



Projekt/progetto:

**UMFAHRUNG VAHRN  
BAUARBEITEN OHNE ANSCHLUSS BRIXEN NORD  
CIRCONVALLAZIONE VARNA  
OPERE CIVILI SENZA COLLEGAMENTO BRESSANONE NORD**

**AUSFÜHRUNGSPROJEKT - PROGETTO ESECUTIVO**

1	05.07.2018	Anmerkungen Prüfer / Osservazioni verificatore	div.	G. Fischnaller	G. Fischnaller
0	22.01.2016	erste Ausgabe / prima edizione	div.	G. Fischnaller	G. Fischnaller
Rev.	Datum/data	Ausgabe, Änderung/edizione, aggiornamento	erstellt/elaborato	geprüft/esaminato	freigeg./approv.

Auftraggeber:

**AUTONOME PROVINZ BOZEN  
Abteilung Tiefbau  
Amt für Straßenbau Nord/Ost**

Committente:

**PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO  
Ripartizione infrastrutture  
Ufficio tecnico strade nord/est**

Dokumenttitel:

Titolo del documento:

**CAPITOLATO SPECIALE  
D'APPALTO:  
NORME TECNICHE PER GLI  
IMPIANTI TECNICI (NTI)**



PLANUNGSGRUPPE

ILF - EUT

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

c/o EUT Engineering GmbH  
Dantestraße 134, 39042 Brixen

Tel. +39 0472 272400  
E-mail: info@eut.bz.it

c/o EUT Engineering srl  
Via Dante 134, 39042 Bressanone



Dokument/documento:

BV-U-815

Einlage Nr./allegato n.:

**10-5**

## INDICE

<b>1</b>	<b>DISPOSIZIONI TECNICHE GENERICHE</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>PREMESSE</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>Oggetto</b>	<b>5</b>
<b>2.2</b>	<b>Modalità esecutive degli impianti</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DEFINIZIONE E RIFERIMENTO ALLE NORME</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>UNITÀ DI MISURA</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>VERIFICHE E COLLAUDI</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DI MANUTENZIONE</b>	<b>12</b>
<b>9</b>	<b>GERARCHIA DELLE DISPOSIZIONI</b>	<b>13</b>
<b>10</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE E COSTRUTTIVE</b>	<b>14</b>
<b>10.1</b>	<b>Strutture in metallo</b>	<b>14</b>
10.1.1	Generalità	14
10.1.2	Componenti in alluminio	14
10.1.3	Strutture e componenti in acciaio inossidabile	14
<b>10.2</b>	<b>Strutture</b>	<b>14</b>
10.2.1	Generalità	14
10.2.2	Strutture di montaggio	15
10.2.3	Pali e colonne portanti	15
10.2.4	Materiale di fissaggio	16
<b>10.3</b>	<b>Protezione contro la corrosione</b>	<b>16</b>
10.3.1	Generalità	16
10.3.2	Verniciature	16
10.3.3	Verniciatura a polveri	17
10.3.4	Zincatura a caldo	17
<b>11</b>	<b>PRESCRIZIONI GENERICHE</b>	<b>19</b>
<b>11.1</b>	<b>Minuteria e materiali accessori di montaggio</b>	<b>19</b>
<b>11.2</b>	<b>Materiali di consumo</b>	<b>19</b>
<b>11.3</b>	<b>Targhette di descrizione</b>	<b>20</b>
<b>11.4</b>	<b>Sigillature</b>	<b>20</b>
<b>11.5</b>	<b>Sistemi di fissaggio per carichi sospesi</b>	<b>20</b>
<b>11.6</b>	<b>Impianto a chiave unica</b>	<b>21</b>
<b>11.7</b>	<b>Assistenza</b>	<b>21</b>
<b>12</b>	<b>IMPIANTI ELETTRICI</b>	<b>22</b>
<b>12.1</b>	<b>Caratteristiche tecniche e costruttive</b>	<b>22</b>
12.1.1	Generalità	22
12.1.2	Prescrizioni generali	22
12.1.3	Prescrizioni elettriche generiche	22
12.1.4	Sistemi di posa e di distribuzione	23
12.1.5	Linee e cavi	24

