di cabine (UPS, rifasatori, centraline);

spostamento dei contatori;

sostituzione o intervento sui quadri generali;

sostituzione dei corpi illuminanti;

installazione o sostituzione di impianto di terra/parafulmine.

- impianti di ventilazione:

sostituzione di ventilatore di galleria;

- sostituzione della rete di distribuzione dell'aria;
- sostituzione delle serrande tagliafuoco;
- impianti antincendio:
- sostituzione gruppo di sollevamento;
- sostituzione idranti;
- sostituzione o integrazione di porte tagliafuoco;
- modifica o adeguamento rete distribuzione acqua antincendio;
- rifacimento impianto di rilevazione incendio.
- impianti di sicurezza:
- rifacimento impianto TVCC, di segnalazione, di supervisione, radio;
- sostituzione centrale;
- integrazione impianto con nuovi punti di rilevazione.

L'impresa dovrà effettuare preventivamente un sopralluogo, con modalità e tempistiche concordante con l'Appaltante. Nello specifico l'impresa dovrà effettuare la verifica dello stato di fatto della galleria, in relazione a tutti gli impianti, allo stato di usura e deterioramento dei materiali e alla loro corretta funzionalità. L'impresa dovrà inoltre raccogliere informazioni relative alla consistenza in termini di numero di apparecchiature e componenti installati per fornire un quadro complessivo chiaro del manufatto.

Da un punto di vista operativo l'impresa è tenuta ad effettuare tutte le operazioni necessarie per garantire il corretto funzionamento dei sistemi installati all'interno della galleria e nell'area di pertinenza. In particolare, tutte le attività di manutenzione straordinaria, qualora non espressamente oggetto contrattuale, dovranno essere concordate con la società Appaltante.

### *1.3. REQUISITI MINIMI DI SERVIZIO*

Di seguito si riportano le prescrizioni e requisiti minimi dovuti dalla società appaltatrice.

Nello specifico si delineano le logiche attraverso le quali deve essere erogato il servizio, in relazione a tutte le azioni necessarie previste dalle norme e dalla buona tecnica col fine di svolgere correttamente le pratiche manutentive.

Al fine della corretta gestione del processo l'impresa appaltatrice dovrà eseguire i lavori garantendo nel contempo la corretta e chiara gestione della documentazione secondo standard che garantiscano la qualità e la tracciabilità del processo.

Nello specifico si vuole veicolare l'informazione destinata a guidare gli interventi di manutenzione e d'ispezione, nonché la raccolta delle informazioni di ritorno conseguenti all'intervento per l'aggiornamento del sistema informativo.

#### Esecuzione dell'intervento manutentivo

Dovranno essere fornite prove fotografiche per documentare l'avvenuto intervento sul componente/macchinario interessato dal guasto.

Tutti gli eventuali problemi sorti durante la fase di esecuzione dell'intervento dovranno essere tempestivamente segnalati al responsabile dell'Appaltante per via telefonica, e attraverso supporto informatico per tenere traccia della comunicazione avvenuta e completata da una relazione tecnica opportunamente inserita nel sistema informatico.

Nello specifico la raccolta, il trattamento e l'archiviazione di tutti i dati legati al processo manutentivo deve essere effettuata col supporto di moduli che interagiscono tra di loro.

Per questo motivo l'appaltatore dovrà utilizzare un Document Management System denominato PDM ANAS, per l'archiviazione dei documenti sia di quelli relativi all'anagrafica delle apparecchiature sia per quanto riguarda gli AS-BUILT.

Nel predisporre gli strumenti di raccolta e articolazione delle informazioni da acquisire, l'impresa appaltatrice dovrà considerare:

- il livello delle informazioni prodotte, ovvero trasmesse ed acquisite nelle fasi precedenti il processo costruttivo e gestionale - manutentivo;

- la trasmissibilità delle informazioni manutentive tra tutti gli operatori del processo;

- gli obblighi di legge;

Ai fini manutentivi, il sistema di classificazione e di codificazione deve seguire un preciso processo di qualità in modo da permettere di identificare in maniera chiara e univoca:

- le principali peculiarità del manufatto e le sue parti.

- le unità tecnologiche e i singoli elementi tecnici (sistema tecnologico);

- le tipologie di attività (servizi) gestionali e manutentivi;

- le specializzazioni delle imprese e degli operatori che eseguono le attività.

#### Fase di start-up

Nella fase di start-up si dovranno raccogliere inizialmente i nominativi delle ditte che sono intervenute nella costruzione e quelli delle ditte fornitrici dei materiali ed attrezzature che compongono il manufatto.

Dovranno essere raccolte e archiviate tutte le certificazioni, le garanzie e le coperture assicurative disponibili, relative all'intero sistema galleria nel suo complesso o a classi di elementi del sistema tecnologico.

Nella stessa fase di transizione iniziale dovranno essere verificati e aggiornati tutti gli elaborati grafici di AS-BUILT per assicurare di disporre all'inizio delle attività offerte, di un archivio grafico aggiornato e che rispecchi il reale stato di fatto di ciò che è oggetto di incarico.

L'impresa appaltatrice si farà carico di adempiere a quanto sopra indicato in un tempo massimo di 3 (tre) mesi a partire dall'assegnazione dell'incarico qualora non già meglio definito nelle norme generali di appalto.

#### Conduzione e gestione impianti

La fase di conduzione e gestione si articolerà in tutta una serie di attività volte a rendere più efficiente le lavorazioni. Nello specifico per la corretta gestione dovranno essere prodotte tutta una serie di raccolte dati e schede per il recording dell'informazione relativa a:

caratteristiche impiantistico-tecnologiche;

fascicolazione;

schede tecniche;

specifiche di prestazione.

Questi strumenti devono essere finalizzati alla gestione dei sistemi installati fino alla specificità del singolo apparecchio e del componente. Accanto a questi ultimi dovranno essere affiancati i piani di manutenzione che di volta in volta verranno implementati con l'integrazione di informazioni e supportati dal sistema di gestione della manutenzione.

#### Caratteristiche impiantistico-tecnologiche

L'individuazione delle caratteristiche tecnologiche delle singole dotazioni impiantistiche avverrà considerando:

- i dati tecnici di progetto;
  
- la tipologia di impianto (descrizione tecnica degli impianti);
- il tipo, le caratteristiche ed il numero delle apparecchiature costitutive dell'impianti;
- le potenzialità specifiche dei singoli impianti e loro parti.

#### Fascicolazione

A seguito della raccolta della documentazione tecnico-amministrativa, identificativa e grafica del manufatto, sarà predisposto un fascicolo, nel quale dovranno essere inseriti tutti i documenti esistenti e/o

disponibili. Sulla documentazione raccolta sarà eseguito un esame dei contenuti e dei dati. Tale esame è finalizzato a rilevare eventuali mancanze di documenti e/o disegni, ad evidenziare le incongruenze tra i dati, nonché a delineare le procedure da attivare per l'attività di sopralluogo.

#### Scheda tecnica

La scheda tecnica illustrerà le caratteristiche essenziali delle parti costitutive degli impianti, il loro funzionamento, le condizioni di installazione, le operazioni manutentive semplici e i dispositivi di protezione adottati.

Deve essere prevista una articolazione in schede per ciascuna unità tecnologica ed elemento tecnico rilevante ai fini manutentivi, contenente informazioni relative a:

- identificazione fisica, tecnica e commerciale (dati sulla provenienza, se conosciuti);
- materiali costituenti e modalità di assemblaggio/disassemblaggio dell'unità o delle sue parti;
- rappresentazione e descrizione delle modalità di funzionamento;
- connessioni tra le unità adiacenti;
- prestazioni attinenti la manutenzione, ovvero relative ai requisiti di affidabilità e manutenibilità, durata prevista nel ciclo di vita utile, con o senza manutenzione periodica;
- ispezionabilità, ossia modalità di accesso all'elemento e dispositivi atti a favorirla;
- indicazioni relative ad eventuali emissioni di sostanze tossico-nocive derivanti da anomalie o guasti che possono prodursi durante e alla fine del ciclo di vita dell'unità tecnologica e dell'elemento tecnico.

#### Specifiche di prestazione

La scheda delle specifiche tecniche di prestazioni ha come obiettivo l'identificazione e la descrizione del che cosa si vuole nel tempo in fatto di qualità tecnologica.

I manuali di manutenzione relativi a prodotti complessi evidenzieranno con una precisa formalizzazione le esigenze attese dell'utenza, al fine di trasporle in una serie di caratteri che le connotano (requisiti) a cui sono attribuibili termini quantitativi (prestazioni) e relative istruzioni operative (specifiche di prestazione) da soddisfare.

Dovrà essere posta particolare attenzione al rendimento prestazionale dei sistemi da un punto di vista tecnologico, indicando:

- le classi di requisiti tecnologici per ciascun subsistema tecnologico e/o elemento tecnico nel ciclo di vita;
- le specifiche di prestazioni tecnologiche di ciascun subsistema tecnologico e/o elemento tecnico nel ciclo di vita.



Per individuare e valutare il rendimento prestazionale dei subsistemi tecnologici o delle loro parti, durante il ciclo di vita utile dell'organismo edilizio, si dovrà:

- definire antecedentemente, in applicazione della politica gestionale-manutentiva e dei dettati di legge, i requisiti e le relative specifiche di prestazione, tecnologiche ed ambientali, da rispettare tassativamente;
- definire le specifiche di prestazione dei requisiti attinenti la manutenzione, ovvero requisiti di affidabilità, durabilità, manutenibilità, adattabilità alle variazioni d'uso durata prevista nel ciclo di vita

#### Scheda di monitoraggio diagnostico

L'impresa appaltatrice dovrà produrre le schede di monitoraggio diagnostico mediante le quali individuerà e descriverà puntualmente, per ogni unità tecnologica ed elemento tecnico, le informazioni necessarie per effettuare la diagnosi dello stato di degrado fisico e/o funzionale degli impianti, oltre a fornire i criteri di valutazione dell'entità del degrado, nonché lo scostamento dalle prestazioni richieste. La scheda di monitoraggio diagnostico indicherà:

- cosa controllare: le parti (elemento tecnico e sua localizzazione) che possono essere soggette al degrado fisico e/o funzionale;
- come controllare: i metodi normalizzati e gli strumenti da adottare per la diagnosi generale e l'eventuale diagnosi approfondita (strumentazioni e metodi di prova da adottare);
- che cosa si può riscontrare: i segni più frequenti di anomalia e di difetto, (che possono anticipare l'insorgenza del guasto), i sintomi degli stati di alterazione o di degradazione, le più frequenti modalità di guasto, le eventuali modalità di propagazione di guasti;
- come valutare: i criteri guida per l'interpretazione dei segni riscontrati, per la valutazione dell'entità del guasto o del degrado, per l'individuazione delle cause;
- quando e come ricontrollare: le scadenze da prevedere e le metodiche da adottare per le successive ispezioni periodiche (frequenza delle ispezioni periodiche).

Le informazioni contenute nelle schede dovranno consentire di costruire, attraverso la raccolta delle "informazioni di ritorno", le statistiche ragionate degli interventi ispettivi, finalizzate ad individuare:

- il comportamento degli elementi tecnici sottoposti ad invecchiamento naturale;
- i fattori esterni ed interni che influenzano l'insorgere di patologie e le cadute prestazionali.

Per la manutenzione predittiva e programmata a scadenza fissa si raccoglieranno i dati relativi a:

- l'eventuale isolamento dell'elemento oggetto dell'intervento;
- le modalità di esecuzione degli interventi predittivi e/o programmati;

- le risorse necessarie per poterli realizzare (attrezzature, materiali da utilizzare, manodopera, tempi), ovvero le competenze richieste e i costi preventivati per lo svolgimento dell'intervento;
- i pericoli che eventualmente possono presentarsi nel corso dei lavori di manutenzione, nonché i dispositivi e/o i provvedimenti programmati per prevenire tali rischi;
- gli eventuali disturbi all'utenza o a terzi causabili dall'intervento;
- l'eventuale indisponibilità di altre unità tecnologiche o parti del sistema nel corso dell'intervento;
- come limitare il danneggiamento del prodotto durante l'esecuzione degli interventi;
- gli eventuali test di funzionamento;
- la rimessa in esercizio.

#### Document management

L'impresa appaltatrice dovrà usare un sistema di gestione documentale denominato PDM ANAS (sistema proprietario) per eseguire operazioni massive sui documenti, catalogandoli attraverso un opportuno protocollo di qualità definito dall'Appaltante che consente di reperire le informazioni in maniera facile e accessibile, con una notevole riduzione dei tempi rispetto a un approccio basato unicamente su schede tecniche che potrebbe comportare anche ulteriori problematiche sia di smarrimento che deterioramento della documentazione stessa.

In particolare il PDM consentirà all'impresa appaltatrice di effettuare le seguenti operazioni:

- creare Schede Anagrafiche dei documenti oggetto di consegna;
- effettuare l'upload dei file nelle schede anagrafiche;
- creare ed emettere la ricevuta elettronica di consegna da firmare e inviare ad ANAS;
- correggere gli eventuali documenti da modificare;
- ricevere le stampe dei documenti verificati/istruiti;
- controllare la correttezza delle stampe.

Per maggiori dettagli relativi alle procedure che l'appaltatore dovrà seguire nell'utilizzo del sistema si faccia riferimento al documento "Capitolato d'Oneri - Prescrizioni per la consegna dei documenti tramite il "Sistema PDM" di Anas"

#### Gestione dell'anagrafica tecnica e degli AS-BUILT

Al processo di gestione della documentazione dovrà essere dato massimo risalto, per soddisfare ai requisiti qualitativi che le esigenze delle attività di manutenzione impongono. Nello specifico ogni qualvolta saranno effettuate delle modifiche agli impianti, sia di tipo funzionale che strutturale, come ad esempio nel layout delle apparecchiature in campo, cambiamento di passaggi di tubazioni, nuove disposizioni dei corpi illuminanti,

ecc., l'impresa appaltatrice provvederà ad aggiornare la documentazione grafica e a reinserirla in tempi ridotti all'interno del sistema di gestione della documentazione (PDM ANAS).

In questo modo sarà possibile tenere traccia dei mutamenti di ciascun impianto durante il naturale ciclo di vita ed avere un riferimento sempre aggiornato della situazione impiantistica. E' inoltre considerato imprescindibile l'accompagnamento da parte dell'appaltatrice nei confronti dell'appaltante nel delicato passaggio nella fase di start-up appena successiva all'assegnazione delle attività di servizio di manutenzione e la fase successiva alla conclusione del servizio stesso.

#### *1.4. CONOSCENZA DELLE CONDIZIONI DI APPALTO*

L'assunzione dell'appalto di cui al presente Capitolato implica da parte dell'Appaltatore la conoscenza perfetta non solo di tutte le norme generali e particolari che lo regolano, ma altresì di tutte le condizioni locali che si riferiscono ai lavori ed alle somministrazioni, quali la possibilità di poter utilizzare materiali locali in rapporto ai requisiti richiesti, l'esistenza di adatti scarichi dei rifiuti ed in generale di tutte le circostanze generali e speciali che possano aver influito sul giudizio dell'Appaltatore circa la convenienza di assumere l'opera, anche in relazione al ribasso da lui offerto sui prezzi stabiliti dall'Appaltante.

#### *1.5. OSSERVANZA DI LEGGI, REGOLAMENTI DEL CAPITOLATO GENERALE DI APPALTO*

L'appalto è regolato, oltre che dalle norme del presente Capitolato Norme Tecniche principalmente dal Capitolato Norme Generali a cui fare riferimento per gli aspetti legali ed amministrativi e per l'applicazione contrattuale.

L'impresa, ad integrazione di quanto prescritto nel Capitolato Norme Generali si intende inoltre obbligata all'osservanza:

- a) della normativa vigente relativa alla sicurezza degli impianti elettrici di illuminazione pubblica ed in particolare da quanto previsto dalla Legge 1 marzo 1968 n. 186 e sue successive modifiche ed integrazioni;
- b) del DM 37/08;
- c) del DPR 151/11 e ss.mm.ii;
- d) delle Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (C.E.I.), dell'Ente erogatore dell'energia elettrica e gestore delle linee ed apparecchiature elettriche ed impianti telefonici e trasmissione dati;
- e) delle Norme dell'Ente di Unificazione Italiano U.N.I. per quanto applicabili;
- f) della normativa tecnica europea con particolare riferimento alle guide del PIARC;
- g) delle leggi e regolamenti relativi agli impianti elettrici, nonché di tutte le altre norme citate negli altri capitoli del presente Capitolato;
- h) delle procedure di qualità, linee guida e regolamenti emanati da ANAS relativi agli aspetti impiantistici.

Per quanto riguarda l'impiego di materiali per i quali non si abbiano norme ufficiali, l'Impresa su richiesta della Direzione dei Lavori è tenuta all'osservanza delle norme che, pur non avendo carattere ufficiale fossero raccomandate dai competenti organi tecnici. Resta inteso comunque che tutti i materiali impiegati, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori, dovranno recare il marchio identificativo IMQ e il marchio CE o equivalenti secondo normativa comunitaria. L'osservanza di tutte le norme prescritte si intende estesa a tutte le leggi, decreti, disposizioni, ecc. che potranno essere emanati durante l'esecuzione dei lavori e riguardino l'accettazione e l'impiego dei materiali da impiegare e quant'altro attinente ai lavori.

### *1.6. DOCUMENTAZIONE TECNICA RICHIESTA PER GLI IMPIANTI*

La Ditta deve consegnare all'Ente Appaltante la documentazione elencata nel seguito prima dell'inizio del collaudo e comunque non oltre la data di messa in servizio e consegna degli impianti.

La documentazione richiesta è:

- 3 copie di disegni aggiornati e corretti "as built" firmati, con la chiara e completa rappresentazione grafica di tutte le opere eseguite, compresi i necessari schemi funzionali. Di tali disegni e schemi funzionali deve inoltre essere consegnata una copia su supporto magnetico con estensione dei file \*.dxf;
- 3 copie della relazione tecnica finale descrittiva degli interventi realizzati con dati di progetto, dimensioni e caratteristiche delle apparecchiature installate;
- certificazione degli impianti eseguita da professionista abilitato con inserita la descrizione dei lavori e l'elenco allegato degli elaborati;
- dichiarazione di conformità secondo DM 37/08 con allegati richiamati;
- tabelle di calcolo verifiche protezione cavi e tabelle di calcolo verifiche delle misure di isolamento, firmate da professionista abilitato;
- schema blocchi dell'impianto con indicate le sezioni dei cavi ed i valori di ICC;
- curve caratteristiche degli interruttori con i tempi di intervento;
- elenco materiali utilizzati con descritto il tipo di certificazione od omologazione;
- certificazioni e/od omologazione dei materiali che lo richiedono;
- certificazione di rispondenza alle norme CEI da parte del costruttore dei quadri elettrici;
- dichiarazione della Ditta di conformità dei materiali installati a quelli omologati con indicazione specifica del luogo di installazione.

L'Impresa deve inoltre fornire all'Ente Appaltante un manuale per la manutenzione e l'esercizio degli impianti, contenente:

- le istruzioni per la messa a punto degli impianti;
- le istruzioni per l'avviamento e l'esercizio delle apparecchiature e degli impianti;
- le istruzioni per i lavori di manutenzione, compresi gli eventuali accorgimenti particolari per la manutenzione e sostituzione degli apparecchi e loro parti;
- la definizione della periodicità dei controlli;
- le istruzioni per diagnosticare le principali disfunzioni che si possono verificare;
- onde facilitare le riparazioni, le istruzioni devono permettere una veloce localizzazione delle parti difettose, eventualmente mediante strumentazioni di misura apposita.

Le istruzioni per la manutenzione delle apparecchiature meccaniche, elettriche e di controllo devono contenere tutte le informazioni necessarie per l'installazione, la taratura e la messa a punto di tutti i dispositivi o sistemi ed i relativi strumenti necessari.

Se durante le riparazioni si possono correre rischi per le persone e per le apparecchiature non evidenti, questi devono essere menzionati nelle istruzioni corrispondenti.

Tutto il complesso della documentazione tecnica, delle schede tecniche e delle specifiche tecniche dei singoli apparati, dovrà essere fornito in formato elettronico utilizzando il formato PDF (Portable Document Format), formato aperto in grado di dialogare con qualsiasi applicazione.

Ogni documento PDF dovrà contenere una completa descrizione delle informazioni di base composta da proprietà (Titolo, Autore, ecc.) testo, stili di carattere (font), immagini e oggetti di grafica vettoriale che compongono il documento.

Tutto il progetto "as built" dovrà essere organizzato un database elettronico, vero e proprio censimento degli impianti installati, con una rappresentazione completa di tutte le opere eseguite, con rappresentazione attraverso tabelle schematiche contenenti tutte le informazioni e i rimandi alle schede tecniche e funzionali, necessarie soprattutto nella fase della manutenzione ordinaria, al fine di minimizzare i rischi proprio in questa fase.

Il data base degli impianti dovrà essere integrato ed integrabile nel sistema SOAWE per il censimento di tutte le opere e gli impianti di ANAS.

Inoltre, proprio per facilitare e informatizzare la manutenzione ordinaria degli impianti, ciascuna apparecchiatura o componente elettronico installato nel corso dei lavori dovrà contenere dei "tag RFID", particolari etichette elettroniche che possono essere lette e programmate, contenenti tutte le informazioni tecniche relative e necessarie nel corso delle operazioni di manutenzione ordinaria

### 1.7. *MESSA IN ESERCIZIO DELLA GALLERIA*

Al termine di qualsiasi intervento di manutenzione straordinaria la ditta appaltatrice dovrà produrre, verificarne l'esistenza e archiviare la seguente documentazione, in base alla tipologia di lavoro eseguito:

- certificato di conformità DM 37/08;
- certificazione antincendio;
- documentazione di sicurezza di cui al D.Lgs 264/06 (solo per le gallerie TEN);
- schede di accettazione delle forniture e schede tecniche di tutti i dispositivi installati;
- progetto esecutivo;
- progetto AS-BUILT;
- certificati di collaudo;
- manuali di uso e di installazione;
- fascicolo e/o piano della manutenzione;
- parere di conformità e/o SCIA e/o CPI ai VVF DPR 151/11 per l'attività 49;
- avvenuta presentazione di SCIA ai VVF DPR 151/11 per l'attività 80;
- mappatura e indirizzamento sistema SCADA;
- avvenuto inserimento sistema catastale ANAS;
- parere Direzione Sistemi Informativi ed Impianti;
- parere Servizio Infrastrutturazione Tecnologica Impianti della DOCT.

La stazione appaltante dovrà inoltre produrre una documentazione che attesti di aver eseguito le seguenti misure e/o verifiche, in base alla tipologia di lavoro eseguito:

- relazione di cui alla norma CEI 64-14 e 64-14 V1, Verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;
- misure Resistenza di terra, Misure tensioni di Passo e di Contatto, verifiche equipotenziali;
- certificazioni relative alle prove e verifiche di carico degli ancoraggi dei dispositivi impiantistici in galleria ovvero verifica di tenuta effettuata in sede di collaudo;
- misure illuminotecniche tratti in galleria: rispondenza alla relazione di calcolo;
- relazione inerente la Ventilazione che attesti:
  - verifica dell'attivazione di ciascun ventilatore (e dell'inversione di marcia);
  - verifica del corretto senso di marcia (senso ciclico delle fasi);
  - misura anemometrica mobile a quote diverse in diverse sezioni della galleria con tutti i ventilatori attivati;
  - verifica delle misure dei sensori della ventilazione (anemometri, opacimetri, rivelatori CO);

- verifica delle misure dei sensori di vibrazione e di longitudinalità;
- funzionamento nello scenario incendio;
- relazione che attesti le prove e la funzionalità di tutti i sistemi impiantistici (attivazione SOS, verifica intelligibilità dell'audio della colonnina SOS, verifica attivazione rivelazione incendi, prove sulla segnaletica luminosa di emergenza, verifica della segnalazione asportazione estintori, distacco energia principale e attivazione sistemi di emergenza e sicurezza (GE e UPS), attivazione sovrappressione bypass, verifica illuminazione di evacuazione pedonale con misura a terra, verifiche sistema TVCC ed eventuale sistema di rilevazione immagini digitali, verifica eventuale sistema di conteggio traffico, ecc.);
- relazione che attesti la verifica della presenza di cavi resistenti al fuoco per il 50% dei circuiti dell'illuminazione permanente, per i circuiti della ventilazione e di tutti i circuiti necessari alla sicurezza esposti eventualmente al fuoco;
- relazione che attesti le prove sugli impianti antincendio: verifica sulla pressione e sulla portata agli idranti più svantaggiati così come indicato sulla relazione di calcolo, verifica scadenza estintori, verifica presenza acqua nelle cisterne, attivazione motopompa antincendio o verifica alimentazione tramite gruppo elettrogeno;
- relazione che attesti le verifiche sulla compartimentazione antincendio;
- relazione che attesti le verifiche sui materiali: (es. acciaio AISI 304 ovvero 316 per i ventilatori, per i corpi illuminanti, per le passerelle e gli ancoraggi, fissaggio resistenti al fuoco per le strutture ancorate in volta);
- relazione che attesti le verifiche sulle porte e portoni e certificazioni antincendio;
- relazione che attesti la funzionalità del sistema di telecontrollo in cabina MASTER ovvero tramite sala remota: la verifica finale prevede una simulazione di emergenza e tutti i sistemi attivati devono correttamente funzionare nell'insieme;
- verifica presenza schema sinottico in cabina;
- verifica presenza schemi elettrici nelle tasche dei quadri.

### *1.8. VERIFICHE E PROVE FINALI*

Il Direttore dei Lavori a opere completamente ultimate e funzionanti e dopo che siano state eseguite positivamente le prove e verifiche preliminari di cui al precedente paragrafo, procederà in contraddittorio con la Ditta esecutrice alle "verifiche e prove finali" e di funzionamento, intese ad accertare la corrispondenza delle opere eseguite a tutte le condizioni contrattuali.

Tali verifiche saranno eseguite in seguito alla comunicazione della Ditta al DL dell'avvenuta ultimazione dei lavori.

Se i risultati saranno positivi, salvo aspetti di dettaglio secondari e non funzionali, verrà rilasciato il certificato di ultimazione dei lavori nel quale, eventualmente, si potranno prescrivere piccole lavorazioni ancora mancanti definendone anche i tempi di effettuazione.

Le verifiche finali si possono suddividere in due parti:

- Esami a vista: avvalendosi della documentazione "as built" accertano che i componenti dell'impianto elettrico siano conformi alle prescrizioni di sicurezza, siano stati scelti correttamente ed installati secondo normativa, siano integri in modo da non compromettere la sicurezza;
- Prove e misure: accertano la rispondenza delle parti di impianto ai dati progettuali ed alla normativa in vigore.

Tali verifiche e prove verranno effettuate con personale e mezzi messi a disposizione dell'Appaltatore. Gli oneri per queste prove sono inclusi nei prezzi unitari di contratto.

Si intende che nonostante l'esito favorevole di esse l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine che abbiano a riscontrarsi fino al collaudo definitivo e fino alla scadenza dei termini di garanzia.

## 2. OPERE CIVILI

### 2.1. *PREMESSA*

Nel seguito sono descritte le modalità esecutive delle opere civili che potrebbero rendersi necessarie per l'esecuzione dei lavori. Resta inteso che non tutte le lavorazioni evidenziate nei paragrafi successivi fanno parte dell'intervento; esse tuttavia vengono ugualmente riportate poiché si ritengono utili per l'eventuale realizzazione di opere in variante al momento non prevedibili.

L'Impresa dovrà in ogni caso presentare alla DL, entro 30gg dalla data del Verbale di Consegna dei Lavori o in accordo con il piano temporale, i disegni e le descrizioni di dettaglio di tutte le opere murarie ritenute necessarie al compimento degli impianti, perché la DL possa valutare eventuali interferenze con le strutture e coordinare i lavori nel modo migliore.

Ogni onere relativo allo smantellamento di opere e allo spostamento degli impianti già eseguiti, a causa del ritardo dell'Impresa nella presentazione dei disegni di cui sopra, sarà imputato alla stessa ed iscritto negli Stati di Avanzamento e nello Stato Finale. Il valore del danno, a carico dell'Impresa sarà stabilito, insindacabilmente, dalla DL.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale d'Appalto DM 145/2000. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori. I materiali proveranno da località o fabbriche che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra. Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Appaltatore. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei



Lavori, l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

## 2.2. SCAVI

Preliminarmente all'esecuzione delle opere di scavo l'Appaltatore deve procedere ai tracciamenti necessari per la definizione esatta della collocazione dei centri luminosi e di altre ed eventuali apparecchiature (ad esempio i quadri elettrici). Inoltre l'Impresa è obbligata ad assumere le informazioni necessarie per accertarsi se nella sede dei medesimi vi siano tombini, fognature, acquedotti, elettrodotti, cavi telefonici, gasdotti, oleodotti, o altri manufatti interrati ed a prendere tutti i provvedimenti e misure necessarie per eseguire le opere senza danneggiare detti manufatti nella realizzazione dei relativi sottopassaggi, incroci, parallelismi, restando a suo carico ogni responsabilità per danni e ripristini e per le pratiche burocratiche inerenti all'autorizzazione da rilasciare da parte degli Enti interessati. Negli scavi devono essere adottate tutte le cautele atte a prevenire scoscendimenti e smottamenti, restando l'Impresa esclusivamente responsabile degli eventuali danni e obbligata a provvedere, a proprie spese, alla rimozione delle materie franate e al ripristino delle sezioni corrette. Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali. Gli scavi e i trasporti devono essere eseguiti con mezzi d'opera e manodopera adeguati. In ogni caso deve essere assicurato il regolare smaltimento e deflusso delle acque di qualunque provenienza. I materiali provenienti dagli scavi, e non idonei per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, devono essere portati a rifiuto in zone disposte a cura e spese dell'Impresa, quelli invece utilizzabili, ed esuberanti le necessità di lavoro, devono essere portati, sempre a cura e spese dell'Impresa, su aree indicate dalla Direzione Lavori. Sono compensati fra gli oneri degli scavi l'abbattimento e/o potature di piante, l'estirpazione di ceppaie e radici nella zona di pertinenza degli scavi stessi. Durante la fase di scavo dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti. Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiale di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso o a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evitare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome della ditta appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico. Il reinterro di tutti gli scavi necessari per la collocazione dei cavidotti e dei pozzetti, dopo l'esecuzione dei getti, è compensato con il prezzo dell'opera. Nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo. In caso di inevitabili interruzioni di qualche tratto di strada devono essere disposti opportuni avvisi. In ogni modo l'impresa deve rendere possibile in posizioni opportune, lo scambio dei veicoli. L'Impresa assume la responsabilità di eventuali danni od a persone od a cose derivanti dalla mancata od insufficiente osservanza delle prescrizioni o cautele necessarie. Costituisce onere per la Ditta anche la stesura progressiva di materiale occorrente per dare alla pavimentazione stradale la sua primitiva consistenza e sagoma. Il materiale di scavo eccedente, dopo l'eventuale costipamento del materiale di reinterro, deve essere portato a scarica autorizzata a propria cura e spese. Per garantire la continuità del transito si devono costruire adeguate passerelle provvisorie, salvo diverse autorizzazioni concesse dalla Stazione Appaltante circa temporanee sospensioni o deviazioni del transito. Per evitare che il dissesto dipendente dall'apertura delle trincee si estenda a tratti di eccessiva lunghezza, resta stabilito che non possono essere mantenuti aperti tronchi di trincea estesa superiore ai metri 50, salvo diversa indicazione da parte della DL o della SA. Per gli scavi su strade e simili devono essere osservate le norme di sicurezza del Codice della Strada.

### 2.3. SCAVI IN MICROTRINCEA

La "microtrincea" viene eseguita utilizzando idonee frese/scavacanalì a disco montate su opportuna macchina operatrice di piccole dimensioni. Il taglio dello scavo dovrà risultare netto in superficie, evitando in modo assoluto di lesionare la pavimentazione limitrofa alla sezione di scavo. Non sono consentiti bruschi cambi di direzione dei percorsi, ove questi siano richiesti dovranno effettuarsi tramite tagli angolati, tali da consentire il rispetto del minimo raggio di curvatura dei minitubetti, dei monotubi di raccordo o dei cavi conduttori. Di seguito sono illustrate le fasi essenziali di esecuzione della "microtrincea" per la posa dei cavi:

- Esecuzione del taglio a mezzo di una taglia asfalti;
- Pulizia dello scavo;
- Posa del conduttore di terra sul fondo dello scavo;
- Posa dei restanti cavi conduttori;
- Riempimento dello scavo con sabbia;
- Riempimento con asfalto colato degli ultimi 3 cm.

La larghezza del taglio dovrà essere pari ad un massimo di 2 cm, e la sua profondità sarà al massimo di 25 cm.

### 2.4. SCAVI PER TUBAZIONI

Lo scavo per la posa delle tubazioni dovrà essere realizzato in modo tale che sia perfettamente rispettato lo sviluppo di progetto del relativo contratto applicativo. In ogni caso, salvo impedimenti o diversa indicazione, la profondità dello scavo dovrà essere di almeno 60cm e la larghezza minima di 30cm. Gli scavi necessari per la posa dei cavidotti saranno eseguiti a pareti quanto più possibile regolari, con la minima larghezza compatibile con la natura della terra e con il diametro esterno del tubo, ricavando, ove sia necessario, opportuni allargamenti e nicchie. I materiali provenienti dagli scavi dovranno essere depositati nella trincea a ricoprimento delle tubazioni posate solo nel caso il materiale sia ritenuto idoneo a giudizio della D.L., altrimenti dovrà essere trasportato a discarica autorizzata in modo da ostacolare il meno possibile la viabilità e lo scolo delle acque. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Il taglio del tappetino bituminoso e del sottofondo in agglomerato, se presenti, dovrà avvenire mediante l'impiego di adeguati mezzi meccanici (fresatrice, sega a taglio, ecc...). Il taglio avrà una profondità minima di 20 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
- Esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate negli elaborati di progetto relativi ai singoli contratti applicativi;
- Fornitura e posa, su letto di sabbia predisposto, di tubazioni corrugate flessibili in polietilene, a sezione circolare, in numero e diametro indicati negli elaborati di progetto relativi ai singoli contratti applicativi;

- Formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente liscio in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
- Sopra il cavidotto, circa 10-15 cm sopra il limite superiore, dovrà essere collocato un nastro avvisatore di colore rosso, compreso nel prezzo dello scavo, con evidenziato il nome dell'impianto di appartenenza;
- Il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dagli elaborati grafici. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dal termine del getto di calcestruzzo. Laddove non risulti possibile rispettare la profondità di posa indicata negli elaborati di progetto relativi ai singoli contratti applicativi si dovrà valutare l'opportunità di utilizzare tubazioni in acciaio zincato anziché in polietilene ed in ogni caso lo scavo dovrà essere riempito interamente, salvo il letto di sabbia ed eventuali strati bituminosi superficiali, con getto in cls;
- Ogni strato del reinterro dovrà essere costipato mediante adeguati mezzi meccanici; inoltre nel caso di scavo su asfalto, il tappeto di usura dovrà essere steso dopo un periodo di assestamento di 10/15 giorni.

## 2.5. POZZETTI

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni allegati. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- Esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
  - Formazione di platea in calcestruzzo dosato a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
  - Posa del pozzetto prefabbricato costituito da un elemento a cassa, con due fori di drenaggio. Il manufatto, di calcestruzzo vibrato, dovrà avere sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto;
  - Inserimento delle tubazioni interessate dal pozzetto; sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
  - Fornitura e posa di chiusino in ghisa (griglia o sferoidale a seconda delle indicazioni evidenziate negli elaborati di progetto relativi ai singoli contratti applicativi, completo di telaio, per traffico incontrollato);
  - Riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipata;
- trasporto alla discarica del materiale eccedente;
- Trasporto del materiale scavato eccedente;
  - Ripristino del suolo pubblico originario;

Tutti i pozzetti saranno senza fondo, o comunque con adeguati fori per evitare il ristagno dell'acqua.

## 2.6. *ATTRAVERSAMENTI INTERRATI*

Gli attraversamenti interrati serviranno per sottopassare strade o altre opere esistenti e potranno intersecare sia ortogonalmente che obliquamente le opere stesse. L'esecuzione sarà eseguita da fosse di spinta debitamente predisposte, delle dimensioni e caratteristiche risultanti dai calcoli dimensionali e statici in funzione dei diametri dei tubi da spingere e della lunghezza di spinta da eseguire. L'infissione potrà anche avvenire contrastando l'attrezzatura di spinta con palancolate laterali infisse nel terreno prima dell'esecuzione dello scavo. La condotta da infiggere nel terreno sarà costituita da tubi in acciaio, tipo Fe 510 saldati, il tutto come da disegni di progetto relativi ai singoli contratti applicativi. Gli attraversamenti stradali avranno all'interno del tubo "guaina" un tubo di acciaio o ghisa sferoidale dotato di opportuni distanziatori in modo da alloggiare equamente nella guaina stessa. La formazione della livelletta per la posa delle tubazioni dovrà essere eseguita con attrezzatura di alta precisione a raggi laser e comunque saranno accettati spostamenti non maggiori di circa il 20%. Dovranno comunque essere osservate tutte le norme e prescrizioni previste con D.M. 24/11/1984, con D.M. n. 216/4.6 (Servizio Lavori e Costruzioni) e n. 173/508-604 (Servizio Impianti Elettrici) e altre disposizioni vigenti in materia. Dovranno altresì essere adottate, negli attraversamenti idraulici, tutte le metodologie necessarie ad evitare sifonamenti, smottamenti e quant'altro potesse compromettere la stabilità e sicurezza delle opere incontrate.

## 2.7. *VERNICIATURA*

La verniciatura dei piedritti della galleria sarà effettuata per una fascia di circa m 4,15 a partire dalla base del piedritto, eseguita a più mani con prodotto atossico non infiammabile con trattamento preliminare del supporto di calcestruzzo costituito da rotolavaggio. Il rotolavaggio sarà eseguito con macchinari ad avanzamento automatico dotati di braccio meccanico, in modo da non danneggiare le strutture portanti e rimuovere selettivamente il materiale superficiale ammalorato o le parti incoerenti, le fioriture di calcare, i depositi di polvere e lo smog. La verniciatura sarà effettuata con applicazione di vernice di tipo bicomponente epossidica idro diluibile colore bianco, non ingiallente. L'applicazione sarà uniforme, operata a due mani e comunque fino a completa copertura del supporto, con una quantità minima di 400 gr/m<sup>2</sup>, spessore compreso tra 180 e 220 micron. La vernice deve essere così caratterizzata nel rispetto delle norme vigenti:

- Resistenza al graffio (ISO 1518): nessuna perforazione;
- Fattore di riflessione (ISO 2814) 60°: => 98;
- Fattore di lucentezza (ISO 2813) 60°: => 30;
- Adesione (ISO 4624-78) => 1,50 MPA.

Dato che si prevede l'impiego esclusivo di illuminazione con lampade a LED, i colori delle vernici dovranno essere tali da garantire le rese cromatiche previste dalle Linee Guida Anas (RAL 9010 e RAL 202) che si ottengono utilizzando lampade SAP.

## 2.8. ACQUA

L'acqua per l'impasto con leganti idraulici (UNI EN 1008) dovrà essere dolce, limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante. In caso di necessità, dovrà essere trattata per ottenere il grado di purezza richiesto per l'intervento da eseguire. In taluni casi dovrà essere, altresì, additivata per evitare l'instaurarsi di reazioni chimico-fisiche che potrebbero causare la produzione di sostanze pericolose. Le acque utilizzate devono rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 (S.O. alla G.U. n. 65 del 18/3/1992) in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

## 2.9. LEGANTI IDRAULICI

I cementi da impiegare in qualsiasi lavoro devono rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel DM 3 giugno 1968 ("Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi") e successive modifiche e integrazioni (DM 20 novembre 1984 e DM 13 settembre 1993). Tutti i cementi devono essere, altresì, conformi al DM n. 314 emanato dal Ministero dell'Industria in data 12 luglio 1999 (che ha sostituito il DM n. 126 del 9 marzo 1988 con l'allegato "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi" dell'ICITE - CNR) ed in vigore dal 12 marzo 2000, che stabilisce le nuove regole per l'attestazione di conformità per i cementi immessi sul mercato nazionale e per i cementi destinati ad essere impiegati nelle opere in conglomerato normale, armato e precompresso. I requisiti da soddisfare devono essere quelli previsti dalla norma UNI EN 197-2007 "Cemento: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni". Gli agglomerati cementizi, oltre a soddisfare i requisiti di cui alla legge 595/1965, devono rispondere alle prescrizioni di cui al summenzionato DM del 31 agosto 1972 e s.m.i. I cementi e gli agglomeranti cementizi devono essere forniti o in sacchi sigillati o in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola, che non possono essere aperti senza lacerazione, o alla rinfusa. Per ciascuna delle tre alternative valgono le prescrizioni di cui all'art. 3 della legge 595/1965.

## 2.10. SABBIE, GHIAIE E PIETRISCHI

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 14 febbraio 1992 norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica. Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.). Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

Le sabbie, naturali o artificiali, da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi devono:

- Essere ben assortite in grossezza;
- Essere costituite da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa;
- Avere un contenuto di solfati e di cloruri molto basso (soprattutto per malte a base di cemento);

- Essere tali da non reagire chimicamente con la calce e con gli alcali del cemento, per evitare rigonfiamenti e quindi fessurazioni, macchie superficiali;
- Essere scricchiolanti alla mano;
- Non lasciare traccia di sporco;
- Essere lavate con acqua dolce anche più volte, se necessario, per eliminare materie nocive e sostanze eterogenee;
- Avere una perdita in peso non superiore al 2% se sottoposte alla prova di decantazione in acqua.

La ghiaia da impiegare nelle malte e nei conglomerati cementizi deve essere costituita da elementi puliti di materiale calcareo o siliceo, ben assortita, priva di parti friabili, lavata con acqua dolce, se necessario, per eliminare materie nocive.

Il pietrisco, utilizzato in alternativa alla ghiaia, deve essere ottenuto dalla frantumazione di roccia compatta, durissima silicea o calcarea, ad alta resistenza meccanica. Le dimensioni dei granuli delle ghiaie e del pietrisco per conglomerati cementizi sono prescritte dalla Direzione Lavori in base alla destinazione d'uso e alle modalità di applicazione. In ogni caso le dimensioni massime devono essere commisurate alle caratteristiche geometriche dei cavidotti. Nel dettaglio gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi devono essere di dimensioni tali da passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 1cm. Sabbia, ghiaia e pietrisco sono in genere forniti allo stato sciolto e sono misurati o a metro cubo di materiale assestato sugli automezzi per forniture o a secchie, di capacità convenzionale pari ad 1/100 di m<sup>3</sup>, nel caso in cui occorrono solo minimi quantitativi.

## *2.11. CALCESTRUZZI STRUTTURALI*

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1. Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR 246/93 è indicato nella Tab. 11.2.II contenuta nell'art. 11.2.9.2 del DM 14 gennaio 2008 recante "Norme tecniche per le costruzioni" emesso ai sensi delle leggi 5 novembre 1971, n. 1086, e 2 febbraio 1974, n. 64, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 380, e dell'art. 5 del DL 28 maggio 2004, n. 136, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii. (d'ora in poi DM 14 gennaio 2008).

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III contenuta sempre nel summenzionato art. 11.2.9.2, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione. Nelle prescrizioni di progetto si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche,

di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella sopra menzionata.

Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab. 11.2.IV del menzionato art. 11.2.9.2. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

### 3. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

#### 3.1. GENERALITÀ

Lo scopo della realizzazione degli impianti fotovoltaici è quello di conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal sole.

Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- La compatibilità con esigenze di tutela ambientale;
- Un risparmio di combustibile fossile;
- Una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Il dimensionamento energetico degli impianti fotovoltaici connessi alla rete del distributore viene effettuato tenendo conto di tre fattori importanti:

- Disponibilità di spazi sui quali installare gli impianti fotovoltaici;
- Disponibilità della fonte solare;
- Fattori morfologici e ambientali.

La quantità di energia elettrica che si può produrre deve essere calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1. Il principio progettuale utilizzato per il dimensionamento di un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

Nella generalità dei casi, il generatore fotovoltaico deve essere esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud ed evitando fenomeni di ombreggiamento.

I moduli del campo fotovoltaico devono essere montati su supporti in alluminio, assemblati in modo tale che l'inclinazione dei pannelli rispetto al suolo sia tipicamente di 30°.

La maggior parte delle celle fotovoltaiche attualmente in commercio sono realizzate tramite semiconduttori in silicio.

Le principali tipologie di celle fotovoltaiche sono:

- Celle in silicio monocristallino;
- Celle in silicio policristallino.

Le celle in silicio monocristallino sono realizzate a partire da cristalli di silicio ad elevato grado di purezza, che vengo prima fusi e poi fatti solidificare in modo da ottenere un lingotto di forma cilindrica costituito da un monocristallo, avente un diametro compreso tra i 13 e i 20 cm e un'altezza di circa 200 cm. Il cristallo viene successivamente tagliato a fette sottili dello spessore di  $250 \div 350 \mu\text{m}$ , dette celle, che andranno a costituire i moduli o pannelli fotovoltaici, ottenuti collegando tra loro più celle.

I pannelli fotovoltaici monocristallini presentano rendimenti tipici minori o uguali al 16,5%, mentre sono del 20-22% per i moduli ad alte prestazioni.

Le celle in silicio policristallino hanno costi minori delle monocristalline e sono tipicamente ottenute per fusione degli scarti del processo industriale di produzione dei moduli monocristallini. I pannelli fotovoltaici policristallini presentano rendimenti tipici 15-16%, e 18-20% per i moduli ad alte prestazioni.

### *3.2. MODULO FOTOVOLTAICO IN SILICIO POLICRISTALLINO DA 250WP*

Modulo fotovoltaico in silicio policristallino da 250Wp costituito da vetro temperato antiriflesso di spessore minimo 3mm con basso contenuto di ferro per ottimizzare la raccolta della luce, da una cornice in alluminio anodizzato che conferisce solidità e robustezza costante, resistendo a carichi e sollecitazioni climatiche come neve e ghiaccio. Il pannello dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Dimensioni minime 1600x900x30mm;
- Efficienza minima 15%;
- Classe di potenza in condizioni di irraggiamento a 800W/mq minimo di 180Wp;
- Grado di protezione minimo IP65;
- Intervallo minimo di temperatura di esercizio da -35°C a 80°C.

Il modulo fotovoltaico viene fornito con cavo solare FG21M21 di sezione minima 4mmq e lunghezza di almeno 1m. Nel prezzo sono compresi tutti gli accessori ed ogni altro onere, previsto o prevedibile, per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.



### 3.3. MODULO FOTOVOLTAICO IN SILICIO MONOCRISTALLINO DA 270WP

Modulo fotovoltaico in silicio monocristallino da 270Wp costituito da vetro temperato antiriflesso di spessore minimo 3mm con basso contenuto di ferro per ottimizzare la raccolta della luce, da una cornice in alluminio anodizzato che conferisce solidità e robustezza costante, resistendo a carichi e sollecitazioni climatiche come neve e ghiaccio. Il pannello dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Dimensioni minime 1600x900x30mm;
- Efficienza minima 16%;
- Classe di potenza in condizioni di irraggiamento a 800W/mq minimo di 200Wp;
- Grado di protezione minimo IP65;
- Intervallo minimo di temperatura di esercizio da -35°C a 80°C Il modulo fotovoltaico viene fornito con cavo solare FG21M21 di sezione minima 4mmq e lunghezza di almeno 1m. Nel prezzo sono compresi tutti gli accessori ed ogni altro onere, previsto o prevedibile, per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

### 3.4. GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto da un convertitore statico (Inverter). Il convertitore c.c./c.a. utilizzato per un impianto fotovoltaico deve essere idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico stesso alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura devono essere compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita devono essere compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto. L'inverter di stringa da esterno per applicazioni fotovoltaiche dovrà, quindi, avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Massima tensione assoluta DC in ingresso 1000V;
- Potenza nominale DC di ingresso 20 ÷ 30kW;
- Potenza massima DC di ingresso 10 ÷ 20kW;
- Tensione nominale DC in ingresso 620V;
- Tensione nominale AC di uscita 400V;
- Massima protezione esterna da sovracorrente AC 45 ÷ 65A;
- Frequenza nominale di uscita 50/60Hz;
- Tipo di connessione AC alla rete trifase 3 fili + PE o 4 fili + PE;
- Efficienza massima superiore al 95%;

- Consumo notturno < 1W;
- Grado di protezione minimo IP65.

Il dispositivo dovrà essere dotato, inoltre, di porta seriale RS485 per diagnostica e controllo da remoto e uscita ausiliaria DC (24 V, 300mA). Nel prezzo sono compresi tutti gli accessori ed ogni altro onere, previsto o prevedibile, per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

### *3.5. CAVI ELETTRICI E CABLAGGI*

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC;
- Tipo FG21M21 per cavi in corrente continua, posati all'esterno, per il collegamento tra le stringhe e i quadri di stringa;
- Tipo FS17(1xn) per cavi in corrente alternata, per i collegamenti all'interno del quadro generale dove sono inseriti gli interruttori automatici magnetotermici, gli scaricatori di sovratensione e l'interruttore magnetotermico differenziale generale;
- Tipo FG16OR (1xn+nC) per cavi in corrente alternata, per il collegamento tra ogni inverter e il quadro generale in corrente alternata;
- Tipo FG16OR (3xn+nC) per il cavo che collega il quadro generale in corrente alternata dell'impianto fotovoltaico e il quadro di misura fiscale (contatore ENEL);
- Tipo FG16OR (3xn+nC) per il cavo che collega il quadro di misura fiscale e il quadro elettrico di arrivo;
- Tipo FS17(1xn) per i cavi dei conduttori di protezione lato corrente continua e corrente alternata.

Inoltre, i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22 II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL. Con ogni sezione adottata la caduta di tensione dovrà sempre essere contenuta entro il 2% del valore misurato partendo da qualsiasi modulo del campo fotovoltaico fino al gruppo di conversione.

### *3.6. QUADRO DI STRINGA LATO CORRENTE CONTINUA*

I quadri elettrici installati tra il campo fotovoltaico e gli inverter consentiranno il sezionamento di ogni singola stringa di pannelli, la protezione di ogni stringa ed ogni inverter da sovracorrenti (cortocircuito) e da sovratensioni (fulminazione indiretta). Per ogni singola stringa dovranno essere montati in serie i seguenti componenti:

- Sezionatore non apribile sotto carico con fusibile categoria utilizzo DC20;

- Limitatore di sovratensione di tipo combinato (limitazione ed innesco) a varistori e spinterometro, costituito da moduli di protezione di tipo II, secondo CEI EN 61643-11;

Per ogni quadro in corrente continua sarà montato un sezionatore apribile sotto carico

Multipolare. Ciascun quadro sarà realizzato con grado di protezione IP65.

### *3.7. QUADRO GENERALE LATO CORRENTE ALTERNATA*

Il quadro elettrico generale deve essere installato tra l'inverter e il gruppo di misura e deve contenere n.1 interruttore automatico magnetotermico quadripolare. A valle dell'interruttore sarà installato un ulteriore dispositivo magnetotermico quadripolare in serie con un interruttore differenziale di tipo A e corrente di intervento di 0.3A. Il quadro elettrico sarà realizzato con un grado di protezione IP65.

### *3.8. QUADRO DI SEZIONAMENTO*

Il quadro elettrico di sezionamento deve essere installato a valle del gruppo di misura dell'energia elettrica prodotta e a monte del quadro elettrico di arrivo. Dovrà contenere un dispositivo di sezionamento. La funzione di questo sezionatore è quella di evitare che durante la connessione dell'impianto fotovoltaico alla rete elettrica, oppure durante interventi di manutenzione sul gruppo di misura, si debba aprire l'interruttore generale del quadro elettrico a cui viene collegato l'impianto.

### *3.9. IMPIANTO DI MESSA A TERRA*

Il campo fotovoltaico dovrà essere gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra, mentre tutte le masse del campo fotovoltaico devono essere obbligatoriamente messe a terra.

Ciascun modulo fotovoltaico installato all'interno del campo fotovoltaico deve avere classe II di isolamento, deve essere perciò dotato di doppio isolamento (isolamento principale e isolamento supplementare). Ciascun cavo in corrente continua utilizzato per il collegamento tra le stringhe e gli inverter dovrà avere classe II di isolamento, dovrà quindi essere dotato di una guaina per la protezione meccanica e di un isolamento rinforzato per il sistema elettrico servito.

I supporti metallici dei moduli (strutture portanti del campo fotovoltaico) non sono da considerarsi masse (non devono quindi essere collegate a terra) se vengono utilizzati cavi in corrente continua con classe II di isolamento. A valle dell'inverter il sistema fotovoltaico diventa un'estensione della rete, la quale deve essere dotata di almeno un punto di messa a terra. Il sistema fotovoltaico è quindi a terra tramite la rete, pertanto si può considerare la parte di impianto a valle dell'inverter come un sistema TT (sistema elettrico collegato a terra e masse collegate a terra). E' quindi obbligatorio collegare a terra tutte le masse (lato generatore) a monte del punto di parallelo con la rete, tali masse saranno protette da un interruttore differenziale montato a valle dell'ultima massa lato generatore. Il punto di parallelo tra l'impianto fotovoltaico e la rete deve essere a monte di tutti i dispositivi differenziali che proteggono le masse dell'impianto utilizzatore (CEI 64-8).

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

### 3.10. SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO

Il sistema di controllo e monitoraggio deve essere in grado di valutare la produzione di energia attesa da un impianto fotovoltaico, a partire dall'energia solare che arriva effettivamente sul pannello, e dall'energia elettrica prodotta e misurata all'uscita degli inverter. Il sistema di controllo e monitoraggio prevede l'utilizzo di un datalogger in grado di acquisire i dati forniti dall'inverter, lo stesso dispositivo è inoltre connesso al sensore di irraggiamento, per rilevare la radiazione solare incidente sulla superficie dei moduli, e per l'acquisizione della temperatura per la calibrazione. Il sensore di irraggiamento sarà installato presso l'impianto fotovoltaico e sarà gestito da un dispositivo che provvede ad acquisire i dati e a inviarli (tramite modem GPRS o rete Ethernet) al centro di controllo remoto. Il sistema di controllo e monitoraggio deve permettere, per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter e dei moduli installati.

## 4. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA E ALL'APERTO

### 4.1. PREMESSA

Le gallerie e i sottopassi devono essere provvisti di illuminazione diurna e notturna progettate secondo il D.M. 14 settembre 2005 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali". Si distinguono le seguenti tipologie di illuminazione:

- Illuminazione ordinaria costituita dall'illuminazione permanente e dall'illuminazione di rinforzo;
- Illuminazione di emergenza costituita dall'illuminazione della galleria in condizioni di interruzione di erogazione dell'energia elettrica e in grado di garantire un livello minimo di luminanza di 1 cd/mq sull'intera galleria per un tempo minimo di 30 minuti. L'emergenza deve essere segnalata agli utenti della galleria tramite l'indicazione "Galleria non illuminata";
- Illuminazione di sicurezza costituita dall'illuminazione delle vie di fuga.

L'impianto di illuminazione in galleria è costituito da corpi illuminanti a Led posati su passerella metallica forata in acciaio inox AISI 304 o 316L, collegati a cassetta di derivazione tramite spina CEE 2P 16A 230V IP66 ed alimentati tramite dorsale di opportuna sezione. Nel caso dei circuiti afferenti l'illuminazione permanente si utilizzeranno cassette di derivazione con grado di protezione non inferiore a IP65 secondo CEI EN 60529, grado di resistenza agli urti minimo IK07 e certificazione per garantire la funzionalità per almeno 90 minuti a 850° secondo norma EN 50362. L'impianto di illuminazione all'aperto, invece, è costituito da corpi illuminanti sempre a Led installati su pali in acciaio o vetroresina di opportuno diametro e lunghezza. Per conseguire il massimo risparmio energetico, in conformità con la UNI11095/11, si prevede la realizzazione di un sistema di controllo del flusso luminoso per lampade a led gestito con tecnologia ad onde convogliate o onde radio.

#### *4.2. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE A LED PER GALLERIA*

Il corpo illuminante utilizzato è di tipo modulare, completo di interfaccia per la gestione del flusso luminoso punto-punto ad onde convogliate o onde radio con alimentatore interno, di tipo simmetrico o asimmetrico controflusso con struttura portante realizzata in alluminio estruso, pressofuso o in acciaio inox almeno AISI 304. Deve essere dotato di sistema di dissipazione del calore concepito in modo tale da garantire per il gruppo ottico il mantenimento di almeno l'80% del flusso luminoso a  $T=25^{\circ}\text{C}$  per un periodo di almeno 90.000 ore (L80B10) ed una vita media di almeno 110.000 ore in condizioni di normale funzionamento (TM21 – L70). Finitura superficiale mediante anodizzazione o verniciatura con garanzia integrale di almeno 10 anni contro la perforazione passante. Supporto di montaggio completo di piastra e chiusure a leva per aggancio rapido a canalina porta-cavi, con sistema anti-caduta il tutto realizzato in lamiera di acciaio inox almeno AISI 304. Alimentazione elettrica da  $230\text{V}\pm 15\%$  50Hz,  $\cos\phi > 0,9$ , corrente di pilotaggio da 350mA fino a 750mA, temperatura colore compresa tra 4000K e 6000K, efficienza luminosa non inferiore a 105lm/W, temperatura di funzionamento da  $-30^{\circ}\text{C}$  a  $+45^{\circ}\text{C}$ , classe di isolamento elettrico II, grado di protezione IP66 conforme a EN60598-1, grado di resistenza meccanica agli urti non inferiore a IK08. Il corpo illuminante viene fornito con cavo uscente di sezione minima  $2 \times 1,5\text{mm}^2$  di tipo FTG18(O)M16 nel caso di utilizzo per illuminazione permanente e FG18(O)M16 nel caso di utilizzo per illuminazione di rinforzo, e spina CEE 2P 16° 230V IP66, completo di viteria in acciaio inox almeno AISI 304. Sono compresi accessori, staffe per attacco alla canalina, materiali per il cablaggio e quanto altro occorre per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte. Garanzia del costruttore sull'intero prodotto di almeno 5 anni.

#### *4.3. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE A LED PER ESTERNO*

L'apparecchio utilizzato è a Led ed è adatto per applicazioni nel campo della pubblica illuminazione. Deve avere classe di isolamento II, grado di protezione almeno IP66, driver completamente programmabile ed impostabile attraverso Tool di configurazione dedicato, alimentazione 230V/50Hz, driver regolabile con ingresso 1-10V o DALI, sistema CLO (ConstaFlux). Il driver deve essere regolabile con ingresso 1-10V e/o DALI per controllo esterno. Temperatura Colore:  $T_c = 4000\text{ K}$  - Resa Cromatica:  $\text{CRI} > 75$  - Sorgente Luminosa: LED ad alta potenza, corrente di pilotaggio programmabile  $200\text{mA} < I_f < 700\text{mA}$  - Ottica: in PMMA. Concetto di illuminazione Multi-layer, ogni ottica illumina tutta la sede stradale, per garantire i parametri di uniformità anche in caso di spegnimento di qualche LED. Durata di vita economica: fino a 100.000 ore, L90F10,  $T_a = 25^{\circ}\text{C}$ ; Flusso luminoso residuo superiore al 90% del flusso iniziale a  $T$  ambiente esterna media pari a  $25^{\circ}\text{C}$ . Durata di vita completamente impostabile tramite Tool di configurazione. LED e driver forniti di sensore di temperatura, per evitare sovratemperature sulla piastra e garantire la durata dei LED. Corpo, copertura superiore, clip di chiusura e attacco palo in pressofusione di alluminio, a basso contenuto di rame anti-corrosione, verniciati secondo indicazione colore fornita dalla Direzione Lavori. Apparecchio fornito con driver elettronico incapsulato per applicazioni outdoor, cablato in Classe 2. Comprensivo di interfaccia per la gestione sia ad onde convogliate che ad onde radio.

#### *4.4. PALI E SOSTEGNI*

I pali saranno del tipo in lamiera di acciaio zincato a caldo o in vetroresina, tipo troncoconico curvo o diritto, e dovranno essere posati entro apposito plinto prefabbricato in cls vibrato di dimensioni  $80 \times 80 \times 100\text{cm}$  con resistenza caratteristica non minore di  $R_{ck} 40\text{ N/mm}^2$  per pali di illuminazione, tale da garantire la facilità di posa dei servizi grazie alla predisposizione di appositi fori. Il plinto deve essere realizzato da azienda in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001. I plinti dovranno essere utilizzati per un rapido e preciso posizionamento dei pali stradali nelle varie dimensioni per garantire la portata dei pali nelle varie altezze.

Devono essere dimensionati in funzione dell'altezza del palo e della zona sismica (D.M. 14.01.2008) e devono essere certificati secondo le norme UNI NTC del 2008. Nel plinto dovranno essere ricavati:

- Un pozzetto ispezionabile con fori laterali per l'innesto dei cavidotti;
- Un foro disperdente alla base;
- Fori passacavi;
- Foro alloggiamento del palo;

Inoltre, dovrà essere utilizzabile con chiusini sia in ghisa che in cls. Il palo deve essere bloccato nel basamento attraverso l'utilizzo di sabbia e cemento e la distanza di posizionamento di due pali successivi deve essere compresa tra 20 e 30 metri in accordo con i calcoli illuminotecnici.

#### 4.5. *SONDE FOTOELETTRICHE*

Saranno costituite da un complesso di strumentazioni di rilevamento e di apparecchiature di attuazione in grado di regolare il livello di illuminamento degli imbrocchi in funzione del valore di luminanza esterna.

La stazione di rilevamento esterna per la luminanza debilitante sarà costituita da:

- Una sonda fotosensibile tarata sui parametri di sensibilità spettrale dell'occhio umano, per la determinazione della luminanza debilitante;
- Un convertitore analogico atto ad elaborare la grandezza fisica misurata in un segnale elettrico (modulo di controllo);

La stazione sarà contenuta entro custodia stagna IP65 adatta per l'installazione all'aperto con la sonda fotosensibile alloggiata entro dispositivo ottico a cannocchiale.

Le caratteristiche principali della sonda di luminanza sono le seguenti:

- Sensore d'immagine CMOS a colori ad alta risoluzione dotato di matrice di 1280x1024 pixel per un totale di 1,3Megapixel;
- Calcolo della luminanza debilitante secondo le prescrizioni della norma UNI11095 Nov. 2011 per angoli compresi all'interno del diagramma di Adrian;
- Campo di sensibilità dei pixel compreso tra 0 cd/m<sup>2</sup> e 20000 cd/m<sup>2</sup>;
- Campo di uscita (luminanza debilitante) del rilevatore compreso tra 0 cd/m<sup>2</sup> e 1080 cd/m<sup>2</sup>;
- Trasmissione dati, da e verso il modulo di controllo, mediante porta seriale a tre conduttori con protocollo proprietario;

- Collegamento con PC, tramite linea seriale, per centratura iniziale, taratura e determinazione dell'area sotto controllo.

Le caratteristiche principali del modulo di controllo sono le seguenti:

- Tensione di alimentazione 24 Vdc/Vac  $\pm$  10%;
- Programmazione con tastiera a membrana su DIM;
- Visualizzazione su display a cristalli liquidi 2 x 16 caratteri su modulo DIM e LED di segnalazione;
- Trasmissione dati dal rilevatore ottico al circuito di controllo mediante due o cinque conduttori
- Segnale di controllo ai regolatori su protocollo proprietario;
- 4 uscite digitali a relè NO+NC - 1 uscita relè di allarme NO + NC;
- 4 ingressi optoisolati, configurabili singolarmente;
- Porte seriali RS232 e RS485;
- Impostazione soglie di attivazione dei relè di uscita;
- Impostazione isteresi di intervento dei relè;
- Lettura del valore di luminanza rilevato;
- Visualizzazione dello stato dei relè di uscita;
- Visualizzazione dello stato degli ingressi digitali;
- Visualizzazione allarmi;
- Reset dei parametri impostati e ritorno automatico ai parametri di default;
- Totale programmabilità da remoto tramite BUS o modem GSM;
- Vari tipi di funzionamenti: crepuscolare, rinforzo, ciclo, crepuscolare + ciclo, rinforzo + ciclo
- Possibilità di impostare dei cicli orari di funzionamento che vanno a comandare singolarmente il segnale di controllo e le 4 uscite digitali;
- Il microprocessore registra su memoria interna le ore di funzionamento dei singoli circuiti di rinforzo che vengono attivati dal modulo, registra a campionamento costante le misure rilevate dalle sonde e gli eventuali allarmi di malfunzionamento sonde, condizione di degrado, allarmi, ed altro;

- Possibilità di azzerare tutti i tempi di ritardo e di rampa impostati per velocizzare le eventuali operazioni di messa in servizio e controllo;
- Disponibilità di una password personalizzata impostabile dall'utente.

#### *4.6. SISTEMA DI CONTROLLO E REGOLAZIONE ILLUMINAZIONE A LED*

Per la gestione del flusso luminoso è prevista la fornitura di una scheda elettronica da posizionare all'interno di ogni proiettore e una centrale da ubicare all'interno della cabina elettrica ed in particolar modo inserita sul quadro di illuminazione, con opportuno posizionamento di un banco di filtri tra il modulo di controllo e gli interruttori di comando di ciascuna linea elettrica al fine di isolare la centralina dalla rete. Ogni centralina dovrà essere in grado di controllare almeno 900 punti luce contemporaneamente indifferentemente tra corpi illuminanti di permanente e rinforzo. Ciascuna centralina dovrà essere in grado di interfacciarsi con il sistema SCADA di galleria. Ciascuna centralina dovrà comunicare con gli apparecchi a Led (direttamente o mediante gateway) ed essere in grado di leggere tutti i valori dei parametri degli apparecchi a Led. I protocolli di trasmissione sulla rete Ethernet saranno basati su protocollo Modbus TCP/IP. Ciascuna lampada a Led dovrà essere fornita di un modulo di interfaccia (già inserito nel proiettore) in modo da poter comunicare con la centralina di gestione in modalità punto- punto. Il sistema dovrà:

- Effettuare una scansione periodica (con frequenza impostabile da remoto) di tutti gli apparecchi in rete per verificare lo stato di funzionamento degli apparecchi;
- Determinare lo stato generale di funzionamento degli apparecchi a LED;
- Essere in grado di controllare almeno due fornici indipendenti. Il sistema dovrà, altresì, disporre:
  - a) di una interfaccia consultabile via Web per:
    - Impostare i parametri del sistema;
    - Verificare la percentuale dello stato di funzionamento corretto degli apparecchi;
    - Verificare la percentuale dello stato di funzionamento dei gateway;
    - Rendere disponibile un sinottico della galleria con indicazione del funzionamento dei singoli apparecchi
  - b) di una interfaccia grafica locale in grado di controllare l'impianto
  - c) di una interfaccia modbus TCP per l'integrazione con il PLC o sistema SCADA ANAS, che consente di:
    - Leggere e impostare l'intensità luminosa generale della galleria;
    - Leggere la percentuale di funzionamento dei gateway. Il gateway, infine, dovrà essere in grado:
    - Di conversare con l'interfaccia Ethernet e l'interfaccia della rete locale in galleria



(bus, onde convogliate, wireless, ecc.);

- Di gestire la comunicazione locale con almeno 250 apparecchi in una delle tipologie adottate.

In particolare, si prevede di installare un sistema di controllo e diagnostica dei singoli punti luce basato sulla comunicazione in tempo reale a onde convogliate o onde radio tra centralina e singoli proiettori a LED, secondo le prescrizioni della EN 50065-1 (trasmissioni di segnali su rete elettriche a bassa tensione nella gamma di frequenze da 3 a 148,5 KHz).

Tale sistema di gestione e controllo dei proiettori a lampade LED proposti permette di monitorare continuamente i corpi illuminanti e diminuire ulteriormente i consumi energetici.

Il sistema è composto da due tipi di componenti:

- componenti da installare all'interno dell'apparecchio a LED;
- componenti da installare all'interno del quadro di alimentazione.

Con la comunicazione ad onde convogliate o onde radio, è possibile agire su tutti i parametri dei corpi illuminanti a LED, come ad esempio la frequenza di acceso/spento, la tensione di rete, la corrente assorbita, il tempo totale di accensione.

Il modulo ricetrasmittente installato all'interno del singolo proiettore è un modulo che lavora a onde convogliate o onde radio per il controllo, comando e segnalazione dei parametri dei punti luce a LED (uno per ogni punto luce da telecomandare), con le seguenti caratteristiche:

- Posizionamento nel vano del proiettore;
- Grado di protezione standard IP00 (IP 20 in alternativa) per montaggio all'interno del proiettore;
- Uscita optoisolata con comando duty cycle a frequenza 200Hz per il comando della dimmerazione; da 0 % a 100% del proiettore con step di 1% (a richiesta comando 0-10Vdc)
- Duty Cycle possibile (o comando 0-10Vdc): da 0% a 100% con step di 1%;
- Isolamento tra alimentazione e comando: min 6mm in aria e 5000Vdc;
- Comunicazione tramite onde convogliate direttamente sui cavi di alimentazione con modulazione tipo ASK e portante a 125KHz (classe1 16);
- Tensione di alimentazione: 230Vac +/-10% 50Hz;
- Temperatura di funzionamento: da -10 a +60°C;
- Temperatura di stoccaggio: da -30 a +80°C;

- Lettura per ogni punto luce delle seguenti grandezze da remoto:

- Stato della lampada (accesa/spenta);
- Tensione di rete;
- Corrente assorbita;
- Tempo totale di proiettore acceso;
- Tempo totale di proiettore alimentato.

Il Modulo di controllo è installato nel quadro di alimentazione dell'impianto, per la gestione della comunicazione a onde convogliate o onde radio con i moduli all'interno dei singoli proiettori. E' predisposto inoltre per comunicare verso il sistema di telegestione centrale.

- Codice Utente, codice Impianto;
- Cambio ora "Solare / Legale";
- Controllo di almeno 900 moduli LED;
- Memorizzazione dei seguenti dati:
  - Numero identificativo del singolo modulo proiettore;
  - Tempo di riscaldamento;
  - Angolo di massima dimmerazione;
  - Angolo per la funzione di "Minimo consumo";
  - Rampa di salita;
  - Rampa di discesa;
  - Gruppi di appartenenza;
  - Tratta di appartenenza;
  - Angolo di minimo consumo letto dal modulo;
  - Contatore di chiamate al modulo;
  - Contatore di chiamate al modulo non risposte;

- Contatore di chiamate non risposte consecutive;
- Contatore di chiamate consecutive con risposte di lampada spenta;
- 1 byte che definisce quali parametri devono essere trasferiti al modulo;
- Data in cui deve avvenire il trasferimento;
- Abilitazione applicazione della "Funzione scenografica".

Per ogni modulo del proiettore inoltre il modulo da quadro mantiene in memoria 2 scenografie. Le 2 scenografie sono associate ai 2 periodi dell'anno definiti come ora solare e ora legale. Le scenografie sono costituite da 5 tempi associati a 5 livelli di dimmerazione. Per ogni scenografia quindi il modulo da quadro memorizza le seguenti informazioni:

- Il primo step è impostato all'accensione del modulo;
- Livello di dimmerazione del primo step;
- Ora del secondo step di dimmerazione;
- Livello di dimmerazione del secondo step;
- Ora del terzo step di dimmerazione;
- Livello di dimmerazione del terzo step;
- Ora del quarto step di dimmerazione;
- Livello di dimmerazione del quarto step;
- Ora del quinto step di dimmerazione;
- Livello di dimmerazione del quinto step;

Nel caso di sistema ad onde convogliate, sono inoltre previste bobine filtro installate nel quadro di comando per isolare la rete telecomandata verso monte (lato alimentazione), di corrente nominale da individuare in funzione della corrente nominale prevista in linea.

## 5. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

### 5.1. *PREMESSA*

L'illuminazione di sicurezza deve consentire la messa in sicurezza degli utenti attraverso le vie di fuga, ovvero l'individuazione da parte degli utenti e degli addetti al soccorso delle dotazioni per la sicurezza antincendio

e le stazioni di emergenza. In generale dovrà essere previsto un elemento luminoso a led su entrambi i lati della galleria, con la duplice funzione di illuminare il camminamento in prossimità della barriera stessa e di segnalare il verso di percorrenza della galleria in caso di emergenza. Si deve prevedere, inoltre, l'installazione di un modulo adatto ad individuare in maniera univoca una via di fuga o un luogo sicuro (per esempio le porte di un by-pass). Il picchetto luminoso in galleria può essere installato secondo due modalità:

- Sul profilo redirettivo;
- Sul piedritto della galleria.

L'illuminazione a terra deve essere realizzata tramite moduli a LED che dovranno assicurare un illuminamento medio di 5 lux per una fascia di minimo 90cm, all'interno della quale l'illuminamento minimo non dovrà essere inferiore a 2 lux. Tale fascia dovrà iniziare entro una distanza di 30 cm dal piede della barriera redirettiva o del piedritto.

### *5.2. CORPO ILLUMINANTE PUNTUALE PER ILLUMINAZIONE DI EVACUAZIONE*

Il sistema è costituito da un picchetto luminoso o plafoniera, ad interasse massimo di 25cm, formato da una calotta esterna trasparente incolore, antiurto, provvista di supporto per il montaggio della fonte luminosa, in acciaio inox AISI 304, in policarbonato, resina poliestere rinforzata con fibre di vetro senza alogeni, o materiali con prestazioni equivalenti. Le parti incollate con prodotti acrilici devono garantire la realizzazione di involucri perfettamente stagni in grado di impedire l'ingresso di umidità e polveri. Esso è costituito da due sorgenti luminose: una sorgente luminosa a LED è destinata a delineare il percorso di evacuazione e guidare i pedoni verso l'uscita di emergenza in conformità alla norma UNI EN 16276, un'altra sorgente luminosa a LED 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. Ulteriori caratteristiche tecniche:

- Sorgente luminosa costituita da una scheda a circuito stampato con led di potenza che dovranno essere tali da assicurare un illuminamento medio di 5 lux all'interno del quale l'illuminamento minimo non dovrà essere inferiore a 2 lux;
- Tensione di alimentazione 24Vdc;
- Potenza in funzionamento di emergenza 4W;
- Sorgente luminosa costituita da una scheda a circuito stampato con led di potenza che in condizione normale, dovranno garantire l'intensità luminosa di ciascuna luce non maggiore di 40 cd in un cono di 2x15° come da normativa UNI EN 16276; in caso di emergenza l'intensità della luce deve poter essere aumentata;
- Intensità luminosa minima di 1 cd in tutte le direzioni.

### *5.3. PLAFONIERA PER IDENTIFICAZIONE USCITA DI EMERGENZA*

Il sistema è costituito da una sorgente luminosa a LED, per l'illuminazione delle uscite di emergenza nelle gallerie stradali conformi alle indicazioni delle "Linee Guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali secondo la normativa vigente", nonché alle norme UNI EN 16276. I moduli luminosi dovranno essere

installati attorno o su entrambi i lati della porta di uscita di emergenza, garantendo la visibilità anche in situazioni di fumo molto denso. Il sistema dovrà essere collegato ad una centralina di controllo, alimentata dalla rete, che consente l'attivazione dei moduli. Principali caratteristiche costruttive:

- Costituito da una plafoniera con calotta esterna trasparente incolore, provvista di supporto per il montaggio della fonte luminosa. Le parti incollate con prodotti acrilici devono garantire la realizzazione di involucri perfettamente stagni in grado di impedire l'ingresso di umidità e polveri;
- Componentistica per il fissaggio e collegamento del sistema in acciaio inox AISI 304 e tale da garantire una resistenza di strappo di almeno 150 Kg;
- Componenti elettroniche completamente sigillate ed impermeabili, IP66;
- Bassa infiammabilità testato a norma UL94-V0;
- I moduli devono essere in grado di resistere alle condizioni ambientali delle gallerie, a sistemi di pulizia ad alta pressione o getto di vapore e spazzolatrici;
- Le sporgenze degli elementi puntuali di fissaggio devono essere raccordate e prive di spigoli vivi.
- Equipaggiamento elettronico comprensivo di LED a efficienza luminosa non minore di 100 lm/W, di colore verde;
- In caso di emergenza l'intensità luminosa dovrà essere non minore di 100 cd in tutte le direzioni di emissione e dovranno lampeggiare con una frequenza compresa tra 0,5 Hz e 2,0 Hz;
- Sistema di alimentazione dei LED in grado di garantire la regolazione lineare dell'intensità luminosa emessa da 0% (spento) a 100% (Massima) tramite segnale 0÷20mA od a gradini tramite contatti "ONOFF";
- Corrente max assorbita 140mA a 24V;
- Con durata media dei LED di 75.000 ore senza decremento luminoso;
- I corpi luminosi sono dotati di morsettiera in ceramica resistente al calore.

#### *5.4. SEGNA MARGINE OTTICO A LED*

L'involucro del modulo a led sarà di colore bianco, realizzato in pressofusione di alluminio-magnesio e avrà dimensioni indicative di 165x165x20mm.

Il corpo illuminante sarà costituito da led di colore bianco ad altissima luminosità e sarà dato in opera mediante il fissaggio alla pavimentazione mediante tirafondi o viti in acciaio inox con diametro di circa 4-5mm. Per i collegamenti elettrici, ogni modulo sarà dotato di morsetti per accesso cavi di sezione minima 2,5mmq con derivazione diretta al corpo illuminante in grado di garantire un grado di protezione almeno IP66. In particolare, il modulo ottico avrà le seguenti caratteristiche:

Colore della luce: bianco; Alimentazione: 24Vdc; Assorbimento: fino a 50mA;

Dimensioni indicative: 165x165x20mm; Grado di protezione: minimo IP66; Classe di isolamento: II;

Tempo di vita: > 80.000 ore.

L'alimentazione dei moduli ottici avverrà tramite l'utilizzo di centraline eventualmente posizionate all'interno del quadro elettrico di illuminazione di galleria o in apposito quadretto comunque ubicato nei locali della cabina elettrica. I moduli verranno installati su entrambi i lati della carreggiata.

### 5.5. ALIMENTATORE STABILIZZATO AC/DC

L'alimentatore sarà del tipo stabilizzato AC/DC adatto per applicazioni ove sia necessario un elevato rapporto tra la potenza di uscita ed una tensione particolarmente stabile e precisa; esso sarà alloggiato entro apposito contenitore in alluminio pressofuso o acciaio inox almeno AISI 304. Il dispositivo sarà provvisto di protezione contro il sovraccarico elettrico e termico. L'alimentatore sarà tarato nel range 20-26Vdc. E' possibile una regolazione interna della tensione di uscita tramite contatto NO. La potenza nominale è considerata per servizio continuo. L'alimentatore stabilizzato dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Temperatura di funzionamento tra 0 e +40°C; Uscita opto-isolata;
- Tensione d'ingresso: 200 ÷ 260Vac; Corrente ingresso a 230Vac: 1,2 A;
- Fusibile d'ingresso di taglia almeno pari a 1,6 A; Tensione di uscita selezionabile: 20Vdc o 28Vdc;
- Corrente di uscita massima a 24Vdc in servizio continuo: 10 A; Potenza massima in uscita: 250W;
- Dimensioni indicative: 145x72x182mm; Grado di protezione: IP20;
- Protezione termica: 80°C.

Sarà compreso ogni altro componente necessario nessuno escluso; compresa la realizzazione dei cablaggi, l'assemblaggio, il tutto a norma di legge, ogni altro onere e magistero compreso.

## 6. IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA

### 6.1. PREMESSA

L'impianto di ventilazione meccanica in galleria deve portare alla definizione di una configurazione impiantistica ottimale in grado di garantire:

- La diluizione delle emissioni dei veicoli all'interno della galleria in condizione di esercizio (ventilazione sanitaria);
- La compatibilità ambientale della struttura;

- La gestione e il controllo dei fumi in caso di eventi incidentali possibili individuati come rilevanti (ventilazione di emergenza).

La ventilazione sanitaria deve avere il compito di:

- Diluire gli inquinanti emessi dagli autoveicoli in ogni regime di traffico;
- Diluire gli inquinanti emessi dagli autoveicoli in caso di arresto del traffico conseguente all'accadimento di un incidente non rilevante.

La ventilazione di emergenza, invece, avrà il compito di:

- Disperdere l'energia termica generata dal focolaio di incendio;
- Gestire e controllare il moto dei fumi;
- Diluire le sostanze tossiche ed infiammabili.

La gestione ed il controllo dell'impianto di ventilazione è legato all'integrazione dello stesso con tutti quei dispositivi per la misura dei parametri ambientali all'interno della galleria:

- Velocità e direzione del vento (anemometro);
- Concentrazione di CO, NO, NO<sub>2</sub> e grado di opacità dell'aria (opacimetro);
- Strumento di misura della temperatura e dei fumi.

## *6.2. ELETTROVENTILATORE ASSIALE PER GALLERIA*

Si rimanda al capitolo 5.5 del documento "P00IM00IMPET01A: Capitolato speciale d'appalto Impianti Meccanici".

## *6.3. INVERTER PER ELETTROVENTILATORE IN GALLERIA*

- Temperatura ambiente -10°C +50°C senza declassamento dell'azionamento, e per immagazzinamento -20°C a +70°C.

Il dispositivo deve soddisfare i seguenti requisiti:

- Sovraccarico azionamento 110% per 60 sec e 150% per 3 sec;
- Valore massimo della totale distorsione di corrente (THD-I) 3,5%;
- Valore massimo della totale distorsione di tensione (THD-V) 3,5%;
- Valore massimo di distorsione di corrente verso il motore 1,5%;

- Valore massimo di distorsione di tensione verso il motore 1,5%;
- Picco corrente all'accensione del drive non superiore al 5A;
- Fattore di potenza verso rete valore minimo 98%;
- Ponte ingresso AFE;
- Totale distorsione armoniche di corrente massimo (THDI) 3,5%;
- No resistenza di frenatura;
- La tensione di modo comune, generata dall'azionamento, ai morsetti del motore non può essere superiore a 30V;
- Picchi di tensione  $dv/dt$  limitate non superiore a 15V/ $\mu$ sec (V/microsecondo);
- Possibilità con le sovratensioni (limitate) dell'azionamento a utilizzare cavi standard, con tensione d'isolamento standard, senza schermatura, cavi come per avviamento diretto da rete;
- Rendimento totale dell'azionamento, da rete a uscita verso motore non può essere inferiore al 97,5%;
- Valore del MTBF (valore della media del tempo tra 2 guasti) minimo: 100.000 ore, calcolati a 30°C;
- Generatore adatto per funzionamento sotto generatore d'emergenza, senza declassamento del gruppo d'emergenza Possibilità d'avviamento simultaneo del 50% degli azionamenti senza sovradimensionamento del generatore;
- Spostamento della tensione del neutro del motore Non superiore a 15V;
- Tensione d'onda riflessa sui cavi Tensione d'onda riflessa ridotta, valore massimo 30V;
- Protocollo di comunicazione ModBus, in alternativa Ethernet;
- Grado di protezione azionamento IP22;
- Grado umidità 90% senza condensa.
- Protezione sovratensione, sotto tensione, sovraccarico, termica, corto circuito, massa, disequilibrio delle fasi, i2t motore.

L'azionamento dovrà essere completo della sicurezza Safety Torque Off, garantendo il blocco dell'azionamento in caso di manutenzione sul motore (sicurezza complementare all'interruttore di sezionamento sito nelle vicinanze del motore) da abbinare con relè di sicurezza.



#### 6.4. *SENSORI DI VIBRAZIONE E CEDIMENTO*

Tale strumentazione rileva e controlla le vibrazioni di ciascun ventilatore installato e consente di verificare nel tempo il buon funzionamento della macchina, prevenendo in tal modo rotture. Inoltre va previsto un sistema di controllo della orizzontalità del ventilatore, in modo da rilevarne eventuali distacchi dai supporti di fissaggio alla volta. Vi è così la possibilità di fermare il ventilatore, quando le vibrazioni superano un livello prefissato e di programmare un intervento di manutenzione per sostituire parti danneggiate, effettuare una pulizia delle pale (i depositi non uniformi generano squilibri e di conseguenza vibrazioni), controllare i fissaggi del ventilatore, intervenire in caso di distacco dei fissaggi, etc. Il sistema si compone di:

- Centralina completa di alimentatore;
- Elaboratori bicanali;
- Trasduttori.

Per ciascun ventilatore è prevista l'installazione sulla cassa di un trasduttore sismico di vibrazione secondo una qualsiasi direzione radiale, del tipo elettrodinamico (velocimetro), con contatti muniti di telecomando, contenuto in involucro di alluminio anodizzato IP65, sensibilità trasversale <7% e sensibilità nominale di 21.2mV/mm/s. I trasduttori devono poter operare correttamente nel campo di temperature da -10° a 100°C, con risposta in frequenza lineare nel campo da 10 a 1000 Hz.

Il segnale generato dal trasduttore fa capo ad un elaboratore bicanale per la codifica e la lettura dei dati in arrivo dai trasduttori sismici sotto forma di segnali analogici (unità di misura vibrazione mm o mm/sec – campo di misura 0+100 mm ÷ 0+10 mm/sec), completo di contatto di allarme a mezzo di 1 SPDT per ogni canale (con ritardo massimo intervento allarme 20 sec.) e segnalazione con LED, nonché potenziamento manuale di taratura. I segnali codificati dovranno essere trasmessi alla centralina elettronica di elaborazione posta in cabina. Il collegamento viene effettuato mediante cavo schermato di opportuna sezione (fino a 200 metri 2x1 mm – fino a 400 metri 2x1,5 mm – fino a 800 mm 2x2,5 mm). La centralina di elaborazione è collocata in un apposito armadio in galleria e dovrà essere completa di elemento modulare per contenimento in Rack 19", con tensione di alimentazione +15 V/-15V; essa dovrà essere collocata in un apposito armadio in galleria. In ogni centralina sono installati:

- Un alimentatore dotato di interruttore generale;
- Un numero di schede di elaborazione dei segnali pari ai ventilatori monitorati;
- Una morsettiera per le connessioni esterne.

Il trasduttore deve essere di tipo sismico elettrodinamico (velocimetro) atto cioè a rilevare il parametro velocità di vibrazione; al suo interno non sono previsti circuiti di amplificazione o di linearizzazione del segnale. La risposta in frequenza del trasduttore deve essere lineare nel campo da 10 a 1000 Hz; dovrà operare correttamente nel campo di temperatura da -10°C a +100°C.

I trasduttori devono essere ermetici ed insensibili all'umidità ambientale (max 95%) e resistenti alla contaminazione da polveri ed oli lubrificanti con un grado di protezione IP65 (norme CEI).

Essi devono essere completi di connettore maschio-femmina a norme MUL in grado di resistere alle sollecitazioni meccaniche e termiche. Il cavo di collegamento con la centralina è di tipo N1VC7V-K sez. 2x2,5mmq. Il trasduttore deve poter essere installato secondo una direzione qualsiasi e fissato mediante una vite sufficientemente robusta (M8).

#### *6.5. PRESA CON INTERRUTTORE DI BLOCCO*

La cassetta di interblocco per elettroventilatori in galleria deve essere tale da assicurare la continuità elettrica a 850°C per 90 min. Le prese devono avere una tensione nominale 690 V da 3P+T. La categoria di utilizzo a 690 V è AC23A – AC3. La messa a terra deve essere assicurata con morsetto sia interno che esterno all'involucro della presa, elettricamente connesso. Sono realizzate in pressofusione di alluminio, ignifugo, antifumo e non tossico. La presa deve essere dotata di interblocco meccanico. Il grado di protezione deve essere non inferiore a IP65 secondo la Norma CEI EN 60529 grado di resistenza agli urti IK10. La cassetta deve essere certificata per garantire la funzionalità per almeno 850 °C per 90 min. Compresa la fornitura, la posa in opera e ogni onere ed accessorio per dare il lavoro funzionante a perfetta regola d'arte. Sono comprese nella fornitura le staffe di fissaggio alla volta della galleria.

#### *6.6. ANEMOMETRO AD ULTRASUONI*

Lo strumento è del tipo ad ultrasuoni per la misura diretta ed automatica della velocità e della direzione dell'aria nelle gallerie. Lo strumento sarà del tipo puntiforme in alluminio/acciaio inox AISI316Ti verniciato con polvere epossidica RAL7032, avrà un grado di protezione IP66, sarà completo di n. 2 pressacavi M20 e sarà alimentato con tensione 18-48 V DC con assorbimento massimo di 3W.

Lo strumento sarà dotato della seguente interfaccia di comunicazione:

- Un segnale 4-20mA per la misura della velocità dell'aria;
- Un segnale 4-20mA per la misura della direzione del vento;
- Un segnale digitale tensione di commutazione 48 V DC, 0,5A, 24W per segnalazione richiesta manutenzione;
- Un segnale digitale tensione di commutazione 48 V DC, 0,5A, 24W per segnalazione guasto;
- Un'uscita RS232 e/o ethernet per collegamento a PLC di campo o di nodo SOS.

Sono da comprendersi tutti gli oneri per la fornitura e posa in opera di scatole stagne di derivazione, tubazioni in acciaio di diametro adeguato, cavi e accessori per il fissaggio alla volta necessari per la formazione della linea di alimentazione elettrica della centralina a partire dalla dorsale posta in passerella o in tubazione protetta, delle linee di segnale dalla stazione alla periferica in galleria, sono altresì compresi i collegamenti delle linee suddette alle rispettive morsettiere e il fissaggio delle apparecchiature sul piedritto della galleria e quant'altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

#### 6.7. *DISPOSITIVO PER LA MISURA DEL FUMO E DELLA TEMPERATURA IN GALLERIA*

Lo strumento sarà del tipo puntiforme compatto con contenitore in acciaio inox AISI316Ti verniciato con polvere epossidica ed avrà grado di protezione IP69K. Lo strumento sarà completo di n. 2 pressacavi M20 e sarà alimentato con tensione 18-48 V DC con assorbimento massimo di 20W.

Lo strumento sarà dotato della seguente interfaccia di comunicazione:

- Un segnale 4-20 mA 500 per la misura di fumo;
- Un segnale 4-20 mA 500 per la misura della temperatura;
- Un segnale digitale tensione di commutazione 48 V DC, 0,5A, 24W per segnalazione richiesta manutenzione;
- Un segnale digitale tensione di commutazione 48 V DC, 0,5A, 24W per segnalazione guasto;
- Un segnale digitale tensione di commutazione 48 V DC, 0,5A, 24W per impostazione soglia di allarme;
- Un'uscita RS485 Modbus o Profibus per collegamento a PLC di campo o di nodo SOS.

Nel prezzo, inoltre, sono compresi e compensati tutti gli oneri per la fornitura e posa in opera di scatole stagne di derivazione, tubazioni in acciaio di diametro adeguato, cavi e accessori per il fissaggio alla volta necessari per la formazione della linea di alimentazione elettrica della centralina a partire dalla dorsale posta in passerella o in tubazione protetta, delle linee di segnale dalla stazione alla periferica in galleria, sono altresì compresi i collegamenti delle linee suddette alle rispettive morsettiere e il fissaggio delle apparecchiature sul piedritto della galleria e quant'altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

#### 6.8. *DISPOSITIVO PER LA MISURA DI OP-CO-NO-NO2*

Fornitura e posa in opera di strumento puntiforme per la misura del grado di opacità (OP), della concentrazione del monossido di carbonio (CO) e della concentrazione del monossido/biossido di azoto (NO/NO2). Lo strumento è costituito da un unico dispositivo compatto contenente il gruppo ottico per la misura di OP e due celle elettrochimiche per la misura di CO e NO/NO2. Esso sarà composto da un contenitore in acciaio inox AISI316Ti verniciato con polvere epossidica ed avrà grado di protezione IP69K. Lo strumento sarà completo di n. 2 pressacavi M20 e sarà alimentato con tensione 18-48 V DC con assorbimento massimo di 20W.