12.1.6	Gradi di protezione delle apparecchiature	25
<b>12.2</b>	<b>Prescrizioni tecniche generiche</b>	<b>25</b>
12.2.1	Generalità	25
12.2.2	Protezione contro i contatti indiretti	26
12.2.3	Protezione contro i sovraccarichi	27
12.2.4	Protezione contro i cortocircuiti	27
12.2.5	Protezione da sovratensioni	28
<b>13</b>	<b>TUBI E SISTEMI DI DISTRIBUZIONE</b>	<b>29</b>
<b>13.1</b>	<b>Generalità</b>	<b>29</b>
13.1.1	Tubi	29
13.1.2	Canali e passerelle portacavi	29
13.1.3	Cassette di derivazione e giunzione	29
13.1.4	Distribuzione orizzontale marciapiedi	30
13.1.5	Distribuzione orizzontale soffitto galleria	30
13.1.6	Distribuzione orizzontale svincoli	30
<b>14</b>	<b>CAVI E LINEE</b>	<b>31</b>
<b>14.1</b>	<b>Varie</b>	<b>31</b>
<b>14.2</b>	<b>Caratteristiche tecniche</b>	<b>31</b>
<b>14.3</b>	<b>Identificazione dei cavi</b>	<b>32</b>
<b>15</b>	<b>QUADRI ELETTRICI</b>	<b>33</b>
<b>15.1</b>	<b>Prescrizioni generali</b>	<b>33</b>
<b>15.2</b>	<b>Caratteristiche elettriche</b>	<b>34</b>
<b>15.3</b>	<b>Grado di protezione</b>	<b>35</b>
<b>15.4</b>	<b>Struttura</b>	<b>35</b>
<b>15.5</b>	<b>Collegamenti circuiti di potenza</b>	<b>36</b>
<b>15.6</b>	<b>Collegamenti circuiti ausiliari</b>	<b>37</b>
<b>15.7</b>	<b>Contrassegni ed identificazioni</b>	<b>37</b>
<b>16</b>	<b>IMPIANTO DI MESSA A TERRA</b>	<b>39</b>
<b>16.1</b>	<b>Varie</b>	<b>39</b>
<b>16.2</b>	<b>Posa dei dispersori</b>	<b>39</b>
<b>16.3</b>	<b>Collegamenti</b>	<b>40</b>
<b>16.4</b>	<b>Conduttori di protezione ed equipotenziali</b>	<b>40</b>
<b>16.5</b>	<b>Collegamenti equipotenziali</b>	<b>41</b>
<b>16.6</b>	<b>Misura della resistenza di terra</b>	<b>41</b>
<b>16.7</b>	<b>Prestazioni</b>	<b>42</b>
<b>17</b>	<b>PROTEZIONE DA SOVRATENSIONI</b>	<b>43</b>
<b>17.1</b>	<b>Generalità</b>	<b>43</b>
<b>17.2</b>	<b>Protezione da sovratensioni</b>	<b>43</b>
<b>18</b>	<b>RETE CABLATA STRUTTURATA</b>	<b>44</b>
<b>18.1</b>	<b>Definizione dell'impianto</b>	<b>44</b>
<b>18.2</b>	<b>Generalità</b>	<b>44</b>
<b>18.3</b>	<b>Struttura della rete</b>	<b>45</b>
<b>18.4</b>	<b>Armadi di distribuzione</b>	<b>46</b>
<b>19</b>	<b>RETI IN FIBRA OTTICA</b>	<b>47</b>
<b>19.1</b>	<b>Posa dei cavi di fibra ottica</b>	<b>47</b>