Lo strumento sarà dotato della seguente interfaccia di comunicazione:

- Un segnale 4-20mA per la misura dell'OP;
- Un segnale 4-20mA per la misura del CO;
- Un segnale 4-20mA per la misura dell'NO/NO2;

- Un segnale digitale tensione di commutazione 48 V DC, 0,5A, 24W per segnalazione richiesta manutenzione;
- Un segnale digitale tensione di commutazione 48 V DC, 0,5A, 24W per segnalazione guasto;
- Un'uscita RS485 Modbus o Profibus per collegamento a PLC di campo o di nodo SOS.

Nel prezzo, inoltre, sono compresi e compensati tutti gli oneri per la fornitura e posa in opera di scatole stagne di derivazione, tubazioni in acciaio di diametro adeguato, cavi e accessori per il fissaggio alla volta necessari per la formazione della linea di alimentazione elettrica della centralina a partire dalla dorsale posta in passerella o in tubazione protetta, delle linee di segnale dalla stazione alla periferica in galleria, sono altresì compresi i collegamenti delle linee suddette alle rispettive morsettiere e il fissaggio delle apparecchiature sul piedritto della galleria e quant'altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

#### *6.9. DISPOSITIVO PER LA MISURA DI OP-CO*

Fornitura e posa in opera di strumento puntiforme per la misura del grado di opacità (OP) e della concentrazione del monossido di carbonio (CO). Lo strumento è costituito da un unico dispositivo compatto contenente il gruppo ottico per la misura di OP e una cella elettrochimica per la misura di CO. Esso sarà composto da un contenitore in acciaio inox AISI316Ti verniciato con polvere epossidica ed avrà grado di protezione IP69K. Lo strumento sarà completo di n. 2 pressacavi M20 e sarà alimentato con tensione 18-48 V DC con assorbimento massimo di 20W.

Lo strumento sarà dotato della seguente interfaccia di comunicazione:

- Un segnale 4-20mA per la misura dell'OP;
- Un segnale 4-20mA per la misura del CO;
- Un segnale digitale tensione di commutazione 48 V DC, 0,5A, 24W per segnalazione richiesta manutenzione;
- Un segnale digitale tensione di commutazione 48 V DC, 0,5A, 24W per segnalazione guasto;
- Un'uscita RS485 Modbus o Profibus per collegamento a PLC di campo o di nodo SOS.

Sono da comprendersi tutti gli oneri per la fornitura e posa in opera di scatole stagne di derivazione, tubazioni in acciaio di diametro adeguato, cavi e accessori per il fissaggio alla volta necessari per la formazione della linea di alimentazione elettrica della centralina a partire dalla dorsale posta in passerella o in tubazione protetta, delle linee di segnale dalla stazione alla periferica in galleria, sono altresì compresi i collegamenti delle linee suddette alle rispettive morsettiere e il fissaggio delle apparecchiature sul piedritto della galleria e quant'altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

#### 6.10. BOX DI ALIMENTAZIONE E INTERFACCIA MODBUS

Fornitura e posa in opera di sistema costituito da box in acciaio inox AISI 304 per alimentazione e interfaccia su modbus TCP/IP per la gestione di un numero massimo di strumenti pari 3, quali:

- Dispositivo laser e cella elettrochimica per la misura del grado di opacità (OP), della concentrazione del monossido di carbonio (CO) e del monossido di azoto (NO) o biossido di azoto (NO<sub>2</sub>);
- Dispositivo laser per la misura del fumo e della temperatura;
- Anemometro ad ultrasuoni per la misura della velocità e della direzione dell'aria. Il box di contenimento dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:
  - Dimensioni: 503x200x130mm (L,H,P);
  - Alimentazione: 230VAC;
  - Assorbimento: max. 100W;
  - Peso: 4 Kg;
  - Grado di protezione IP65.

Lo strumento sarà dotato della seguente interfaccia di comunicazione:

- Un segnale 4-20mA per la misura dell'OP;
- Un segnale 4-20mA per la misura del CO;
- Un segnale digitale tensione di commutazione 48 V DC, 0,5A, 24W per segnalazione richiesta manutenzione;
- Un segnale digitale tensione di commutazione 48 V DC, 0,5A, 24W per segnalazione guasto;
- Un'uscita RS485 Modbus o Profibus per collegamento a PLC di campo o di nodo SOS.

Sono da comprendersi tutti gli oneri per la fornitura e posa in opera di scatole stagne di derivazione, tubazioni in acciaio di diametro adeguato, cavi e accessori per il fissaggio alla volta necessari per la formazione della linea di alimentazione elettrica del box a partire dalla dorsale posta in passerella o in tubazione protetta, delle linee di segnale dal box alle periferiche in galleria, sono altresì compresi i collegamenti delle linee suddette alle rispettive morsettiere ed il fissaggio dell'apparato sul piedritto della galleria e quant'altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.

## 7. APPARECCHIATURE E DISTRIBUZIONE ELETTRICA IN CABINA

### 7.1. STRUTTURA PREFABBRICATA PER LOCALE TECNICO

Costruita ed assemblata con pannelli di calcestruzzo ad alta resistenza, dello spessore mm 80-120 e solaio di copertura min. di mm 160, realizzati con armatura in acciaio B450C e calcestruzzo RbK 400 Kg/cmq. Impermeabilizzazione della copertura con guaina spessore mm 4. Imbiancatura interna con tempera di colore bianco, rivestimento esterno murale plastico colore a scelta della D.L. Costruita in conformità alle leggi vigenti in materia di costruzioni prefabbricate in cemento, completa di cunicoli dell'altezza minima di 0,70 m per il passaggio dei conduttori MT/bt, di platea di fondazione, cassetta, armatura con rete elettrosaldate maglia cm 15x15 Ø 10, copricunicoli in lamiera striata. Sono comprese nella fornitura le porte in resine isolante omologate ENEL, le griglie di areazione in resina isolante omologate ENEL, serrature omologate ENEL, le pareti divisorie tra i vani. Pavimentazione interna alla cabina realizzata in cemento liscio o con finiture similari. Le aperture di ventilazione saranno poste in maniera tale da ottimizzare il raffreddamento dell'apparecchiatura installata, con possibilità di avere un sistema di ventilazione soprattutto a tutta circonferenza. Le griglie di aerazione saranno con protezione antitopo e antipioggia in ogni locale. L'armatura del calcestruzzo e tutte le parti metalliche dovranno essere collegate tra di loro mediante saldature, con possibilità di collegamento ad un anello di terra esterno. Sigillatura delle fughe verticali di giunzione con mastice acrilico, opportunamente formulato per l'adesione su superfici in calcestruzzo. Sistema di smaltimento acqua piovana. Nel prezzo sono compresi e compensati la fornitura delle pratiche amministrative di concessione edilizia, calcoli di verifica statica, ogni onere ed accessorio necessario per la posa e dove espressamente previsto si dovranno utilizzare porte metalliche.

### 7.2. SHELTER

Lo shelter è costituito da sistemi pre-assemblati dedicati ad alloggiamento di apparecchiature elettromeccaniche, elettroniche, elettriche. Costituito da pannelli isolanti in struttura sandwich poliuretano/lamiera, aventi la capacità di contenere l'effetto delle escursioni termiche ambientali sulle apparecchiature contenute. La struttura resistente dello Shelter è atta a realizzare una struttura amovibile in grado di sopportare le sollecitazioni indotte dal peso proprio e da quello delle apparecchiature contenute durante le fasi di sollevamento/spostamento per tutta la vita operativa dello Shelter. La struttura metallica degli Shelters dovrà essere realizzata con materiali idonei a resistere alle azioni ossidanti degli agenti atmosferici in ambiente particolarmente aggressivo (ambiente marino, industriale altamente inquinato). Dimensioni interne (mm): lunghezza: 1.200, larghezza: 1.200, altezza: 2.380. Dimensioni esterne (mm) – con ingombro copertura lunghezza: 1.986 (compresa copertura) larghezza: 2.200 (compresa copertura) altezza: 2.665. La struttura isoterma dello shelter dovrà essere realizzata tramite assemblaggio su struttura portante esterna in acciaio di pannelli isoterma di spessore 60mm. Lo shelter deve comprendere al suo interno:

- N. 2 plafoniere 2X18W a tenuta stagna uno per ambiente interno e uno per ambiente esterno;
- N. 1 Microswitch porta con cavo armato e contatto pulito, da collegare su morsettiera del Quadro Elettrico;
- Elemento ANTIRODITORE per passaggio 18 cavi;
- Rilevatore volumetrico interno a doppia tecnologia portata 12m – sistema anti intrusione;

- Rilevatore volumetrico esterno a doppia tecnologia portata 2m – sistema anti intrusione area esterna (n°4, suddivisi su ciascun perimetro/lato esterno);
- Sistema di collegamento masse metalliche per messa a terra;
- N. 1 presa 2x16 A tipo P30 bipasso + shuko protetta e sezionata in scatola protetta con relativi cavi di cablaggio;
- Interruttore bipolare per accensione plafoniera in scatola protetta.

Gli Shelter dovranno essere dotati di sistema integrato active cooling + free cooling, inclusi nella fornitura. Non saranno ammessi shelter con climatizzatore. Il sistema combinato Active Cooling + Free Cooling permetterà all'unità installata di:

- Ridurre l'impatto ambientale;
- Massimizzare l'efficienza energetica;
- Riduzione del consumo di energia tramite uso FCU durante i periodi di basso carico termico).

Il sistema dovrà essere progettato per garantire un grado di protezione IP55 in condizione di funzionamento, questa caratteristica renderà il sistema adatto all'uso in ambienti estremi dal punto di vista atmosferico, come quello in prossimità delle arterie stradali/autostradali.

### *7.3. IMPIANTO LUCE, FM E SPECIALI IN CABINA*

L'impianto elettrico BT di cabina dovrà comprendere l'impianto di illuminazione generale dimensionato per avere un livello di illuminamento medio non inferiore a 200-250 lux, un impianto di illuminazione di emergenza (con corpi del tipo autoalimentato o alimentati da soccorritore) che garantisca per circa due ore un illuminamento medio pari a circa 10 lux ed un impianto di forza motrice (FM) costituito da quadretti prese CEE interbloccate di servizio. La dotazione impiantistica della cabina sarà completata con eventuali impianti speciali (rivelazione incendi, spegnimento, antintrusione, ecc.). Le dimensioni dei cunicoli e/o delle tubazioni annegate nella platea della cabina per il passaggio dei conduttori devono avere dimensioni appropriate. In particolare, si dovranno evitare eccessivi costipamenti dei cavi, raggi di curvatura eccessivamente ridotti e promiscuità tra cavi per MT, cavi per BT e cavi per impianti speciali. La posizione, le dimensioni, gli accessi e lo schema di cabina devono essere concordati con il competente ufficio tecnico dell'ENEL previo l'inizio dell'attività di installazione.

### *7.4. IMPIANTO DI TERRA*

Lungo le pareti, ad una altezza di circa 50 cm, dovrà essere realizzato un collettore di terra costituito da un anello in piatto di rame o di acciaio zincato da 40x5 mm. L'anello dovrà essere collegato alla rete elettrosaldata presente nella platea di fondazione almeno in corrispondenza degli angoli di ciascun locale. Al collettore dovranno essere collegate tutte le parti metalliche e le apparecchiature di cabina. In particolare:

- Porte e finestre metalliche;

- Carpenterie dei quadri elettrici;
- Carcasse dei trasformatori;
- Centri stella del/i trasformatore/i;
- Rotaie dei trasformatori;
- Passerelle e canaline metalliche (se necessario).

I collegamenti a terra di parti mobili dovranno essere realizzati con treccia di rame avente sezione minima pari a 50mmq. Il collettore sarà poi collegato al dispersore esterno mediante almeno due conduttori di terra aventi sezione adeguata. Il dispersore sarà possibilmente costituito da un anello lungo il perimetro della cabina, realizzato in corda di rame nudo da 35mmq (sezione minima) o altro materiale equivalente. Il dispersore sarà integrato con elementi verticali (spandenti) e sarà collegato ai ferri di armatura della fondazione.

### *7.5. ACCESSORI*

Dovranno essere forniti i seguenti accessori (dotazione minima):

- Piantina con evidenziato lo schema elettrico della cabina da posizionare a parete;
- Estintori in numero e tipo indicato negli altri elaborati di progetto del singolo contratto applicativo fissati a parete in posizione opportuna;
- Lampada portatile di emergenza con batterie sempre in carica;
- Contenitore per guanti isolanti;
- Guanti isolanti in lattice in conformità alle norme NFC 18415 e VDE 0680 classe di isolamento 3;
- Tappeto isolante ad alto potere dielettrico antisdrucchiolo per tensioni di esercizio 25kV
- Cartelli monitori previsti dal D.lgs. 81/08.

### *7.6. QUADRI DI BASSA TENSIONE*

I quadri di bassa tensione dovranno essere di tipo e di forma indicata nel progetto del singolo contratto applicativo, realizzati affiancando scomparti completamente normalizzati, contenenti le apparecchiature di bassa tensione, pure normalizzate, progettati singolarmente e nel loro insieme per offrire con la massima semplicità costruttiva una molteplicità di impiego per soddisfare le più svariate esigenze dell'impianto.

#### *7.6.1. CARATTERISTICHE TECNICHE*

Caratteristiche ambientali:

- temperatura ambiente massima 40°C
- temperatura ambiente media (rif. 24 h) 35° C
- temperatura ambiente minima -10° C



- umidità relativa massima 25°C 90%
- installazione all'interno di un fabbricato in muratura
- altitudine s.l.m. <1000 m

Caratteristiche elettriche:

- tensione di esercizio 400V
- frequenza nominale 50 Hz
- sistema elettrico trifase + neutro

### *7.7. RISPONDEZZA A NORME TECNICHE E LEGGI ANTINFORTUNISTICHE*

Per quanto non espressamente precisato nel presente Capitolato, i quadri dovranno essere rispondenti alle specifiche norme vigenti all'atto della fornitura e dovranno soddisfare le seguenti caratteristiche:

- Impiego di materiali isolanti ad alto grado di auto estinguibilità e completa segregazione metallica tra i singoli scomparti, per impedire il diffondersi di incendi
- Messa a terra franca di tutta la struttura del quadro e dei componenti estraibili per tutta la corsa di sezionamento od inserzione
- Protezioni IP20 dopo la traslazione degli interruttori estraibili o sezionabili
- Isolamento in aria di tutte le parti in tensione
- Blocchi meccanici ed elettromeccanici in conformità allo schema di progetto del singolo contratto applicativo
- Accessibilità agli apparecchi ed ai circuiti senza pericolo di contatti con i componenti in tensione
- Accurata scelta dei materiali isolanti impiegati in base a caratteristiche di bassa emissione di fumi

Gli scomparti dovranno essere forniti completamente montati e provati in tutti i loro componenti ed allestimenti definitivi, con prove di officina eseguite in presenza della Direzione Lavori.

### *7.8. COMPOSIZIONE E SUDDIVISIONE DEL QUADRO*

I quadri saranno costituiti da scomparti affiancati e saranno completamente chiusi e bullonati tra loro. La modularità degli scomparti e dei vari componenti dovrà consentire eventuali futuri ampliamenti sui due fianchi. I vari scomparti dovranno essere completamente segregati fra di loro e saranno a loro volta compartimentati in celle elementari metallicamente segregate le une dalle altre come indicato negli elaborati di progetto del singolo contratto applicativo.

### *7.9. STRUTTURA METALLICA*

Ogni scomparto dovrà essere un'unità indipendente, costituita da una struttura autoportante in lamiera di acciaio, spessore 20-30/10 mm, composta da elementi normalizzati, provvisti di forature modulari, messi insieme tra loro mediante punti elettrici e viti speciali che ne assicurano robustezza e continuità elettrica. Su tale struttura, ove previsto progettualmente dai singoli contratti applicativi, dovranno essere applicate le chiusure laterali e posteriori in lamiera, le portelle anteriori, i setti di compartimentazione e segregazione, i supporti metallici per i diversi apparecchi. Lo spessore minimo della lamiera d'acciaio per tali elementi non dovrà essere inferiore a 20/10 di mm, riscontrato prima dei trattamenti protettivi. Gli scomparti dovranno essere suddivisi nelle seguenti zone:

- Zona anteriore riservata alle celle degli apparecchi di potenza, agli strumenti di misura e/o protezioni e ai servizi ausiliari; tale zona è suddivisa da celle individuali, chiuse metallicamente su tutti i lati con dimensioni modulari in funzione delle apparecchiature da alloggiare
- Prima zona posteriore, contenente le sbarre di derivazione e le connessioni in sbarra degli interruttori di grande portata
- Seconda zona posteriore, riservata alle connessioni di potenza degli interruttori che sono normalmente realizzate in cavo

La zona anteriore che ospita la sezione delle apparecchiature a conformazione modulare dovrà essere dotata di doppio frontale con pannellatura in vetro trasparente stratificato.

### *7.10. INTERRUTTORI*

Gli interruttori generali di macchina dovranno essere di tipo scatolato o di tipo aperto in base alla potenza nominale del trasformatore. Il potere d'interruzione dovrà essere adeguato al valore di potenza massima prevista sulla distribuzione in bassa tensione. Gli interruttori d'utenza dei circuiti esterni potranno essere di tipo scatolato e/o modulari in esecuzione fissa. Gli interruttori che alimentano i circuiti di cabina dovranno essere di tipo modulare in esecuzione fissa. Gli interruttori suddetti dovranno essere opportunamente coordinati tra di loro in modo da garantire la selettività, la protezione dei circuiti e tarati secondo quanto indicato negli schemi di progetto dei singoli contratti applicativi. Il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere almeno uguale alla corrente di corto circuito trifase calcolata sulle sbarre del quadro di b.t. Eccezioni: in alcuni casi il potere di interruzione dell'interruttore automatico potrà essere inferiore alla corrente di corto circuito suddetta, se a monte esiste un dispositivo:

- Che abbia un potere di interruzione corrispondente alla corrente di corto circuito sopra determinato (filiazione);
- Che limiti l'energia specifica passante (Ft) a un valore inferiore a quello ammissibile dall'interruttore automatico e dai conduttori protetti.

### *7.11. SBARRE PRINCIPALI E DERIVAZIONI*

Le sbarre principali e le derivazioni dovranno essere in piatto elettrolitico di rame nudo (ETP UN1 5649-71) a spigoli arrotondati, opportunamente dimensionate e ammarate per sopportare le sollecitazioni termiche ed

elettrodinamiche conseguenti alle correnti di corto circuito. L'isolamento dovrà essere completamente realizzato in aria; i supporti sbarre dovranno essere realizzati mediante elementi componibili stampati in materiale isolante autoestinguente con elevata resistenza meccanica e caratteristiche anti-traccia. La forma di segregazione dovrà essere quella prevista dagli elaborati di progetto dei singoli contratti applicativi. Per il raffreddamento della zona sbarre si dovranno prevedere delle feritoie sul pannello frontale in basso e nella parte inferiore del pannello posteriore di chiusura. Per lo sfogo dell'aria calda si dovranno prevedere apposite feritoie sul tetto. L'Appaltatore, prima dell'allestimento in sede d'approvazione materiali da parte della Direzione Lavori, dovrà sottoporre ad approvazione il dimensionamento delle capacità di smaltimento della carpenteria in relazione agli autoconsumi interni delle apparecchiature previste in sede di progetto costruttivo del singolo contratto applicativo.

### *7.12. CIRCUITI AUSILIARI E CABLAGGI*

Le apparecchiature ausiliarie dovranno essere disposte in celle separate metallicamente dalle celle interruttori. Dovrà essere sempre possibile accedere alle apparecchiature ausiliarie con il quadro in tensione. Il cablaggio interno dovrà essere realizzato con cavi di tipo flessibile non propaganti l'incendio CPR (sec. CEI 20-22), di sezione non inferiore a 1,5mmq per i circuiti ausiliari e 2,5mmq per i circuiti di potenza.

Tutte le connessioni dovranno essere effettuate mediante capocorda a compressione, e ciascun conduttore dovrà essere numerato con idonei contrassegni. I conduttori dovranno essere alloggiati su apposite canalette di materiale plastico e in appositi vani all'interno degli scomparti. Tutti i conduttori dovranno far capo a morsettiere componibili numerate. Opportune targhette, pantografate, dovranno indicare a fronte quadro, ciascuna apparecchiatura e relativa sequenza di manovra.

Tutte le indicazioni di stato e i comandi di ogni apparecchiatura dovranno essere riportati in morsettiera per poter essere utilizzati per il telecomando e il telecontrollo dal Centro Operativo. Una sbarra collettrice in rame, avente una sezione nominale di 200mmq, dovrà percorrere longitudinalmente tutto il quadro; a tale sbarra dovranno essere collegati tutti i componenti principali.

Tutti gli elementi di carpenteria dovranno essere francamente collegati fra loro per mezzo di viti speciali atte a garantire un buon contatto elettrico fra le parti. Le porte dovranno essere collegate in modo equipotenziale alla struttura per mezzo di treccia di rame avente sezione di 16 mm<sup>2</sup>. Il ciclo di verniciatura per i quadri di bassa tensione dovrà essere del tutto simile a quello previsto per i quadri di media tensione. Serie di accessori che dovranno essere forniti:

- Mensola di supporto leve varie e maniglie
- Golfari di sollevamento
- Vernice per ritocchi punti danneggiati
- Schemi e disegni di progetto dei singoli contratti applicativi
- Istruzioni per l'installazione, l'esercizio e la manutenzione del quadro
- Targhe d'identificazione apparecchiature
- Schema unifilare in dotazione alla carpenteria
- Cartellonistica di prevenzione antinfortunistica conforme al DLGS. 81/08 ed al D.L. 626;

- Prove di tipo
- Manuale di manutenzione ordinaria e straordinaria.

### *7.13. ELENCO DELLE PROVE*

L'Appaltatore dovrà produrre copia dei certificati relativi alle prove di tipo realizzate da un laboratorio indipendente attestanti la rispondenza del quadro e delle apparecchiature alle Norme vigenti. In particolare è richiesta dimostrazione delle seguenti prove:

- Prova di tensione a frequenza industriale dei circuiti di potenza;
- Prova di tensione dei circuiti ausiliari;
- Prova di funzionamento meccanico;
- Prova dei dispositivi ausiliari;
- Verifica dei cablaggi;
- Controllo dell'intercambiabilità dei componenti estraibili e degli altri componenti identici fra loro per costruzione e caratteristiche;
- Prova per la verifica dei limiti di sovratemperatura;
- Prova per la verifica delle distanze in aria e superficiali;
- Prova per la verifica della tenuta di corto circuito;
- Prove per la verifica della tenuta al corto circuito del circuito di protezione (CEI 17-13/1);
- Prova per la verifica dei guasti di protezione.

#### Descrizioni particolari

Gli arrivi dal trasformatore di potenza e/o dal gruppo elettrogeno saranno in cavo unipolare o in blindosbarra. Tensioni ausiliarie, salvo particolare e diversa definizione sugli schemi di progetto dei singoli contratti applicativi:

- 230 V c.a. per comandi e protezioni;
- 230 V c.a. per alimentazioni motori carica molle interruttori;
- 230 V c.a. per resistenze anticondensa;
- 230V c.a. per circuiti di sgancio.

#### 7.14. QUADRI DI DISTRIBUZIONE SECONDARIA

##### Caratteristiche Elettriche

Norme: CEI 17/13-1, CEI EN 60439-1, DLGS. 81/08

Tensione di isolamento: 1000 V

Tensione nominale d'impiego: 400 V

Corrente nominale sbarre principali: fino a 1000 A

Corrente di c.to-c.to simmetrica x 1": 15 kA

Tensione di prova a 50 Hz per 1 min.: 2,5 kV

Frequenza: 50 Hz

Tensione aux. comandi segnalazioni: 230 V

Altitudine: <1000 m s.l.m.

Temperatura ambiente: 35°C

Sistema di neutro: TN

##### Sbarre

Sistema: Trifase + N

Isolamento: aria

Materiale: rame

##### Caratteristiche Meccaniche

Spessore lamiera: 20/10 mm

Verniciatura esterna: RAL 7030 od altro a scelta della D.L.

Verniciatura interna: RAL 1019 od altro a scelta della D.L.

Forma di segregazione: Forma 3

Grado di protezione esterno: IP31(secondo luogo di installazione)

Grado di protezione a porta aperta:	IP20	
Quadro con accessibilità:	<input checked="" type="checkbox"/> Fronte	<input type="checkbox"/> Retro
Linee entranti:	<input checked="" type="checkbox"/> Cavo	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Basso
Linee uscenti	<input checked="" type="checkbox"/> Cavo	<input type="checkbox"/> Alto <input checked="" type="checkbox"/> Basso

### 7.15. PROTEZIONE GENERALE DI MEDIA TENSIONE

Per garantire i massimi requisiti di sicurezza al personale che si appresta ad eseguire interventi di manutenzione o di altra natura sulle celle MT, si devono prevedere all'interno dei locali che ospitano la parte di media tensione idonei equipaggiamenti di protezione, quali:

- n. 1 contenitore per guanti isolanti, dotato di finestra trasparente costruito in materiale resistente agli urti, fornito con flacone contenente talco;
- n. 1 paio di guanti isolanti, costruiti in lattice naturale di elevata qualità, trattati per ottenere le migliori caratteristiche dielettriche, in conformità alle norme NFC 18415 e VDE 0680, classe di isolamento 3 (tensione di prova 30.000 V), spessore 2,2 mm taglia a scelta della D.L.;
- Tappeto isolante per installazione fissa, realizzato in caucciù ad alto potere dielettrico, antisdrucciolo, elevata tenuta all'invecchiamento, dimensioni 1x5 m (Larg x Lung.), spessore 5 mm tensione di esercizio 25kV;
- Cartelli monitori.

La protezione generale di media tensione dovrà soddisfare i seguenti requisiti elettrici:

- Tensione nominale: 24 kV;
- Valore efficace della tensione nominale di tenuta: a f = 50 Hz / 1 min 50 kV;
- Valore di picco della tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico: 1.2/50µs 125 kV;
- Tensione di esercizio: 20 kV;
- Frequenza nominale: 50 Hz;
- Numero di fasi: 3;
- Corrente nominale delle sbarre principali: 630 A;
- Corrente nominale max delle derivazioni: 630 A;
- Corrente nominale ammissibile di breve durata: 16 kA;

- Corrente nominale di picco: 40 kA;
- Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale: 16 kA;
- Durata nominale del corto circuito: 1 s;
- Protezione Arco Interno IAC A FL 12,5 kA 1 s;
- Tensione nominale degli ausiliari: 230 V;

Dovrà, inoltre, contenere le seguenti apparecchiature:

- Sezionatore tripolare di linea e di messa a terra a monte dell'interruttore in SF6 con manovra manuale predisposta con relativi blocchi a chiave;
- Sezionatore di messa a terra a valle dell'interruttore;
- Sistema trifase di sbarre in rame con risalita di sezione adeguata alla massima corrente di corto-circuito;
- Interruttore tripolare in SF6, 24 kV, 630 A, 16 kA equipaggiato con blocco a chiave in aperto, motore carica-molle, contatto di segnalazione NA dell'interruttore di protezione del motoriduttore, contatto di segnalazione molle di chiusura scariche/cariche, contatti ausiliari dell'interruttore aperto-chiuso, interruttore magnetotermico per la protezione del motore carica-molle, sganciatore di chiusura, sganciatore di minima tensione, sganciatore di apertura, sganciatore supplementare di apertura, leva di comando manovra manuale, interruttori bipolari BT, terna di segnalatori luminosi per la presenza tensione 20kV lato linea.

Il collegamento tra il secondario del toro ed ingresso protezione deve essere realizzato con conduttore avente sezione maggiore o uguale a 2.5 mm<sup>2</sup> e lunghezza minore di 10 m. Sistema di protezione secondo CEI 0-16. Relè di sovracorrente indiretto a microprocessore con dispositivo di guasto a terra direzionale, indicatori a led programmabili, 8 ingressi binari, 8 uscite binarie, memorizzazione degli eventi senza porta di comunicazione, montaggio a pannello.

Tensione di alimentazione DC 24-250V oppure AC 115/230V, tarature e parametrizzazioni escluse, porta di comunicazione elettrica RS485, acquisizione delle misure (valore medio/min/max), con dispositivo di richiusura automatico, localizzazione del guasto. L'involucro esterno è con grado di protezione IP2XC, messa a terra dell'involucro, dei diaframmi metallici e della struttura con bulloneria collegata a sbarra colletttrice di terra. La struttura metallica è trattata con verniciatura alle polveri epossidiche di colore RAL 9002 standard del costruttore. Tutti i moduli sono forniti di oblò, dove occorrono, targa caratteristiche, sbarra colletttrice di terra, eventuali circuiti ausiliari, maniglia di accesso e leva di manovra. Compreso il trasporto ed il montaggio a piano con tutti gli oneri per eseguire il lavoro completo in ogni sua parte, oneri di collaudo e certificazioni previste. Rimangono esclusi gli oneri per basamenti. Il tutto completo di box in lamiera zincata verniciata ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa ed a perfetta regola d'arte. Compreso nella fornitura è ogni altro materiale e accessorio per dare il quadro finito a regola d'arte e conforme alla normativa vigente.

### 7.16. SCOMPARTO DI PARTENZA PER ALIMENTAZIONE TRASFORMATORE

Lo scomparto di partenza per l'alimentazione dei trasformatori dovrà soddisfare i seguenti requisiti elettrici:

- Tensione nominale: 24 kV;
- Valore efficace della tensione nominale di tenuta: a f = 50 Hz / 1 min 50kV;
- Valore di picco della tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico: 1.2/50 $\mu$ s 125kV;
- Tensione di esercizio: 20kV;
- Frequenza nominale: 50 Hz;
- Numero di fasi: 3;
- Corrente nominale delle sbarre principali: 630 A;
- Corrente nominale max delle derivazioni: 630 A;
- Corrente nominale ammissibile di breve durata: 16kA;
- Corrente nominale di picco: 40kA;
- Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale: 16kA;
- Durata nominale del corto circuito: 1 s;
- Protezione Arco Interno IAC A FL 12,5kA 1 s, in opzione protezione IAC A FLR 16kA 1s;
- Tensione nominale degli ausiliari 230 V.

Dovrà, inoltre, contenere almeno le seguenti apparecchiature:

- Sezionatore tripolare di linea e di messa a terra a lato linea monte dell'interruttore in SF6 con manovra manuale predisposta con relativi blocchi a chiave;
- Sezionatore di messa a terra a valle dell'interruttore;
- Sistema trifase di sbarre di sezione adeguata alla massima corrente di corto-circuito;
- Interruttore tripolare in SF6, 24kV, 630 A, 12.5kA equipaggiato con blocco a chiave in aperto, motore carica-molle, contatto di segnalazione NA dell'interruttore di protezione del motoriduttore, contatto di segnalazione molle di chiusura scariche/cariche, contatti ausiliari dell'interruttore aperto-chiuso, interruttore magnetotermico per la protezione del motore carica-molle, sganciatore di chiusura, sganciatore di minima



tensione, sganciatore di apertura, sganciatore supplementare di apertura, resistenza anticondensa 50 W 220 V 50Hz regolata da termostato e protetta da interruttore, leva di comando manovra manuale, interruttori bipolari BT, terna di segnalatori luminosi per la presenza tensione 20kV lato linea, terna di TA/5 A, 2,5 VA, 5P30.

L'involucro esterno è con grado di protezione IP2XC, messa a terra dell'involucro, dei diaframmi metallici e della struttura con bulloneria collegata a sbarra colletttrice di terra. La struttura metallica è trattata con verniciatura alle polveri epossidiche di colore RAL 9002 standard del costruttore.

Tutti i moduli sono forniti di oblò, dove occorrono, targa caratteristiche, targa sequenza manovre, sbarra colletttrice di terra, eventuali circuiti ausiliari, maniglia di accesso e leva di manovra. Compreso il trasporto ed il montaggio a piano con tutti gli oneri per eseguire il lavoro completo in ogni sua parte, oneri di collaudo e certificazioni previste.

Rimangono esclusi gli oneri per basamenti. Il tutto completo di box in lamiera zincata verniciata ed ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa ed a perfetta regola d'arte. Compreso nella fornitura è ogni altro materiale e accessorio per dare il quadro finito a regola d'arte e conforme alla normativa vigente.

#### *7.17. TRASFORMATORE*

I trasformatori devono essere installati in locali separati dai locali che ospitano i quadri di potenza. Le strutture in muratura gettate in opera o prefabbricate che costituiscono il locale in cui vengono ubicati i trasformatori, devono avere un grado di resistenza almeno REI 120. L'accesso al locale trasformatori non deve essere diretto, per cui oltre alla presenza della porta in vetroresina è necessario proteggere l'utente installando una griglia metallica zincata interposta tra la porta di accesso al locale ed il trasformatore stesso. In presenza di doppio trasformatore, tale griglia è da prevedersi anche come setto separatore tra i due trasformatori. Per elevare i livelli di sicurezza, è necessario installare sulle porte di accesso al locale trasformatori degli interblocchi di sicurezza costituiti da:

- n. 3 relé a cartellino 24 V c.c. (allarme e pre-allarme);
- n. 3 finecorsa di sicurezza (portella box trasformatore);
- n. 4 relé ausiliari con 2 NA alimentazione 24 V c.c. con zoccolo;
- n. 3 lampade spie di segnalazione;
- n. 1 lampeggiatore con parabola girevole a motore;
- n. 1 sirena per esterno.

Il trasformatore deve avere le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale: 24 KV;
- Rapporto di trasformazione: 20/0,4kV;

- Tensione di cto standard: 6%;
- Gruppo Dyn11.

Deve essere costruito secondo norme CEI 14-8, con nucleo costruito con lamierini magnetici a cristalli orientati, frequenza 50 Hz, avvolgimento primario inglobato in resina epossidica, avvolgimento secondario impregnato, regolazione MT standard  $\pm 2 \times 2,5\%$ , carrello con ruote bidirezionali, termometro a quadrante con contatti, n. 3 termo sonde di controllo della temperatura PT 100 sull'avvolgimento BT, targa dati, classi ambientali E2-C2-F1, centralina elettronica di controllo temperatura con visualizzazione e uscita seriale, morsetto di terra, golfari di sollevamento.

### *7.18. GRUPPO ELETTROGENO*

I gruppi elettrogeni per il servizio di riserva devono essere installati in ambienti costruiti secondo le specifiche disposizioni di prevenzione incendi, con ventilazione naturale diretta verso l'esterno, oppure devono essere installati direttamente all'esterno protetti da apposita cofanatura. Le fonti di alimentazione secondaria come i gruppi elettrogeni devono assicurare un'autonomia minima a pieno carico di almeno 24 ore. L'installazione di un gruppo elettrogeno è necessaria in presenza di gallerie la cui lunghezza supera i 500 metri.

Nel caso di mancanza di fornitura da parte dell'Ente Erogatore, il gruppo elettrogeno dovrà sostenere il 50% dell'illuminazione permanente e tutti i restanti impianti a servizio della galleria. Il gruppo elettrogeno deve essere posato su apposito basamento realizzato in calcestruzzo. Il gruppo elettrogeno dovrà avere le seguenti caratteristiche generali:

- fattore di potenza 0,8;
- frequenza 50Hz;
- tensione 400/231V Trifase;
- regime di rotazione 1.500 giri/min;
- percentuale di carico massimo inseribile ISO 8528-5 60% della potenza nominale.

#### *7.18.1. ACCOPPIAMENTO*

Il moto-alternatore è assemblato come una struttura monoblocco per mezzo di adattatori SAE a dischi flessibili. Gli alternatori utilizzati sono costruiti secondo la forma Standard MD35 con rotore mono-supporto direttamente accoppiato al volano motore per mezzo di dischi in acciaio flessibili.

#### *7.18.2. BASAMENTO*

Per una elevata resistenza strutturale del gruppo elettrogeno il basamento è costruito con profili di acciaio saldato di spessore appropriato. La struttura del basamento permette la movimentazione con macchine per il sollevamento per mezzo di punti di sollevamento situati su entrambi i lati della base in versione aperta, e altri punti situati sulla struttura della cofanatura in versione insonorizzata. Tutti i basamenti hanno un punto di messa

a terra per il collegamento di tutte le parti metalliche del gruppo elettrogeno. Il collegamento dal punto di dispersione a terra deve essere effettuato dall'utilizzatore finale. Il montaggio del moto-alternatore sul basamento viene effettuato con l'interposizione di antivibranti opportunamente dimensionati in modo da assorbire le vibrazioni trasmesse al basamento.

#### *7.18.3. SERBATOIO COMBUSTIBILE*

Il serbatoio giornaliero integrato nel basamento prevede:

- bocchettone di riempimento con tappo, completo di sistema per lo sfiato;
- connessioni e tubi per la linea di alimentazione del motore;
- connessioni e tubi per la linea di recupero del carburante dal motore;
- livellostato per la segnalazione del minimo livello carburante: contatto per allarme e arresto;
- elettrovalvola di sicurezza situata sulla linea di alimentazione fra serbatoio giornaliero e motore per l'interruzione del flusso carburante;
- capacità del serbatoio standard 120 lt.

#### *7.18.4. BATTERIE DI AVVIAMENTO*

Il gruppo elettrogeno dovrà essere consegnato con una batteria al piombo-acido per servizio pesante con 12VDC/155Ah di potenza fornita per l'avviamento elettrico e circuito 12VDC. La batteria è montata su di una piattaforma metallica posizionata nel profilo interno del basamento. I morsetti della batteria sono collegati al motore per mezzo di cavi flessibili.

#### *7.18.5. SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO*

Circuito del liquido refrigerante unico con pompa del refrigerante ad ingranaggi e valvola termostatica, radiatore per il raffreddamento con ventola (trasmissione meccanica) dimensionato per temperature di aspirazione fino a 50°C, termostato liquido refrigerante per allarme e arresto motore, livellostato di minimo livello liquido refrigerante per arresto motore, liquido refrigerante raccomandato: acqua fresca con glicole etilenico (antigelo), miscelato in percentuale appropriata, preriscaldamento del sistema di raffreddamento (800W - 220VAC).

#### *7.18.6. SISTEMA DI LUBRIFICAZIONE*

Pompa olio ad ingranaggi.

- filtro olio lubrificante con elemento filtrante intercambiabile;
- asta per misura del livello con tappo;
- pressostato di minima pressione olio per allarme e arresto motore;

- pompa manuale per estrazione olio;
- olio lubrificante raccomandato secondo le specifiche API CG4 e ACEA E2-96, olio multigrado 15W/40.

#### *7.18.7. SISTEMA DI ALIMENTAZIONE*

Iniezione diretta.

- pompa di iniezione singola;
- filtro carburante con elemento filtrante intercambiabile;
- solenoide per interruzione del flusso carburante;
- composizione del carburante conforme alle norme EN 590, ASTM D 975-00 Grado 1 e 2.

#### *7.18.8. ASPIRAZIONE E SISTEMA DI SCARICO*

Filtro aria a secco.

- indicatore di intasamento filtro;
- 1 Turbocompressore con dispositivo di raffreddamento aria di aspirazione (aria-aria);
- collettore di scarico orizzontale;
- silenziatore di scarico ad assorbimento di tipo industriale (materiale in acciaio al carbonio);
- compensatore di scarico flessibile

#### *7.18.9. ALTERNATORE*

- fattore di potenza: 0,8;
- velocità: 1.500 r.p.m.;
- frequenza: 50Hz;
- tensione: 400/231V Trifase;
- limite di scostamento della tensione: ISO 8528-5  $\pm 1,5\%$ ;
- tipo di collegamento: Stella con neutro;
- soppressione disturbi radio: VDE 0875 Grado G e N;
- grado di protezione: IP IP21;

- numero di morsetti: 12;
- regolatore automatico di tensione

#### *7.18.10. CARATTERISTICHE GENERALI*

Dovrà essere trifase, autoregolato, autoeccitato, sincrono, senza spazzole, 4 poli. Campo di massima tensione fino a 690V.

Le potenze nominali del generatore sono specificate per temperatura ambiente massima di 40°C, 60% di umidità relativa e altitudini minori di 1.000m s.l.m. in accordo con la norma BS5000.

L'aria viene raffreddata per mezzo di una ventola montata sull'albero di acciaio, e protetta da una griglia di protezione. Il bilanciamento dinamico di tutto il rotore viene effettuato durante il processo di assemblaggio per assicurare che le vibrazioni siano contenute entro i limiti stabiliti dalla norma BS4999 parte 142. Tipo di accoppiamento: accoppiamento diretto per mezzo di adattatore SAE (Statore) e dischi flessibili con rotore monosupporto. Dovrà avere carcassa in acciaio e scudi in ghisa.

#### *7.18.11. ISOLAMENTO E IMPREGNAZIONI*

Classe di isolamento H. Tutti gli avvolgimenti sono impregnati con resine epossidiche tropicalizzate per mezzo di immersione e gocciolamento, ciò implica materiali e processi studiati appositamente per conferire elevati standard costruttivi richiesti per gli avvolgimenti statorici e elevata resistenza meccanica per i componenti rotanti. Tutti i componenti in alta tensione (come gli statori) vengono trattati sottovuoto.

#### *7.18.12. SISTEMA DI REGOLAZIONE ELETTRONICA*

Il regolatore automatico di tensione (AVR) preleva l'energia necessaria per l'eccitazione del campo eccitatore, dallo statore principale. L'AVR controlla il livello di eccitazione fornito al campo eccitatore, e reagisce al segnale sensibile di tensione proveniente dall'avvolgimento dello statore primario. Controllando la bassa potenza del campo eccitatore, la regolazione della domanda di alta potenza del campo primario avviene attraverso l'uscita raddrizzata dell'indotto eccitatrice.

In questo modo mantiene la tensione di uscita stabile indipendentemente dal carico, dal numero di giri e dal fattore di potenza. L'AVR rileva la tensione media su una fase, assicurando un'accurata regolazione. Inoltre, esso rileva il regime del motore e produce una riduzione di tensione secondo la velocità, al di sotto di un valore prefissato (Hz), impedendo una sovraeccitazione ai bassi regimi di funzionamento e alleviando l'effetto di presa del carico sul motore.

#### *7.18.13. QUADRO DI CONTROLLO MANUALE/AUTOMATICO*

Il quadro di controllo elettrico dovrà essere fornito con il gruppo elettrogeno assemblato in una carpenteria in lamiera, fabbricata e trattata con un rivestimento epossidico ad elevata resistenza.

Sia la parte di potenza che quella di controllo sono forniti nella stessa carpenteria, installata sul basamento (versione aperta o cofanata). Il quadro di controllo è allestito con un compatto dispositivo di controllo e comando

con microprocessore che permette l'utilizzo sia in configurazione di funzionamento manuale che automatica. È fissata al pannello frontale del quadro. Il controllo e comando permette al gruppo elettrogeno di funzionare automaticamente in emergenza alla rete per mezzo di un quadro separato per la commutazione del carico. Selezionando l'apposito selettore sulla giusta posizione, il gruppo elettrogeno si avvia automaticamente quando la tensione di rete fuoriesce dai limiti preimpostati; la commutazione del carico dal gruppo elettrogeno alla rete ha luogo una volta che la rete rientra dentro i limiti impostati.

#### *7.18.14. CARICA BATTERIE AUTOMATICO*

Blocco unico completo di trasformatore e della parte di controllo per la modulazione della carica e la visualizzazione (led) dello stato di carica. È provvisto di due modi di funzionamento: Soft Start (corrente variabile) e caricamento veloce (Corrente costante). La modalità di caricamento veloce viene automaticamente attivata quando la tensione della batteria si abbassa al disotto dei livelli specificati, e automaticamente una volta terminata la fase di carica veloce si riporta nella modalità di carica costante.

Caratteristiche principali:

- tensione di ingresso 230V-400V AC 15% 50Hz-60Hz;
- tensione nominale batteria 12VDC-24VDC;
- tolleranza di regolazione  $\pm 1\%$ ;
- corrente in uscita Da 0 fino alla corrente nominale;
- corrente nominale 1,5 A;
- temperatura di funzionamento  $-10^{\circ}\text{C}$  /  $+60^{\circ}\text{C}$  (con appropriata ventilazione);
- valore di carica in automatico (at  $25^{\circ}\text{C}$ ) 2,25V;
- massimo valore di carica (at  $25^{\circ}\text{C}$ ) 2,33V;

Sulla parte frontale del carica batterie si trovano i seguenti LED per la segnalazione dei parametri di: batteria insufficiente, carica a fondo, carica automatica, corrente limite, carica batterie in funzione.

#### *7.18.15. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DELLA CENTRALINA (CON TUTTE LE OPZIONI)*

L'unità di controllo avvia automaticamente il Gruppo Elettrogeno, quando tutte le condizioni sono rispettate, chiude il Gruppo Elettrogeno, e di seguito ferma il motore da segnale esterno oppure dalla pressione del pulsante a fungo. L'unità di controllo fornisce supporto al carburante (gas) del motore senza ventilazione.

#### *7.18.16. COMANDI E CONTROLLI*

Il quadro sarà completo di:

1. indicatori luminosi per la segnalazione di minima pressione olio, massima temperatura motore, minimo livello combustibile, sovravelocità sovraccarico del generatore, mancato avviamento, inserzione scaldiglie preriscaldamento olio e massima temperatura acqua (per i gruppi con questo fluido di raffreddamento);

2. strumenti indicatori per la misura della corrente erogata, della tensione fase-fase sia lato rete che lato gruppo, della frequenza in uscita dal generatore;

3. un gruppo di misura di energia costituito da contatori muniti di regolare certificato di taratura;

4. contatore di funzionamento del gruppo;

5. un segnalatore acustico;

6. un predispositore per il comando manuale della commutazione rete-gruppo;

7. un pulsante per l'arresto d'emergenza;

8. un pulsante di tacitazione dell'allarme acustico;

9. interruttori automatici magnetotermici per la protezione delle linee, alternatore, carica batterie, scaldiglie ed un interruttore sulla linea entrante per alimentazione ausiliari (scaldiglie, carica batterie, ecc.);

10. fusibili per la protezione dei circuiti ausiliari e di misura voltmetrici;

11. relè ed apparecchi per l'avviamento e l'arresto del gruppo, nonché per il comando della commutazione completamente automatici;

12. morsettiera per l'attestazione delle linee in arrivo e tutti gli accessori necessari per il perfetto funzionamento.

Il quadro elettrico dovrà avere le seguenti funzioni:

- arresto d'emergenza a distanza con interruzione di tutte le alimentazioni, secondo Circolare n. 31 MI.SA. del 31.08.78;

- allarme cumulativo generale da riportare a distanza (contatto pulito);

- segnalazione gruppo in moto o fermo da riportare a distanza (segnali positivi);

- telecommutazione pilota con contatti puliti 10 A riportati in morsettiera per il comando della telecommutazione di potenza in quanto questa è montata a parte su altri quadri.

#### *7.18.17. QUADRO DI POTENZA CON INTERRUTTORE MAGNETO TERMICO E COMMUTAZIONE RETE-GRUPPO*

Dovrà essere installato nella stessa carpenteria del quadro di controllo e montato sul basamento.

Protegge il generatore contro i sovraccarichi (Protezione termica) e cortocircuiti (Protezione magnetica).

#### *7.19. CISTERNA METALLICA PER STOCCAGGIO GASOLIO*

Oltre il serbatoio a bordo del gruppo elettrogeno, ove necessario, si deve prevedere un'ulteriore cisterna di accumulo carburante prefabbricata interrata secondo le specifiche disposizioni di prevenzione incendi.

Il serbatoio di accumulo interrato a servizio del gruppo elettrogeno interrato può essere di due tipi:

- A doppia parete e con sistema di monitoraggio in continuo;
- A parete singola.

Nel caso di serbatoi a doppia parete, le pareti possono essere:

- Entrambe metalliche, con la parete esterna rivestita di materiale anticorrosione;
- La parete interna metallica e la parete esterna in altro materiale non metallico, purché idoneo a garantire la tenuta dell'intercapedine tra le pareti;
- Entrambe in materiali non metallici, resistenti a sollecitazioni metalliche ed alle corrosioni;
- La parete interna in materiale non metallico ed quella esterna in metallo, rivestita in materiale anticorrosione;

Nel caso di serbatoi a parete singola, la parete deve essere in materiale metallico o in materiale plastico all'interno di una cassa di contenimento in calcestruzzo, rivestita internamente con materiale impermeabile e con monitoraggio in continuo delle perdite. La cassa di contenimento può contenere uno o più serbatoi senza setti di separazione tra gli stessi, compatibilmente con le norme di sicurezza e antincendio dei VVFF. Le tubazioni di connessione possono essere di materiale non metallico.

I requisiti tecnici per la costruzione, la posa in opera e l'esercizio dei serbatoi, sia fuori terra che interrati, devono essere conformi alle leggi, ai regolamenti ed alle disposizioni vigenti in materia. I serbatoi devono presentare idonea protezione contro la corrosione e devono essere muniti di:

- Tubo di carico fissato stabilmente al serbatoio ed avente l'estremità libera, a chiusura ermetica, posta in chiusino interrato o in una nicchia nel muro dell'edificio e comunque ubicato in modo da evitare che il combustibile, in caso di spargimento, invada locali o zone sottostanti;
- Tubo di sfiato dei vapori avente diametro interno pari alla metà del diametro del tubo di carico e comunque non inferiore a 25 mm, sfociante all'esterno delle costruzioni ad un'altezza non inferiore a 2,5 m dal piano praticabile esterno ed a distanza non inferiore a 1,5 m da finestre e porte; l'estremità del tubo deve essere protetta con sistema anti-fiamma;
- Dispositivo di sovrappieno atto ad interrompere, in fase di carico, il flusso del combustibile quando si raggiunge il 90% della capacità geometrica del serbatoio;



- Idonea messa a terra;
- Targa di identificazione inamovibile e visibile anche a serbatoio interrato indicante: il nome e l'indirizzo del costruttore, l'anno di costruzione, la capacità, il materiale e lo spessore del serbatoio.

Nel caso di utilizzazione di serbatoio di deposito, a quota uguale o inferiore a quella del gruppo e/o unità di cogenerazione, i serbatoi incorporati o di servizio devono essere muniti di una tubazione di scarico del troppo pieno nel serbatoio di deposito. Tale condotta deve essere priva di valvole o di saracinesche di qualsiasi genere e non presentare impedimenti al naturale deflusso verso il serbatoio di deposito. Nel caso di utilizzazione del serbatoio di deposito a quota superiore a quella del gruppo e/o dell'unità di cogenerazione, l'alimentazione può avvenire per gravità, purché la tubazione di adduzione sia intercettata da due dispositivi di sicurezza che intervengono automaticamente quando il livello del combustibile nei suddetti serbatoi supera quello massimo consentito:

- a) dispositivo di arresto delle pompe di alimentazione;
- b) dispositivo di intercettazione del flusso;
- c) dispositivo di allarme ottico e acustico.

Il pozzetto della cisterna deve essere ispezionabile ed il coperchio chiuso a chiave con apposito lucchetto. Nel caso in cui il serbatoio venga installato sul piazzale di cabina, esso non deve essere recintato ma soltanto segnalato con una delimitazione perimetrale di paletti e catene di colore bianco e rosso. Viceversa, se posizionato al di fuori del piazzale di cabina, si dovrà provvedere alla recinzione dell'area con apposita rete metallica.

## *7.20. GRUPPO STATICO DI CONTINUITÀ PER IMPIANTI DI GALLERIA*

E' prevista l'installazione di gruppi di continuità in grado di garantire un'alimentazione di riserva che sopperisca alla mancanza dell'alimentazione normale senza alcuna interruzione (no break) per un tempo minimo di almeno 30 minuti. E' necessario prevedere un gruppo statico di continuità per gallerie di qualsiasi lunghezza. In particolar modo, per gallerie di lunghezza inferiore ai 500 metri si provvederà all'installazione del solo UPS, per gallerie la cui lunghezza supera i 500 metri il gruppo di alimentazione secondaria sarà costituito dall'accoppiamento UPS-gruppo elettrogeno. Fanno parte dei circuiti di sicurezza quelli destinati a garantire la continuità dell'alimentazione dei seguenti impianti, ove previsti:

- Illuminazione di emergenza;
- Sistemi di videosorveglianza;
- Sistemi di rivelazione incendio;
- Sistemi antincendio;
- Sistemi di supervisione e controllo;
- Sistemi di comunicazione;

- Stazioni di emergenza;
- Sistemi di alimentazione by-pass;
- Sistemi semaforici e pannelli a messaggio variabile;
- Sistemi e dotazioni impiantistiche asservite all'impianto di raccolta dei liquidi infiammabili ed inquinanti.

Il gruppo UPS deve essere del tipo statico on-line (carico alimentato dall'inverter sia in condizioni ordinarie che all'insorgere di interruzioni di alimentazione da rete o "buchi di tensione") completo di convertitore AC/DC (raddrizzatore), accumulatori, convertitore DC/AC (inverter) e commutatore statico. La potenza dell'UPS deve essere pari alla massima potenza che il carico alimentato può richiedere in regime permanente maggiorata del 10-15% per futuri ampliamenti ed approssimata per eccesso alla più prossima potenza commerciale. Per l'UPS (monofase-monofase) la linea di alimentazione deve essere dimensionata per  $1,5 I_n$  ( $I_n$  = corrente nominale in uscita all'UPS).

Per l'UPS (trifase-trifase, trifase-monofase) la linea di alimentazione deve essere dimensionata per  $1,1 I_n$  ( $I_n$  = corrente nominale in uscita all'UPS). L'energia erogata dall'UPS deve essere fornita da una batteria di accumulatori mantenuta in continua carica dalla rete. Gli accumulatori devono essere del tipo a ricombinazione di gas (accumulatori ermetici) e pertanto completamente chiusi salvo la valvola di sfogo.

La capacità degli accumulatori deve garantire un'autonomia dell'alimentazione alla potenza nominale dell'UPS per un tempo adeguato e nel caso specifico per almeno 1 ora. Deve essere predisposto (se non incorporato nell'UPS) un circuito di by-pass ad azionamento manuale per permettere in caso di avaria o di interventi di manutenzione, di alimentare il carico in modo indipendente dall'UPS. Il commutatore statico e la serie raddrizzatore/carica batteria/Inverter saranno alimentati da un unico arrivo da rete. La protezione contro i contatti indiretti dei circuiti a valle dell'UPS deve essere garantita da opportuno interruttore differenziale installato immediatamente a monte dello stesso.

Tale interruttore differenziale deve essere di tipo B (sensibile anche a correnti di guasto unidirezionali) e deve avere corrente differenziale di intervento compatibile con la corrente di dispersione dei filtri in ingresso all'UPS.

Il gruppo statico dovrà consentire l'alimentazione per tutti quei "carichi critici" che necessitano un'autonomia della rete in caso di interruzione della stessa. Dovrà inoltre garantire:

- Isolamento galvanico tra utenze e rete;
- Continuità assoluta di alimentazione, anche in mancanza di fornitura da parte dell'Ente Erogatore;
- Completa eliminazione delle perturbazioni di rete quali micro-interruzioni e fluttuazioni di tensione e frequenza;
- Elevata qualità della forma d'onda della corrente erogata.

Sarà costituito dalle seguenti sezioni:

La sezione raddrizzatore dovrà provvedere alla trasformazione della tensione di rete in tensione continua stabilizzata necessaria all'alimentazione dell'inverter stesso, nonché alla carica e al mantenimento in carica della batteria collegata in tampone. La sezione inverter trasformerà la tensione continua fornita dalla "sezione raddrizzatore" (o dalla batteria) in una tensione alternata sinusoidale stabilizzata in ampiezza e frequenza. La sezione commutazione automatica avrà il compito di commutare istantaneamente e senza interruzione l'alimentazione del carico dell'inverter nel caso di avaria che precluda la continuità di servizio o in caso di sovraccarichi, per cause esterne, oltre i limiti cui l'apparecchiatura è in grado di sopportare. La sezione batterie di accumulatori soddisferà alle prescrizioni esposte in altro capitolo.

Il gruppo di continuità statico dovrà essere del tipo a diodi controllati. Il raddrizzatore carica batteria dovrà essere costituito principalmente da un circuito di potenza e da un circuito elettronico di comando e controllo. Per il circuito di potenza in particolare sarà previsto un interruttore automatico di protezione in ingresso, un ponte raddrizzatore interamente controllato a tiristori, un filtro induttanza-capacità dimensionato in modo tale da garantire alla batteria una corrente armonica trascurabile rispetto alla corrente di mantenimento. In particolare quando la rete rientra nei limiti il raddrizzatore carica batteria fornirà di nuovo l'energia necessaria all'utilizzazione e contemporaneamente alla ricarica della batteria. Il passaggio batteria-raddrizzatore carica-batteria dovrà avvenire senza perturbazioni sull'utilizzazione. La durata del ciclo di carica, che inizierà automaticamente nel caso di una mancanza di rete, potrà essere regolata da un dispositivo a tempo. Il ciclo di carica della batteria comprenderà due momenti:

- Durante il primo, la carica della batteria di accumulatori sarà effettuata a corrente costante limitata. La tensione continua, aumenterà man mano che aumenterà la carica della batteria per raggiungere alla fine di questo periodo 2,25V (tensione di carica);
- Durante il secondo, la carica della batteria di accumulatori avverrà a tensione costante 2,25 V. La corrente di carica diminuirà continuamente per raggiungere alla fine del periodo il valore della corrente di conservazione. Il ciclo continuerà per il periodo di funzionamento normale, al termine del quale la tensione viene portata a 2,2 V.

Un circuito elettronico di comando e controllo provvederà alle funzioni per la "regolazione di tensione", la "limitazione di corrente", la "sorveglianza di tensione alta" ed la "rampa di accensione". La "regolazione di tensione" invierà i segnali di accensione dei tiristori, tenendo permanentemente costante la tensione ai capi della batteria in modo che in regime normale, funzioni l'alimentazione statica mentre in regime di messa in servizio o di manutenzione funzioni la tensione di equalizzazione (l'invertitore dovrà essere spento). Per la "limitazione di corrente" si dovrà agire quando la corrente di carica tende ad oltrepassare il valore "corrente di carica massima". Per la "sorveglianza di tensione alta" si dovrà provocare l'arresto del raddrizzatore carica batteria nel caso in cui la tensione erogata raggiunga la soglia di "tensione massima". Tale funzione proteggerà la batteria evitando l'ebollizione dell'elettrolito. Per la "rampa di accensione" questa limiterà la corrente di spunto all'accensione del raddrizzatore carica batteria, imponendo un aumento graduale della tensione continua. La batteria sarà di un tipo stazionario al piombo e sarà montata su una pedana isolante, per rendere la sua installazione conforme alle norme CEI, e dovrà garantire l'erogazione per almeno 30 minuti alla massima potenza.

L'invertitore sarà costituito essenzialmente dai seguenti circuiti principali:

- Circuito di potenza;
- Circuito elettronico di comando e controllo;

- Circuito di misura e di segnalazione.

Il primo dovrà essere composto principalmente da un filtro d'ingresso (condensatori), da ponti mutatori a sfasamento regolabile, da trasformatore di accoppiamento delle tensioni erogate dai ponti mutatori, da un filtro di uscita e da un interruttore di uscita ultrarapido. Il secondo avrà una funzione "regolazione di fase" che ha lo scopo di mantenere la tensione dell'invertitore in fase con la tensione della rete quando questa è nei limiti delle tolleranze ammesse.

Una funzione "regolazione dell'ampiezza della tensione" manterrà il valore efficace fondamentale della tensione dell'invertitore uguale alla tensione nominale. Una funzione "distribuzione" che permetterà l'accensione ciclica dei tiristori. Una funzione "tensione di batteria bassa" che dovrà provocare l'arresto dell'invertitore qualora il valore minimo della tensione continua in ingresso raggiunga la soglia della "tensione minima" (1,65V per batteria al piombo), al fine di proteggere la batteria evitando ogni scarica prolungata anormale.

Una funzione "logica di comando" che invierà i segnali di comando ai componenti dei by-pass statici (contattore elettromeccanico - diodi controllati) al fine di permettere il passaggio dell'alimentazione da invertitore a rete e viceversa ove necessario (avaria invertitore, sovraccarico, ecc.). Il terzo sarà realizzato essenzialmente da un sistema visivo ottico-luminoso situato sulla parete frontale dell'armadio e da un sistema di comando interno dell'apparecchiatura e comunque dotato di tutte quelle apparecchiature necessarie che permetteranno in ogni istante di avere una chiara e precisa visualizzazione dello stato di funzionamento di tutto il complesso di dispositivi.

Dovrà essere il complesso di dispositivi che permetteranno di utilizzare direttamente la rete di alimentazione finché le caratteristiche di tensione e frequenza di questa siano compatibili con l'utilizzatore, ma anche di disinserire l'inverter, nel caso di avaria causa forti correnti di spunto o per manutenzione. Sarà composto da una parte automatica e da una manuale.

Quella automatica costituita da un circuito elettronico di comando e controllo assolverà le funzioni di invio segnali di riferimento, del controllo della tensione di rete onde evitare la commutazione se non sono verificate le condizioni d'intensità di fase e tensione nei limiti, comando dei tiristori e relativa chiusura del contattore elettromeccanico ove ricorrono le condizioni dei by-pass. Quella manuale si compone di un complesso di sezionatori, interruttori, ecc., che nel caso di manutenzione generale, consentirà l'alimentazione dell'utilizzatore senza perturbazioni.

Gli organi di comando dovranno essere identificati chiaramente e accessibili con la massima sicurezza nonché permettere la prova del gruppo dopo una eventuale messa a punto. L'apparecchiatura dovrà comunque avere componenti conformi alle norme di costruzione e alle raccomandazioni CEI in vigore. Gli stessi saranno abbondantemente sovradimensionati per ottenere una grande affidabilità. Gli armadi saranno in lamiera di acciaio pressopiegata, saldata e verniciata a fuoco previo trattamento antiruggine. I sotto sistemi funzionali saranno realizzati a blocchi modulari al fine di permettere la massima accessibilità nel caso di guasti o durante le operazioni di manutenzione.

Le logiche di comando saranno a tecnologia avanzata realizzate su schede modulari estraibili; i sistemi di comando e controllo saranno dotati di autodiagnosi al fine di individuare, per ogni singola apparecchiatura o unità modulare, gli eventuali guasti e la relativa topografia, intervenendo automaticamente per disinserire l'apparecchiatura in avaria senza pregiudicare il regolare funzionamento del sistema di alimentazione. Le principali segnalazioni saranno doppiate con contatti liberi e disponibili su una morsettiera per un eventuale riporto a distanza. I trasformatori di potenza e le induttanze di uscita dovranno essere posti su supporti antivibranti in modo

da limitare le vibrazioni e quindi il rumore prodotto dal gruppo stesso. Per quanto riguarda la compensazione dovuta alla caduta di tensione introdotta dai cavi di collegamento, l'inverter dovrà essere equipaggiato da un regolatore di tensione che consenta di operare sull'invertitore per compensare tale caduta, innalzando la propria tensione di uscita in funzione della corrente erogata.

L'inverter dovrà essere dimensionato infine in modo da poter essere sovraccaricato, quando le necessità lo richiedano. Ovviamente le situazioni in cui l'inverter sarà sovraccaricato sono da considerarsi anomale e pertanto dovranno essere limitate nel tempo. Le condizioni anomale che invece fossero continue potrebbero portare l'inverter a lavorare fuori dei suoi limiti, esponendolo a possibili danneggiamenti pertanto sarà provvisto di un dispositivo che, nel caso si ecceda nelle condizioni di sovraccarico, provveda a disconnetterlo automaticamente. Infine l'inverter dovrà essere progettato e dimensionato per sopportare senza danno anche un cortocircuito permanente.

Caratteristiche principali:

- $\text{Cos}\Phi$ : 0,8;
- Tensione di ingresso 380 Vac +/-15%;
- Tensione di uscita: 380 Vac + /- 1,5%;
- V in regime statico e dinamico: 3.5%;
- Frequenza di ingresso: 50Hz      5%;
- Frequenza di uscita: 50Hz      0.5%;
- Distorsione max armonica: < 3%;
- Autonomia in caso mancanza rete almeno 30 minuti.

Gli elementi costituenti la batteria saranno di tipo ermetico in vaso chiuso conforme alle Norme CEI 21-6/74 fasc. 361 e provvisti di contrassegno relativo.

Dovranno essere classificati come Accumulatori senza manutenzione, essere a bassissima auto- scarica, ed essere esenti da presenza di antimonio. Tale sostanza presente in concentrazione minima, grazie alla caratteristica costruttiva degli elementi, consentirà una riduzione della corrente assorbita in carica e quella che provoca l'elettrolisi dell'acqua. I contenitori saranno sempre in materiale plastico acrilanitrilico trasparente traslucido chiusi in modo ermetico da un coperchio dello stesso materiale. Ciascun elemento dovrà essere numerato in modo progressivo.

Le piastre che compongono l'elemento saranno così composte:

- Quelle positive avranno una struttura tubolare conduttrice, ottenuta per pressofusione in lega leggera e priva di antimonio;
- Quelle negative saranno di materiale attivo riportato su griglia. Anche per queste varrà il criterio costruttivo di bassa percentuale di antimonio.

L'isolamento interno dovrà essere assicurato da un reticolo di tubetti contenenti la materia attiva positiva, con frapposto un separatore microscopico.

I cavi per il collegamento con gli utilizzatori o con il carica batterie dei poli positivo/negativo della batteria saranno in corda di rame stagnato rigido o flessibile munito alle estremità di capicorda in rame o ottone stagnato di tipo ad occhiello fissato per compressione.

I capicorda saranno rivestiti da una guaina termo-restringente fino a ricoprire anche parte dell'isolante del cavo. La connessione al polo sarà protetta con una calotta isolante o con altro sistema equivalente atto ad impedire la possibilità di toccare contemporaneamente le due polarità.

I conduttori saranno posti entro tubazioni in PVC rigido di tipo filettabile ancorate alle pareti o ad altre strutture fisse del locale.

I tratti terminali delle tubazioni saranno di tipo flessibile collegate a quelle rigide mediante adatto raccordo. Il collegamento fra i poli dei vari elementi sarà ottenuto con tratti di sbarra in rame protetta con piombatura e rivestita da una guaina isolante in materiale autoestinguento. La connessione a ciascun polo sarà effettuata mediante bulloni in acciaio inossidabile. I poli, le parti terminali delle sbarre di collegamento ed i bulloni di fissaggio, saranno protetti, se previsto dalle prescrizioni di manutenzione, con un velo di vaselina. Su ciascun polo sarà posta una calotta in materiale isolante di forma e dimensioni tali da racchiudere, oltre al polo ed al bullone anche parte della guaina isolante che riveste la sbarra di collegamento; ciò affinché non sia possibile il contatto accidentale con parti conduttrici sia sui collegamenti intermedi che su quelli terminali della batteria. Connessioni fra gli elementi delle batterie con tratti di sbarra in acciaio inossidabile o nichelato. La protezione contro i contatti accidentali con i poli o con le connessioni sarà attenuata mediante calotte di copertura in materiale isolante fissate a scatto su più poli.

### *7.21. GRUPPO STATICO DI CONTINUITÀ PER LOCALE TECNICO DI CABINA*

Si deve prevedere un UPS dedicato alla continuità delle apparecchiature sensibili ubicate nel locale tecnico della cabina principale quali:

- PC SCADA per supervisione e controllo;
- Server impianto di videosorveglianza;
- Armadio apparati nodo di rete.

Il Gruppo Statico di Continuità deve essere del tipo monofase a doppia conversione con tecnologia a microprocessore, della potenza di 1000VA/900W con commutazione PWM - sinusoidale, atto ad alimentare utenze privilegiate, sia in presenza che in assenza della rete di alimentazione, alla tensione di 230 V - 50 Hz. Autonomia 45 minuti con aggiunta di box batterie. L'UPS deve essere completo di batteria di accumulatori al piombo ermetico, esente da esalazioni e manutenzione, atta a conferire un'autonomia di 45 minuti primi alla metà del carico. L'UPS deve avere le seguenti caratteristiche:

- Tecnologia ON-LINE doppia conversione (VFI secondo normativa EN62040-3);
- Forma d'onda di uscita sinusoidale a bassa distorsione;
- Controllo a microprocessore;

- Batterie entro contenute;
- Predisposizione per possibilità di aggiunta di box di espansione batterie;
- Elevata silenziosità grazie alla frequenza di commutazione al di fuori del campo dell'udibile;
- Conservazione dello stato del neutro tra ingresso ed uscita (questo requisito è necessario per permettere il corretto intervento degli interruttori differenziali posti a valle del gruppo di continuità);
- Sistema di supervisione per monitoraggio locale con display alfanumerico a cristalli liquidi indicanti le principali grandezze elettriche (tensioni, correnti, potenze ingresso/uscita, segnalazioni e allarmi);
- Indicatore % di carica della batteria e tempo autonomia residua in minuti;
- Test di funzionalità della batteria;
- Modalità di funzionamento come convertitore di frequenza 50/60hz;
- Emergency Power Off standard.

## 8. SISTEMI ANTIFURTO

### 8.1. *PREMESSA*

Per gli impianti di galleria possono essere individuate due aree di intervento:

- Area esterna alla galleria (cabina elettrica, tratto cabina-imbocco galleria, serbatoio gasolio, riserva idrica antincendio);
- Area interna alla galleria (passerelle metalliche e cavidotti sotto marciapiede o profilo redirettivo).

Per quanto concerne l'area esterna alla galleria si metteranno in opera interventi dissuasivi e di protezione quali:

- Impianto di videosorveglianza (per monitoraggio piazzale, serbatoio gasolio e riserva idrica antincendio);
- Sistema antieffrazione dei pozzetti mediante il riempimento degli stessi con strato di sabbia e calcestruzzo, previa iniezione di malte cementizie entro i cavidotti;
- Impianto antintrusione per controllo accessi di cabina e locali tecnologici;

- Sistema di antifurto elettronico dei cavi mediante una centralina da installare in ogni singolo quadro elettrico.

Per quanto concerne, invece, l'area interna alla galleria, si metteranno in opera i seguenti sistemi:

- Antieffrazione dei pozzetti mediante il riempimento degli stessi con strato di sabbia e calcestruzzo;

- Ancoraggio dei cavi alla passerella metallica mediante l'utilizzo di fascette stringi cavo e/o colate di resine epossidiche.

Gli impianti su rete stradale, invece, possono essere suddivisi per come segue:

- Impianti di illuminazione in itinere ed illuminazione svincoli;

- Apparati su rete stradale (PMV e telecamere).

In particolar modo, per gli impianti di illuminazione in itinere ed illuminazione svincoli, è possibile attuare le seguenti soluzioni:

- Protezione delle morsettiere all'interno delle cassette da palo mediante l'utilizzo di bulloni di tipo antifurto;

- Sistema antieffrazione dei pozzetti mediante il riempimento degli stessi con uno strato di sabbia e calcestruzzo, previa iniezione di malte cementizie entro i cavidotti;

- Posa in opera di apparati di videosorveglianza;

- L'ancoraggio a passerella metallica dei cavi passanti sui viadotti attraverso l'utilizzo di fascette stringi cavo, resine epossidiche e ancoraggio coperchi a passerella metallica con viti auto perforanti.

## *8.2. IMPIANTO DI MONITORAGGIO DELLE AREE ESTERNE*

Per la sorveglianza delle aree esterne come piazzali di cabina, serbatoi di stoccaggio gasolio, riserve idriche antincendio e svincoli), si deve prevedere l'installazione di un impianto di video- sorveglianza costituito da:

- telecamera HD, 720p60, Day/Night, sensore CMOS 1/3" progressive scan risoluzione 1,4 Mpx, gamma dinamica 84 dB, supporto ottiche manual iris, DC-iris e SR-iris, automatic back focus motorizzato, sensibilità minima garantita 0,017/0,0057 Lux (F1.2 – 30 IRE), quad-streaming, compressione H264 MP (Main Profile), iDNR, Intelligent Video Analysis (IVA), supporto crittatura SSL 128 bit, ROI, ONVIF conformant, supporto DynDNS, FTP su allarme e Drop Box, ingresso e uscita allarme, ingresso ed uscita audio per allarme audio, slot per registrazione su memory card SDHC/SDXC o su NAS iSCSI/VRM, porta ethernet RJ45, uscita analogica in simultanea a segnale IP. Alimentazione 12 VDC o 24 VAC o PoE. Completa di obiettivo 1/2,5" Varifocal 1.8-3mm



SR-Iris, CS-mount. 5MP, IR corrected, custodia in alluminio grigio ad apertura laterale con viti antimanomissione, vetrino ad alta risoluzione termostato, binario interno rimovibile in grado di alloggiare una telecamera fino a 91 x 81 x 262 mm, custodia termostata con range di temperatura fino a -40°C/+50°C, grado di protezione IP66, passaggio cavi attraverso raccordi posteriori o passante da staffa (opzionale), alimentazione 230 VAC 0,21 A con convertitore AC/DC per telecamere IP;

- CABINET (per applicazioni da esterno) o armadio RACK per alloggiamento apparati di alimentazione e trasmissione flussi video (media converter, alimentatori, switch);
- Cavi di collegamento al punto di consegna più vicino da parte del Gestore Telefonico;
- Pali di tipo conico diritto h=5500mm, d=115mm, sp=3mm;
- Staffe di aggancio.

### *8.3. SISTEMA ANTIEFFRAZIONE POZZETTI*

Tale sistema prevede l'eliminazione dei chiusini ed il riempimento dei pozzetti per come di seguito specificato:

- Primo strato di sabbia a contatto con i cavi di spessore non inferiore a 30cm;
- Secondo strato di cls classe di resistenza C20/25 (N/mm<sup>2</sup>) di spessore non inferiore a 25 cm;

Nastro segnalatore interposto tra il primo ed il secondo strato.

### *8.4. SISTEMA ANTINTRUSIONE DI CABINA*

Per proteggere i locali della cabina elettrica e dei gruppi di pompaggio, si prevede l'installazione di un sistema di antintrusione e controllo degli accessi che deve essere in grado di segnalare l'intrusione di personale non autorizzato all'interno dei locali tecnologici. Tale sistema deve essere composto almeno dalle seguenti apparecchiature e materiali:

- Sensori a doppia tecnologia per il rilevamento di tentativi di intrusione;
- Centrale completa di alimentatore per il controllo di tutti i componenti;
- Organi di comando per l'inserimento ed il disinserimento dell'impianto tramite tastiera;
- Segnalatori con capacità di emissione di segnali di allarme acustici e/o in grado di effettuare chiamate di emergenza verso la Sala Operativa Compartimentale;
- Predisposizione per trasmissione della chiamata tramite GSM;

- Cavi e canalizzazioni per i collegamenti fra le varie apparecchiature.

In corrispondenza di tutti gli accessi ai locali di cabina e sala pompe, verranno installati contatti magnetici in alluminio ad alta tolleranza; in corrispondenza dei piazzali e all'interno dei locali tecnologici verranno installati rilevatori volumetrici con due canali MV e due canali PIR quadrupla tecnologia antintrusione mod. WATCH OUT fino a 15 metri. L'impianto sarà dotato di una centrale antintrusione ad 8 ingressi espandibile a 40 ingressi con combinatore telefonico integrato e predisposto per funzionamento GSM. La centrale antintrusione, ubicata in cabina, sarà equipaggiata con un'interfaccia telefonica GSM/GPRS per l'invio e la ricezione di chiamate su rete GSM attraverso un combinatore telefonico esistente, completo di prolunga da ml. 5,00 di cavo per antenna GSM. La centrale, altresì, sarà equipaggiata con batteria da 12 Volt 7,5Ah a tampone. All'esterno dei locali ed eventualmente all'interno, verrà installata a parete una sirena 110db 12V per impianti antintrusione. Tutti i collegamenti tra gli apparati che costituiscono l'impianto antintrusione verranno realizzati utilizzando cavi allarmati schermati di tipo 2x0,50 + 4x0,22. Tale sistema verrà integrato con l'installazione nei locali di cabina di porte metalliche a due ante (cm 120 x 215) con serratura HB. Gli allarmi generati dall'impianto antintrusione di cabina dovranno essere riportati alla Sala Operativa Compartmentale.

#### *8.5. SISTEMA ANTIFURTO E MONITORAGGIO CAVI*

Il sistema deve essere provvisto di impianti elettrici situati sia in cabine attrezzate che in luoghi aperti, necessari per garantire l'illuminazione, il ricambio d'aria, i servizi ausiliari e i sistemi di sicurezza. Le utenze asservite dalle cabine di alimentazione vengono collegate con cavi in rame e/o alluminio; questi devono essere collocati per quanto possibile in sede protetta e/o in canalizzazioni in acciaio inox. Pur osservando le prescrizioni di posa e i passaggi cavi previsti, bisogna porre una particolare attenzione alla verifica dei cavi stessi, intesa come "presenza del cavo" e "degrado del cavo". Questi due fattori sono importanti e fondamentali per poter garantire la sicurezza delle strade autostradali, in quanto è necessario sapere preventivamente se i sistemi di illuminazione e i servizi di emergenza sono disponibili. Per tale motivo dovrà essere previsto e montato per ogni utenza "sensibile" un sistema che garantisca costantemente il monitoraggio del collegamento tra le cabine, i Q.E. e gli apparati illuminanti. Le finalità sono quelle di monitorare i sistemi e comunicare eventuali anomalie degli impianti, nei seguenti modi: Presenza del cavo: viene verificato costantemente lo stato del cavo e quindi la sua presenza in impianto, sia durante il normale funzionamento e sia durante l'inattività dell'utenza (prevista per al massimo 1 (una) ora. Questi controlli sono dei provvedimenti doverosi in considerazione dei sempre più frequenti furti rame sugli impianti. Il dispositivo dovrà essere in grado di verificare in tempo reale un eventuale furto del cavo per un pronto intervento. Per dare una migliore indicazione alla sala controllo e alle forze dell'ordine, il sistema dovrà garantire di poter identificare nel raggio massimo di 250 metri il punto di taglio del cavo stesso, riportando i dati al centro di controllo. Degrado del cavo: il sistema dovrà essere predisposto per poter verificare lo stato di servizio dei cavi sia corretto ed efficiente in modo da garantire la sicurezza del servizio. Un degrado delle caratteristiche di isolamento o una problematica sul cavo, può determinare disservizi anche gravi nel sistema di distribuzione dell'energia. Il dispositivo dovrà essere in grado di determinare i valori di degrado del cavo e, attraverso un opportuno algoritmo, pianificare un intervento preventivo per la riparazione e/o sostituzione di un cavo danneggiato. Il funzionamento del sistema dovrà permettere anche una manutenzione preventiva degli impianti, che in termini di tempo e di oneri risulti molto più vantaggiosa. Gli obiettivi del sistema evoluto, compreso la parte opzionale, dovranno essere i seguenti:

- Verificare che i cavi posati in impianto siano presenti e non siano stati rubati da malintenzionati;

- Eseguire periodicamente, in modalità automatica, la misura della resistenza di isolamento dei cavi rispetto a terra; questa funzione permette di ottenere una fotografia dello stato dei cavi, consentendo l'intervento in anticipo rispetto ad un ipotetico degrado che creerebbe dei fuori servizio o dei malfunzionamenti dell'impianto;
- Misurare i parametri elettrici delle utenze, al fine di poter tracciare una mappa dei consumi pianificare azioni adeguate e/o funzionalità adeguate per il miglioramento dell'efficienza energetica;
- L'invio di allarmi secondo una configurazione programmabile mediante SMS al personale addetto alla sicurezza o di manutenzione, e via E-MAIL al personale addetto al monitoraggio e gestione e segnalazione POP-UP alla SOC compartimentale su sistema RMT.

Generare allarmi tecnici:

- Mancanza di alimentazione del quadro;
- Salto dell'interruttore magnetotermico;
- Salto dell'interruttore differenziale generale;
- Salto degli interruttori differenziali di ogni fase;
- Da remoto riarmo di elementi e accensione/spegnimento luci.

Il sistema di controllo cavi dovrà essere compatibile non solo per le nuove installazioni, ma anche per l'utilizzo in impianti esistenti. Tale apparecchiatura dovrà interfacciarsi con il sistema aziendale RMT. Il dispositivo dovrà essere realizzato in contenitore isolante con grado di protezione IP 54, adatto al montaggio all'interno dei quadri elettrici. Dovrà essere previsto anche un display funzionale per il rilevamento di tutti i parametri elettrici e una serie di led necessari alla verifica dello stato della comunicazione in RS485 verso il PLC locale e lo stato dei relè interni.

Scheda tecnica prodotto

Tipo prodotto	SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO DEI CAVI ELETTRICI
Materiale	Dispositivo elettronico in contenitore isolante
Grado di protezione	IP 54
Resistenza agli urti	Secondo Norma
Corrente Nominale	1A
Tensione Nominale	230-415-690 Vca

N° poli	2/6
Protezione	Interna (tramite fusibili)
Conformità Normative	CE

### 8.6. ANCORAGGIO DEI CAVI

Per i cavi posati su passerelle e canali sia in galleria che sui viadotti, si prevede l'utilizzo di un sistema di ancoraggio dei cavi attraverso l'utilizzo di fascette di cablaggio resistenti alle alte temperature con classe di autoestinguenza UL 94 VO in etilene tetrafluoro etilene, temperatura di servizio -40°C/+150°C, posate ad una distanza non inferiore ad 1m tale da fissare tutti i cavi presenti sui canali

### 8.7. PROTEZIONE COPERCHI DA PALO

Per proteggere i cavi all'interno delle apposite morsettiere, si deve prevedere un sistema di antieffrazione della cassetta da palo attraverso l'utilizzo di bulloni con dado antifurto in acciaio inox M8x50 in sostituzione di quelli esistenti.

### 8.8. RESINE EPOSSIDICHE

Ove si ritenesse necessario, l'ancoraggio dei cavi alle passerelle verrà eseguito anche mediante l'utilizzo di resine epossidiche. Si dovrà tener presente l'influenza della temperatura e dello stato fisico del prodotto perché ciascuna resina epossidica ha una temperatura minima di utilizzazione, indicata dalle case produttrici, che in genere si aggira intorno ai 278K al di sotto della quale la polimerizzazione avviene lentamente ed in modo incompleto. La malta sintetica dovrà presentare caratteristiche di assoluto pregio per la quasi totale impermeabilità, per l'eccezionale resistenza agli aggressivi chimici, per le elevate caratteristiche meccaniche, per il basso modulo elastico e per le notevoli proprietà superficiali.

### 8.9. INIEZIONI DI MISCELE CEMENTIZIE

I trattamenti possono definirsi di "riempimento" dei tubi corrugati esistenti, quando riempiono i vuoti e i tubi esistenti senza alterare le loro dimensioni, mediante iniezioni di miscele cementizie atossiche molto fluide e stabili, ad alta capacità di permeazione. I materiali iniettati, dovranno soddisfare i requisiti di carattere ambientale ed ecologico, così come indicato nella attuale Legislazione in materia e successive modifiche. Le iniezioni saranno effettuate impiegando tubi di diametro non inferiore ai 40mm, eventualmente giuntato tramite manicotti o quanto altro occorra per la perfetta efficienza del tubo. I cavidotti da iniettare potranno essere orizzontali o sub-orizzontali o comunque inclinati, pertanto dovranno essere adottati opportuni accorgimenti (tubetti di sfiato, otturatore sulla bocca del perforo, ecc.) per evitare che la miscela cementizia riempi solo parzialmente la cavità o ne fuoriesca. Le malte cementizie utilizzate per l'iniezione dovranno avere la seguente composizione:

- Cemento tipo 4,25: 100 kg;

- Acqua: 50-70 kg;
- Bentonite: 0-2 kg;
- Eventuale additivo antiritiro e/o accelerante.

## 9. IMPIANTO DI MESSA A TERRA

### 9.1. GENERALITÀ

L'impianto di terra deve essere conforme a quanto indicato dalla norma CEI EN 50522 2011-03 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a." (in alta tensione) e dalla CEI 64-8 (in bassa tensione).

Dimensioni minime del dispersore in BT

Tipo di elettrodo	Dimensioni (mm) Sezione (mmq)	Acciaio zincato a caldo (norme CEI 7-6)*	Acciaio rivestito in rame	Rame
Nastro	Spessore	3	Allo studio	3
	Sezione	100		50
Tondino o cond. massiccio	Sezione	50		35
Conduttore cordato	Diametro fili	1,8		1,8
	Sezione	50		25
Picchetto a tubo	Diametro esterno	40		30
	Spessore	2		3
Picchetto massiccio	Diametro esterno	20		15
Picchetto in profilato	Spessore	5		5
	Dim. trasversale min.	50		50

\* può essere utilizzato acciaio senza rivestimento protettivo purché con spessore aumentato del 50% e con sezione non inferiore a 100mmq.

Dimensioni minime del dispersore in AT

Tipo di elettrodo	Dimensioni (mm) Sezione (mmq)	Acciaio zincato a caldo (norme CEI 7-6)*	Acciaio rivestito in rame	Rame
-------------------	----------------------------------	--	------------------------------	------

Nastro	Spessore	3	Allo studio	2
	Sezione	90		50
Tondino o cond. massiccio	Sezione	-		25
Conduttore cordato	Diametro fili	-		1,8
	Sezione	-		25
Picchetto a tubo	Diametro esterno	25		20
	Spessore	2		2
Picchetto massiccio	Diametro esterno	20		-

\* può essere utilizzato acciaio senza rivestimento protettivo purché con spessore aumentato del 50% e con sezione non inferiore a 100mmq.

## 9.2. SPECIFICHE IMPIANTO DI TERRA

In ogni caso, i dispersori devono avere dimensioni minime tali da resistere alla corrosione e alle sollecitazioni termiche della corrente. Negli impianti alimentati in A.T. le dimensioni minime succitate sono ampiamente sufficienti a soddisfare ogni requisito a riguardo di sollecitazioni termiche. È vietato l'uso, come dispersore, delle tubazioni dell'impianto idrico, anche pubblico, nonché delle armature dei cavi. La posa di dispersori in rame in scavi predisposti, nonché i collegamenti nella loro parte interrata o entro fondazioni, dovrà prevedere le precauzioni onde ridurre i danni per effetto elettrolitico in prossimità di tubazioni, strutture o altri elementi in metallo corrodibile. Ove tale vicinanza sia inevitabile, si dovrà infilare il conduttore entro tubo isolante, ovvero sostituirlo con tratto di cavo isolato, ovvero adottare provvedimenti tali che la distanza minima tra i due metalli diversi non sia inferiore ad almeno 1 m. La posa del dispersore in cavo entro scavi predisposti dovrà avvenire ad una profondità di almeno 50 cm dal piano del calpestio e ad una distanza minima dell'edificio di 1,50 m; successivamente dovrà essere ricoperto per almeno 30 cm da terreno vegetale; non sarà ammessa la copertura con il solo materiale di "risulta" del cantiere. In corrispondenza di giunzioni interrate dovranno essere eseguite opportune protezioni al fine di evitare fenomeni di ossidazioni e corrosioni nel tempo. I conduttori di terra ed i conduttori di protezione devono avere sezioni tali da resistere alle sollecitazioni meccaniche presumibili nel luogo di installazione e alle sollecitazioni termiche prodotte dalla corrente. Nei confronti delle sollecitazioni meccaniche, i conduttori di terra in AT devono avere sezioni non inferiori a:

- 16mmq se in rame;
- 35mmq se in alluminio;
- 50mmq se in acciaio.

Mentre in BT si deve fare riferimento alla tabella 54° della CEI 64-8. In relazione alle sollecitazioni termiche, la sezione dei conduttori di terra e dei conduttori di protezione (in AT e in BT) non deve risultare inferiore a:

$$S = \sqrt{\frac{I^2 t}{k}}$$

Dove  $K$  dipende da temperatura iniziale e temperatura finale massima ammessa e dai materiali utilizzati. Il tempo  $t$  equivale al tempo di intervento delle protezioni. L'impianto di terra progettato (intenzionale) deve inoltre, laddove possibile, essere collegato agli elementi strutturali metallici (impianto di terra di fatto). In ogni caso, i soli dispersori intenzionali (senza l'ausilio dei dispersori di fatto), devono garantire l'idoneità dell'impianto di terra. Al collettore di terra, oltre al conduttore di terra dovranno essere collegati i conduttori di protezione ed i conduttori equipotenziali principali ed i centro stella dei trasformatori e di eventuali gruppi elettrogeni. I conduttori equipotenziali principali devono collegare al collettore di terra le masse estranee entranti nel fabbricato e devono essere realizzati con conduttore avente sezione pari ad almeno la metà di quella del conduttore di fase di sezione più elevata con un minimo di 6mmq ed un massimo di 25mmq. I conduttori di protezione devono collegare a terra tutte le masse e se facenti parte della stessa condotta devono avere sezione concorde a quanto indicato nella tabella 54F della Norma CEI 64-8. Un conduttore di protezione può essere comune a più circuiti purché sia applicata la precedente prescrizione con riferimento alla sezione del conduttore di fase maggiore. Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta del conduttore di fase, deve avere sezione almeno pari a 2.5 o 4mmq a seconda che ne sia prevista o meno protezione meccanica. Sia in AT sia in BT gli impianti di terra devono garantire la sicurezza delle persone con le modalità indicate nella Normativa CEI. In particolare, in AT, il valore di resistenza di terra deve essere tale da garantire delle tensioni di passo e di contatto al disotto dei limiti massimi ammessi mentre in BT il valore deve essere compatibile con i dispositivi di interruzione automatica del circuito di alimentazione. Tutta la viteria e bulloneria impiegata per realizzare i collegamenti di terra e tutti i materiali accessori saranno o in rame o in acciaio inossidabile o zincato a caldo. Le superfici di contatto, se in rame, dovranno essere stagnate o rinvivate e comunque sgrassate prima della giunzione. Tutti i punti accessibili connessi agli impianti di terra (scatole di ispezione, nodi di terra, piastre di misura equipotenziale, ecc.) dovranno riportare il segno grafico di messa a terra. I conduttori di protezione attestati alla sbarra dovranno essere muniti di contrassegno tale da consentire di risalire agevolmente alla loro provenienza. Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano su etichette o sulle guaine dei cavi stessi. All'interno della cassetta di contenimento dovrà trovare posto lo schema dettagliato di tutte le connessioni relative al nodo equipotenziale con riportata la tabella relativa alle sigle dei cavi e la loro destinazione. I pozzetti della rete di dispersione dovranno essere rintracciabili mediante cartelli indicatori di messa a terra, posti nelle immediate vicinanze e dovranno riportare oltre alla numerazione del dispersore indicata negli elaborati grafici di progetto dei singoli contratti applicativi o definiti in sede di DL, anche le distanze dal cartello stesso; ove non fosse possibile fissare dei cartelli indicatori, i pozzetti dovranno essere contrassegnati in modo visibile, con il simbolo di messa a terra e con la numerazione del dispersore; la marcatura dovrà essere effettuata a mezzo di vernice ad elevate caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici, ovvero con contrassegni, targhette o altro definito in sede di DL, fissati con tasselli ad espansione.