19.1.1	Premesse	47
19.1.2	Posa del cavo con tecnica tradizionale	48
19.1.3	Posa con tecnica a spinta di aria	49
19.1.4	Sistemazione dei cavi nei pozzetti	50
<b>19.2</b>	<b>Targhette di identificazione cavo</b>	<b>51</b>
<b>19.3</b>	<b>Giunzione</b>	<b>51</b>
19.3.1	Giunzione delle fibre	51
<b>19.4</b>	<b>Cavi a fibre ottiche</b>	<b>52</b>
19.4.1	Generalità	52
19.4.2	Marcatura esterna dei cavi	53
<b>19.5</b>	<b>Componenti di terminazione, giunzione e ripartizione</b>	<b>53</b>
19.5.1	Telaio di terminazione ottica	53
19.5.2	Sub-telai di gestione fibre	53
<b>19.6</b>	<b>Collaudo e misure</b>	<b>54</b>
<b>20</b>	<b>GRUPPI SOCCORRITORI D'EMERGENZA</b>	<b>57</b>
<b>20.1</b>	<b>Gruppi statici di continuità (UPS)</b>	<b>57</b>
20.1.1	Generalità	57
20.1.2	Tipo di alimentazione	57
20.1.3	Condizioni di funzionamento	57
20.1.4	Batterie	58
20.1.5	Carica batteria	58
20.1.6	Invertitori	58
<b>21</b>	<b>IMPIANTI SPECIALI</b>	<b>59</b>
<b>21.1</b>	<b>ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>	<b>59</b>
21.1.1	Generalità	59
21.1.2	Apparecchi illuminanti galleria	59
21.1.3	Apparecchi illuminanti locali tecnici	59
21.1.4	Montaggio apparecchi illuminanti galleria	59
<b>21.2</b>	<b>ILLUMINAZIONE D'EMERGENZA</b>	<b>61</b>
21.2.1	Generalità	61
21.2.2	Indicazioni principali	61
21.2.3	Illuminazione d'emergenza in galleria	61
21.2.4	Illuminazione d'emergenza locali tecnici	61
21.2.5	Calcoli illuminotecnici	62
<b>21.3</b>	<b>Impianto rivelazione incendio</b>	<b>63</b>
21.3.1	Generalità	63
21.3.2	Rivelatori di fumo ottici	63
21.3.3	Pulsanti di allarme	63
<b>21.4</b>	<b>SEGNALI STRADALI LUMINOSI</b>	<b>64</b>
21.4.1	Prescrizioni normative e di legge	64
21.4.2	Caratteristiche tecniche	64
21.4.3	Caratteristiche costruttive	64
<b>21.5</b>	<b>PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE (PMV)</b>	<b>65</b>
21.5.1	Generalità	65
<b>21.6</b>	<b>IMPIANTO SEMAFORICO E SBARRE</b>	<b>66</b>

21.6.1	Generalità	66
21.6.2	Semafori	66
21.6.3	Sbarre	66
<b>21.7</b>	<b>DELIMITATORI DI CARREGGIATA E ILLUMINAZIONE DI EVACUAZIONE</b>	<b>67</b>
21.7.1	Generalità	67
21.7.2	Prescrizioni	67
21.7.3	Illuminazione di evacuazione e delimitatori di carreggiata	67
21.7.4	Uscite d'emergenza	67
<b>21.8</b>	<b>IMPIANTI DI SORVEGLIANZA TVCC</b>	<b>68</b>
21.8.1	Definizione dell'impianto	68
21.8.2	Criteri di scelta e di installazione	68
21.8.3	Telecamere	68
21.8.4	Posizionamento e montaggio	69
21.8.5	Monitor	69
<b>21.9</b>	<b>Apparati opzionali e integrativi</b>	<b>69</b>
21.9.1	Prestazioni	69
<b>21.10</b>	<b>CONTEGGIO VEICOLI</b>	<b>70</b>
21.10.1	Generalità	70
21.10.2	Spire induttive	70
21.10.3	Sensore/Centralina di comando	70
21.10.4	Prestazioni	71
<b>21.11</b>	<b>IMPIANTO DI CONTROLLO ALTEZZA VEICOLI</b>	<b>72</b>
21.11.1	Generalità	72
21.11.2	Composizione del sistema	72
<b>21.12</b>	<b>IMPIANTO TRASMISSIONE RADIO</b>	<b>73</b>
21.12.1	Generalità	73
21.12.2	Prestazioni	73
<b>21.13</b>	<b>IMPIANTO DI SUPERVISIONE</b>	<b>74</b>
21.13.1	Scopo	74

## **1 DISPOSIZIONI TECNICHE GENERICHE**

Il presente documento rappresenta le disposizioni tecnico-generiche contrattuali, atto a descrivere le caratteristiche tecniche e le prescrizioni degli impianti previsti per l'infrastruttura in oggetto.