## 10. COMPARTIMENTAZIONE FILTRI E CUNICOLI DI SICUREZZA

### 10.1. *ELETTROVENTILATORI ASSIALI*

Si rimanda al capitolo 5.6 del documento "P00IM00IMPET01A: Capitolato speciale d'appalto Impianti Meccanici".

### *10.2. SERRANDE TAGLIAFUOCO*

La serranda tagliafuoco, con resistenza pari a 120 minuti, a sezione rettangolare per installazione a parete con temperatura di chiusura pari a 70°C attivata da elemento fusibile, sarà installata a protezione del foro di installazione del ventilatore assiale o estrattore; sarà realizzata con telaio in acciaio galvanizzato, fincorsa da ambo i lati, guarnizione sul perimetro, serranda di materiale resistente al fuoco.

### *10.3. PORTA TAGLIAFUOCO*

La porta dovrà essere costruita ed omologata secondo la norma UNI 9723, fornita e posta in opera.

Sono compresi:

- il telaio in acciaio munito di zanche per fissaggio a muro;
- il battente con doppia maniglia;
- la serratura con chiave patent;
- la guarnizione termo-espandente;
- le cerniere con molla di richiamo;
- la targhetta identificativa;
- la verniciatura standard con mano di vernice epossidica;
- le opere murarie di fissaggio.

È inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. Sono esclusi:

- la ripresa dell'intonaco;
- la tinteggiatura.

### *10.4. SEZIONE FILTRANTE*

Il sistema filtrante sarà composto da tre sistemi di abbattimento per la purificazione dell'aria dai contaminanti presenti nella canna da cui sarà prelevata l'aria. Il primo sistema filtrante è costituito da filtri grossolani, che svolgono il compito di trattenere le impurità di dimensioni maggiori dall'aria aspirata. Il secondo sistema filtrante è costituito da filtri ad elevata capacità filtrante che garantiscono un notevole contenimento del particolato. Il terzo sistema filtrante utilizza filtri di adsorbimento a carboni attivi, in grado di trattenere da aria e gas sostanze quali, solventi, idrocarburi, anidride solforosa e solforica, HCl, acido solfidrico, ecc.



## 11. IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO E SISTEMI DI MITIGAZIONE

### 11.1. GENERALITÀ IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO

L'erogazione idrica in galleria deve provvedere all'alimentazione dell'impianto idrico antincendio. Il sistema di alimentazione idrica deve essere in grado di garantire la continuità di erogazione idrica per almeno due ore. L'impianto idrico antincendio è costituito da una rete fissa di idranti chiusa ad anello in prossimità degli imbocchi, mantenuta permanentemente in pressione e può essere collocata in posizione protetta dietro i profili redirettivi lato corsia di marcia ove esistenti, interrata sotto marciapiede o staffata a vista sul piedritto della galleria ed opportunamente protetta con appositi dadi in calcestruzzo. L'impianto idrico antincendio deve essere in grado di garantire valori di portata uniformi tra i differenti idranti e comunque non inferiori a 120l/min per gli idranti DN 45 e 300l/min per gli idranti DN 70. L'impianto idrico antincendio deve essere dotato di:

- Idranti UNI 45 con relativo corredo di tubazione flessibile da 20m e lancia erogatrice, con idranti che devono essere previsti nelle stazioni di emergenza o in prossimità delle stesse entro appositi armadietti in acciaio inox almeno AISI 304;
- Idranti UNI 70 con relativo corredo di tubazione flessibile da 20m e lancia erogatrice, con idranti che devono essere previsti agli imbocchi dei fornici;
- Attacchi di mandata per autopompa agli imbocchi dei fornici, con attacchi di immissione che devono essere due ed avere diametro DN 70.

Gli idranti DN 45 devono essere posizionati sul lato di marcia, mantenendo, per quanto possibile, la stessa interdistanza per lato. La rete fissa di idranti deve essere chiusa ad anello ed alimentata da una o più stazioni di pompaggio dotate di:

- Gruppo di pompaggio;
- Serbatoio di riserva prefabbricato o gettato in opera.

La rete fissa di idranti non deve essere esposta direttamente al fuoco dovendo garantire il servizio per un tempo non inferiore alle due ore nel corso delle operazioni di spegnimento. L'impianto deve essere dimensionato in modo da garantire il simultaneo funzionamento di almeno 4 idranti DN 45 con 120l/min cadauno e pressione residua non inferiore a 0,2MPa e 1 idrante DN 70 con 300l/min e pressione residua non inferiore a 0,4MPa, nella posizione idraulicamente più sfavorevole. La rete fissa di idranti deve essere protetta dal gelo, da possibili urti meccanici, dalla corrosione e consentire le dilatazioni termiche. Ogni pompa antincendio dovrà essere alimentata con propria linea esclusiva, derivata a monte dell'interruttore generale BT dell'impianto elettrico, in modo che l'energia elettrica sia disponibile anche in caso di condizione di aperto di tutti gli interruttori dell'impianto. Le linee di alimentazione devono essere protette contro i cortocircuiti ed i contatti indiretti, ma non contro il sovraccarico, a favore della continuità e sicurezza di esercizio. L'impianto deve essere alimentato dalla normale rete di distribuzione di energia elettrica e da una fonte di energia elettrica di emergenza.

### *11.2. GRUPPO DI POMPAGGIO E APPARECCHIATURE ANTINCENDIO*

Si rimanda ai capitoli 5.7, 5.8, 5.9 del documento "P00IM00IMPET01A: Capitolato speciale d'appalto Impianti Meccanici".

### *11.3. COMPONENTI PER IMPIANTO DI MITIGAZIONE INCENDIO*

Secondo la Direttiva 2004/54/CE, il livello di sicurezza del sistema galleria può essere modificato introducendo sistemi di sicurezza innovativi, compatibili con l'evoluzione della buona pratica, come i sistemi di mitigazione degli incendi. I sistemi attualmente utilizzabili in galleria sono del tipo a diluvio ed il loro utilizzo è strettamente legato all'applicazione della metodologia dell'Analisi di Rischio. Il sistema dovrà utilizzare schiuma certificata relativamente a biodegradabilità ed atossicità e sarà costituito da:

- Valvola a diluvio 4" con circuito di attuazione e controllo, elettrovalvola a solenoide, manometri in acciaio AISI 316L completi di rubinetto porta manometri in acciaio AISI 316L, pressostato IP65 per la segnalazione di impianto intervenuto;
- Valvola a farfalla completa di controflange per connessione alla dorsale;
- Cavi e pressacavi, minuterie elettriche per collegamento con scatola di derivazione di campo;
- Ugelli spray "IPS" completi di cappuccio a chiusura.

### *11.4. SISTEMA DI STOCCAGGIO E MISCELAZIONE SCHIUMA*

Il sistema di stoccaggio e miscelazione schiuma deve essere composto da:

- Serbatoio in fibra di vetro per lo stoccaggio del liquido schiumogeno concentrato;
- Gruppo di miscelazione di schiuma automatico per portata variabile;
- Pompa liquido schiumogeno ad ingranaggi;
- Quadro elettrico di potenza e comando;
- Valvola di intercettazione principale.

Nella fornitura e nella posa in opera sono compresi tutti gli accessori necessari al funzionamento del sottosistema a perfetta regola d'arte.

## 12. IMPIANTO DI SEGNALETICA VERTICALE DI EMERGENZA

### 12.1. *PREMESSA*

La segnaletica verticale di emergenza si compone di una serie di apparati la cui funzione è quella di:

- Segnalare all'utente, tramite cartelli luminosi, il posizionamento di stazioni di emergenza in galleria, bypass, piazzole di sosta, uscite all'aperto;
- Informare l'utente, tramite PMV alfanumerici e grafici, delle condizioni in galleria, di eventuali situazioni di pericolo e di emergenza.

La segnaletica verticale di emergenza (piazzole, S.O.S., estintori, idranti, uscite di emergenza) deve essere di tipo luminoso, di classe minima L2 così come descritta dal norma 12899-1 e rivestita da un film rifrangente microprismatico in grado di assicurare la visibilità del segnale anche in caso di assenza di energia elettrica; la rimanente segnaletica deve essere almeno ricoperta di pellicola ad elevatissima rifrangenza microprismatica, secondo la definizione della norma UNI 11122 (Luglio 2004) reattiva alle "Caratteristiche prestazionali dei materiali per segnaletica verticale con tecnologia a microprismi".

### 12.2. *SEMAFORI*

I semafori saranno del tipo a due lanterne (verde/rosso) o tre lanterne (verde/giallo/rosso) con diametro 300mm, assemblate orizzontalmente con piastra di supporto, con accensione a led ad alta luminosità, lente di chiusura in policarbonato trasparente, corpo in lega metallica, alimentazione 230V, IP65, conformità illuminamento, luminanza e contrasto secondo EN 12899, completo di accessori elettrici e di installazione. Nella fornitura e posa in opera sono inclusi gli allacci all'impianto dorsale, le opere di assistenza muraria e gli oneri per noli ed opere provvisori. In presenza di galleria la cui lunghezza superi i 500 metri, è necessario installare lanterne semaforiche che consentano la chiusura della galleria in situazione di emergenza. Nel caso di gallerie monodirezionali, le lanterne semaforiche dovranno essere installate obbligatoriamente ad imbocco galleria sul lato destro ed eventualmente anche sul lato sinistro rispetto al verso di percorrenza della galleria. In questo caso il sistema può essere replicato all'altro imbocco nel caso in cui si renda necessario parzializzare il traffico su un'unica canna con doppio senso di circolazione. Nel caso, invece, di gallerie bidirezionali andranno posizionate obbligatoriamente ad imbocco galleria soltanto sul lato destro rispetto al verso di percorrenza della galleria. Il semaforo all'imbocco della galleria deve essere preceduto dal cartello di preavviso semaforico come da Figura II 31/a Art. 99.

### 12.3. *PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE*

A distanza di 150 metri prima degli imbocchi, dovranno essere previsti pannelli a messaggio variabile costituiti da una indicazione alfanumerica (tipicamente 3x15, 3x20, 4x15 caratteri) e da un pittogramma di tipo full color. E' necessario installare anche ad imbocco galleria un PMV di tipo 2x12 caratteri in presenza di carreggiata con due sole corsie di marcia; in caso di due corsie di marcia e corsia di emergenza al PMV 2x12 caratteri si dovrà abbinare un pannello grafico di tipo full color.

Il pannello alfanumerico a messaggio variabile dovrà essere conforme per ogni sua caratteristica ed in ogni sua parte alla normativa europea di riferimento CEI UNI EN 12966-1:2010, con Certificato di Omologazione

da parte del Ministero dei Trasporti e Certificato di Marcatura CE. Il PMV permette di visualizzare i messaggi con modalità fissa, lampeggiante e alternando i messaggi secondo tempi preimpostati. Il contenitore del PMV è costituito da una lamiera di alluminio, il telaio interno è costituito da un tubolare in acciaio zincato a caldo mentre l'esterno è verniciato con fondo e con vernici epossidiche. Per ogni scheda è montato un sistema per la protezione dall'irraggiamento solare diretto sui singoli led e migliorare il contrasto visivo.

Lo schermo del PMV viene protetto per ogni singolo carattere con uno schermo trasparente stabilizzato agli UV, anti-frantumazione in policarbonato. Il grado di protezione di tutta la struttura meccanica dovrà essere almeno IP55. Tutti i materiali impiegati dovranno essere conformi alle norme. Il PMV è dotato di un circuito di regolazione automatica in grado di adattare automaticamente la luminosità emessa alle condizioni ambientali di luce ed evitare qualsiasi abbagliamento notturno; i LED montati sui pannelli sono dotati ciascuno di un circuito regolatore di corrente che ne garantisce la costanza ed uniformità di emissione. Ogni matrice carattere è controllata da elettronica di gestione dedicata che provveda al colloquio con l'unità di controllo mediante interfaccia RS-485, ed alla gestione della diagnostica.

Le schede elettroniche e i moduli interni al pannello sono intercambiabili. Nella fornitura e posa in opera è compreso ogni onere e accessorio per dare l'opera finita e funzionante, compreso l'allacciamento dal punto di consegna dell'energia elettrica e dati fino all'unità di controllo locale posta nelle immediate vicinanze (alla base del portale) e collegamento alle puntazze di terra nell'apposito pozzetto.

#### *12.4. PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE GRAFICO FULL COLOR*

Il pannello grafico full color è da prevedersi obbligatoriamente accoppiato con un PMV alfanumerico 3x15, 3x20 o 4x15 caratteri e deve avere dimensioni tipiche 900x900mm o 1200x1200mm.

Il pannello a messaggio variabile (PMV) con tecnologia a LED di tipo grafico full-color, deve essere in grado di presentare all'utenza i segnali stradali del codice della strada secondo fig. e art. del DPR 495/92. Il pannello a messaggio variabile è conforme per ogni sua caratteristica ed in ogni sua parte alla normativa europea di riferimento CEI UNI EN 12966-1:2010, con Certificato di Omologazione da parte del Ministero dei Trasporti e Certificato di Marcatura CE. Il PMV permette di visualizzare i messaggi con modalità fissa, lampeggiante e alternando i messaggi secondo tempi preimpostati.

Il contenitore del PMV è costituito da una lamiera di alluminio, il telaio interno è costituito da un tubolare in acciaio zincato a caldo mentre l'esterno è verniciato con fondo e con vernici epossidiche.

Per ogni scheda è montato un sistema per la protezione dall'irraggiamento solare diretto sui singoli led e migliorare il contrasto visivo. Lo schermo del PMV viene protetto internamente contro infiltrazioni di acqua e polvere da uno schermo trasparente stabilizzato agli UV, anti-frantumazione in policarbonato ed è dotato di contropiastre con la funzione di evitare l'irraggiamento diretto sulle schede elettroniche e migliorare la dissipazione del calore. Il grado di protezione di tutta la struttura meccanica dovrà essere almeno IP55. Tutti i materiali impiegati sono conformi alle norme.

Il PMV è dotato di un circuito di regolazione automatica in grado di adattare automaticamente la luminosità emessa alle condizioni ambientali di luce ed evitare qualsiasi abbagliamento notturno; i LED montati sui pannelli sono dotati ciascuno di un circuito regolatore di corrente che ne garantisce la costanza ed uniformità di emissione. Ogni matrice carattere è controllata da elettronica di gestione dedicata che provveda al colloquio

con l'unità di controllo mediante interfaccia RS-485, ed alla gestione della diagnostica. Le schede elettroniche e i moduli interni al pannello sono intercambiabili.

### *12.5. UNITÀ DI CONTROLLO LOCALE PER GESTIONE PMV*

L'unità elettronica per il controllo dei pannelli a messaggio variabile (PMV) è installata all'interno di un armadio di dimensioni adeguate in vetroresina, pressato a caldo, di colore grigio chiaro uguale o simile al RAL 7032 (inalterabile alle intemperie), autoestinguento, con porta completa di chiusura, grado di protezione IP65. L'unità di controllo dovrà possedere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Scheda a microcontrollore senza parti in movimento in grado di garantire affidabilità nel tempo;
- Possibilità di messaggi pre-memorizzati su EEPROM estraibile e personalizzabile;
- Messaggi di diagnostica inviabili via SMS anche a più utenti preregistrati (opzione disponibile con modem GSM);
- Visualizzazione sui PMV di data e ora;
- Gestione sincronizzata del lampeggio e degli eventuali messaggi alternati sui PMV;
- Visualizzazioni messaggi fisso, lampeggiante, lampeggiante su singola riga, alternato;
- Messaggi alternati in modo istantaneo, senza intervalli di ritrasmissione tra l'uno e l'altro;
- Invio di messaggi non predefiniti in memoria (CUSTOM) mediante un semplice SMS da numero autorizzato con modem GSM;
- PMV controllabili fino a 5 contemporaneamente;
- Possibilità di controllo mediante console locale per l'invio manuale dei messaggi, completa di tastiera e display LCD retroilluminato 2 x 16 caratteri;
- Interfaccia seriale di tipo RS 485 per il collegamento in parallelo della centralina con i PMV per un massimo di 5;
- Interfaccia seriale di tipo RS 232 per il collegamento con un terminale per l'esecuzione dei test in locale;
- Interfaccia seriale di tipo RS 485 per il controllo remoto dei PMV con protocollo in codice ASCII per gestione completa dei PMV su RS 485. In opzione è disponibile modem GSM/GPRS, Ethernet a 10/100 Mbit 10 Base-T con connettorizzazione RJ45 per la gestione di protocolli TCP/IP;
- 8 ingressi analogici + 10 digitali per controllo locale da PLC;
- Possibilità di controllo locale da console, locale da PC di diagnostica, locale da PLC, remoto da RS485, GSM/GPRS, Ethernet.

La disposizione interna delle parti componenti la centralina è realizzata con criteri di ergonomia tali da permettere una facile manutenzione. Le schede dovranno essere facilmente accessibili e smontabili. L'unità elettronica di controllo gestisce una scheda di diagnostica ON UNE in tempo reale in grado di effettuare:

- Accensione e spegnimento dei PMV in modo automatico;

- Verifica del corretto funzionamento dei PMV attraverso TEST ON UNE di controllo pixel a pixel in grado di individuare malfunzionamenti anche parziali dei singoli pixel. Tale test deve essere effettuato senza la necessità di dover visualizzare un particolare pittogramma e comunque non dovrà perturbare la visualizzazione presente sul PMV;
- Verifica della corretta rappresentazione del pittogramma trasmesso. Tale dispositivo controlla costantemente i PMV ed avvisare, tramite il protocollo di trasmissione, nel caso siano rilevati problemi di funzionamento del pannello e dei suoi dispositivi di alimentazione.

Il sistema è in grado di segnalare le seguenti condizioni di allarme:

- Avaria sul dispositivo di alimentazione della logica;
- Avaria sui dispositivi di alimentazione dei LED;
- Avaria sull'alimentazione delle ventole di raffreddamento;
- Allarme temperatura elevata: saranno definite almeno 3 soglie, con attivazione e disattivazione in modo automatico delle ventole e chiusura dell'alimentazione al PMV al superamento di 80° C.

In caso di allarme, dopo 10 secondi, l'unità di controllo provvede automaticamente a ripristinare o spegnere il PMV, in questo ultimo caso continua a visualizzare lo stato di allarme affinché, prima di spegnere e riaccendere il dispositivo tramite la funzione ON/OFF, si possano verificare i problemi segnalati. Alimentazione 230V AC 50 Hz (assorbimento max 50W) completo di protezione di linea e presa di servizio.

## *12.6. PANNELLO DI PERCORRENZA CORSIA*

Nelle gallerie di lunghezza superiore a 1000 metri, i semafori e il sistema PMV andranno ripetuti ogni 300 metri all'interno della galleria; in questo caso si dovranno adottare le lanterne semaforiche a messaggio variabile o di percorrenza corsia poste sopra le corsie di marcia come da fig. Il 458 Art. 164 del D.P.R. 495/92.

Il pannello di percorrenza corsia dovrà avere tecnologia a LED di tipo grafico per la visualizzazione di pittogrammi predefiniti. Sarà del tipo a due stati (freccia verde/croce rossa) o quattro stati (freccia verde/croce rossa/freccia gialla destra/freccia gialla sinistra). Il pannello a messaggio variabile è conforme per ogni sua caratteristica ed in ogni sua parte alla normativa europea di riferimento CEI UNI EN 12966-1:2010, con Certificato di Omologazione da parte del Ministero dei Trasporti e Certificato di Marcatura CE.

Il contenitore del PMV è costituito da una lamiera di alluminio, il telaio interno è costituito da un tubolare in acciaio zincato a caldo mentre l'esterno è verniciato con fondo e con vernici epossidiche. Lo schermo del PMV viene protetto internamente contro infiltrazioni di acqua e polvere da uno schermo trasparente stabilizzato agli UV, anti-frantumazione in policarbonato ed è dotato di contropiastre con la funzione di evitare l'irraggiamento diretto sulle schede elettroniche e migliorare la dissipazione del calore. Il grado di protezione di tutta la struttura meccanica deve essere almeno IP55. Tutti i materiali impiegati sono conformi alle norme. Il PMV è dotato di un circuito di regolazione automatica in grado di adattare automaticamente la luminosità emessa alle condizioni ambientali di luce ed evitare qualsiasi abbagliamento notturno; i LED montati sui pannelli sono dotati ciascuno di un circuito regolatore di corrente che ne garantisce la costanza ed uniformità di emissione.

Ogni matrice carattere è controllata da elettronica di gestione dedicata che provveda al colloquio con l'unità di controllo mediante interfaccia RS-485, ed alla gestione della diagnostica. Le schede elettroniche e i

moduli interni al pannello sono intercambiabili. Nella fornitura e posa in opera è compreso ogni onere e accessorio per dare l'opera finita e funzionante, compreso l'allacciamento energia e dati fino all'unità di controllo locale posta nelle immediate vicinanze (in corrispondenza della postazione SOS più vicina).

### *12.7. PORTALE IN ACCIAIO ZINCATO A CALDO*

La struttura deve essere idonea per il sostegno di targhe segnaletiche, può essere del tipo a cavalletto, a portale o a farfalla ed avrà le seguenti caratteristiche:

- Struttura costituita con elementi tubolari a sezione circolare o scatolare uniti mediante saldatura ed opportunamente sagomati e rinforzati;
- Quota dei correnti rispetto al suolo tale che il bordo inferiore delle targhe montate sul portale si trovi in ciascun punto ad almeno m 5.50 di altezza sulla sottostante carreggiata;
- Collegamenti delle principali parti della struttura ottenuti mediante flange di dimensioni adeguate, munite di fazzoletti e serrate con bulloni classe 8.8 di sezione adeguata;
- Sollecitazione max risultante inferiore a 16 kg/mm<sup>2</sup> in qualsiasi punto della struttura;
- Zincatura a caldo, previo trattamento di sgrassaggio e decapaggio, con copertura di zinco non inferiore a 650 g per mq di superficie; strato di zinco uniforme e continuo, esente da scaglie e scorie;
- Ancoraggio al plinto di fondazione in calcestruzzo mediante piastre, flange e tirafondi affogati nel calcestruzzo per una profondità di almeno 60 cm, tra loro connessi con collegamenti saldati;
- Blocco di fondazione dimensionato così che, in presenza della sollecitazione max prevista per il portale, la pressione del terreno sul bordo compresso non superi 1 kg/cm<sup>2</sup>, in ogni caso senza tenere conto della presenza del terreno che ne circonda i lati;

È compreso ogni onere per fornitura materiali, lavorazioni, sfrido, assemblaggio, trasporto a piè d'opera. È compreso, inoltre, ogni altro onere per la preventiva presentazione alla D.L. della relazione di calcolo del portale e del relativo plinto di fondazione con allegati disegni esecutivi firmati da un ingegnere iscritto all'albo, nonché dal computo dettagliato del peso teorico che dovrà trovare riscontro con gli accertamenti che saranno effettuati dalla D.L. per la determinazione del peso effettivo.

### *12.8. CARTELLO LUMINOSO SOS - ESTINTORE - IDRANTE*

Il cartello in esame deve essere posto in corrispondenza di ogni postazione SOS. Il cartello luminoso per segnaletica di sicurezza in galleria sarà costituito da un cassonetto luminoso triangolare bifacciale a tutto schermo, a forma di parallelepipedo con base triangolare di dimensioni 450x450x450 mm, altezza 1500 mm, costituito da struttura portante in acciaio INOX AISI 304 o 316L e schermo in materiale autoestinguente, ad elevata resistenza meccanica, alle escursioni termiche, agli agenti corrosivi, agli idrocarburi e all'invecchiamento ai raggi UV da entrambi i lati, completo di pellicola SCOTCHLITE DIAMONT GRADE 3M traslucida tipo 3990T classe III con simbologia come previsto da DPR n495/92 (Figura II 305 Art. 135 e Figura II 178 Art.125) e pellicola trasparente supplementare antigraffio. Tale schermo sarà costituito da parallelepipedo triangolare in policarbonato (LEXAN) spessore minimo 3 mm completo di idonee guarnizioni in gomma silconica a cellula chiusa in modo da garantire un grado di protezione IP65.

Il cartello deve essere provvisto di:

- Doppio attacco posteriore in barra omega od equivalente per fissaggio dello stesso alla parete o al rivestimento della galleria;
- Impianto di illuminazione interna realizzato con lampade fluorescenti o a led di potenza e quantità idonea montate in posizione tale da garantire una luce uniformemente distribuita su tutto il segnale;
- Apparecchiature elettriche e relativo impianto in classe di isolamento II;
- Staffe regolabili e accessori per l'installazione.

Per la protezione della derivazione ed il relativo cavo di collegamento il cartello è corredato da una protezione meccanica costituita da lamiera in acciaio inox AISI 304 o 316L sp. 10/10 di altezza 100 mm. Il cartello è così composto:

- n. 1 cartello in acciaio a base triangolare di dimensioni 450x450x450 mm ed altezza 1500 mm;
- n. 1 parallelepipedo a base triangolare in policarbonato (Lexan) dim.450x450x450 h950mm sp. 4mm;
- Pellicola adesiva Scotchlite Diamone Grade;
- Chiusure in acciaio con gancio a scatto;
- Cerniere in acciaio;
- Profilo ad Omega in acciaio 41x21 mm;
- Plafoniera con tubo fluorescente da 18W e presa cavo con ghiera PG 11;
- n. 1 cassetta di derivazione dim. 120x80 mm completa di morsettiera e fusibili n. 1 pressacavo PG 13.5 e n. 1 pressacavo PG 11.

Il cartello sarà completo di attacchi in acciaio inox dotati di sistema di regolazione a cannocchiale per l'aggancio alla parete. Il prezzo si intende comprensivo degli oneri relativi all'alimentazione elettrica derivata dalla dorsale posata lungo il cavidotto sotto marciapiede, ovvero di muffola di derivazione, fornitura e posa dei cavi di collegamento tipo FTG18OM16 CEI20-45 (l<10m), guaine e/o tubazioni terminali e lavori di allacciamento. Risulta altresì compreso ogni accessorio necessario per rendere l'opera perfettamente funzionante e realizzata a perfetta regola d'arte.

### *12.9. CARTELLO DI INDICAZIONE LUOGO SICURO O USCITE ALL'APERTO*

Il cartello di indicazione luogo sicuro o uscita all'aperto, deve essere posto ogni 75m, alternativamente sui due piedritti della galleria, in modo da indicare le vie di fuga più vicine e la relativa distanza. Il cartello sarà del tipo retroilluminato triangolare bifacciale con cassonetto in profilato di alluminio, grado di protezione IP65, completato sulle facce a vista con idonei pittogrammi serigrafati su un'unica pannellatura in policarbonato avente reazione al fuoco di classe 1 dello spessore minimo di 4 mm.

La componentistica elettrica, completa di lampada fluorescente da 32 W con relativo starter, marchiata IMQ, sarà per tensione da 230 V in classe di isolamento II. Il cartello sarà di forma triangolare, di altezza 100 cm, i due lati esposti di lunghezza 60 cm ed inclinati di 30° rispetto alla base fissata a parete. Compresa la fornitura e la posa in opera, completo di viti di fissaggio, collegamenti elettrici ed ogni altra fornitura, prestazione ed onere.



### *12.10. CARTELLO DI INDICAZIONE BY-PASS*

Il cartello deve essere installato in corrispondenza di ogni luogo sicuro o by-pass. Il cartello sarà del tipo bifacciale retroilluminato, dimensioni utili delle figure rappresentate 50x120cm, conforme alla Circolare ANAS 08.09.99, al D.P.R. 495/92, al D.P.R. 610/96 e al C.d.S., con cassonetto in profilati metallici e pannellatura in policarbonato IP65, completo di lampade ad alta efficienza ed accessori, conformità illuminamento, luminanza e contrasto secondo EN 12899, incluso allacci all'impianto dorsale, opere di assistenza muraria per l'installazione ed oneri per noli ed opere provvisionali.

### *12.11. CARTELLO DI INDICAZIONE PIAZZOLA DI SOSTA*

Il cartello dovrà essere posto sia in prossimità della piazzola di sosta e sia 250 metri prima della piazzola stessa e dovrà indicare anche la presenza della postazione SOS. Il cartello con indicazione piazzola di sosta come da fig. Il 178 art. 125 DPR 495/92, è costituito da un cassonetto in profili di alluminio con grado di protezione IP65, completato sulle facce a vista con idonei pittogrammi serigrafati su un'unica pannellatura in policarbonato avente reazione al fuoco di classe 1 dello spessore minimo di 4 mm. La componentistica elettrica, completa di lampada fluorescente da 32W con relativo starter, marchiata IMQ, sarà per tensione da 230V in classe di isolamento II. Compresa la fornitura e la posa in opera, completo di viti di fissaggio, collegamenti elettrici alla cassetta di derivazione a mezzo cavi elettrici in rame tipo FG18OM16 (escluso dalla fornitura) ed ogni altra fornitura, prestazione ed onere per dare l'opera completa e funzionante.

## 13. IMPIANTO SOS

### *13.1. PREMESSA*

Le stazioni di emergenza sono progettate per mettere a disposizione dell'utente diversi strumenti di sicurezza, in particolare telefoni di emergenza ed estintori. Le stazioni di emergenza possono essere costituite da un armadio in acciaio inox AISI 304 o 316L posizionato sul profilo redirettivo o in apposita nicchia ricavata sul piedritto della galleria. Nelle gallerie a traffico bidirezionale gli armadietti di emergenza saranno posizionati su entrambi i lati della carreggiata. Un armadietto di emergenza andrà posto all'interno dei luoghi sicuri temporanei nei collegamenti pedonali fra le due canne o a valle delle zone filtro nei cunicoli di sicurezza.

Il sistema di allarme in dotazione agli armadietti di emergenza deve essere collegato ad alimentazione elettrica di sicurezza. Gli armadietti devono essere dotati dei seguenti accessori:

- Scomparto per alloggiamento telefono con pulsanti di allarme per chiamate a Vigili del Fuoco, Polizia Stradale, 118, ANAS o in alternativa al numero unico per le emergenze (112);
- Scomparto per alloggiamento di n. 2 estintori (uno a polvere ed uno a schiuma);
- Scomparto per alloggiamento apparati di telecontrollo.

Le iscrizioni esplicative accanto ai suddetti pulsanti dovranno essere scritte in quattro lingue: italiano, inglese, francese e tedesco. La postazione di emergenza dovrà essere posta obbligatoriamente ad imbocco galleria e ripetuta ogni 150 metri.

### *13.2. ARMADIO DI SOCCORSO SOS*

La postazione è basata su tecnologia Voice Over IP (Voip) ed è composta da armadio in acciaio inox AISI 304 o 316L a tre scomparti per impianto ethernet dotato di pannello frontale serigrafato con funzione di interfaccia utente e di unità elettronica di controllo. La colonnina SOS si attiva mediante richiesta di soccorso dovuta alla pressione di uno dei pulsanti, ciclo di diagnostica e chiamata proveniente dal centro di risposta (solo se configurata in stato di "Wait mode").

La richiesta di soccorso viene instradata al centro di risposta, a seguire un messaggio in sintesi vocale avverte l'utente che la richiesta è stata "presa in carico" dal centro di risposta. La comunicazione fonica tra utente e operatore del centro di risposta avviene mediante tecnologia voip e tramite centralino. L'utente comunica con l'operatore del centro di risposta tramite interfaccia microfono/altoparlante in viva voce a mani libere. L'armadio è appositamente studiato per allocare le apparecchiature necessarie per la trasmissione e la segnalazione delle richieste di soccorso e dei dispositivi di primo intervento in caso di incendio. L'armadio deve possedere le seguenti apparecchiature:

- Apparecchio telefonico antiscasso ed antivandalo adatto per conversazione full-duplex in viva voce per chiamata a 4 numeri di emergenza (Vigili del Fuoco, Polizia Stradale, 118, SOC ANAS) o in alternativa al numero unico per le emergenze (112) con diciture scritte in Italiano, Inglese, Francese, Tedesco e simbologie come prescritte dal codice della strada, corredati da lampade di segnalazione per chiamata effettuata;
- Estintore a polvere da 6 Kg tipo 34A 233BC ed estintore idrico da 6 LT tipo 21A 233B, contenuti entro apposito vano provvisti di porta con apertura a chiave e lastra di vetro a rompere (SAFE CRASH), l'apertura della porta o il prelievo di un estintore e controllato da apposito pulsante collegato ad un allarme locale.
- Vano provvisto di porta con apertura a chiave per alloggiamento apparati di telecontrollo (piastra di fondo RIO o PLC, cassetto ottico, switch).

L'armadio è dotato, altresì, di impianto elettrico costituito da:

- N. 3 microinterruttori a levetta per controllo apertura porta vano estintori, vano telefono e vano telecontrollo;
- N. 2 microinterruttori a levetta (uno per estintore) per controllo presenza estintore;
- Plafoniera IP65 con lampada fluorescente compatta per illuminazione vano estintori;
- Quadro elettrico entro apposita cassetta in VTR dim. 300x500x200mm IP65 contenente apparati di protezione e di comando per gestione allarme acustico e luminoso locale e per contatti d'allarme (prelievo estintore, apertura portelle) da gestire in remoto;

- Suoneria con campana in acciaio inox per impegni gravosi con alimentazione a 24V 50Hz assorbimento 0,5A dB(A)1m 102 per allarme acustico locale con possibilità di temporizzare il funzionamento da un minimo di 1 minuto ad un massimo di 10 ore;
- Lampada di segnalazione di colore rosso a luce fissa con alimentazione a 24V 50Hz 15W per allarme luminoso;
- Pulsante di reset allarmi posto sulla porta del quadro elettrico entro l'armadio SOS accessibile solamente da personale autorizzato in possesso di apposita chiave.

L'armadio dovrà avere un'interfaccia per la connessione con altri apparati comprendente n. 2 RJ45, n. 2 SC per fibra ottica multimodale o monomodale, interfaccia per configurazione locale RS232. Riconoscimento della posizione fisica dell'armadio SOS tramite indirizzo IP.

## 14. IMPIANTO DI RADIODIFFUSIONE SONORA E RITRASMISSIONE RADIO

### 14.1. GENERALITÀ

In galleria devono essere installati impianti per ritrasmissioni radio ad uso dei servizi di pronto intervento e di radiodiffusione sonora a servizio degli utenti in caso di emergenza.

In particolare deve essere previsto un impianto radio che consenta le comunicazioni agli operatori del gestore della strada, alla Polizia di Stato tramite sistema Te.T.R.A., ai Vigili del Fuoco e ad altri operatori di soccorso e di intervento, nonché la ripetizione di alcune frequenze radio FM per trasmettere eventuali informazioni agli utenti in galleria.

Il sistema di comunicazione deve consentire:

- La comunicazione agli utenti di istruzioni di comportamento attraverso messaggi pre-registrati,
- La comunicazione agli utenti dalla sala di controllo o da una postazione remota di informazioni aggiuntive.

### 14.2. CAVO FESSURATO

Il cavo radiante 7/8" per impianto di ritrasmissione segnale radio in galleria, deve essere in grado di ridiffondere frequenze radio nell'intervallo 75-2700 MHz, con le seguenti caratteristiche minime nell'intervallo di frequenze di esercizio:

- Attenuazione di 2,5 dB/100mt,
- Coupling Loss 95% di 74 dB.

È compreso nel prezzo il kit di ancoraggio del cavo al piedritto della galleria costituito da elemento distanziale, fissacavo, tassello in nylon e vite mordente, il tutto per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

#### 14.3. SISTEMA DI ANTENNE

Il sistema di antenne deve essere costituito da 5 antenne ad alta direttività ed alto guadagno per segnali radio in banda UHF/VHF, ciascuna per un singolo canale, in modo che complessivamente sia possibile ricevere i seguenti canali:

- Polizia Stradale;
- Vigili del Fuoco;
- 118;
- ANAS;
- Canale radio FM 103.3

Il prezzo comprende il palo in acciaio zincato altezza 12 metri fuori terra per installazione delle antenne, zanche di fissaggio e quant'altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte, sono escluse le opere civili a corredo.

#### 14.4. STAZIONE RADIO BASE MODULARE "MASTER"

La Stazione Radio Base Modulare "Master" sarà contenuta in armadio Rack di dimensioni standard per impianto di ritrasmissione radio in galleria con predisposizione per servizio di telecomunicazione in standard TETRA, impostata per la gestione di n. 4 reti radio attribuiti ai servizi di Polizia Stradale, Vigili del Fuoco, Servizio Sanitario e gestore strada, oltre al servizio di diffusione radiofonica FM. La stazione Master dovrà avere un funzionamento semiduplex, ritrasmetterà verso la rete territoriale di competenza quanto ricevuto dai terminali mobili in galleria e trasmetterà verso i terminali mobili in galleria (via cavo fessurato) quanto ricevuto dalla rete territoriale di competenza. In particolare la Stazione Radio "Master" sarà costituita dai seguenti componenti:

- Appareti radio duplex per VV.FF., P.S., soccorso medico e gestore strada;
- Trasmettitore radio su canale FM con predisposizione audio/break;
- Sistema di filtri branching RF per la connessione alle 5 antenne esterne con caratteristiche minime riferibili all'utenza Te.T.R.A. di attenuazione massima 15dB e isolamento verso gli altri servizi radio di almeno 50dB;
- Alimentatore 220Vca/12Vcc;
- Batteria ermetica 100Ah;
- Switch industriale.

La Stazione Radio "Master" dovrà essere predisposta per l'interfacciamento, tramite collegamento IP, al Sistema di Supervisione e Controllo locale di galleria e verso la Sala Operativa Compartimentale GESTORE STRADA. E' compreso nel prezzo il Software con relativa licenza per la diagnostica, la configurazione ed il monitoraggio di tutti i parametri del sistema sia in locale che da remoto. Sono compresi nella fornitura documentazione tecnica e Dichiarazione di Conformità. S'intende, altresì, compreso nel prezzo ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

#### 14.5. STAZIONE RADIO BASE MODULARE "SLAVE"

La Stazione Radio Base Modulare "Slave" sarà contenuta in armadio Rack in acciaio inox AISI 304 o 316L di dimensioni standard per impianto di ritrasmissione radio in galleria con predisposizione per servizio di telecomunicazione in standard TETRA, impostata per la gestione di n. 4 reti radio attribuiti ai servizi di Polizia Stradale, Vigili del Fuoco, Servizio Sanitario e gestore strada, oltre al servizio di diffusione radiofonica FM sulla frequenza identificata dalle autorità locali. La stazione Slave, posizionata all'interno della galleria, avrà un funzionamento duplex, ritrasmetterà verso i terminali mobili e verso la rete territoriale esterna (via Stazione Radio Master) quanto ricevuto dai terminali stessi e ritrasmetterà quanto ricevuto dalla rete territoriale di competenza (sempre via Stazione Radio Master) ai terminali mobili. In particolare la Stazione Radio "Slave" sarà costituita dai seguenti componenti:

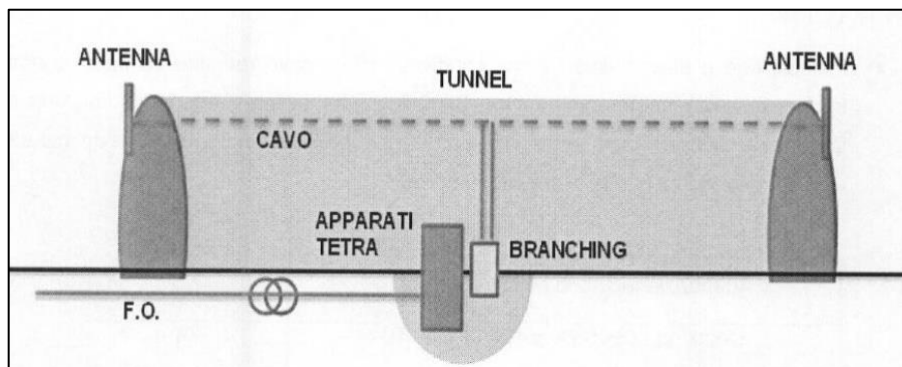
- Apparatî radio duplex per VV.FF., P.S., soccorso medico e gestore strada;
- Trasmettitore radio su canale FM con predisposizione audio/break;
- Combinatore branching RF con caratteristiche minime riferibili all'utenza TETRA di attenuazione massima 15dB e isolamento verso gli altri servizi radio di almeno 50dB, con divisore finale larga banda a quattro vie per il collegamento al cavo fessurato;
- Alimentatore 220Vca/12Vcc;
- Batteria ermetica 100Ah;
- Switch industriale.

La Stazione Radio "Slave" sarà collegata alla Stazione Radio "Master" per mezzo di cavo in fibra ottica tramite collegamento IP e nel caso di interruzione dei collegamenti con la stazione "Master" (es. rottura della fibra ottica), la stazione "Slave" si dovrà richiudere localmente per garantire almeno le comunicazioni all'interno della galleria. Sono compresi nella fornitura documentazione tecnica e Dichiarazione di Conformità. S'intende, altresì, compreso nel prezzo ogni altro onere per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

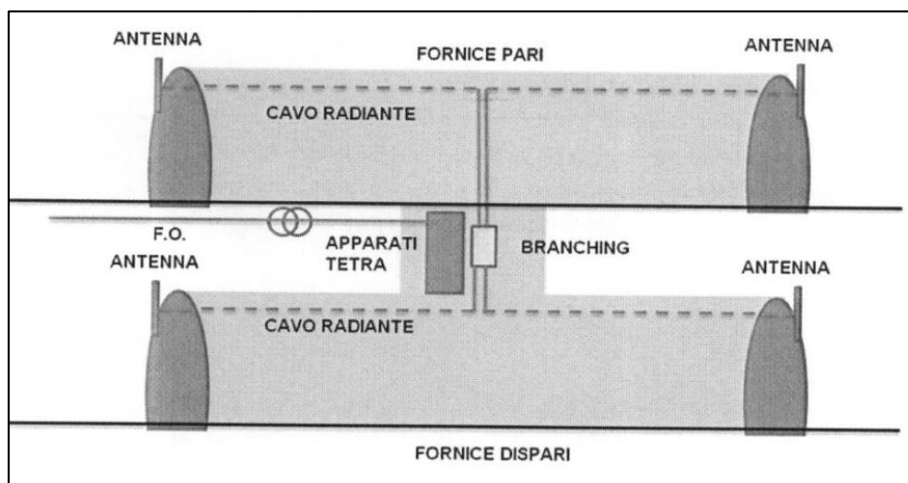
#### 14.6. SISTEMA TETRA

Il sistema TETRA è uno standard di comunicazione a onde radio per uso professionale, con sistemi veicolari e portatili, usato principalmente dalle forze di pubblica sicurezza e militari e dai servizi di emergenza che opera nella banda di frequenze 380-400MHz. Le infrastrutture da predisporre per l'integrazione di tale sistema sugli impianti di ritrasmissione radio in galleria non possono prescindere dalla lunghezza delle gallerie stesse. L'installazione del sistema TETRA necessita di apparati con le seguenti caratteristiche:

- Cavo radiante 7/8" in grado di ridiffondere frequenze radio nell'intervallo 75-2700MHz con attenuazione 2,5db/100mt a 450MHz e Coupling Loss 95% di 74dB a 450MHz;
- Stazione radio modulare Master avente ingresso per l'utenza TETRA;
- Stazione radio modulare Slave dotata di sistema di branching RF verso il cavo radiante avente ingresso per l'utenza TETRA con attenuazione massima di 15dB ed isolamento verso gli altri servizi radio di almeno 50dB;
- Utilizzo di fibra ottica monomodale per il collegamento tra gli apparati.



Tipologico installazione sistema TETRA per gallerie a singolo fornice



Tipologico installazione sistema TETRA per gallerie a doppio fornice

#### 14.7. CENTRALE DI RADIODIFFUSIONE SONORA

La Centrale di Gestione e Controllo per impianto di diffusione sonora in galleria dovrà essere costituita da armadio Rack 19" a 24 unità dotato di pannello di chiusura posteriore e porta anteriore in acciaio con vetro e serratura. La centrale sarà dotata di:

- Modulo di interfaccia audio IP/SIP con alimentazione PoE;
- Matrice audio modulare master certificata EN 54-16;
- Telaio portaschede completo di bus di comunicazione per il controllo simultaneo di 16 segnali audio;
- Monitor integrato con display alfanumerico e tastiera frontale;

- Connessione IP e interfaccia VOIP;
- Modulo con 2 uscite audio sorvegliate su RJ45 per amplificatori e linee diffusori;
- Modulo per la gestione di 6 linee di altoparlanti e 2 amplificatori con funzione di back up automatico;
- Amplificatore di potenza dedicato in classe D per sistemi di diffusione a tensione costante 100V certificato EN 54-16;
- Unità di alimentazione di emergenza 24Vdc/12A per gestione e ricarica delle batterie certificato EN 54-4;
- Batterie di alimentazione 150Ah/12V.

Il tutto compreso di accessori di completamento, cablaggio, programmazione, collaudo e certificazioni per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

#### *14.8. DIFFUSORE A TROMBA*

Il diffusore a tromba in ABS UL94V0 certificato EN 54-24 si deve installare all'interno dei by-pass ed in galleria in corrispondenza delle postazioni SOS, e sarà dotato delle seguenti caratteristiche:

- Potenza RMS 30W;
- Trasformatore per linee 100V con prese intermedie da 15-7,5-3,75W;
- Sensibilità 105dB;
- SPL Max 120dB;
- Risposta in frequenza 400/7500Hz.

L'altoparlante dovrà avere un grado di protezione IP66, colore grigio (RAL7035) e sarà dotato di morsetto in ceramica con termofusibile 152°C. Sono compresi nel prezzo tutti gli accessori necessari e le staffe di fissaggio orientabili in acciaio, il tutto per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

## 15. IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI

### 15.1. PREMESSA

Nelle gallerie stradali dotate di impianto di ventilazione meccanica deve essere previsto uno specifico impianto di rilevazione incendio del tipo a rilevazione lineare di temperatura, collocato sulla volta della galleria. Il sistema deve essere in grado oltre che a rilevare la presenza di un incendio, a determinare la posizione del focolaio in galleria.

### 15.2. CAVO TERMOSENSIBILE DIGITALE

Il cavo sensore di temperatura dovrà essere composto da due conduttori in acciaio aventi diametro esterno di 0,8 mm, indipendenti, e individualmente avvolti in un polimero termosensibile. I conduttori sono twistati in modo da garantire che tra di essi ci sia sempre la forza meccanica necessaria per un efficace intervento. Il rivestimento è completato da una guaina esterna a base vinilica che migliora la stabilità meccanica, e offre resistenza ad agenti chimici ed atmosferici. Il cavo è adatto per applicazioni industriali/civili, e per installazioni interne/esterne. Al raggiungimento della temperatura, d'intervento, l'isolante dei conduttori si fonde con ritiro di materiale causando il loro cortocircuito.

Il cavo termosensibile dovrà possedere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Temperatura di intervento 68°C;
- Max temperatura ambiente 45°C;
- Materiale conduttori in acciaio;
- Resistenza conduttori ~0,66 K/Km;
- Tensione di lavoro 42Vdc, 30Vac max;
- Materiale isolamento termosensibile;
- Guaina esterna EPC;
- Diametro cavo 3,5 – 4,5mm;
- Approvazione CEGB GDCD-187;

Completo di accessori di fissaggio, tasselli, viti, fascette, se necessario posto in opera entro tubazioni e/o canalizzazioni predisposte, completo di accessori di collegamento e connettori, terminazioni, giunzioni, attestazioni del cavo, siglature e ogni altro onere previsto e/o prevedibile, anche se non espressamente indicato, per l'installazione ed il collegamento a regola d'arte. Il cavo verrà fissato in volta oppure sulla spalla del canale metallico tramite clip di fissaggio a T.



### 15.3. UNITÀ DI CONTROLLO CAVO TERMOSENSIBILE DIGITALE

L'unità per il controllo di zona deve essere in grado di fornire l'allarme incendio e l'allarme di corto circuito e circuito aperto sia in zona, tramite due LED posti sul pannello frontale, sia a distanza tramite due uscite digitali. L'unità di controllo per cavo termosensibile digitale deve essere conforme alle seguenti norme:

- Norme sulla BT nel rispetto della direttiva 72/23/ECC modificata dalla 93/68/ECC con l'applicazione della norma generica sulla sicurezza elettrica EN61010-1 + A2:95;
- Norme sulla compatibilità elettromagnetica nel rispetto della direttiva 89/336/ECC modificata da 93/31/ECC, 93/68/ECC, 98/13/ECC;
- EN61000-6-3:2001 per ambienti civili (residenziali);
- EN61000-6-4: 2001 per sistemi e apparati industriali;
- EN61000-6-2: 2001 per sistemi e apparati industriali;
- Certificazione CE, UL.

L'unità di controllo, unitamente al cavo sensore, forma un sistema intelligente completamente programmabile in relazione alla ampiezza della zona e alla lunghezza del cavo digitale. Il sistema è in grado di individuare il punto interessato dal superamento della temperatura di allarme fornendo la misura della distanza in metri. L'unità di controllo deve avere le seguenti caratteristiche funzionali:

- Temperatura di allarme incendio 68°C;
- Identificazione del punto di allarme con precisione di  $\pm 1\%$ ;
- Tempo di risposta inferiore a 30 secondi;
- Possibilità di programmare liberamente fino a 255 zone senza limiti di lunghezza minima per ogni zona.

L'unità è, inoltre, provvista di pannello operatore con schermo alfanumerico da 4 righe per 20 caratteri con le seguenti funzioni:

- Indicazione e richiamo dei valori misurati e loro controllo attraverso rappresentazione organizzata a menu sul display;
- Tastiera per inserimento dei parametri di campo, configurazione e parametrizzazione delle zone di misura;
- Visualizzazione del punto di allarme in metri e indicazione della zona interessata dall'allarme;
- Tacitazione degli allarmi;

- Prova led;
- Diagnostica con registrazione degli eventi di allarme e avaria;
- Led verde segnalazione presenza alimentazione;
- Led arancio segnalazione sistema in avaria;
- Led rosso segnalazione allarme incendio;
- Selettore a chiave per abilitazione unità di controllo.

L'unità avrà un'interfaccia di comunicazione 4-20mA proporzionale alla misura del punto di allarme, 256 segnali digitali (in combinazione binaria) per la segnalazione di guasto, interruzione del cavo termosensibile e degli allarmi di zona, RS 232/RS485 protocollo Modbus;

Il dispositivo avrà, inoltre, le seguenti caratteristiche tecniche:

- Alimentazione della centralina 230Vca 50/60 Hz;
- Assorbimento 50 W;
- Umidità da 30 a 95% senza condensa;
- Temperatura da 0 a 55 °C;
- Contenitore a rack per montaggio in armadi 19" (84TE x 4HE);
- Grado di protezione IP22;
- Dimensioni: 483x177x370 mm (LxHxP);
- Peso 10 kg.

Compresa fornitura e posa in opera e completa di accessori di fissaggio, alimentazione con cavo di formazione e sezione adeguata, tubazioni/canalizzazioni da incasso e/o staffate a vista, cassette di derivazione e di attestamento da incasso e/o a vista, manuali operativi, schemi e ogni altro onere previsto e/o prevedibile, anche se non espressamente indicato, necessario per dare il dispositivo in opera e funzionante a perfetta regola d'arte.

#### *15.4. CAVO SENSORE IN FIBRA OTTICA*

Il cavo deve avere un'attenuazione minore di 3,5 dB/km per una lunghezza d'onda di 850 nm. Il rivestimento esterno deve essere in materiale ritardante la fiamma, a bassa emissione di fumi privo di materiali alogenati "halogen free" (Certificazioni ASTM D-2863, BS 6425, NES 713). Il materiale gelatinoso interposto tra il rivestimento e la fibra stessa, deve conferire al cavo una particolare flessibilità e rendere ininfluenti eventuali

stiramenti longitudinali, mantenendo una bassa massa termica per una immediata risposta alla variazione di temperatura. Il cavo in fibra avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

- Diametro del cavo 4 mm;
- Peso massimo 15 gr/m;
- n. 2 fibre ottiche multimodo 62,5/125 micron;
- Campo di temperatura esercizio -30°C a +70°C;
- Limite di infiammabilità 270 °C (Certificazioni NES 715);
- Resistenza alla trazione 100 N (Certificazioni IEC 794-1 E1, E3, E4, E7);
- Raggio minimo di curvatura 50 mm (Certificazioni IEC 794-1 E6, E11);
- Periodo di vita maggiore di 30 anni.

Il cavo dovrà essere completamente immune dalle seguenti condizioni ambientali:

- Interferenze elettromagnetiche;
- Umidità;
- Sostanze chimiche corrosive e gas esausti corrosivi;
- Polvere e sporcizia;
- Influenze atmosferiche e radiazioni solari;
- Illuminazione;
- Variazione della temperatura ambientale;
- Basse temperature agli ingressi delle gallerie;
- Radioattività;
- Può essere utilizzata in ambienti Eex-d;
- Elevate compressioni.

Compresa la fornitura, la posa in opera e completo di accessori di fissaggio, tasselli, viti, fascette ,clip di fissaggio a T, se necessario posto in opera entro tubazioni e/o canalizzazioni predisposte, completo di accessori di collegamento e connettori, terminazioni, giunzioni, attestazione della fibra ottica con rilascio della relativa certificazione da parte di personale qualificato, siglature e ogni altro onere previsto e/o prevedibile, anche se non espressamente indicato, per l'installazione ed il collegamento a regola d'arte.

#### *15.5. UNITÀ DI CONTROLLO PER CAVO SENSORE IN FIBRA OTTICA*

L'unità di controllo sarà in tecnologia OTDR e laser in classe 3A (alta sicurezza, non dannoso per gli occhi) in accordo con EN 60825-1:2001, con configurazione della fibra ottica per come segue:

- Configurazione ad anello aperto;

- Configurazione ad anello chiuso.

Il dispositivo dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Tempo massimo di risposta di 30 secondi sulla lunghezza totale della fibra;
- Precisione di lettura  $\pm 1,25$  m;
- Ampiezza della banda di allarme  $\pm 2^\circ\text{C}$ ;
- Alimentazione 24 V dc (-6 / +12 V dc), 25 W max;
- Umidità: 0 a 95% RH (non condensato);
- Campo di temperatura di esercizio  $0^\circ\text{C}$  a  $+40^\circ\text{C}$ .

L'unità di controllo dovrà avere le seguenti funzioni principali:

- Unità di controllo programmabile in relazione alla ampiezza della zona ed alla soglia di allarme;
- Visualizzazione in tempo reale su PC locale e remoto del tracciato interattivo della temperatura in funzione della posizione e del tempo lungo tutta la linea di rilevazione (profilo termico);
- Reazione ad una variazione termica anche a temperature molto basse  $-30^\circ\text{C}$  con sensibilità  $\pm 2^\circ\text{C}$ ;
- Indicazione dello stato delle singole zone;
- Possibilità di modificare successivamente i parametri di allarme;
- Numero di zone programmabili: 100 zone senza limiti di lunghezza minima per ogni zona;
- Estensione dell'incendio;
- Direzioni di propagazione dell'incendio.

Programmabilità delle soglie di allarme:

- Per temperatura massima liberamente programmabile;
- Per gradiente di temperatura (incremento della temperatura nell'unità di tempo) liberamente programmabile;
- Aumento della temperatura di zona rispetto al valore medio;
- Per associazione di zone;
- Allarmi multipli.

La centrale sarà provvista di software in ambiente Windows per il controllo, la configurazione, e l'interfacciamento con il sistema di supervisione locale, e la gestione in remoto.

Interfacce:

- 30 relé programmabili liberamente;
- 2 relé per indicazione di guasti e rottura;

- 1 uscita seriale RS 232 con protocollo MODBUS per gestione da PLC;
- 1 uscita seriale RS 232 con protocollo in chiaro per gestione da PC.

La centrale sarà provvista delle necessarie certificazioni previste per legge ed del marchio CE, ovvero:

- Compatibilità elettromagnetica (EMC), Immunità: in accordo con BS EN 50082-1,
- Emissioni in accordo con BS EN 50081-1.

Compresa la fornitura e la posa in opera e completa di accessori di fissaggio, alimentazione con cavo di formazione e sezione adeguata, tubazioni/canalizzazioni da incasso e/o staffate a vista, cassette di derivazione e di attestamento da incasso e/o a vista, manuali operativi, schemi e ogni altro onere previsto e/o prevedibile, anche se non espressamente indicato, necessario per dare il dispositivo in opera e funzionante a perfetta regola d'arte.

## 16. IMPIANTO DI RILEVAMENTO TRAFFICO

### 16.1. *PREMESSA*

L'impianto di rilevamento traffico è costituito da sistemi che devono integrarsi con l'impianto di ventilazione al fine di gestirne il corretto funzionamento sia in modalità sanitaria che di emergenza.

I radar (Radio Detection And Ranging) a microonde sono dei sensori da posizionare centralmente sopra la corsia da monitorare che utilizzano una lunghezza d'onda dell'energia trasmessa compresa tra 1 e 30 cm, a cui corrisponde un intervallo di frequenza da 1 a 30 GHz (quelli impiegati nel monitoraggio del traffico operano a intervalli di frequenza prossimi a 10.5, 24.0 e 34.0 GHz). Quando un veicolo attraversa il raggio di energia trasmessa dal radar una parte di questa viene riflessa verso l'antenna del sensore permettendo il rilevamento del veicolo.

### 16.2. *SENSORE TRAFFICO RADAR*

Il sensore potrà essere utilizzato sia per la realizzazione di sistemi di raccolta dati a fini statistici, sia per la realizzazione di sistemi di monitoraggio che di gestione del traffico in tempo reale. Il sensore dovrà inoltre misurare il tempo di occupazione della corsia, determinando la presenza di eventuali veicoli fermi, fornendo anche informazioni sulle condizioni di flusso, distinguendolo tra normale, rallentato o fermo. Il sensore dovrà essere collegato ad una centralina polifunzionale (da pagare a parte con la relativa voce di elenco) tramite cavi composti, per la trasmissione dei dati e per fornire l'alimentazione ai sensori. Il dispositivo dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Dati rilevati, corsia, direzione, velocità, lunghezza, tempo di occupazione, gap, headway, Categoria veicolo, (8+1 classi), stato traffico (normale, rallentato o fermo);
- Altezza di fissaggio, da 5,50 a 8,00 m, in asse alla corsia;
- Connettori a vite, standard, MIL/2, connettori circolari N12;

- Funzionamento, da -40°C a +80°C;
- Alimentazione, 9-24Vdc  $\pm$  10%, consumo elettrico non superiore a 1,1W;
- Alloggiamento, ABS resistente ai raggi UV, grado di protezione IP66, fissaggio e tettuccio in acciaio INOX;

Comprensivo di vari accessori di fissaggio ed elementi di bloccaggio, algoritmo HIOCC e HIOCC II.

### *16.3. CONCENTRATORE CON CAPACITÀ DI ANALISI TRAFFICO*

Gli apparati di analisi e registrazione dovranno utilizzare schede standard e dotati di sistema operativo preinstallato su memoria solida DOM (Disk On Module). Per la parte di registrazione dovranno avere a disposizione Hard Disk da 2000 GB. Dovranno essere accessoriati di Interfaccia di rete IEEE 802.3 10/100/1000 Mbit/s, con chiave interna di protezione Smart Key. Tali apparati analizzeranno il segnale non compresso per l'analisi del traffico e fumo. Solo successivamente il segnale potrà essere compresso in formato Mpeg 4 standard. Ciascun apparato, deve utilizzare schede standard, sarà pertanto dotato di:

- 8 ingressi video analogici;
- Memoria solida DOM;
- Sistema operativo linux embeddedd;
- n. 2 hard disk da 2000 GB;
- Protocolli di comunicazione aperti;
- Interfaccia di rete IEEE 802.3 10/100 Mbit/s;
- Chiave interna di protezione Smart Key.

Gli apparati realizzeranno le seguenti funzioni (simultaneamente e per ciascun canale):

- Digitalizzano i segnali video analogici;
- Analizzano il traffico in galleria utilizzando;
- Analizzano la presenza di fumo in galleria;
- Comprimonono i segnali video con codifica MPEG4 standard;
- Registrano i segnali video;
- Trasmettono i segnali video su rete IP.

L'analisi del traffico e fumo tramite elaborazione video deve prevedere l'avviso agli operatori del centro nel caso si verificassero i seguenti eventi:

- Veicolo fermo in carreggiata;
- Contromano;
- Presenza fumo.

Il sistema deve analizzare anche le condizioni di traffico, rilevando:

- Coda;
- Traffico rallentato.

Infine il sistema deve fornire funzioni statistiche, quali:

- Conteggio veicoli;
- Stima velocità.

Il sistema di analisi video non dovrà essere basato su tecniche di object tracking, ritenute poco affidabili in casi di traffico congestionato. Compresa la fornitura, la posa in opera e ogni altro onere previsto e/o prevedibile, anche se non espressamente indicato, necessario per dare il dispositivo in opera e funzionante a perfetta regola d'arte.

#### *16.4. SOFTWARE PER IL CONCENTRATORE*

Da installare su ogni telecamera, al fine di consentire l'individuazione di:

- Coda;
- Incidente;
- Fermo veicolo;
- Occupazione corsia;
- Traffico rallentato;
- Velocità media;
- Presenza fumo;
- Registrare le immagini video, con modalità ring buffer e allarm buffer.

Compresa la fornitura, la posa in opera e ogni altro onere previsto e/o prevedibile, anche se non espressamente indicato, necessario per dare il dispositivo in opera e funzionante a perfetta regola d'arte.

## 17. IMPIANTO DI VIDEOSORVEGLIANZA

### 17.1. *PREMESSA*

L'installazione di un impianto di sorveglianza mediante telecamere per ogni senso di marcia deve essere valutata caso per caso. Un impianto di sorveglianza deve essere previsto quando la lunghezza della galleria è maggiore di 3000m ovvero per tutte le gallerie dotate di un centro di controllo presidiato. L'impianto di sorveglianza deve essere connesso con una sala di controllo presidiata. Le telecamere devono essere installate in modo da consentire:

- Il controllo della situazione del traffico all'interno della galleria;
- Il controllo delle piazzole di sosta/emergenza e degli armadietti SOS.

L'installazione di un impianto di rilevazione automatico degli incidenti ovvero dell'instaurazione di condizioni di traffico anomale deve essere valutata caso per caso. Un impianto di rilevazione automatico degli incidenti stradali deve essere previsto quando la lunghezza della galleria è maggiore di 3000m ovvero per tutte le gallerie dotate di un centro di controllo. Gli impianti del sottosistema di sorveglianza e rilevazione devono essere interfacciati tramite il sistema di controllo e gestione della galleria con gli altri sistemi di sicurezza in essa installati. Gli impianti del sottosistema di sorveglianza e rilevazione devono essere collegati alla alimentazione elettrica di sicurezza.

### 17.2. *TELECAMERA FISSA FULL HD*

La telecamera di che trattasi è dei tipo fissa Full HD con analisi DAI a bordo, dotata di sensore megapixel Progressive Scan, che supporta le funzionalità delle ottiche sia DC-iris che P-iris, equipaggiata con funzione di messa a fuoco da remoto, con funzionalità per le riprese diurne e notturne in grado di produrre immagini con livelli di illuminazione minimi di 0,4 lux durante le ore diurne e di 0,06 lux durante quelle notturne.

La telecamera dovrà: avere un'ampia gamma dinamica fino a 120dB nel range da 0,4 a 400.000 lux, essere predisposta per il caricamento di algoritmi AID di Controllo Traffico, disporre di una porta Ethernet 10BASE-T/100BASE-TX, supportare la modalità di alimentazione Power over Ethernet (PoE) conformemente allo standard IEEE 802.3af e allo standard IEEE 802.3at, essere in grado di trasmettere contemporaneamente flussi video Motion JPEG e H.264, supportare almeno due flussi video configurabili singolarmente con risoluzioni HDTV 720p (1280x720) a 30 fotogrammi al secondo in formato H.264.

Tramite supporto H.264 dovrà garantire le funzionalità unicast e multicast, nonché la trasmissione di immagini a velocità fissa (CBR) e variabile (VBR), essere dotata di una memoria video per il salvataggio delle immagini pre e post allarme e dovrà disporre di uno slot per le schede SD/SDHC (incluse nella fornitura) utilizzabile per ampliare la memoria video locale o per lo storage in locale delle registrazioni, avere la possibilità di eseguire la regolazione posteriore a distanza della messa a fuoco dall'interfaccia web.



La telecamera deve disporre, inoltre, di un server Web incorporato per creare video ed effettuare operazioni di configurazione tramite un browser Web standard che supporti HTTP, inoltre dovrà supportare API aperte e pubblicate utilizzabili per l'integrazione di applicazioni di terze parti, essere equipaggiata con una piattaforma che permette il caricamento di applicazioni di analisi Video CITILOG di terze parti per rilevamento di veicolo fermo in condizioni di traffico fluido.

Il sistema deve poter analizzare il movimento dei veicoli fino ad una distanza di 250 metri in itinere e 140 metri in galleria rettilinea e dovrà essere in grado di svolgere le seguenti funzioni: - veicolo fermo in condizioni di traffico congestionato (tale funzionalità dovrà permettere di differenziare i veicoli fermi temporaneamente per una congestione del traffico da quelli fermi a causa di un incidente), - traffico congestionato e veicoli lenti (il sistema deve generare un allarme quando la velocità di un veicolo scende al di sotto di una determinata soglia), - rilevamento del movimento dei pedoni lungo il ciglio della sede stradale, - veicolo in movimento nel senso contrario di marcia, - rilevamento fumi o riduzione visibilità, - presenza di detriti sulla sede stradale.

La telecamera deve possedere una custodia in metallo per ambienti esterni di classe IP66, a prova di atti vandalici e per un suo utilizzo a temperature comprese tra -40° e +50°C anche se alimentata tramite Power over Ethernet. Nel caso di operatività a temperature eccezionalmente basse, la telecamera dovrà essere munita di un modulo di preriscaldamento atto a garantirne lo "start-up", anche a seguito di un'interruzione prolungata di corrente, essere conforme allo standard per il video di rete come definito dall'organizzazione ONVIF.

La telecamera sarà interfacciata con il Sistema Aziendale RMT con i relativi allarmi sopra indicati. Nel prezzo sono inclusi staffa di supporto, collare a palo, alimentatore ed ogni altro onere previsto e/o prevedibile, anche se non espressamente indicato, necessario per dare il dispositivo in opera e funzionante a perfetta regola d'arte.

### *17.3. LICENZA SOFTWARE AID*

Da installare in telecamera fissa Full HD con analisi DAI a bordo con le seguenti funzionalità di riconoscimento:

- Veicolo fermo in condizioni di traffico fluido. Il sistema deve poter analizzare il movimento dei veicoli fino ad una distanza di 250 metri in itinere e 140 metri in galleria rettilinea;
- Veicolo fermo in condizioni di traffico congestionato. Tale funzionalità dovrà permettere di differenziare i veicoli fermi temporaneamente per una congestione del traffico da quelli fermi a causa di un incidente. A questo proposito il sistema dovrà generare un allarme dopo un periodo di stazionarietà del veicolo più lungo;
- Traffico congestionato. Il sistema dovrà modificare in automatico la configurazione modificando il parametro che regola il tempo di arresto del veicolo prima dell'allerta;
- Veicoli lenti. Il sistema deve generare un allarme quando la velocità di un veicolo scende al di sotto di una determinata soglia;
- Pedoni. Rilevamento del movimento dei pedoni lungo il ciglio della sede stradale;
- Veicolo in movimento contrario di marcia;
- Rilevamento fumi o riduzione di visibilità;

- Presenza di detriti sulla sede stradale.

#### *17.4. SERVER AID*

Personal Computer in chassis idoneo ad essere installato in un rack 19". Il server deve supportare un sistema operativo Windows, utilizzare interfacce user-friendly e deve essere in grado sia di inviare i dati ad una o più workstation di gestione, sia ricevere dati dalle stesse workstation di gestione e dagli apparati di analisi dei flussi video (da questi ultimi, ad esempio, le sequenze video relative ad un evento devono essere scaricate automaticamente sul server di comunicazione). Sul server deve essere installato e configurato idoneo software applicativo. Il server deve interfacciarsi con il sistema Aziendale RMT.

#### *17.5. PIATTAFORMA VMS*

Piattaforma VMS in grado di gestire fino a 50 telecamere, dotata di software client/server enterprise-class per un sistema di gestione a matrice video virtuale. Il sistema VMS permette la gestione degli utenti, delle priorità e degli allarmi, monitor indipendenti per postazione operatore, mappe grafiche, monitoring degli apparati e della configurazione del sistema. La piattaforma VMS, inoltre, dovrà supportare la registrazione su dispositivi NVR.

## 18. IMPIANTO DI MONITORAGGIO TRAFFICO E AMBIENTALE

### *18.1. PREMESSA*

Per monitoraggio traffico e ambientale, s'intende l'insieme di tutti quei sistemi per l'identificazione delle targhe relative alle merci pericolose nonché il rilevamento in itinere delle condizioni meteorologiche.

### *18.2. TELECAMERE KEMLER*

La telecamera di che trattasi è un dispositivo utilizzato per la lettura di targhe Kemler compatibile con centralina/modulo integrativo Mroad/Mtraf/Mtrack, dotata di illuminatore IR integrato, interfaccia Ethernet, alimentazione a 24Vdc, alloggiamento IP66 e fissaggio per palo. La telecamera sarà interfacciata con il Sistema Aziendale RMT. Nel prezzo è incluso ogni altro onere previsto e/o prevedibile, anche se non espressamente indicato, necessario per dare il dispositivo in opera e funzionante a perfetta regola d'arte.

### *18.3. SENSORE DISDROMETRO*

Tale sensore viene utilizzato per il rilevamento contemporaneo delle condizioni meteorologiche ovvero la tipologia ed il livello di precipitazione nevosa e/o piovosa e la stima della distanza visiva. Il sensore dovrà essere capace di discriminare tra le precipitazioni di carattere nevoso, piovoso, misto e di grandine, nonché di individuare diverse classi di intensità. Dovrà essere dotato di doppio ricevitore al fine di garantire una migliore precisione. Il sensore dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Trasduttore a barriera ottica laser in classe 1;

- Colore rosso;
- Campo ottico 200 mm x 50 mm. I parametri di rilevamento sono:
- Precipitazione: nessuna, pioggia, neve, nevischio, grandine, forme miste;
- Intensità: classe oppure valore equivalente in mm/ora;
- Distanza visiva: 0-600 m;
- Present weather: codifica standard WMO 4680;
- Alimentazione: 10-24Vdc, consumo non superiore ai 0,5W;
- Riscaldamento: compreso, 24 Vdc/ac max 12 W;
- Custodia in alluminio con grado di protezione IP66.

#### *18.4. SENSORE UMIDITÀ E TEMPERATURA DELL'ARIA*

Opportunamente schermato a mezzo di una custodia in policarbonato costituita da vari dischi concentrici sovrapposti, di colore bianco e di materiale resistente ai raggi ultravioletti per consentire la ventilazione naturale del sensore e la protezione dalla radiazione solare e dalle intemperie.

Il sensore di umidità deve avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Campo di misura: umidità relativa 0-100%;
- Temperatura da -50°C a +100°C;
- Sensore di umidità: precisione  $\pm 0,8\%$ ;
- Ripetibilità  $\pm 0,02\%$ ;
- Deriva max  $\pm 1\%$  all'anno;

Il sensore di temperatura, invece, avrà le seguenti caratteristiche:

- Pt100;
- 1/3 classe;
- Precisione  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ ;
- Ripetibilità  $\pm 0,01^\circ\text{C}$ ;
- Alimentazione: 3,3-24Vdc.

### 18.5. *SENSORE ANEMOMETRO*

Il sensore sarà del tipo con girante a coppe solidali con il corpo dello strumento. Il corpo dello strumento dovrà essere costruito in lega di alluminio anodizzata e verniciato a forno, mentre gli assi di rotazione dovranno scorrere su cuscinetti di precisione in acciaio inox a basso attrito. Il sensore dovrà essere predisposto per il collegamento alla centralina polifunzionale, utilizzando gli ingressi analogici. Lo strumento deve avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- Trasduttore con anemometro a coppe;
- Velocità del vento da 0,7 a 50 m/s, precisione  $\pm 2\%$ , risoluzione  $<0,02$  m/s;
- Alimentazione da 10 a 24 Vdc;
- Consumo max 0,05W;
- Diametro 95 mm, altezza 230 mm, peso 0,25 kg;
- Riscaldamento compreso;
- Funzionamento da  $-30^{\circ}\text{C}$  a  $+70^{\circ}\text{C}$ , umidità 0 -100%.

### 18.6. *PALO PER SOSTEGNO SENSORI METEO*

Il palo sarà dotato di con supporto in acciaio zincato a caldo per il fissaggio su plinto (da pagarsi a parte) con asta in alluminio anodizzato. Il palo dovrà essere fornito completo delle aste per il sostegno dei sensori meteo. Il meccanismo di ribaltamento dovrà essere controllato da una molla a gas che garantisce una discesa controllata del palo in tutti i momenti della fase di ribaltamento. Il fissaggio a fine corsa dovrà essere garantito da un apposito perno dotato di lucchetto di bloccaggio. Tutti i cavi di collegamento dei sensori dovranno transitare all'interno dei sostegni tubolari dei sensori, anch'essi realizzati in alluminio anodizzato e quindi all'interno del palo stesso. Tutte le estremità del palo e dei sostegni dovranno essere protette dalla penetrazione dell'acqua tramite un apposito tappo removibile per le ispezioni. Il palo avrà le seguenti caratteristiche tecniche:

- Piedistallo realizzato in acciaio zincato a caldo, con foratura per il fissaggio su plinto, completo dei meccanismi di ribaltamento e bloccaggio di sicurezza;
- Asta principale realizzata in alluminio anodizzato diametro 80 mm, lunghezza 4 m;
- Aste per il sostegno dei sensori realizzate in alluminio anodizzato diametro 80 mm, lunghezza dimensionata in funzione del sensore, fornite complete di raccordi

## 19. SISTEMA WI-FI

### 19.1. GENERALITÀ

Il sistema Wi-Fi verrà realizzato tramite una rete wireless a standard 802.11b/g/n, per client standard ("off the shelf", senza modifiche hardware e/o software) in grado di supportare connessioni affidabili da client in movimento a velocità autostradali. E', inoltre, previsto l'utilizzo di protocolli 802.11r, relativo alla sicurezza di connessione e 802.11p, richiesto per connessione V2V (vehicle to vehicle). Gli apparati necessari all'attivazione della rete Wi-Fi sono finalizzati all'erogazione di servizi sia verso gli utenti sia verso gli operatori Anas. La soluzione supporta la tecnologia VoIP per client standard (smartphone, tablet, laptop, etc.) in movimento a velocità autostradali ed oltre per l'erogazione di servizi real-time quali SOS On-Board, infomobilità, non sono previsti modifiche al firmware dei vari client, né apparati specifici aggiuntivi. La piattaforma offerta ed, in particolare, i nodi di accesso alla rete Wireless (Access Point), supporta l'installazione di applicazioni custom, sviluppati da Anas o da altri fornitori. Requisiti essenziali, quindi, sono le performance e la capacità di calcolo dei nodi di rete wireless, l'eventuale espandibilità e flessibilità nello storage e nelle interfacce. Nella fornitura sono compresi tutti gli apparati necessari sia per la creazione della rete Wi-Fi di comunicazione sia per il collegamento ai punti di accesso alla rete fisica ANAS presenti sulla rete stradale, con relativa alimentazione. I nodi sono costituiti almeno da un apparato con funzioni di Access Point con scheda radio e scheda Gigabit Ethernet e, ove necessario, da uno o più apparati per il collegamento radio verso i nodi adiacenti, se non presente connettività via cavo. Gli apparati di Accesso sono costituiti da una mainboard principale dotata di schede radio. Tali apparati sono dotati di antenne bidirezionali nelle frequenze dei 2.4Ghz e 5/5.9Ghz già integrate all'interno del case per un'installazione semplificata nelle tipiche tratte stradali ed autostradali. L'antenna standard ha una struttura esterna "a bandiera" con possibilità di fissaggio con kit staffe a palo. L'infrastruttura di rete prevista richiede la realizzazione di un sistema centrale di elaborazione basato su server dedicati in grado di svolgere le seguenti funzionalità di base:

Gateway IP-Controller di rete Wireless, costituisce il punto di unione tra la rete esistente e la rete WiFi ed è il nodo attraverso cui implementare politiche di instradamento, sicurezza, caching (proxy), mascheramento indirizzi (NAT) e raccogliere le informazioni di localizzazione dei client sulla tratta di rete servita. E' inoltre utilizzabile per segmentare opportunamente la rete IP Wi-Fi;

Server di Localizzazione, ha il compito di raccogliere le informazioni relative al segnale dei singoli client rispetto ai singoli nodi di rete attraverso i dispositivi Gateway e restituire le informazioni di localizzazione dei client stessi rispetto al segmento di rete stradale servito;

Provisioning Server, è il sistema che fornisce dinamicamente le configurazioni ai nodi di rete wireless, piattaforma amministrativa per le attività di O&M (Operation and Maintenance);

Network Management, piattaforma di monitoraggio, analisi e reporting del sistema.

I server vengono eseguiti in un ambiente di virtualizzazione sotto forma di Virtual Machine. L'ambiente di virtualizzazione deve essere basato su un'architettura costituita da almeno 2 server fisici con capacità di load balancing e ridondanza. La piattaforma di virtualizzazione deve consentire la migrazione "live" delle macchine virtuali per consentire la massima disponibilità dei servizi durante le operazioni di O&M. A corredo del sistema è prevista una piattaforma di Storage Area Network su protocollo I-SCSI per la condivisione dei dischi virtuali e un Network Attache Storage per funzioni di back-up.

## 19.2. NODO DI RETE PER SISTEMA WI-FI

Nodo di rete Wi-fi per la realizzazione di una rete wireless in standard 802.11b/g/n in grado di supportare connessioni affidabili da client in movimento a velocità autostradali. Tale nodo deve essere, inoltre, in grado di supportare i protocolli 802.11r per la sicurezza di connessione e 802.11p per connessioni V2V. Il nodo deve essere costituito da un apparato con funzioni di Access Point con scheda radio e scheda Gigabit Ethernet e, ove necessario, da tutti gli apparati per il collegamento radio verso i nodi adiacenti, qualora non fosse presente connettività via cavo. Il nodo di rete è dotato di antenne bidirezionali nelle frequenze 2.4Ghz e 5/5.9Ghz già integrate all'interno del case. Il nodo di rete dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- CPU  $\geq 1$  GHz, preferibilmente multi-core multi-thread con architettura a 64 bit;
- DRAM  $\geq 2$  GB;
- Storage m-SATA SSD, field upgradable, SD card reader;
- Connettività 2 Gigabit Ethernet (con support PXE), 1 DB9 serial port (console) per diagnostica e test sul campo, USB per integrazione interfacce esterne, possibilità di supporto 3G;
- Supporto di 2 schede radio contemporanee per la realizzazione di bolle di copertura per i client;
- Antenna bidirezionale a doppia polarizzazione integrata per tecnologia 2.4 Ghz con guadagno  $\geq 8$  dBi;
- Antenna bidirezionale doppia polarizzazione integrata per tecnologia 5/5.9 Ghz con guadagno previsto  $\geq 8$  dBi;
- Fasci di radiazione compresi tra i  $50^\circ - 65^\circ$  nel piano orizzontale e  $20^\circ - 30^\circ$  nel piano verticale;
- Sensitivity a 9 m/bit Rate (802.11g)  $\geq -93$  db +/- 2;
- Supporto per lo standard IEEE 802.11a/b/g/n (2.4/5GHz);
- Alimentazione via Passive Power over Ethernet (POE) da 12V;
- Temperatura d'esercizio compresa nel range  $-20^\circ\text{C} / + 55^\circ\text{C}$ .
- Consumo medio inferiore a 20W.

Il dispositivo deve essere fornito completo di custodia da esterno con grado di protezione almeno pari a IP65, staffe per il montaggio su palo e connettori RJ45 con grado di protezione almeno pari a IP65. Nel prezzo è inclusa la licenza software da installare su ogni punto di accesso ed ogni altro onere previsto e/o prevedibile, anche se non espressamente indicato, necessario per dare il dispositivo in opera e funzionante a perfetta regola d'arte.

### 19.3. PIATTAFORMA HARDWARE/SOFTWARE PER SISTEMA WI-FI

Piattaforma hardware/software per gestione sistema Wi-Fi, dotato delle seguenti caratteristiche tecniche:

- n. 2 server per installazione in armadio rack (incluso), bi-processore di tipo Intel Xeon E5-2650 v3 Deca core o AMD equivalente o superiore;
- RAM  $\geq$  64 GB;
- n. 2 porte di rete Gigabit Ethernet;
- n. 2 porte di rete Ten Gigabit Ethernet;
- Controller RAID con supporto minimo di RAID level 0, 1, 5, 6 e dischi in tecnologia SAS e SATA;
- Hard disk Array in tecnologia SSD da 1 Terabyte o con capacità superiori;
- Hard disk da 2 TB minimo;
- n. 1 apparato Storage equipaggiato con un minimo di 4 dischi SSD da 500GB ciascuno, in configurazione raid5 più hot spare, con supporto per protocollo i-SCSI, 3 porte Gb ethernet;
- n. 1 apparato NAS 4TB porte Gb ethernet/USB 3.0;
- Switch managed da 8 porte 10GBASE-T rame + 2 porte in fibra ottica SFP+ 1000/10GBASE-X.

Sulla piattaforma deve essere installato e configurato idoneo software applicativo. La piattaforma deve interfacciarsi con il sistema Aziendale RMT. Nel prezzo è compreso ogni altro onere previsto e/o prevedibile, anche se non espressamente indicato, per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

## 20. IMPIANTO DI TRASMISSIONE DATI E SUPERVISIONE

### 20.1. GENERALITÀ

Il centro di controllo è il punto di raccolta di tutte le informazioni provenienti dagli impianti di galleria e dalle strutture di superficie dell'asse viario. Le principali categorie di trasmissione riportate al centro di controllo sono:

- Dati: dai supervisori di galleria e dalle utenze di superficie;
- Video: dalle unità TVCC di galleria e dalle telecamere in asse viario;
- Fonia: dalle colonnine SOS;
- Radio: dai sistemi UHF/GSM.

Il centro di controllo prevede i seguenti componenti:

- Rete di dorsale;
- PLC di superficie;
- Sala server;
- Server di acquisizione ed elaborazione dati / immagini / fonìa / radio;
- Sistema di controllo delle fonti di continuità;
- UPS;
- Sistema di raffreddamento;
- Sala operativa;
- Rete centro di controllo;
- Videowall;
- Postazioni operatore.

## *20.2. RETE DI COMUNICAZIONE*

Quanto detto a proposito della rete di galleria in termini di sicurezza delle comunicazioni è ovviamente del tutto valido anche per la rete di tratta. In questo caso, l'interruzione della rete non degrada il livello del controllo automatico nelle gallerie, ma fa venir meno la funzione di sorveglianza umana e conseguentemente le possibilità di intervento e di gestione degli eventi.

Questo non è meno grave, anche se il controllo di galleria è in grado di mantenere, in modo autonomo, la corretta gestione delle condizioni di normalità, e di gestire le prime sequenze di messa in sicurezza in caso di incidente e/o incendio. È anche da notare che, a differenza delle gallerie, in cui, come detto, il guasto in un punto della rete di comunicazione è più che un'eventualità, il guasto sulla rete di tratta è molto meno probabile. Infatti, il cavo della rete di tratta corre protetto in tutto il suo sviluppo, ed in particolare nelle aree di galleria.

Gli accoppiamenti fra la dorsale di tratta e le reti di galleria hanno luogo nelle cabine, che possiamo considerare aree protette. La rete di tratta sarà un doppio anello. La velocità di comunicazione sarà nell'ordine dei Gb/sec. Le apparecchiature di rete dovranno sempre fornire immediata segnalazione dello stato della rete e della condizione di funzionamento eventualmente degradata. Le comunicazioni video, voce e dati saranno sempre separate su reti dedicate.

La rete di tratta dovrà essere posata in percorsi protetti per tutta la lunghezza, specialmente in galleria. Il mezzo trasmissivo è la fibra ottica, che, date le distanze, sarà di tipo monomodale 9/125. La lunghezza delle singole tratte determinerà le caratteristiche delle porte ottiche sui dispositivi dei nodi principali. Il cavo utilizzato deve garantire tutte le caratteristiche di isolamento all'umidità, resistenza alla tensione di posa, protezione meccanica antiroditore, resistenza alla fiamma e al calore, in accordo con le normative e i requisiti ambientali in galleria e in superficie. Lungo l'asse viario sono consentite derivazioni Ethernet punto-punto per il collegamento dei pannelli PVM, delle colonnine SOS e delle telecamere digitali. Il protocollo di comunicazione sarà modbus TCP/IP o RTU in configurazione bus/seriale.



### 20.3. NODI DI TRATTA

Il nodo di tratta è il punto di connessione alla rete di tratta. L'apparato caratterizzante del nodo è costituito da un cassetto ottico e da uno switch di tipo industriale, dotato di interfaccia ottica all'anello e porte di collegamento dei dispositivi di automazione, quali PLC, isole I/O intelligenti o remote, sistemi Modbus TCP/IP, ma in particolare per l'accoppiamento alle reti di galleria. Le reti di tratta e di galleria sono accoppiate in modo diretto. In questo modo tutte le unità di automazione o i sottosistemi, collegati alla rete in protocollo Modbus TCP/IP, sono accessibili sia dalla sala operativa dal centro di controllo, sia da strutture di assistenza remota, per diagnosi, impostazione, configurazione. Non è accettata l'interposizione di PLC o postazioni SCADA, che ridurrebbero la visibilità delle unità collegate alla rete alla sola immagine dei dati scambiati. I nodi possono essere:

- Nel locale tecnico della cabina principale;
- In quadri di piazzale, svincolo, casello;
- In prossimità di colonnine SOS o di PMV.

Le apparecchiature caratteristiche del nodo di galleria sono:

- Cassetto ottico per attestazione delle fibre della rete;
- Switch per singolo o doppio anello e relativo alimentatore (uno per ogni rete dati, video, voce);
- Bretelle ottiche da cassetto a switch;
- Bretelle UTP cat. 6 da switch ad apparecchiature di controllo;
- PLC o RIO da connettere allo switch dati.

Al nodo di galleria fanno capo servizi dati, video e voce, serviti però da apparecchiature attive ben distinte e collegate a cavi in fibra ottica separate, oppure derivate dallo stesso cavo.

PLC per gallerie a singolo/doppio fornice di lunghezza compresa tra 500 e 1000 metri

Il PLC "Master" è destinato all'acquisizione dei segnali di stato, misura ed allarme relativi alle utenze di cabina e di galleria predisposto per switch rame/fibra con gestione ad anello; le utenze di cabina sono collegate tra loro tramite rete Ethernet (TCP/IP) in rame, mentre quelle di galleria sono interconnesse tramite fibra ottica con tipologia ad anello. La configurazione Hardware del PLC è la seguente:

- N. 3 porte ethernet interfacciate con nodo concentratore di cabina (switch ethernet), rete di cabina e PLC slave in back-up;
- N. 2 porte seriali RS232 e RS485 configurabili, la prima con connessione a morsetti e la seconda con connessione D-SUB;
- Protocollo MODBUS RTU;
- Memoria di programma 1000 KB;
- N. 2 moduli di comunicazione;
- N. 210 Digital Input;

- N. 64 Digital Output;
- N. 16 Analogic Input;
- N. 16 Analogic Output.

Il tutto comprensivo di carpenteria in acciaio inox AISI 304 o in lamiera di alluminio verniciata, cablaggio, attestazione cavi di segnalazione e comando, schema elettrico, configurazione software per la gestione ed il controllo di tutti gli impianti sia in cabina che in galleria, certificazioni e Dichiarazione di Conformità.

#### *20.4. PLC PER GALLERIE A SINGOLO/DOPPIO FORNICE DI LUNGHEZZA COMPRESA TRA 500 E 1000 METRI*

Il PLC "Master" è destinato all'acquisizione dei segnali di stato, misura ed allarme relativi alle utenze di cabina e di galleria predisposto per switch rame/fibra con gestione ad anello; le utenze di cabina sono collegate tra loro tramite rete Ethernet (TCP/IP) in rame, mentre quelle di galleria sono interconnesse tramite fibra ottica con tipologia ad anello. La configurazione Hardware del PLC è la seguente:

- N. 3 porte ethernet interfacciate con nodo concentratore di cabina (switch ethernet), rete di cabina e PLC slave in back-up;
- N. 2 porte seriali RS232 e RS485 configurabili, la prima con connessione a morsetti e la seconda con connessione D-SUB;
- Protocollo MODBUS RTU;
- Memoria di programma 1000 KB;
- N. 2 moduli di comunicazione;
- N. 210 Digital Input;
- N. 64 Digital Output;
- N. 16 Analogic Input;
- N. 16 Analogic Output.

Il tutto comprensivo di carpenteria in acciaio inox AISI 304 o in lamiera di alluminio verniciata, cablaggio, attestazione cavi di segnalazione e comando, schema elettrico, configurazione software per la gestione ed il controllo di tutti gli impianti sia in cabina che in galleria, certificazioni e Dichiarazione di Conformità.

*20.5. PLC PER GALLERIE A SINGOLO/DOPPIO FORNICE DI LUNGHEZZA COMPRESA TRA 1000  
E 2000 METRI*

Il PLC "Master" è destinato all'acquisizione dei segnali di stato, misura ed allarme relativi alle utenze di cabina e di galleria predisposto per switch rame/fibra con gestione ad anello; le utenze di cabina sono collegate tra loro tramite rete ethernet (TCP/IP) in rame, mentre quelle di galleria sono interconnesse tramite fibra ottica con tipologia ad anello. La configurazione Hardware del PLC è la seguente:

- N. 2 porte ethernet interfacciate con nodo concentratore di cabina (switch ethernet), rete di cabina e PLC slave in back-up;
- N. 2 porte seriali RS232 e RS485 configurabili, la prima con connessione a morsetti e la seconda con connessione D-SUB;
- Protocollo MODBUS RTU;
- Memoria di programma 1000 KB;
- N. 2 Moduli di comunicazione;
- N. 230 Digital Input;
- N. 90 Digital Output;
- N. 16 Analogic Input;
- N. 16 Analogic Output.

Il tutto comprensivo di carpenteria in acciaio inox AISI 304 o in lamiera di alluminio verniciata, cablaggio, attestazione cavi di segnalazione e comando, schema elettrico, configurazione software per la gestione ed il controllo di tutti gli impianti sia in cabina che in galleria, certificazioni e Dichiarazione di Conformità.

*20.6. PLC PER GALLERIE A SINGOLO/DOPPIO FORNICE DI LUNGHEZZA SUPERIORE AI 2000  
METRI*

Il PLC "Master" è destinato all'acquisizione dei segnali di stato, misura ed allarme relativi alle utenze di cabina e di galleria predisposto per switch rame/fibra con gestione ad anello; le utenze di cabina sono collegate tra loro tramite rete Ethernet (TCP/IP) in rame, mentre quelle di gallerie sono interconnesse tramite fibra ottica con tipologia ad anello. La configurazione Hardware del PLC è la seguente:

- N. 3 porte ethernet interfacciate con nodo concentratore di cabina (switch ethernet), rete di cabina e PLC slave in back-up;
- N. 2 porte seriali RS232 e RS485 configurabili, la prima con connessione a morsetti e la seconda con connessione D-SUB;

- Protocollo MODBUS RTU;
- Memoria di programma 1000 KB;
- N. 2 Moduli di comunicazione;
- N. 320 Digital Input;
- N. 90 Digital Output;
- N. 16 Analogic Input;
- N. 16 Analogic Output.

Il tutto comprensivo di carpenteria in acciaio inox AISI 304 o in lamiera di alluminio verniciata, cablaggio, attestazione cavi di segnalazione e comando, schema elettrico, configurazione software per la gestione ed il controllo di tutti gli impianti sia in cabina che in galleria, certificazioni e Dichiarazione di Conformità.

#### *20.7. PIASTRA DI FONDO SOS/RIO*

La piastra di fondo deve essere installata in armadio SOS di galleria o in apposito armadietto in acciaio inox AISI 304 o 316L (compreso) ed è costituita da:

- N. 1 piastra metallica dimensioni 780x580 mm;
- N. 1 interruttore generale sezionatore 2P 32°;
- N. 1 portafusibile per protezione ingresso 230Vac alimentatore switching;
- N. 1 portafusibile per protezione uscita 24Vdc alimentatore switching;
- N. 1 alimentatore 230Vac/24Vdc 2.5A per alimentazione PLC;
- N. 1 PLC comprensivo di CPU;
- N. 1 modulo di espansione per ingressi digitali;
- N. 1 modulo di espansione per ingressi analogici;
- N. 6 relè di interfaccia 24Vdc.

Il PLC/RIO di nodo SOS dovrà essere dotato di software e configurato per l'acquisizione delle seguenti informazioni:

- ON/OFF porta estintore;
- ON/OFF porta manichetta;
- Attivazione pulsante chiamata 115;
- Attivazione pulsante chiamata 113;
- Attivazione pulsante chiamata 118;

- In alternativa ai tre numeri precedenti (numero unico di emergenza 112);
- Attivazione pulsante chiamata SOC gestore strada;
- Stato presenza estintore;
- Stato presenza manichetta;
- Stato pressostato.

Il tutto comprensivo di cablaggio di n. 16 ingressi digitali, di n. 6 uscite digitali, di n. 4 ingressi analogici del quadro elettrico, nonché dei cavi di alimentazione, segnalamento e comando. Sono, altresì, compresi nel prezzo lo schema elettrico, le certificazioni e la Dichiarazione di conformità

### *20.8. SALA SERVER*

Il requisito essenziale della sala server è il mantenimento dell'alimentazione e delle condizioni ambientali tali da garantire la continuità del servizio delle macchine server. La fermata delle macchine server è infatti un evento catastrofico, non solo per l'interruzione del servizio di sorveglianza, monitoraggio e comunicazione, ma anche perché la fermata di una macchina senza opportuna procedura di shutdown può seriamente danneggiare dati, programmi e risorse, cosicché la ripartenza della macchina dopo un'interruzione improvvisa non è garantita.

La sala server deve essere equipaggiata con UPS di sufficiente potenza da garantire almeno 2 ore di funzionamento senza interruzioni di tutti i server e le postazioni operative. I server devono essere refrigerati, preferibilmente con sistemi di ventilazione forzata sui singoli quadri per garantire la massima efficienza del sistema. Il controllo delle condizioni ambientali (temperatura, allagamento, fumo) e dalla disponibilità delle risorse di continuità (UPS, Generatore) è affidata ad uno specifico sistema.

### *20.9. SUPERVISORE DI TRATTA*

La funzionalità dei programmi sviluppati per la supervisione della tratta sono suddivise fra gli applicativi di livello 2 (SCADA) e di livello 3 (Gestione DATI). Questi applicativi risiedono sui rispettivi server. Le funzionalità del livello 2, "supervisione di tratta", sono sviluppate in un ambiente di configurazione SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), come per i supervisori di galleria. Oltre ai dati di superficie, convergono al livello 2 di tratta anche dati aggregati dei sistemi di livello 2 di galleria, che diventeranno parte della supervisione di tratta. Il livello di dettaglio al centro di controllo arriva al singolo sottosistema di galleria, di cui è controllato lo stato d'insieme, gli allarmi cumulativi, le misure di efficienza, e a cui impartire i macro comandi.

La tratta nel suo insieme è l'oggetto di livello massimo nella rappresentazione dello SCADA del centro di controllo. Le funzionalità del livello 3, "gestione eventi", sono sviluppate in un ambiente di gestione dati RDBMS (Relational Data Base Management Systems), con linguaggio standard SQL per la gestione dei dati e programmi in linguaggio di alto livello (Java, C++) per i processi. La struttura del livello 3 prevede:

- Il livello di scambio dati con i sistemi di galleria, basato sullo standard di comunicazione OPC;
- Il livello di archiviazione dati in forma DB;
- Il livello gestione dati;
- Il livello di elaborazione dati (processi);

- Il livello di pubblicazione dati in tecnologia WEB;

Le funzionalità principali a carico del sistema di livello 3 sono:

- Gestione degli eventi di tratta;
- Storicizzazione dei dati;
- Rapporti di esercizio;
- Procedure e rapporti di manutenzione;
- Statistiche d'esercizio (traffico, consumi energetici);
- Ricostruzione storica degli eventi.

Si definiscono, di seguito, i requisiti minimi per l'architettura del sistema di controllo per le differenti classi di galleria. Ai fini dell'architettura del sistema di controllo, la classificazione fa riferimento, in primo luogo, alla lunghezza.

#### *20.10.SOFTWARE DI SUPERVISIONE PER GALLERIE A SINGOLO/DOPPIO FORNICE DI LUNGHEZZA COMPRESA TRA 500 E 1000 METRI*

I requisiti minimi per questa tipologia di galleria sono:

- Lunghezza compresa fra i 500 e 1000 metri singolo o doppio fornice, oppure lunghezza compresa fra 500 e 1000 metri doppio fornice con by-pass, oppure lunghezza inferiore ai 500 metri singolo o doppio fornice.

La galleria è caratterizzata dai seguenti equipaggiamenti:

- Una/due cabine elettriche;
- Colonnine SOS (per  $L > 500$  metri);
- Eventuali luoghi sicuri (by-pass per  $L > 1000$ m);
- Illuminazione permanente e di rinforzo;
- Illuminazione di evacuazione (per  $L > 500$  metri)
- Ventilazione ( $L < 1000$  metri solo se indicato nell'Analisi di Rischio);
- Impianto idrico antincendio;
- Strumenti di misura ambientali e rilevamento traffico;
- Sistema di rilevamento incendio;
- Sistemi di segnalamento (cartelli luminosi, PMV, semafori e freccia-croce);
- Videosorveglianza;
- Impianto di ritrasmissione radio (per  $L > 500$  metri);
- Impianto di radiodiffusione sonora (solo in presenza di by-pass).

Nel caso di cabina unica, all'interno della stessa viene installato un PLC Master, in configurazione non ridondata, e un server di supervisione. I segnali di cabina sono riportati alla periferica a bordo del PLC. Il collegamento con le colonnine SOS è di tipo bus o collegamento Ethernet punto-punto. Di conseguenza il protocollo di comunicazione sarà Modbus 485 o Modbus TCP/IP. Nel caso di doppia cabina elettrica, in ciascuna deve essere installato un PLC ed in quella principale un server di supervisione. I due PLC Master e Slave devono essere in configurazione ridondata distante. La ridondanza distante garantisce il medesimo principio di ridondanza in locali separati che ispira il progetto della distribuzione elettrica. La commutazione fra i PLC in caso di guasto non deve interrompere alcun comando né di cabina né di galleria. Durante la prova di commutazione si deve verificare, in particolare, che:

- Non si verifichino sganci di interruttori in nessuna delle due cabine;
- Non ci sia interruzione di alcun servizio di galleria (illuminazione, ventilazione, segnalamento).

I segnali di cabina sono riportati su periferiche remote collegate direttamente alla rete di galleria, in modo da poter essere gestite da entrambi i PLC in configurazione ridondata distante. Le periferiche sono collocate preferibilmente nei rispettivi quadri di potenza che raccolgono i segnali di stato e di comando interni al quadro. In questo modo saranno ridotti i cablaggi in campo fra i quadri e il PLC centrale. Le apparecchiature elettriche comunicanti (protezioni elettroniche, multimetri) saranno collegate in Modbus RTU all'interno del quadro, e riportate in Modbus TCP/IP su Ethernet tramite convertitore di protocollo. Nei luoghi sicuri sarà installato entro armadio SOS o in apposito contenitore in acciaio inox almeno AISI 304, un PLC con autonomia di esecuzione delle logiche che gestiscono il locale. Il PLC del luogo sicuro sarà in configurazione non ridondante, collegato alla dorsale di galleria. La dorsale di galleria è una rete ad anello in fibra ottica, con dispositivi intelligenti nei nodi in grado di riconfigurare la rete in caso di guasto in una tratta intermedia. Per nodi si intendono:

- PLC di cabina;
- PLC nodo SOS di galleria;
- PLC nodo SOS di luogo sicuro.

In considerazione delle limitate distanze fra i nodi, la fibra ottica sarà di tipo multimodale, 62.5/125, altrimenti per distanze maggiori sarà di tipo monomodale 9/125. Il cavo in fibra ottica dovrà avere tutte le caratteristiche di resistenza meccanica agli urti e contro l'attacco dei roditori, con protezioni contro l'umidità. Il protocollo di comunicazione sarà Modbus TCP/IP per tutte le apparecchiature del sistema di controllo (PLC, periferiche I/O) e tutti i sottosistemi collegati. E' possibile ottimizzare le opere di installazione per la fibra ottica utilizzando il medesimo cavo per tutti i servizi TCP/IP, avendo cura di mantenere separate le reti dati, voce e video attraverso opportuna gestione delle fibre nei punti di derivazione. Le colonnine SOS e gli eventuali PMV saranno collegati al nodo più vicino, in protocollo Modbus TCP/IP. La distanza dal nodo determinerà la scelta del supporto fisico da impiegare: cavo UTP oppure fibra ottica. Il software di Supervisione SCADA comprensivo di sviluppo delle pagine grafiche deve consentire le seguenti funzionalità:

- L'interazione dell'utente con tutti i sottosistemi controllati, mediante un'interfaccia di facile utilizzo;
- La visualizzazione e la memorizzazione delle grandezze analogiche lette dal sistema;

- La visualizzazione e la memorizzazione degli allarmi presenti e passati;
- La gestione di utenze a vari livelli.

Il tutto comprensivo di Licenza Runtime SCADA (75 Tags) in modo tale da consentire l'utilizzo del software di Supervisione e Controllo 24h/365 gg. Nel prezzo è, inoltre, compresa una postazione operatore costituita da: PC industriale con Sistema Operativo Windows 7 Ultimate 64 bit, processore Intel Atom Dual Core N2800 1,86GHz, memoria RAM da 2 GB, HDD da 1 TB, n. 2 porte seriali RS232, n. 1 porta seriale RS485, n. 6 porte USB, n. 2 porte PS/2 per tastiera e mouse (inclusi), n. 1 porta VGA, n. 1 porta DVI-D, n. 2 porte Ethernet 10/100/1000 Mbps RJ45, n. 1 monitor 19", n. 1 stampante laser a colori e gruppo statico di continuità. Il tutto deve essere predisposto per integrazione su sistema Aziendale RMT.

#### *20.11. SOFTWARE DI SUPERVISIONE PER GALLERIE A SINGOLO/DOPPIO FORNICE DI LUNGHEZZA COMPRESA TRA 1000 E 2000 METRI*

I requisiti minimi per questa tipologia di galleria sono:

- Lunghezza compresa tra 1000 e 2000 metri a singolo fornice, oppure con lunghezza compresa tra 1000 e 2000 metri a doppio fornice con by-pass.

La galleria è caratterizzata dai seguenti equipaggiamenti:

- Doppia cabina;
- Colonnine SOS;
- Luoghi sicuri (by-pass);
- Illuminazione permanente e di rinforzo;
- Illuminazione di evacuazione
- Ventilazione;
- Impianto idrico antincendio;
- Strumenti di misura ambientali e rilevamento traffico;
- Sistema di rilevamento incendio;
- Sistemi di segnalamento (cartelli luminosi, PMV, semafori e freccia-croce);
- Videosorveglianza;
- Impianto di ritrasmissione radio;
- Impianto di radiodiffusione sonora.

In ciascuna cabina deve essere installato un PLC e nella cabina principale un server di supervisione. I due PLC ed il server sono in configurazione ridondata distante. La ridondanza distante garantisce il medesimo principio di ridondanza in locali separati che ispira il progetto della distribuzione elettrica. La commutazione fra i PLC in caso di guasto non deve interrompere alcun comando né di cabina né di galleria. Durante la prova di commutazione si deve verificare, in particolare, che:

- Non si verifichino sganci di interruttori in nessuna delle due cabine;
- Non ci sia interruzione di alcun servizio di galleria (illuminazione, ventilazione, segnalamento).



I segnali di cabina devono essere riportati su periferiche remote collegate direttamente alla rete di galleria in modo da poter essere gestite da entrambi i PLC in configurazione ridondata distante. Le periferie sono collocate preferibilmente nei rispettivi quadri di potenza che raccolgono i segnali di stato e di comando interni al quadro. In questo modo saranno ridotti i cablaggi in campo fra i quadri e il PLC di cabina. Le apparecchiature elettriche comunicanti (protezioni elettroniche, multimetri) saranno collegate in Modbus RTU all'interno del quadro e riportate in Modbus TCP/IP su Ethernet tramite convertitore di protocollo. Nei luoghi sicuri (bypass, vie di fuga o cunicoli di sicurezza) sarà installato un PLC in armadio SOS o in apposito contenitore in acciaio inox almeno AISI 304 con autonomia di esecuzione delle logiche che gestiscono il locale. In considerazione dei maggiori rischi e criticità dovuti alla lunghezza della galleria, il PLC ubicato all'interno luogo sicuro sarà in configurazione ridondante. I segnali e i comandi critici saranno a loro volta ridondati. La dorsale di galleria è una rete a doppio anello in fibra ottica, con dispositivi intelligenti nei nodi in grado di riconfigurare la rete o accoppiare gli anelli in caso di guasto in una tratta intermedia. Per nodi si intendono:

- PLC di cabina;
- PLC nodo SOS di galleria;
- PLC nodo SOS di luogo sicuro.

In considerazione delle limitate distanze fra i nodi, la fibra ottica sarà di tipo multimodale, 62.5/125 o 50/125; per distanze maggiori si deve utilizzare un cavo in fibra ottica di tipo mono- modale 9/125. Il cavo in fibra ottica dovrà avere tutte le caratteristiche di resistenza meccanica agli urti e contro l'attacco dei roditori, con protezioni contro l'umidità. Il protocollo di comunicazione sarà Modbus TCP/IP per tutte le apparecchiature del sistema di controllo (PLC, periferiche I/O). E' possibile ottimizzare le opere di installazione del cavo in fibra ottica, utilizzando il medesimo cavo per tutti i servizi TCP/IP, avendo cura di mantenere separate le reti dati, voce e video attraverso opportuna gestione delle fibre nei punti di derivazione. Le colonnine SOS e gli eventuali PMV saranno collegati al nodo più vicino, in protocollo Modbus TCP/IP. La distanza dal nodo determinerà la scelta del supporto fisico da impiegare: cavo UTP oppure fibra ottica. Il software di Supervisione SCADA comprensivo di sviluppo delle pagine grafiche, deve consentire le seguenti funzionalità:

- L'interazione dell'utente con tutti i sottosistemi controllati, mediante un'interfaccia di facile utilizzo;
- La visualizzazione e la memorizzazione delle grandezze analogiche lette dal sistema;
- La visualizzazione e la memorizzazione degli allarmi presenti e passati;
- La gestione di utenze a vari livelli.

Il tutto comprensivo di Licenza Runtime SCADA (150 Tags) in modo tale da consentire l'utilizzo del software di Supervisione e Controllo 24h/365 gg. Nel prezzo è, inoltre, compresa una postazione operatore costituita da: PC industriale con Sistema Operativo Windows 7 Ultimate 64 bit, processore Intel Atom Dual Core N2800 1,86GHz, memoria RAM da 2 GB, HDD da 1 TB, n. 2 porte seriali RS232, n. 1 porta seriale RS485, n. 6 porte USB, n. 2 porte PS/2 per tastiera e mouse (inclusi), n. 1 porta VGA, n. 1 porta DVI-D, n. 2 porte Ethernet 10/100/1000 Mbps RJ45, n. 1 monitor 19", n. 1 stampante laser a colori e gruppo statico di continuità. Il tutto deve essere predisposto per integrazione su sistema Aziendale RMT.

*20.12.SOFTWARE DI SUPERVISIONE PER GALLERIE A SINGOLO/DOPPIO FORNICE DI LUNGHEZZA SUPERIORE AI 2000 METRI*

I requisiti minimi per questa tipologia di galleria sono:

- Lunghezza superiore ai 2000 metri a singolo fornice, oppure lunghezza superiore ai 2000 metri a doppio fornice con by-pass, oppure lunghezza superiore ai 2000 metri a singolo fornice con by-pass e cunicolo di sicurezza.

La galleria è caratterizzata dai seguenti equipaggiamenti:

- Doppia cabina;
- Colonnine SOS;
- Luoghi sicuri (bypass, cunicoli di sicurezza);
- Illuminazione permanente e di rinforzo;
- Illuminazione di evacuazione;
- Ventilazione;
- Impianto idrico antincendio;
- Strumenti di misura ambientali e rilevamento traffico;
- Sistema di rilevamento incendio;
- Sistemi di segnalamento (cartelli luminosi, PMV, semafori e freccia-croce);
- Videosorveglianza;
- Impianto di ritrasmissione dati;
- Impianto di radiodiffusione sonora.

In ciascuna cabina deve essere installato un PLC e nella cabina principale un server di supervisione. I due PLC ed il server sono in configurazione ridondata distante. La ridondanza distante garantisce il medesimo principio di ridondanza in locali separati che ispira il progetto della distribuzione elettrica. La commutazione fra i PLC in caso di guasto non deve interrompere alcun comando né di cabina né di galleria. Durante la prova di commutazione si deve verificare, in particolare, che:

- Non si verifichino sganci di interruttori in nessuna delle due cabine;
- Non ci sia interruzione di alcun servizio di galleria (illuminazione, ventilazione, segnalamento).

I segnali di cabina sono riportati su periferiche remote collegate direttamente alla rete di galleria in modo da poter essere gestite da entrambi i PLC in configurazione ridondata distante. Le periferiche sono collocate preferibilmente nei rispettivi quadri di potenza che raccolgono i segnali di stato e di comando interni al quadro. In questo modo saranno ridotti i cablaggi in campo fra i quadri e il PLC di cabina. Le apparecchiature elettriche comunicanti (protezioni elettroniche, multimetri) saranno collegate in Modbus RTU all'interno del quadro, e

riportate in Modbus TCP/IP su Ethernet tramite convertitore di protocollo. Nei luoghi sicuri e nei cunicoli di sicurezza si dovrà installare un PLC in armadio SOS o in apposito contenitore in acciaio inox almeno AISI 304 con autonomia di esecuzione delle logiche che gestiscono il locale. In considerazione dei maggiori rischi e criticità dovuti alla lunghezza della galleria, il PLC del luogo sicuro sarà in configurazione ridondante. I segnali e i comandi critici saranno a loro volta ridondati. La dorsale di galleria è una rete ad anello in fibra ottica, con dispositivi intelligenti in corrispondenza dei nodi che siano in grado di riconfigurare la rete in caso di guasto in una tratta intermedia. Per nodi si intendono:

- PLC di cabina;
- PLC nodo SOS di galleria;
- PLC nodo SOS di luogo sicuro.

In considerazione delle limitate distanze fra i nodi, la fibra ottica sarà di tipo multimodale, 62.5/125 o 50/125, per distanze maggiori si dovrà provvedere all'installazione di una fibra ottica del tipo monomodale 9/125. Il cavo in fibra ottica dovrà avere tutte le caratteristiche di resistenza meccanica agli urti e contro l'attacco dei roditori, con protezioni contro l'umidità. Il protocollo di comunicazione sarà Modbus TCP/IP per tutte le apparecchiature del sistema di controllo (PLC, periferiche I/O). E' possibile ottimizzare le opere di installazione del cavo in fibra ottica utilizzando il medesimo cavo per tutti i servizi TCP/IP, avendo cura di mantenere separate le reti dati, voce e video attraverso opportuna gestione delle fibre nei punti di derivazione. Le colonnine SOS e gli eventuali PMV saranno collegati al nodo più vicino, in protocollo Modbus TCP/IP. La distanza dal nodo determinerà la scelta del supporto fisico da impiegare: cavo UTP oppure fibra ottica. Il software di Supervisione SCADA comprensivo di sviluppo delle pagine grafiche deve consentire le seguenti funzionalità:

- L'interazione dell'utente con tutti i sottosistemi controllati, mediante un'interfaccia di facile utilizzo;
- La visualizzazione e la memorizzazione delle grandezze analogiche lette dal sistema;
- La visualizzazione e la memorizzazione degli allarmi presenti e passati;
- La gestione di utenze a vari livelli.

Il tutto comprensivo di Licenza Runtime SCADA (1500 Tags) in modo tale da consentire l'utilizzo del software di Supervisione e Controllo 24h/365 gg. Nel prezzo è, inoltre, compresa una postazione operatore costituita da: PC industriale con Sistema Operativo Windows 7 Ultimate 64 bit, processore Intel Atom Dual Core N2800 1,86GHz, memoria RAM da 2 GB, HDD da 1 TB, n. 2 porte seriali RS232, n. 1 porta seriale RS485, n. 6 porte USB, n. 2 porte PS/2 per tastiera e mouse (inclusi), n. 1 porta VGA, n. 1 porta DVI-D, n. 2 porte Ethernet 10/100/1000 Mbps RJ45, n. 1 monitor 19", n. 1 stampante laser a colori e gruppo statico di continuità. Il tutto deve essere predisposto per integrazione su sistema Aziendale RMT.

## 21. CAVI E CONDUTTORI

### 21.1. GENERALITÀ

Le presenti specifiche sono riferite sia ai cavi previsti dal progetto dei singoli contratti applicativi che a quelli eventualmente proposti in fase di esecuzione dei lavori.

Sono ammessi conduttori di primaria marca e dotati di Marchio Italiano di Qualità (o marchio equivalente) e rispondenti alla Normativa specifica vigente (CEI ed UNEL)

Per quanto concerne il colore dell'isolamento dei conduttori si fa riferimento alla tabella UNEL 00722. Più precisamente:

Fase R: nero

Fase S: grigio

Fase T: marrone

Neutro: azzurro

Terra : giallo-verde

L'azzurro ed il giallo-verde non potranno essere utilizzati per altri servizi nemmeno per gli impianti ausiliari.

Eventuali circuiti SELV dovranno avere colore diverso dagli altri circuiti.

I cavi per energia devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore a:

- 1,5mmq per circuiti luce
- 2,5mmq per circuiti FM

L'isolamento dovrà essere idoneo alle condizioni di posa.

I cavi per i circuiti di comando e segnalazione devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore a 0.5mmq e isolamento idoneo alle condizioni di posa.

Per alcune applicazioni speciali (ad esempio circuiti di sicurezza) si prescrive l'utilizzo di cavo con guaina resistente al fuoco tipo FTG18(O)M16 0,6/1kV.

Infine è ammesso l'uso di condotti sbarre (compatte o ventilate) qualora sussistano validi motivi tecnico-economici che ne fanno preferire l'uso al posto dei cavi tradizionali.

I conduttori ed i cavi vengono posti in opera possibilmente in un solo pezzo; eventuali giunzioni sono ammesse in cassette isolate dotate di morsettiera fissa e autorizzate dalla D.L. per pezzature fuori norma.

Per le linee composte da corde unipolari si prescrive che tutti i conduttori, che compongono ogni singola linea, siano graffiati fra loro e riconosciuti con apposita targhetta indicatrice.

Tutti i cavi devono essere isolati per la tensione massima tra i conduttori posati nello stesso tubo o canale. Le sezioni dei conduttori devono essere commisurate alle correnti di impiego e alla corrente nominale delle protezioni in modo che ne sia garantita la protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti nelle reali condizioni di posa (al più può essere omessa la protezione contro i sovraccarichi nei circuiti di alimentazione impianti di illuminazione anche se sempre auspicata). Le sezioni dei conduttori inoltre devono garantire che le massime cadute di tensione tra l'origine dell'impianto e qualsiasi punto dell'impianto stesso non superino il 4%.

I cavi interrati direttamente o posati in tubo protettivo non idoneo a proteggerli meccanicamente devono essere posati ad almeno 0.5 m di profondità e devono essere protetti con apposita lastra o tegolo. Non è prescritta alcuna profondità minima di installazione se il cavo risulta protetto meccanicamente nei confronti degli usuali attrezzi manuali di scavo da tubi metallici, condotti o cunicoli.

Le tubazioni interrate devono far capo a pozzetti di ispezione di adeguate dimensioni dotate di robusti chiusini specie per le aree carrabili. Sulle passerelle possono essere posati solamente cavi con guaina. Le condutture relative a impianti speciali di comunicazione e di sicurezza (quali impianti telefonici, TVCC, circuiti SELV o PELV, rivelazione incendi, antintrusione, ecc.) vanno tenute tra loro distinte. Le condutture non devono essere posate in prossimità di tubazioni che producano calore, fumi o vapori. Ogni conduttura, nell'attraversare pareti o solai di compartimentazione al fuoco non deve modificarne le caratteristiche in termini di REI.

Il tipo di cavo nonché la sua formazione saranno definite negli altri documenti di progetto dei singoli contratti applicativi (in particolare si vedano gli schemi elettrici unifilari dei quadri di media e bassa tensione).

## *21.2. CONDUTTORI DI TERRA*

Per linee di alimentazione degli utilizzatori in campo è prevista un'unica dorsale del conduttore di protezione corrente entro entrambi i cavidotti, sia dal lato corsia di sorpasso che corsia di emergenza di ciascun fornice. Tale dorsale è richiusa ad anello in cabina elettrica e collegata al sistema di dispersione generale.

Ogni circuito di alimentazione terminale (alimentazione dei ventilatori, segnaletica luminosa, ecc.) prevede una derivazione, normalmente in cavo FS17, FG10M1, FG10(O)M1, FTG10M1, FTG10(O)M1 di idonea sezione, da tale dorsale in prossimità della interruzione dei cavidotti presso le risalite dei cavi nella crena a parete in galleria. La giunzione deve essere realizzata in modo tale da garantire la continuità metallica della dorsale principale che non deve mai essere interrotta ed evitare fenomeni di ossidazione che ne pregiudichino il corretto funzionamento.

Per le linee di alimentazione dei quadri elettrici, siano essi collocati in cabina o in galleria, ogni singola linea è provvista di conduttore di protezione, di idonea sezione direttamente connesso all'impianto di terra di cabina.

### 21.3. CAVI RESISTENTI AL FUOCO TIPO FTG18(O)M16 0.6/1 KV- CEI 20-45

Tutti i cavi di tipo FTG18(O)M16 resistenti al fuoco, sono corrispondenti ai requisiti del Regolamento UE n. 305/2011, del D.lgs. n. 106 del 16.6.2017, alle prescrizioni della norma CEI 64-8 V4, nonché la variante V2 alla norma CEI 20-45 entrata in vigore il 1° ottobre 2019, e con le seguenti caratteristiche:

- Cavi unipolari e multipolari per energia e segnalamento idonei alla posa fissa all'interno ed in esterno su passerelle, in tubazioni, canalette o sistemi similari.
- Conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5
- Barriera antifuoco in mica
- Isolamento in HEPR di qualità G18
- Guaina termoplastica LSZH, qualità M16
- Riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico
- Marcatura ad inchiostro speciale CEI 20-22 III cat C – CEI20-45
- Temperatura massima di esercizio 90 ° C
- Temperatura di cortocircuito (per sezioni fino a 240 mm<sup>2</sup>) 250 ° C
- CEI 20-45 V2 - IEC 60502-1 pqa - CEI EN 50200 - CEI EN 50362 - CEI 20-36/4-0 - CEI 20-36/5-0
- CPR B2ca-s1a,d1,a1
- Conforme alla direttiva BT 2014/35/UE - Direttiva 2011/65/EU (RoHS 3)
- Temperatura minima di posa: - 10 °C.

Le sezioni dei conduttori sono state scelte in ottemperanza alle Norme CEI 64-8, in coordinamento con le protezioni nel quadro principale di comando. Pertanto, sono verificate le varie linee in base:

- alla caduta di tensione, che non dovrà superare il 4% nelle condizioni più gravose (es. per l'apparecchio illuminante più lontano dal quadro);
- alle condizioni di corto circuito, cioè all'entità dell'energia passante nei punti di inizio e fine linea, che deve risultare inferiore all'energia passante ammissibile dal cavo in esame;
- alla densità di corrente, che dovrà ottemperare alle tabelle CEI-UNEL

Tutti i conduttori dovranno riportare il marchio IMQ.

La colorazione delle guaine dei conduttori multipolari dovrà rispettare le seguenti imposizioni (Norma CEI 16-4 e tabella CEI-UNEL 00722 riferita alla Norma CEI 64-8):

- Conduttore neutro: blu
- Conduttori di fase: nero, grigio, marrone

#### *21.4. CAVI TIPO FS17 450/750 V – CLASSE REAZIONE AL FUOCO CCA - S3-D1-A3*

Saranno conformi costruttivamente alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ). Saranno essenzialmente costituiti da:

Dovrà essere marcato CE ai sensi della EN 50575 con classe di prestazione ai sensi della CEI UNEL 35016 Cca - s3, d1, a3.

- Cavo elettrico in rame a doppio isolamento.
- Tensione Nominale U<sub>0</sub>/U: 450/750V.
- Temperatura massima di esercizio: +70°C.
- Temperatura massima di corto circuito: +160°C.
- Isolamento in PVC di qualità S7 e conduttore in corda flessibile di rame ricotto.
- Cavo per posa in esterni o in cabina.

Posto in opera entro tubazioni e/o canalizzazioni predisposte, completo di capicorda, terminazioni, siglature, morsettiere di collegamento nelle varie scatole di derivazione e quant'altro necessario per l'installazione ed il collegamento a regola d'arte

Dovrà essere provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova di Istituti Universitari e fornibile su richiesta del Committente o della D.L.

#### *21.5. CAVI TIPO FG17 450/750 V – CLASSE REAZIONE AL FUOCO CCA – S1B-D1-A1*

Saranno conformi costruttivamente alle norme ANPI (Atossici non propaganti l'incendio) e alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Dovrà essere marcato CE ai sensi della EN 50575 con classe di prestazione ai sensi della CEI UNEL 35016 Cca - s1b, d1, a1.

- Cavo in elastomero reticolato qualità G17.
- Conduttore in rame stagnato.
- Temperatura di funzionamento: 90°C.
- Temperatura di cortocircuito: 250°C.
- Cavo per posa in esterni o in cabina.

Posto in opera entro tubazioni e/o canalizzazioni predisposte, completo di capicorda, terminazioni, siglature, morsettiere di collegamento nelle varie scatole di derivazione e quant'altro necessario per l'installazione ed il collegamento a regola d'arte.

Dovrà essere provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova di Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.

### *21.6. CAVI TIPO FG16R16 0.6/1KV – CLASSE REAZIONE AL FUOCO CCA – S3-D1-A3*

Saranno conformi costruttivamente alle norme ANPI (Atossici non propaganti l'incendio) e alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Dovrà essere marcato CE ai sensi della EN 50575 con classe di prestazione ai sensi della CEI UNEL 35016 Cca - s3, d1, a3. Fornitura e posa in opera di cavo, isolamento in HEPR di qualità G16 e conduttore a corda flessibile di rame ricotto

- Tensione Nominale  $U_0/U$ : 0,6/1KV
- Tensione massima  $U_m$ : 1200V
- Temperatura massima di esercizio: +90°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Guaina di qualità R16.

Posto in opera entro tubazioni e/o canalizzazioni predisposte, completo di capicorda, terminazioni, siglature, morsettiere di collegamento nelle varie scatole di derivazione e quant'altro necessario per l'installazione ed il collegamento a regola d'arte. Dovrà essere provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova di Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.

### *21.7. CAVI TIPO FG16M16 0.6/1KV – CLASSE REAZIONE AL FUOCO CCA – S1B-D1-A1*

Saranno conformi costruttivamente alle norme ANPI (Atossici non propaganti l'incendio) e alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Il cavo deve essere marcato CE ai sensi della EN 50575 con classe di prestazione ai sensi della CEI UNEL 35016 cca - s1b, d1, a1.

- Tensione Nominale  $U_0/U$ : 0,6/1KV
- Tensione massima  $U_m$ : 1200V
- Temperatura massima di esercizio: +90°C
- Temperatura massima di corto circuito: +250°C
- Isolamento in HEPR di qualità G16 e conduttore a corda flessibile di rame ricotto
- Guaina di qualità M16.

Posto in opera entro tubazioni e/o canalizzazioni predisposte, completo di capicorda, terminazioni, siglature, morsettiere di collegamento nelle varie scatole di derivazione e quant'altro necessario per l'installazione ed il collegamento a regola d'arte. Dovrà essere provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova di Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.



### *21.8. CAVI TIPO FG16H2R16 0.6/1KV – CLASSE REAZIONE AL FUOCO CCA – S3-D1-A3*

Saranno conformi costruttivamente alle norme ANPI (Atossici non propaganti l'incendio) e alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Il cavo deve essere marcato CE ai sensi della EN 50575 con classe di prestazione ai sensi della CEI UNEL 35016 Cca - s3, d1, a3.

Isolante in Gomma HEPR di qualità G16, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (norme CEI 20-11 - CEI 20-34).

- Schermatura costituita da treccia di rame rosso.
- Guaina di qualità R16.
- Marcatura metrica progressiva.
- Temperatura di funzionamento 90°C.
- Temperatura di cortocircuito 250°C.

Posto in opera entro tubazioni e/o canalizzazioni predisposte, completo di capicorda, terminazioni, siglature, morsettiere di collegamento nelle varie scatole di derivazione e quant'altro necessario per l'installazione ed il collegamento a regola d'arte. Dovrà essere provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova di Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.

### *21.9. CAVI TIPO FG16H2M16 0.6/1KV – CLASSE REAZIONE AL FUOCO CCA – S1B-D1-A1*

Saranno conformi costruttivamente alle norme ANPI (Atossici non propaganti l'incendio) e alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Il cavo deve essere marcato CE ai sensi della EN 50575 con classe di prestazione ai sensi della CEI UNEL 35016 B2ca - s1, d1, a1.

- Schermatura costituita da treccia di rame rosso.
- Guaina di qualità M16.
- Isolamento in gomma HEPR di qualità G16.
- Conformi alla norme: CEI 20-38.
- Temperatura di funzionamento 90°C.
- Temperatura di cortocircuito 250°C.

Posto in opera entro tubazioni e/o canalizzazioni predisposte, completo di capicorda, terminazioni, siglature, morsettiere di collegamento nelle varie scatole di derivazione e quant'altro necessario per l'installazione ed il collegamento a regola d'arte. Dovrà essere provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova di Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.

*21.10. CAVI TIPO FG18OM16 0.6/1KV – CLASSE REAZIONE AL FUOCO B2CA – S1A-D1-A1*

Saranno conformi costruttivamente alle norme ANPI (Atossici non propaganti l'incendio) e alle norme del comitato CEI n. 20 applicabili e provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Il cavo deve essere marcato CE ai sensi della EN 50575 con classe di prestazione ai sensi della CEI UNEL 35016 B2ca - s1a, d1, a1.

- Schermatura costituita da treccia di rame rosso.
- Guaina di qualità M16.
- Isolamento in gomma HEPR di qualità G18.
- Conformi alla norme: CEI 20-45 – IEC 60502-1 CEI EN 50200.
- Temperatura di funzionamento 90°C.
- Temperatura di cortocircuito 250°C.

Posto in opera entro tubazioni e/o canalizzazioni predisposte, completo di capicorda, terminazioni, siglature, morsettiere di collegamento nelle varie scatole di derivazione e quant'altro necessario per l'installazione ed il collegamento a regola d'arte. Dovrà essere provvisto di certificazione di conformità rilasciato dal CESI o da laboratori di prova di Istituti Universitari e fornibile su richiesta della S.A. o della D.L.

*21.11. CAVI TIPO ARG16R16-0.6/1 KV - ARG16OR16-0.6/1 KV – CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO  
CCA-S3-D1-A3*

Cavi di energia tipo ARG16R16, adatti per posa fissa sia all'interno, che all'esterno, in tubazioni, canalette o sistemi simili.

Il cavo deve essere marcato CE ai sensi della EN 50575 con classe di prestazione ai sensi della CEI UNEL 35016 Cca - s3, d1, a3, anima conduttore a corda compatta a fili di alluminio in accordo alla norma CEI 20-29, classe 2.

- Fornitura e posa in opera di cavo elettrico.
- Isolante in gomma HEPR ad alto modulo, che conferisce al cavo elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche.
- Guaina in PVC speciale di qualità Rz, colore grigio.
- Conformità ai requisiti essenziali delle Direttive Bassa Tensione 2014/35/UE.
- Adatti per posa fissa sia all'interno, che all'esterno, in tubazioni, canalette o sistemi simili.

Possono essere direttamente interrati in scavo già predisposto, o entro tubazioni e/o canalizzazioni predisposte, completo di capicorda in alluminio/rame, terminazioni, siglature, morsettiere di collegamento e cavo segnaletico installato secondo normativa vigente e quant'altro necessario per l'installazione ed in collegamento a regola d'arte

*21.12. CAVI TIPO ARG16M16-0.6/1 KV - ARG16OM16-0.6/1 KV - CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO  
CCA-S1B-D1-A1*

Cavi di energia tipo ARG16M16, adatti per posa fissa sia all'interno, che all'esterno, in tubazioni, canalette o sistemi similari.

Il cavo deve essere marcato CE ai sensi della EN 50575 con classe di prestazione ai sensi della CEI UNEL 35016 cca - s1b, d1, a1.

- Conduttore in alluminio, isolamento elastomerico.
- Temperatura max di esercizio: 90 °C.
- Temperatura max di corto circuito: 250 °C
- Conduttore: corda rigida, rotonda, compatta di alluminio, classe 2
- Isolamento: Gomma HEPR di qualità G16
- Max sforzo di tiro: 50 N/mm<sup>2</sup>.
- Adatti per posa fissa sia all'interno, che all'esterno anche bagnato, in tubazioni, canalette o sistemi similari, su muratura e strutture metalliche o sospese.

Possono essere direttamente interrati in scavo già predisposto, o entro tubazioni e/o canalizzazioni predisposte, completo di capicorda in alluminio/rame, terminazioni, siglature, morsettiere di collegamento e cavo segnaletico installato secondo normativa vigente e quant'altro necessario per l'installazione ed in collegamento a regola d'arte.

*21.13. CAVI PER MT TIPO RG7H1M1 18/30 KV – CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO E<sub>CA</sub>*

I cavi MT di collegamento tra il punto di consegna e la sezione ricevitrice e quelli in partenza dallo/dai scomparto/i MT e i terminali MT del/i trasformatore/i dovranno essere del tipo RG7H1M1 18/30 kV, unipolari, con guaina di colore rosso.

La temperatura di posa, i raggi di curvatura minimi e gli sforzi di tiro durante la posa devono essere conformi alle prescrizioni del costruttore del cavo. La tensione di isolamento Vo/V dovrà essere compatibile con la tensione nominale dell'impianto.

Il cavo deve essere conforme alla EN 50575, CEI EN 60754 e CEI EN 61034-2.

Adatti per L'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di Ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo, conformi al Regolamento CPR. Per posa in aria libera, in tubo o canale. Ammessa la posa interrata in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17.

- Tensione Nominale U<sub>o</sub>/U: 18/30 kV.
- Tensione massima U<sub>m</sub>: 36 kV
- Temperatura massima di funzionamento 105°C.

- Temperatura di corto circuito 300°C.
- Temperatura minima di esercizio: -20°C
- Schermatura a filo di rame.
- Guaina termoplastica di qualità M1.
- Isolamento in HEPR di qualità G7.

Posto in opera entro tubazioni e/o canalizzazioni predisposte, completo di siglature, morsettiere di collegamento e quant'altro necessario per l'installazione ed il collegamento a regola d'arte.

#### *21.14. CAVI PER TRASMISSIONE DATI*

Dovranno essere ad una o più coppie secondo gli schemi e le modalità di collegamento proprie delle apparecchiature approvigionate. I cavi dovranno essere almeno di categoria 6, isolati acusticamente e dovranno avere bassa capacità, schermatura globale interna e schermatura di superficie del tipo a calza con schermatura della superficie superiore al 65%.

I conduttori dovranno essere a trefoli 24 AWG (7x32); dovranno avere rivestimento esterno in PVC cromo; impedenza nominale 100 ohm, capacità nominale 40 pF/m.

I conduttori dovranno essere in rame stagnato con smalto isolante, dovranno avere la schermatura interna di tipo chiuso in alluminio e poliestere ed essere corredati dei connettori di collegamento terminale alle apparecchiature per collegamenti RS 232, RS 422 e RS485.

#### *21.15. CAVI IN FIBRA OTTICA*

E' utilizzato quale dorsale dati con protocollo Ethernet un cavo multifibre ottiche (da n. 6,12, 24 e 48 fibre) avente le seguenti caratteristiche:

- Fibre tipo monomodale con diametro del nucleo mm 9/125 micron;
- Attenuazione massima: 0,70 dB/Km a 1310 nm, 0,70 dB/Km a 1550 nm;
- Dispersione zero;
- Lunghezza d'onda 1300-1322 nm;
- Pendenza <0,092 nm<sup>2</sup>-km
- Guaina esterna idonea per posa interna/esterna, autoestinguente, resistente alle radiazioni emesse nell'ultravioletto, all'umidità, alle muffe e a ridottissima emissione di fumi e gas tossici e corrosivi, dotata di protezione perimetrale antiroditore in acciaio.

Il cavo presenta inoltre le seguenti caratteristiche termiche e meccaniche minime:

- Temperatura di funzionamento: -20°C, +70 °C
- Resistenza agli impatti: 1485 N/cm
- Resistenza alle flessioni: 1000 cicli

Solo in casi del tutto eccezionali, previa richiesta e avvenuta approvazione della D.L., é ammessa la giunzione dei cavi in fibra per la realizzazione delle tratte di interconnessione. In tal caso le perdite nel punto di connessione non devono essere maggiori di 0,3 dB.

Per quanto riguarda le proprietà delle fibre ottiche si dovranno adottare le raccomandazioni specificate nelle Normative CCITT riferite ai vari tipi di fibre di seguito descritte:

- EN 187.000 Normativa generale dei cavi
- EN 188.000 Normativa europea sulle fibre.

Le terminazioni per collegamenti punto-punto con fibre monomodali ad un canale in ricezione e trasmissione, avranno le caratteristiche con una capacità ottica adatta per:

- potenzialità nominale 100 Kband
- temperatura di funzionamento -20°C +70°C
- collegamento sul lato dati tipo femmina con vite di bloccaggio
- collegamento lato ottico ST
- alimentazione 11-14 V d.c.
- assorbimento 100 mA
- lunghezza d'onda 1300 nm
- potenza di emissione 50 microwatt (-13 db)
- sensibilità 1 microwatt (-30 dbm)
- potenzialità ottica 17 db
- interdistanza massima 48 km

#### *21.16. SISTEMI DI POSA DEI CAVI*

Sono ammesse le seguenti tipologie di posa:

- Entro tubazioni direttamente interrate
- Entro tubazioni, metalliche o in PVC, in vista o incassate entro struttura: i tubi dovranno avere un diametro tale da consentire un comodo infilaggio e sfilaggio dei conduttori.
- Entro canalizzazioni in vista di tipo metallico o in PVC: i cavi dovranno essere disposti in modo ordinato, senza incroci. I cavi andranno legati alle canalizzazioni mediante apposite fascette con regolarità ed in corrispondenza di curve, diramazioni, cambiamenti di quota, in cunicoli ricavati nel pavimento: i cavi vanno adagiati sul fondo del cunicolo.

In ogni caso dovranno essere rispettati i raggi minimi di curvatura prescritti dal costruttore.

A stendimento avvenuto, i cavi devono essere lasciati con le estremità accuratamente fasciate dai nastri di gomma e polivinilici adesivi, sino a giunzioni e terminazioni in cassetta o armadi, ultimate, conformemente alle disposizioni di impiego.

Particolare attenzione va alla posa di conduttori entro tubazioni per evitare la formazione di eliche che ne impedirebbero lo sfilamento successivo.

Le derivazioni dalla dorsale verso l'utenza terminale possono essere realizzate solo in corrispondenza di idonee scatole di derivazione con l'uso di morsetti aventi sezione adeguata.

Le linee dorsali dovranno mantenere la stessa sezione lungo tutto il loro sviluppo, salvo diversa ed esplicita indicazione.

Ogni cavo (anche quelli relativi agli impianti speciali) deve essere identificabile, tramite apposita marcatura (fascette o anelli), non solo alle sue estremità ma anche in corrispondenza di ciascuna scatola di derivazione e/o di transito.

Tale marcatura dovrà identificare il circuito e l'eventuale fase di appartenenza e dovrà corrispondere agli schemi costruttivi forniti.

Il collegamento terminale sarà costituito da terminazioni adeguate al cavo ed all'apparecchio da connettere.

Non sono concessi aggiustamenti apportati al conduttore o ai capicorda per consentire il loro reciproco adattamento.

I cavi, in corrispondenza delle connessioni terminali, dovranno essere fissati alla struttura portante o alla cassetta tramite pressacavo. Ciò al fine di impedire sollecitazioni, di qualsiasi natura, sui morsetti della connessione.

### *21.17. ATTRAVERSAMENTO SUPERFICI DI COMPARTIMENTAZIONE*

Qualora una condotta elettrica attraversi elementi costruttivi di un compartimento antincendio (pavimenti, muri, solai, pareti) aventi una resistenza al fuoco specificata, occorre ripristinare la resistenza al fuoco che l'elemento possedeva in assenza della condotta. Occorre quindi otturare sia il foro di passaggio nel muro rimasto libero sia la sezione rimasta vuota all'interno della condotta stessa. Non è necessario otturare l'interno del tubo protettivo se questo è conforme alla prova di resistenza alla propagazione della fiamma secondo la norma CEI 23-25 o CEI 23-39, ha un diametro interno non superiore a 30 mm e grado di protezione almeno IP33, inclusa la sua estremità se penetra in un ambiente chiuso. Entrambe le otturazioni possono essere realizzate mediante barriere tagliafiamma e devono comunque avere una resistenza al fuoco almeno uguale a quella dell'elemento costruttivo del compartimento antincendio.

### *21.18. PRODOTTI PER BARRIERA TAGLIAFUOCO*

Il sistema di tamponamento dei passaggi cavi mediante componenti vari sarà formato da:

- Pannello in fibre universali da sagomare sul foro interessato;

- Fibra ceramica per tamponamento di tutti gli interstizi esistenti tra cavo e cavo o tra pannello e parete;
- Mastice di sigillatura a basso contenuto di acqua ed elevata percentuale di materiali solidi; può essere applicato a spatola come una comune malta cementizia;
- Supporti metallici per la realizzazione della barriera.

Tutti i materiali per tale esecuzione dovranno essere provvisti di certificazione di collaudo e dovranno essere di tipo approvato secondo quanto previsto dalle normative vigenti, nonché fornito, su richiesta, al Committente o alla D.L.

### *21.19. SETTI TAGLIAFUOCO DI TIPO Componibile*

Trattasi di passacavi multipli resistenti al fuoco di tipo ad inserti componibili modulari composti da:

- Telaio in profilato acciaio zincato da installare o annegare alla struttura muraria in maniera che risulti facilitato successivamente il montaggio delle guarnizioni
- Guarnizioni in materiale antifiama resistente ad una temperatura non inferiore a 750°C. Saranno nel numero e nel tipo secondo le esigenze (cavi unipolari o multipolari) e comunque di dimensioni tali da non procurare danni durante la compressione
- Blocchi di riempimento che saranno anch'essi nel numero e nel tipo secondo le esigenze e comunque tali da formare una struttura piena senza fessurazioni
- Piastra di compressione necessaria al termine dell'assemblaggio onde, tramite apposito bullone, riempire eventuali spazi vuoti

Tale passacavo dovrà essere provvisto di certificazione di collaudo e dovrà essere di tipo approvato secondo quanto previsto dalle normative vigenti, nonché fornito, su richiesta, al Committente o alla D.L.

## 22. CAVIDOTTI E PASSERELLE

### *22.1. TUBAZIONI*

I tubi protettivi flessibili o rigidi in materiale isolante posati sotto i pavimenti devono essere di tipo pesante. I tubi di tipo leggero possono essere utilizzati sottotraccia a parete o a soffitto oppure posati nel controsoffitto. Per la posa in vista fino a 2.5 m di altezza si devono utilizzare tubi pesanti. I tubi flessibili in PVC devono essere conformi alle norme CEI EN 61386-22 (CEI 23-82). I tubi rigidi in PVC devono essere conformi alle norme CEI EN 61386-21 (CEI 23-81).

Si devono utilizzare tubi metallici in acciaio (con o senza saldature) quando siano prevedibili violenti urti. Per impianti da realizzare in luoghi con pericolo di esplosione saranno utilizzate tubazioni metalliche idonee senza saldature. Per evitare fenomeni di accoppiamento induttivo, tutti i conduttori unipolari relativi allo stesso circuito devono appartenere al medesimo tubo. I tubi protettivi metallici ed i loro accessori devono essere conformi alla norma CEI EN 61386.

Il raggio di curvatura dei tubi non deve essere inferiore a 3 volte il diametro esterno dei tubi stessi. Sui disegni relativi ai progetti dei singoli contratti applicativi devono essere riportati, in corrispondenza ai tracciati dei percorsi indicati per le varie linee, il tipo e le dimensioni delle tubazioni protettive previste. La posa dovrà essere eseguita in modo ordinato secondo percorsi orizzontali o verticali, paralleli o perpendicolari a pareti e/o soffitti, senza tratti obliqui ed evitando incroci o accavallamenti non necessari.

Dovranno essere evitate le giunzioni su tubi di tipo corrugato o di tipo flessibile o di diametro diverso. Per le giunzioni fra tubazioni rigide e tubazioni flessibili dovranno essere impiegati gli adatti raccordi previsti allo scopo dal costruttore del tubo flessibile. Il serraggio con clips strette con viti è ammesso solo sul lato tubo rigido e se non viene abbassato il grado di protezione previsto per l'impianto.

In mancanza di indicazioni o prescrizioni diverse sulle tavole di progetto dei singoli contratti applicativi, nei locali umidi o bagnati o all'esterno le tubazioni saranno in materiale isolante e tutti gli accessori per la messa in opera, quali staffe e morsetti di fissaggio, dovranno essere in materiale plastico o in acciaio inossidabile. All'interno di detti locali le varie parti costituenti i cavidotti (tratti rettilinei, curve etc.) dovranno essere collegate fra loro mediante bulloni in nylon o in acciaio inossidabile. Nei tratti in vista e nei controsoffitti i tubi dovranno essere fissati con appositi sostegni con interdistanza massima di 1 m ed in corrispondenza di curve e derivazioni.

Negli impianti in vista (con grado di protezione IP55 salvo diversa indicazione) l'ingresso di tubi in cassette, contenitori e canalette dovrà avvenire tramite adatto pressatubo senza abbassare il grado di prestazione previsto. Per consentire l'agevole infilaggio e sfilaggio dei conduttori il rapporto fra il diametro interno del tubo protettivo ed il diametro del fascio di cavi contenuti dovrà essere almeno pari a: 1,3 per le linee luce, FM e simili, 1,6 per le linee telefoniche e 2,5 per i cavi coassiali di impianto TV.

Il diametro delle tubazioni non dovrà comunque essere inferiore a quello riportato sui disegni di progetto dei singoli contratti applicativi. Le tabelle che seguono riportano, a titolo indicativo, il diametro delle tubazioni in relazione al tipo ed al numero dei cavi da contenere.

*Tabella 3 – Grandezza minima (mm) dei tubi FLESSIBILI in PVC, in relazione alla sezione e al numero dei cavi*

Cavi			Sezione (mm <sup>2</sup> )					
U <sub>0</sub> /U*	Tipo	n.	1,5	2,5	4	6	10	
0,6/1 kV	Cavo unipolare PVC o gomma (con guaina) FG16(O)R-M16 FTG18(O)M16	1	25	25	25	25	32	
		2	40	40	50	50	50	
		3	50	50	50	63	63	
		4	50	50	63	63	–	
		5	63	63	63	63	–	
		6	63	63	63	–	–	
		7	63	63	63	–	–	
		8	–	–	–	–	–	
			1	25	32	32	32	40
			2	50	50	63	63	–



	Cavo unipolare PVC o gomma FG16(O)R-M16 FTG18(O)M16	Bipolare	3	63	63	63	-	-
		Tripolare	1	25	32	32	32	40
			2	50	50	63	63	-
			3	63	63	63	-	-
		Quadripolare	1	32	32	32	40	40
			2	50	63	63	-	-
			3	63	63	-	-	-

Tabella 4 - Grandezza minima (mm) dei tubi RIGIDI in PVC, in relazione alla sezione e al numero dei cavi

Cavi		Sezione (mm <sup>2</sup> )						
U <sub>0</sub> /U*	Tipo	n.	1,5	2,5	4	6	10	
0,6/1 kV	Cavo unipolare PVC o gomma (con guaina) FG16(O)R-M16 FTG18(O)M16	1	20	20	20	25	50	
		2	40	40	40	40	50	
		3	40	50	50	50	-	
		4	50	50	50	50	-	
		5	50	50	-	-	-	
		6	-	-	-	-	-	
		7	-	-	-	-	-	
		8	-	-	-	-	-	
		9	-	-	-	-	-	
	Cavo unipolare PVC o gomma FG16(O)R-M16 FTG18(O)M16	Bipolare	1	25	25	25	32	32
			2	40	50	50	-	-
			3	50	50	-	-	-
		Tripolare	1	25	25	25	32	32
			2	50	50	50	-	-
			3	50	-	-	-	-
		Quadripolare	1	25	25	32	32	40
			2	50	50	-	-	-
			3	-	-	-	-	-

Sempre allo scopo di facilitare l'infilaggio non dovranno essere eseguite più di due curve, o comunque curve per più di 180° sulle tubazioni protettive senza l'interposizione di una cassetta di transito. Analogamente nei tratti rettilinei non dovrà essere superata la lunghezza di 10 m senza l'interposizione di una cassetta rompi-tratta.

Le tubazioni interrate dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche costruttive e di posa (salvo diversa prescrizione di progetto del singolo contratto applicativo o indicazione della D.L.):

Essere di materiale termoplastico (PVC) e dotate di sufficiente resistenza allo schiacciamento pari ad almeno 450N.

Avere i giunti di tipo a bicchiere sigillati con apposito collante, o di tipo filettato per evitare lo sfilamento e le infiltrazioni di acqua

Essere posate a non meno di 0,8 m di profondità, avendo cura di stendere sul fondo dello scavo e sopra il tubo, una volta posato, uno strato di sabbia di circa 10 cm di spessore; i tratti interrati, ove sia prevedibile il transito di automezzi, dovranno essere protetti con coppelle di calcestruzzo vibrato o con massetto di cemento

Sopra il cavidotto andrà posato un nastro avvisatore/segnalatore in polietilene con dicitura e colore definiti in sede di DL.

Dovranno, in corrispondenza ai cambiamenti di direzione e comunque ad intervalli non superiori a 25 m nei tratti rettilinei, attestarsi a pozzetti di ispezione completi di contrassegno di identificazione (scritta con vernice resistente o targhette fissate tramite tasselli ad espansione)

I tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso un pozzetto per evitare il ristagno dell'acqua.

Il tratto entrante nel fabbricato deve essere posato con pendenza verso l'esterno, per evitare l'ingresso di acqua.

Dopo aver infilato i cavi, le estremità all'interno e/o all'esterno del fabbricato dovranno essere chiuse con un tappo e sigillate o con un passacavo stagno secondo quanto indicato sui disegni.

Tutti i pozzetti dovranno essere senza fondo, o comunque con fori adeguati ad evitare il ristagno dell'acqua.

Prima della chiusura di tracce o scavi, e di eventuali controsoffitti e/o pavimenti sopraelevati, dovrà essere avvisato con sufficiente anticipo il D.L., in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle tubazioni.

Nello stesso tubo non dovranno esserci conduttori riguardanti servizi diversi anche se alla medesima tensione di esercizio.

I tubi posati per riserva dovranno comunque essere dotati di opportuni fili-pilota in materiale non soggetto a ruggine e dovranno essere chiusi con tappi filettati e lasciati tappati anche dopo la fine dei lavori.

## *22.2. CANALIZZAZIONI*

Le dimensioni delle canalette portacavi non dovranno essere inferiori a quelle riportate sui disegni e, salvo diversa indicazione o in assenza di dimensione, le canalette dovranno essere dimensionate per portare i cavi su al massimo 2 strati.

In ogni caso dovrà essere garantita una riserva di spazio pari al 50% della sezione totale utile della canalizzazione.

Se uno stesso canale è occupato da circuiti a tensione diversa deve essere munito di setti separatori; in alternativa, si può posare all'interno del canale un secondo canale di dimensioni ridotte oppure un tubo protettivo o infine si può utilizzare lo stesso livello di isolamento (commisurato alla massima tensione presente) per tutti i conduttori.

Prima della chiusura di controsoffitti e/o pavimenti sopraelevati, dovrà essere avvisato con sufficiente anticipo il D.L., in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle canalizzazioni.

Dove si prevede l'installazione di più canalizzazioni, sovrapposte o affiancate, nella loro posa in opera si dovrà considerare un'interdistanza tale da consentire la futura posa di nuovi conduttori ed eventuali lavori di manutenzione. Salvo diverse indicazioni, tra due canalette sovrapposte si dovrà lasciare una distanza non inferiore a 200 mm.

Il collegamento tra due elementi costituenti la canalizzazione dovrà essere realizzata tramite appositi giunti e non saldature

I canali dovranno essere opportunamente contrassegnati con passo regolare non superiore a 15m mediante etichette (metalliche o plastiche) da fissare sul fondo o sul bordo del canale. Tali etichette, aventi dimensioni minime 100x300 mm, dovranno avere colorazione tale da rispettare la seguente codifica:

rosso: rete MT

azzurro: rete BT (normale e privilegiata)

giallo: impianti speciali di comunicazione (trasmissione dati, diffusione sonora, ecc.)

arancio: impianti speciali di sicurezza (rivelazione fumi, antintrusione, controllo accessi, ecc.)

nero: impianti speciali in genere

verde: impianti di sicurezza (esempio: illuminazione di sicurezza)

bianco: alimentazione da gruppo elettrogeno (fino al dispositivo, o quadro, di commutazione rete-gruppo).

Di tale codifica, si dovranno fornire tabelle esplicative da collocare in maniera visibile all'interno dei locali tecnici dedicati ai quadri elettrici e/o nelle tasche porta schemi previste all'interno dei quadri stessi.

Tutte le variazioni dei percorsi (relativi a tubazioni e a canalizzazioni) rispetto a quelli di progetto del singolo contratto applicativo dovranno essere preventivamente approvate dalla D.L., ed essere riportate sui disegni da consegnare alla Committente al termine dei lavori stessi.

Canali, passerelle, tubi protettivi, se metallici, sono considerate masse e vanno pertanto collegati a terra. Non sono considerati masse e non è pertanto necessario il loro collegamento a terra se contengono solamente cavi multipolari o cavi unipolari con guaina (cavi a doppio isolamento). In tal caso comunque, il collegamento a terra non è vietato.

### *22.3. TUBO RIGIDO IN PVC SERIE PESANTE*

Sarà della serie pesante con grado di compressione minimo di 750 N conforme alle tabelle CEI-UNEL 37118 e alle norme CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) e CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) e provvisto di marchio italiano di qualità. Potrà essere impiegato per la posa a pavimento (annegato nel massetto e ricoperto da almeno 15 mm di malta di cemento) oppure in vista (a parete, a soffitto, nel controsoffitto o sotto il pavimento sopraelevato). Non è ammessa la posa interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) o in vista in posizioni dove possa essere soggetto a urti, danneggiamenti etc., (ad es. ad un'altezza dal pavimento finito inferiore a 1.5 m).

Le giunzioni e i cambiamenti di direzione dei tubi potranno essere ottenuti sia impiegando rispettivamente manicotti e curve con estremità a bicchiere conformi alle citate norme e tabelle. Sarà anche possibile eseguire i manicotti e le curve a caldo sul posto di posa. Nel caso sia adottato il secondo metodo le giunzioni dovranno essere eseguite in modo che le estremità siano sovrapposte per un tratto pari a circa 1-2 volte il diametro nominale del tubo e le curve in modo che il raggio di curvatura sia compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo. Tubazioni e accessori avranno marchio IMQ.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non dovrà essere superiore a 1 m, in ogni caso i tubi devono essere fissati in prossimità di ogni giunzione e sia prima che dopo ogni cambiamento di direzione. In questo tipo di posa, per il fissaggio saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili; oppure saranno impiegati collari c.s.d. in materiale isolante, oppure morsetti in materiale isolante sempre serrati con viti (i tipi con serraggio a scatto sono ammessi all'interno di controsoffitti, sotto pavimenti sopraelevati, in cunicoli o analoghi luoghi protetti).

Collari e morsetti dovranno essere ancorati a parete o a soffitto mediante chiodi a sparo o viti e tasselli in plastica. Nei locali umidi o bagnati e all'esterno, degli accessori di fissaggio descritti potranno essere impiegati solo quelli in materiale isolante, le viti dovranno essere in acciaio nichelato o cadmiato o in ottone. Nei casi in cui siano necessarie tubazioni di diametro maggiore a quelli contemplati dalle citate norme CEI, potranno essere impiegati tubi in PVC del tipo con giunti a bicchiere con spessore non inferiore a 3 mm per i quali siano stati eseguiti, a cura del costruttore, le prove previste dalle norme CEI (resistenza allo schiacciamento, all'urto, alla fiamma, agli agenti chimici e di isolamento) oppure tubi in PVC conformi alle norme EN 1452.

### *22.4. TUBO RIGIDO IN PVC FILETTABILE*

Sarà in materiale autoestinguento con estremità filettate e spessori non inferiori ai seguenti valori (in mm) 2.2-2.3-2.5-2.8-3.0-3.6 rispettivamente per le grandezze (diam. est.) 20-25-32-40-50 con una resistenza allo schiacciamento pari ad almeno 750 N misurata secondo le modalità previste dalle norme CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) e CEI EN 61386-21 (CEI 23-81). Per grandezze superiori (diametri esterni maggiori di 50 mm) si dovrà ricorrere a tubi della "serie filettata gas"- PN 6. Le giunzioni saranno ottenute con manicotti filettati. I cambiamenti di direzione potranno essere ottenuti sia con curve ampie con estremità filettate internamente sia per piegatura a caldo. Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non dovrà essere superiore a 1 m.

I tubi dovranno comunque essere fissati in prossimità di ogni giunzione e sia prima che dopo ogni cambiamento di direzione. Per il fissaggio in vista saranno impiegati collari singoli in acciaio zincato e passivato con serraggio mediante viti trattate superficialmente contro la corrosione e rese imperdibili; oppure collari o morsetti in materiale isolante serrati con viti (i tipi con serraggio a scatto sono ammessi all'interno di controsoffitti,

sottopavimento sopraelevato, in cunicoli o analoghi luoghi protetti). Collari e morsetti dovranno essere ancorati a parete o a soffitto mediante chiodi a sparo o viti e tasselli in plastica. Nei locali umidi o bagnati all'esterno, degli accessori descritti potranno essere impiegati solamente quelli in materiale isolante. Le viti dovranno essere in acciaio cadmiato o nichelato o in ottone.

#### *22.5. TUBO CORRUGATO IN PVC SERIE PESANTE*

Sarà conforme alle norme CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) e CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) e alle tabelle CEI-UNEL 37121/70 (serie pesante) in materiale autoestinguente, provvisto di marchio italiano di qualità. Sarà impiegato esclusivamente per la posa sottotraccia a parete o a soffitto curando che in tutti i punti risulti ricoperto da almeno 20 mm di intonaco oppure entro pareti prefabbricate del tipo a sandwich. Non potrà essere impiegato nella posa in vista o a pavimento, o interrata (anche se protetto da manto di calcestruzzo) e così pure non potranno essere eseguite giunzioni se non in corrispondenza di scatole o di cassette di derivazione. I cambiamenti di direzione dovranno essere eseguiti con curve ampie (raggio di curvatura compreso fra 3 e 6 volte il diametro nominale del tubo). Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 750 N secondo quanto previsto dalle norme CEI.

#### *22.6. GUAINA FLESSIBILE CON SPIRALE RIGIDA IN PVC*

Sarà in materiale autoestinguente e costituito da un tubo in plastica morbida, internamente liscio rinforzato da una spirale di sostegno in PVC. La spirale dovrà avere caratteristiche (passo dell'elica, rigidità etc.) tali da garantire l'inalterabilità della sezione anche per il raggio minimo di curvatura ( $r_{min} = 2 \times diam.int.$ ) ed il ritorno alla sezione originale in caso di schiacciamento. Il campo di temperatura di impiego dovrà estendersi da -15°C a +70°C. Per il collegamento a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori etc, dovranno essere impiegati esclusivamente raccordi previsti allo scopo dal costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), anello di tenuta, ghiera filettata di serraggio, controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati. Le estremità dei tubi flessibili non dovranno essere bloccate con raccordi del tipo a clips serrate con viti. Non è ammesso l'impiego di questo tipo di tubo all'interno dei locali con pericolo di esplosione o incendio. Avrà una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 350 N secondo quanto prescritto nelle norme CEI.

#### *22.7. GUAINA FLESSIBILE CON SPIRALE IN ACCIAIO ZINCATO*

Sarà costituito da un tubo flessibile a spirale in acciaio zincato a doppia aggraffatura con rivestimento esterno in guaina morbida di PVC autoestinguente con campo di temperatura di impiego da -15°C a +80°C. La guaina esterna dovrà presentare internamente delle nervature elicoidali in corrispondenza all'interconnessione fra le spire del tubo flessibile e ciò allo scopo di assicurare una perfetta aderenza ed evitare che si abbiano a verificare scorrimenti reciproci. Per il collegamento a tubi di altro tipo, canalette, cassette di derivazione o di morsettiere dei motori, contenitori etc., dovranno essere impiegati esclusivamente i raccordi metallici previsti allo scopo del costruttore e costituiti da: corpo (del raccordo), manicotto con filettatura stampata per protezione delle estremità taglienti e per la messa a terra, guarnizione conica, ghiera di serraggio e controdado o manicotto filettato a seconda se il collegamento è con cassette, canalette o contenitori oppure con tubi filettati. In ogni caso non è ammesso bloccare le estremità del tubo flessibile con raccordi del tipo a clips serrate con viti.

### *22.8. TUBO IN PVC CON GIUNTI A BICCHIERE*

Tubo rigido (non plastificato per scarichi) secondo norme EN 1401 e UNI EN1329. La raccorderia dovrà essere tutta conforme alle norme UNI EN del tipo a bicchiere, da incollare con appositi collanti che realizzino una saldatura chimica fra le parti. L'incollaggio dovrà avvenire seguendo le istruzioni del fabbricante e ponendo particolare attenzione nell'evitare la formazione di miscele esplosive con i solventi. Lungo le tratte di tubazioni diritte e orizzontali, ogni 20 metri al massimo, saranno installati dei pozzetti in cemento con chiusino pure in cemento, se entro le zone destinate a verde, o in ghisa se zone carrabili, cortili o pavimentate.

### *22.9. TUBO IN ACCIAIO ZINCATO LEGGERO*

Sarà in acciaio trafilato con sezione perfettamente circolare zincato a fuoco e filettabile. Avrà le stesse caratteristiche dimensionali (diametro est. e spessore) del tubo di acciaio smaltato. Sarà impiegato per la sola posa in vista all'interno (a parete, a soffitto, nel controsoffitto o sotto pavimento sopraelevato). Nel caso di impiego per l'esecuzione di impianti "stagni" (grado di protezione non inferiore a IP 44) dovranno essere impiegati i seguenti accessori in acciaio zincato: per le giunzioni manicotti filettati o raccordi in tre pezzi; per i cambiamenti di direzione curve ampie con estremità filettate o curve ispezionabili stagne (oppure potrà essere adottato il sistema della piegatura diretta evitando però che si abbiano strozzature, diminuzioni della sezione e danneggiamenti della zincatura); per i collegamenti a canalette o contenitori ghiera e controghiera. Nel caso di impiego in impianti in cui non sia richiesta l'esecuzione stagna potranno essere impiegati manicotti, curve e raccordi in lega leggera di tipo apribile, serrati sul tubo con cavallotti e viti. Dovrà in ogni caso essere garantita la continuità elettrica fra le varie parti, ed essere effettuata la messa a terra alle estremità.

### *22.10. TUBAZIONI IN ACCIAIO INOX*

Devono essere del tipo in acciaio inox, con le pareti interne completamente lisce e prive di qualsiasi asperità, per facilitare l'infilaggio dei cavi elettrici evitandone le possibili abrasioni.

Sono di tipo filettabile e fornite complete di manicotto.

### *22.11. CAVIDOTTO IN PEAD CORRUGATO PER POSA INTERRATA*

Sarà della serie pesante con grado di compressione minima di 450N conforme alle tabelle UNEL 37118 e alla norma CEI 23-46. Sarà in materiale autoestinguente provvisto di marchio IMQ. Sarà impiegato esclusivamente per la posa interrata curando che in tutti i punti risulti ricoperto da almeno 70 cm lungo le tratte e 40 cm in prossimità dei pozzetti. Lungo le tratte, almeno ogni 25-35m, saranno installati dei pozzetti in cemento con chiusino pure in cemento se entro le zone a verde; in ghisa se zone carrabili, cortili o pavimentate. Sarà dotato di cavetto interno in acciaio zincato.

### *22.12. CANALE O PASSERELLA IN ACCIAIO INOX*

Le passerelle dovranno essere di tipo con bordo rinforzato e arrotondato, in acciaio inox AISI 304. Le passerelle saranno fornite complete di staffe, giunti, pezzi speciali e mensole di sostegno di tipo regolabile in altezza costruite con lamiera di acciaio inox AISI 304 con spessore adeguato all'entità dei pesi installati all'interno del canale.

La distanza fra due sostegni non dovrà essere superiore a 1,5 m: in ogni caso comunque i sistemi d'assemblaggio ed i loro accessori dovranno essere forniti completi di bulloneria in numero totale da soddisfare, con il massimo carico ammissibile, la seguente formula:

$$f < D/300$$

dove:

f = freccia

D = interdistanza tra due punti di fissaggio consecutivi

Il sistema di fissaggio alla volta della galleria dovrà essere dimensionato per un carico pulsante che, oltre al fenomeno della trazione, considerata anche la presenza delle vibrazioni dovute ai mezzi in transito.

Il dimensionamento dei tasselli dovrà essere fatto in base al peso della struttura del sistema di cavidotto attrezzato, delle linee in cavo e delle apparecchiature corredate degli accessori di dotazione, maggiorato di un coefficiente di sicurezza non inferiore a 2.

La distanza della canaletta dal soffitto o da un'altra sovrapposta dovrà essere di almeno 200 mm. Il collegamento fra due tratti dovrà avvenire mediante giunti di tipo telescopico o ad incastro in modo da ottenere la perfetta continuità del piano di scorrimento dei cavi ed evitarne l'abrasione durante la posa oppure impiegando giunti ad angolo di tipo esterni e piastre coprigiunto interne.

Per eseguire cambiamenti di direzione, variazioni di quota, di larghezza, ecc., dovranno essere impiegati gli accessori allo scopo previsti dal costruttore in modo da ridurre al minimo, e per dimostrata necessità, gli interventi quali tagli, piegature, ecc. In ogni caso gli spigoli che possono danneggiare i cavi dovranno essere protetti con piastre terminali coprifilo.

Per il collegamento delle varie parti dovranno essere impiegati non meno di quattro bulloni in acciaio inox di tipo con testa tonda e larga posta all'interno della canaletta e muniti di rondella. Nel caso fosse necessario il coperchio, questo verrà indicato di volta in volta nel computo metrico estimativo o nella specifica dei materiali e dovrà essere asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza degli attraversamenti di pareti.

### *22.13.CANALE O PASSERELLA IN ACCIAIO INOX CON COPERCHIO*

Vale, in generale, quanto descritto per la canaletta di tipo aperto. La canaletta sarà dotata di coperchio fissato o a scatto o mediante moschettoni e asportabile per tutta la lunghezza anche in corrispondenza agli attraversamenti di pareti. Di volta in volta risulta precisato sui disegni o nel computo metrico il grado di protezione richiesto. Particolare cura dovrà essere posta affinché non risulti abbassato in corrispondenza di giunzioni, collegamenti con tubi eventualmente derivantesi dalla canaletta, cassette di derivazione, contenitori, etc.

#### *22.14. CANALE IN PVC AUTOPORTANTE*

Sarà in PVC rigido autoestinguente (classe 1 min) munita di fori sul fondo; l'altezza dei fianchi non dovrà essere inferiore a 40 mm e lo spessore almeno pari a 3 mm. Tutti gli accessori per la composizione del canale (curve, incroci, riduzioni, etc.) saranno dello stesso materiale. Tutti i sistemi di sospensione (mensole, staffe, supporti) saranno in acciaio zincato o inossidabile a seconda del grado di aggressività dell'ambiente. Le minuterie quali viti, bulloni, etc., saranno in nylon o in acciaio inossidabile.

La distanza fra due sostegni non dovrà essere maggiore di 1,5 m; la freccia di inflessione non dovrà superare comunque il valore di 10 mm. In corrispondenza ai punti di giunzione fra le varie parti dovranno essere previsti dei giunti di unione. Le giunzioni potranno essere eseguite anche per saldatura a caldo purché sia garantita una resistenza meccanica non inferiore a quella ottenuta con i giunti. Sarà dotata di coperchio asportabile per tutta la lunghezza e fissato a scatto nonché completa di setti separatori.

Le canalizzazioni possono essere posate:

- In vista a battiscopa: complete di coperchio potranno essere utilizzate come canale attrezzato con scatole portafrutti componibili;
- In vista a parete e/o soffitto: complete di coperchio potranno essere utilizzate per distribuzione principale e secondaria in particolari applicazioni ed ambienti.

Qualora le canalette fossero destinate a contenere conduttori facenti parte di servizi diversi (impianti di potenza ed impianti speciali) dovranno essere provviste di setti di separazione continui anche in corrispondenza di cambiamenti di direzione e all'imbocco delle cassette di derivazione e delle scatole portafrutti.

#### *22.15. CANALE IN PVC AUTOPORTANTE CON COPERCHIO*

Vale in generale quanto descritto per la canaletta di tipo aperto. Sarà completamente chiusa (grado di protezione non inferiore a IP40) dotata di coperchio asportabile per tutta la lunghezza e fissato a scatto oppure mediante moschettoni o ganci, o clips in acciaio inossidabile e completa di setti separatori. Non dovrà essere abbassato il grado di protezione richiesto in corrispondenza ai punti di giunzione fra i vari tratti, nei collegamenti con tubazioni, cassette, ecc.

## 23. CASSETTE DI DERIVAZIONE

### *23.1. GENERALITÀ*

I coperchi delle cassette devono essere fissati con viti antiperdenti. I cavi e le giunzioni posti all'interno delle cassette non devono occupare più del 50% del volume interno della cassetta. Le connessioni (giunzioni e derivazioni) vanno eseguite con appositi morsetti senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti conduttrici scoperte (inaccessibilità al dito di prova e quindi grado di protezione almeno IPXXB). Le giunzioni effettuate tramite attorcigliamento e nastratura non sono ammesse. Non devono essere effettuate giunzioni e derivazioni entro tubi. Possono invece essere effettuate giunzioni nei canali, solo nel caso di collegamenti aventi



lunghezza maggiore della pezzatura di fabbrica, purché le parti attive siano inaccessibili al dito di prova e purché i cavi uniti abbiano lo stesso colore. Non devono inoltre essere realizzate giunzioni entro le scatole porta-apparecchi.

È ammesso l'entra esci sui morsetti di prese purché esistano doppi morsetti o morsetti dimensionati per ricevere la sezione totale dei conduttori da collegare senza ridurne la sezione. Le cassette di giunzione installate all'esterno devono avere grado di protezione almeno IP44 e devono essere poste ad almeno 200 mm dal suolo. Per evitare pericolosi fenomeni di condensa, le tubazioni interrato devono essere sigillate prima di essere allacciate a quadri o cassette.

Le derivazioni potranno, su esplicita richiesta, essere effettuate all'esterno di cassette a mezzo di morsetti a perforazione dell'isolante, ovvero con morsetti a guscio. Per ogni tipologia di morsettiera la tensione di isolamento dovrà comunque essere coerente con quelle dei cavi che vi saranno attestati.

Nella stessa cassetta potranno attestarsi, salvo deroghe, solamente cavi appartenenti allo stesso servizio (luce, FM, speciali).

Tra due cassette di transito non devono esserci più di una curva o comunque curve con angoli  $\geq 90^\circ$ .

Nei tracciati rettilinei le cassette andranno poste con interdistanza massima pari a 5 m.

Salvo diversa indicazione degli altri elaborati di progetto relativi ai singoli contratti applicativi, o diversa indicazione della DL, per ogni locale (o coppia di locali adiacenti o affacciati) dovrà essere installata una cassetta di derivazione collocata lungo lo sviluppo del collegamento dorsale.

Tutte le cassette di derivazione dovranno essere contrassegnate in modo chiaro con le sigle riportate più oltre. La siglatura dovrà essere fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da caratteri di almeno 10 mm di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile. Le sigle dovranno essere poste sulla superficie interna del coperchio di ciascuna cassetta solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente saranno tinteggiate. Per le altre, le sigle dovranno essere poste sulla superficie esterna. Cassette destinate a impianti e/o servizi diversi dovranno riportare le sigle di tutti gli impianti. Le sigle da utilizzare sono le seguenti:

Illuminazione normale: L(N)

Illuminazione privilegiata: L(P)

Illuminazione di sicurezza: L(S)

Illuminazione in genere: L

Circuiti FM normale: FM(N)

Circuiti FM privilegiata: FM(P)

Forza motrice in genere: FM

Circuiti di potenza a tensione nominale diversa (es. 12 V c.a. oppure 24 V c.c.): 12ca (24cc)

Impianti speciali di sicurezza (rivelazione fumi, antintrusione, TVCC, radio, controllo accessi): SPS

Impianti speciali di comunicazione (trasmissione dati, TVCC, diffusione sonora): SPC

Impianti speciali in genere: SP

### *23.2. CASSETTE DI DERIVAZIONE IN ACCIAIO INOX*

Dovranno essere costruite in acciaio inox AISI 304 o AISI 316L o in fusione, avere grado di protezione IP65, elevata resistenza al calore, equipotenzializzate con l'impianto di terra se necessario.

Qualora siano dotate di morsettiera di derivazione questa dovrà essere in porcellana con sedi di serraggio adeguate alla sezione dei cavi di linea.

### *23.3. CASSETTE DI DERIVAZIONE RESISTENTI AL FUOCO*

Dovranno essere realizzate in pressofusione di alluminio o in acciaio inox, avere grado di protezione IP66, elevata resistenza al calore (850° C per 90 minuti), grado minimo di protezione contro gli urti IK07.

Qualora siano dotate di morsettiera di derivazione questa dovrà essere in porcellana con sedi di serraggio adeguate alla sezione dei cavi di linea.

In particolare, le cassette per gli impianti di ventilazione dovranno essere adatte per una tensione di esercizio di 1000V.

### *23.4. CASSETTE DI DERIVAZIONE STAGNE DA ESTERNO IN PVC*

Saranno di costruzione robusta con grado di protezione IP adeguato alla loro ubicazione.

Saranno in materiale isolante a base di PVC autoestingente. Nei locali umidi o bagnati è ammesso solo l'impiego del tipo di materiale isolante. Saranno dotate di coperchio fissato con viti o con in sistema a 1/4 di giro o equivalente. Le viti dovranno essere rese imperdibili, essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura etc.).

Non sono ammesse viti di tipo autofilettante. Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che risultino allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali. Dovranno essere fissate a parete o soffitto con non meno di due viti. Per quanto possibile, si dovrà cercare di unificare i tipi e dimensioni. Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi delle cassette.

L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti. Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non dovrà, pertanto essere superiore a quello di fori stessi. In tali cassette il taglio dei passatubi in plastica morbida dovrà avvenire in modo che ne risulti un foro circolare e non sia abbassato il grado di protezione.

Tali passatubi dovranno essere asportati per introdurre tubazioni di diametro superiore a quello previsto dal costruttore. Le tubazioni dovranno sporgere all'interno della cassetta per circa 0.5 cm, le parti più sporgenti dovranno essere tagliate prima dell'infilaggio dei cavi. Setti di separazione fissi dovranno essere previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse. In nessun caso, salvo deroghe ed accorgimenti da definire, le cassette destinate all'impianto telefonico, interfonico, trasmissione dati, TVCC potranno essere utilizzate per qualche altro tipo di impianto.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori dovranno essere eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese interruttori etc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive. Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato. Il serraggio dei conduttori dovrà essere a vite con l'interposizione di una piastrina metallica. Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio.

### *23.5. CASSETTE DI DERIVAZIONE METALLICHE*

Saranno di costruzione robusta con grado di protezione IP adeguato alla loro ubicazione.

Saranno dotate di coperchio fissato con viti o con in sistema a 1/4 di giro o equivalente. Le viti dovranno essere rese imperdibili, essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura etc.). Non sono ammesse viti di tipo autofilettante. Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che risultino allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali. Dovranno essere fissate a parete o soffitto con non meno di due viti. Per quanto possibile, si dovrà cercare di unificare i tipi e dimensioni. Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi delle cassette. L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso i fori previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non dovrà, pertanto essere superiore a quello di fori stessi. In tali cassette il taglio dei passatubi in plastica morbida dovrà avvenire in modo che ne risulti un foro circolare e non sia abbassato il grado di protezione. Tali passatubi dovranno essere asportati per introdurre tubazioni di diametro superiore a quello previsto dal costruttore.

Dovranno essere fornite dal costruttore con i fori adeguati all'installazione, complete di morsetto di messa a terra adeguato al collegamento di un conduttore pari al maggiore dei conduttori di fase che vi fanno capo, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup>

Setti di separazione fissi dovranno essere previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse. In nessun caso, salvo deroghe ed accorgimenti da definire, le cassette destinate all'impianto telefonico, interfonico, trasmissione dati, TVCC potranno essere utilizzate per qualche altro tipo di impianto. Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori dovranno essere eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese interruttori etc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive. Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato. Il serraggio dei conduttori dovrà essere a vite con l'interposizione di una piastrina metallica. Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastrature o con morsetti a cappuccio.

## 24. ULTERIORI PRESCRIZIONI SULLE OPERE

### *24.1. VERNICIATURE*

Tutte le tubazioni, gli staffaggi, le carpenterie in acciaio se non zincate, devono essere verniciate con due mani di antiruggine, di differente colore previa spazzolatura e pulizia delle superfici.

Le tubazioni e gli staffaggi sono verniciate con una mano di primer se zincate e 2 di antiruggine se in acciaio nero, spessore 50 m e quindi con due mani di smalto oleosintetico a finire nei colori distintivi dei fluidi convogliati.

### *24.2. ETICHETTATURA ED INDIVIDUAZIONE COMPONENTI*

Onde facilitare e consentire una facile lettura dell'impianto, l'Appaltatore deve individuare ed etichettare tutte le apparecchiature ed i circuiti degli impianti eseguiti, quali quadri elettrici.

Le targhette debbono essere realizzate in alluminio serigrafato dimensioni 120x60 mm, con scritte nere e devono essere installate sui componenti a mezzo di viti, collari o catenelle, in posizione ben visibile.

Inoltre, devono essere accuratamente indicate le posizioni che dovranno assumere le valvole, gli interruttori, i selettori, etc.

Devono inoltre essere individuati tutti i circuiti idraulici ed elettrici, a mezzo di etichette adesive colorate, dimensioni 150x50 mm; le etichette debbono riportare il nome del circuito.

### *24.3. MATERIALI PER OPERE METALLICHE*

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto di fusione, laminazione, trafilature, fucinata e simili. Essi dovranno avere tutte le caratteristiche previste nelle Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 e relativa Circolare 2 febbraio 2009 (n° 617) e da tutte le norme UNI vigenti e presentare inoltre, seconda della loro quantità, i requisiti indicati ai paragrafi seguenti.

### *24.4. FERRO*

Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.

### *24.5. CARPENTERIE IN ACCIAIO*

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 e relativa CIRCOLARE 2 febbraio 2009 (n° 617) e di tutte le norme UNI vigenti, applicabili.

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme UNI:

- UNI 7070/82 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità;
- UNI 10011/88 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione;
- CNR 10016-85 relativa alle strutture miste in acciaio-calcestruzzo.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati", la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- I diametri e la disposizione dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- Le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- Le classi di qualità delle saldature;
- Il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature, e specificatamente: le dimensioni dei cordoli, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- Gli schemi di montaggio e controfrecce di officina.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali, nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa dovrà inoltre far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione dei Lavori di sottoporre il progetto, le tecnologie di esecuzione delle saldature, alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura, o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. 27/7/1985 e successivi aggiornamenti, e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi B, C e D, da impiegare nelle costruzioni, saranno da sottoporre, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

#### *24.6. SALDATURE*

Saldature a cordone d'angolo e/o a completa penetrazione di prima classe secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche per la costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 e da tutte le norme UNI vigenti.

Quando richiesto dalla D.L., la fornitura dovrà essere accompagnata dai certificati relativi all'esame radiografico eseguito in officina.

Il Direttore dei lavori potrà a cura e spese dell'impresa ordinare in cantiere ulteriori controlli radiografici e ultrasonori per verificare la classe di appartenenza delle saldature eseguite.

In numero e l'estensione dei controlli magnetici da eseguire sui cordoni ad angolo verrà stabilita dal Direttore dei Lavori, e dovranno essere eseguiti a cura dell'impresa.

#### *24.7. BULLONATURE*

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 e di tutte le norme UNI vigenti.

I collegamenti bullonati dovranno essere eseguiti con bulloni ad alta resistenza di classe indicata negli elaborati di progetto relativi ai singoli contratti applicativi e/o indicata dalla D.L.

Rosette e piastrine dovranno essere realizzate con acciaio di tipo e classe prescritti negli elaborati di progetto relativi ai singoli contratti applicativi e/o indicati dalla D.L.

#### *24.8. ACCIAI INOSSIDABILI*

La composizione e le caratteristiche meccaniche dei vari tipi di acciaio impiegati devono corrispondere ai valori fissati dagli standard AISI (American Iron Steel Institute) c/o ACI (Alloy Casting Institute).

Il tipo di acciaio sarà quello prescritto negli elaborati progettuali relativi ai singoli contratti applicativi. Per quanto riguarda i controlli ed i prelievi su questi materiali vale quanto detto nel paragrafo precedente.

In particolare, ove non diversamente specificato, si prescrive l'utilizzo di acciaio inossidabile austenitico a basso contenuto di carbonio con sigla italiana X2CrNiMo17 12, corrispondente alla classe AISI 316L, che sia conforme alla norma EN 10088 – 3, con classe di resistenza C700 (tensione di snervamento incrementata  $f_{yk} = 350 \text{ N/mm}^2$ , tensione ultima di trazione incrementata  $f_{uk} = 700 \text{ N/mm}^2$ ).

In ambienti non aggressivi la D.L. potrà autorizzare l'utilizzo di acciaio inox di classe AISI 304L (o 304 se non sono previste saldature).

I metalli da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da imperfezioni sia superficiali che interne (scorie, soffiature, bolle) e da qualsiasi altro difetto di fusione.

Gli acciai inox dovranno presentare il grado di finitura previsto, di norma sabbatura; pallinatura o satinatura ottenuta mediante smerigliatura e preceduta da decapaggio con soluzione acida. In corrispondenza di

cordoni di saldatura o in altri punti particolari, la smerigliatura dovrà essere preceduta da rimozione dei residui del fondente e da sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nell'imballaggio delle lamiere e nella protezione superficiale mediante carta o plastica adesiva.

#### *24.9. ACCIAI IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450 C*

Gli acciai per armature di c.a. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 e da tutte le norme UNI vigenti.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. sopraccitato. Dovrà essere privo di difetti ed inquinamenti che ne pregiudichino l'impiego.

La D.L. dovrà, sottoporre a controllo in cantiere le barre ad aderenza migliorata FeB38K e FeB44K in conformità a quanto citato dal succitato decreto.

Anche in questo caso i campioni verranno prelevati in contraddittorio con l'impresa ed inviati a cura della D.L. ed a spese dell'impresa ad un Laboratorio Ufficiale.

La D.L. darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 14 gennaio 2008 sopraccitato.

Qualora l'Appaltatore intenda effettuare la sagomatura e/o l'assemblaggio delle barre al di fuori del cantiere dovrà rivolgersi ad un centro di trasformazione di cui al punto 11.3.1.7 del DM 14/01/2008.

In tal caso ogni fornitura dovrà essere accompagnata, oltre che dalla documentazione sopraccitata anche dalla seguente:

- Da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- Dall'attestazione inerente all'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dalla Direzione Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora la Direzione dei Lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

#### *24.10. RETI IN ACCIAIO ELETTRICO-SALDATO*

Le reti di tipo normale dovranno avere diametri compresi fra 4 e 12 mm e, se previsto, essere zincate in opera; le reti di tipo inossidabile dovranno essere ricoperte da bistrati di zinco (circa 250 gr/mq) perfettamente aderenti alla rete; le reti laminate normali o zincate avranno un carico allo sfilamento non inferiore a 30-

35kg/mmq. Tutte le reti elettro saldate da utilizzare in strutture di cemento armato avranno le caratteristiche richieste dal citato Norme Tecniche per le costruzioni, D.M. 14 gennaio 2008.

## 25. ACCETTAZIONE, QUALITÀ ED IMPIEGO DEI MATERIALI

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato speciale e dell'insieme degli altri elaborati progettuali relativi ad ogni singolo contratto applicativo, ferma restando l'osservanza delle norme di legge, del CEI, dell'UNI e delle tabelle UNEL o normative europee equivalenti.

Qualora nel corso dei lavori la normativa tecnica fosse oggetto di revisione, l'Impresa è tenuta a darne immediato avviso alla DL e a concordare quindi le eventuali modifiche per l'adeguamento degli impianti alle nuove prescrizioni.

Tutti i componenti dovranno essere provvisti di marcatura CE.

Se richiesto dalla DL, la Ditta dovrà fornire i cataloghi e le specifiche tecniche delle apparecchiature da installare, dalle quali risultino chiaramente tutte le caratteristiche tecniche, prestazionali e dimensionali delle stesse.

Essi devono essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei lavori; in caso di controversia, si procede ai sensi dell'art. 137 del Regolamento Generale.

Tutti i materiali ed i componenti dopo il loro arrivo in cantiere o comunque prima della relativa contabilizzazione dovranno essere approvati dalla D.L./S.A.

L'accettazione dei materiali e dei componenti, da parte della DL, è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il Direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'appaltatore non effettui la rimozione nel termine prescritto dal Direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'appaltatore, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.

L'appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del direttore dei lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo



in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.