## **2 PREMESSE**

### **2.1 Oggetto**

Il presente documento "Capitolato Speciale d'Appalto - Parte 2, Prescrizioni tecniche di esecuzione per gli impianti tecnici (NTI)" fa parte integrante della documentazione del progetto complessivo. Pertanto dovranno essere osservate tutte le indicazioni ivi riportate, unitamente a tutte le altre prescrizioni, sia tecniche che amministrative, desumibili dagli elaborati progettuali.

Il presente documento costituisce un'integrazione degli aspetti non espressamente definiti e descritti dagli altri elaborati di progetto (relazioni ed elaborati grafici).

Oggetto del documento,

- prescrizioni tecniche e modalità esecutive delle lavorazioni,
- criteri di accettazione dei materiali,
- verifiche e prove,
- specifiche prestazionali dei componenti.

Le prescrizioni hanno carattere generale e pertanto possono comprendere anche apparecchiature e materiali non previsti nel presente appalto.

Nel caso siano richieste caratteristiche di prodotto diverse da quelle indicate in questo documento, esse sono chiaramente precisate negli altri elaborati di progetto.

In ogni caso gli elaborati a carattere specifico prevalgono su quelli a carattere generale.

L'appalto comprende la fornitura, la posa in opera, la messa in servizio, le prove e collaudi funzionali di tutti i componenti necessari ed impegnati per ottenere un impianto a regola d'arte, completo e perfettamente funzionante.

## 2.2 Modalità esecutive degli impianti

La realizzazione delle opere dovrà essere completata dall'appaltatore con modalità rispondenti alla normativa tecnica in vigore ed alle specifiche indicate nel presente documento e negli altri elaborati di progetto facenti parte integrante del contratto.

Grande importanza dovrà essere data al perfezionamento costruttivo e funzionale degli impianti in riguardo al facile ed economico esercizio di gestione e di manutenzione, all'affidabilità e alla sicurezza delle persone e delle cose.

I lavori oggetto del contratto devono essere eseguiti a perfetta regola d'arte e gli impianti devono essere resi completi e funzionanti nell'insieme ed in ogni loro parte.

Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e funzionante a regola d'arte e secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati.

Forniture necessarie minori e di completamento, quali bullonerie, viteria e minuteria metallica di uso comune, non saranno compensate a parte poiché influenti al fine della definizione del costo dell'opera e del relativo livello di prestazione.

Tutto quanto sopra esposto sarà ovviamente compreso nel prezzo unitario d'appalto dei lavori e non sarà compensato a parte.

## 3 DEFINIZIONE E RIFERIMENTO ALLE NORME

La definizione dei termini per l'esecuzione di impianti elettrici avviene in base alle norme CEI nella versione attualmente in vigore.

Le prestazioni si basano su tutta la normativa di interesse per le opere in progetto ed in particolare.

- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-1 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica.  
Norme generali
- CEI 11-8 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica.  
Impianti di terra
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica.  
Linee in cavo
- CEI 17-11 Apparecchiatura a bassa tensione, parte 3, interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili

- CEI 17-13 Apparecchiature assemblate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- CEI 17-21 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione
- CEI EN 50525 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 20-22 Prova dei cavi non propaganti l'incendio
- CEI UNEL 35016 Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE prodotti da costruzione (305/2011)
- CEI 20-108 Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio
- CEI 20-35/1-2 Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio
- CEI 20-116 Cavi elettrici - Applicazioni estese dei risultati di prova (EXAP rules)
- CEI 20-37/2 Prova sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai Cavi
- CEI 20-37/2-3 Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei cavi
- CEI 20-37/3-1 Misura della densità del fumo emesso
- CEI 20-115 Cavi per energia, controllo e comunicazioni
- CEI EN 50085-2-1 Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche
- CEI EN 60947 Apparecchi di manovra per impianti BT
- CEI UNEL 35024 Cavi e corde, portata dei cavi in regime permanente
- CEI 64-08 Impianti elettrici generali
- CEI EN 62305 Norme per la protezione contro i fulmini
- CEI 81-03 Valori medi del numero dei fulmini a terra
- ISO IEC 11801 Certificazione dei cablaggi in rame
- EN 50173-1 Rete cablata e strutturata per dati,

tutta la normativa UNI di interesse per le opere in progetto ed in particolare,

- UNI EN 12464-1 Illuminazione interna con luce artificiale dei luoghi di lavoro
- UNI 11248 Illuminazione stradale. Selezione delle categorie illuminotecniche



- UNI 11095 Illuminazione delle gallerie
- UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale, parte 2, Prescrizioni prestazionali
- UNI 9795 Sistemi fissi automatici di rivelazione, segnalazione manuale ed allarme incendi
- UNI EN 54 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio
- UNI EN 60849 Sistemi elettroacustici applicati ai servizi di emergenza
- UNI 10779 Impianti di estinzione incendi. Reti di idranti. Progettazione, installazione ed esercizio,

tutte le leggi, prescrizioni e normativa generica di interesse per le opere in progetto ed in particolare,

- Norme funzionali per la progettazione e la costruzione di strade nella Provincia Autonoma di Bolzano,
- Direttiva europea 2004/54/CE (aprile 2004) e relativo Decreto Legislativo di attuazione 5/10/06, n. 264,
- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 settembre 2005, "Norme di illuminazione delle gallerie stradali",
- Prescrizioni dei Vigili del Fuoco, degli Enti preposti a vigilare sulla sicurezza e delle Autorità locali,
- Prescrizioni delle Norme Tecniche AE e TELECOM,
- Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali ANAS (ed. 2009).

Inoltre valgono,

- Capitolato speciale d'appalto" per impianti elettrici, D.M. del 12.12.1962 e successive modifiche, attualmente in vigore, aggiornato con le prescrizioni del Decreto 37/08 in vigore,
- le condizioni tecniche di allacciamento del locale fornitore/gestore di energia elettrica,
- le prescrizioni di sicurezza ed amministrative del Comune, nonché della Provincia Autonoma di Bolzano,

- tutte le leggi, i decreti, le ordinanze e le direttive in vigore, emanate da enti ispettivi comunali e statali, nonché della Provincia Autonoma di Bolzano.

Così come,

- Legge n. 46 del 05.03.1990, "Norme per la sicurezza degli impianti". Abrogazione della legge 46/90 ad eccezione degli art. 8, 14 e 16,
- DPR n. 392 del 18.04.94, "Regolamento recante disciplina del procedimento di riconoscimento delle imprese ai fini della installazione, ampliamento e trasformazione degli impianti nel rispetto delle norme di sicurezza.
- DPR 462/01 del 22.10.2001, "Dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche e di messa a terra di impianti elettrici",
- DM n. 37 del 22.01.2008, "Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici",
- DLgs n. 81 del 09.04.2008, "Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro" e s.m.i.
- DM 13.07.2011, "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi di gruppi elettrogeni".

Se nel corso dell'esecuzione dei lavori fossero emanate nuove norme e/o prescrizioni attinenti i lavori stessi, l'appaltatore dovrà segnalarle alla Direzione Lavori e concordare con la stessa le eventuali modifiche per rispondere alle nuove norme e prescrizioni.

#### **4 UNITÀ DI MISURA**

Le unità di misura utilizzate e da utilizzare e le abbreviazioni rispondenti della documentazione corrispondono alle indicazioni dell'Elenco prezzi informativi della Provincia Autonoma di Bolzano, art. 00.03.02.01 e art. 50.15.

#### **5 PROVENIENZA E QUALITÀ DEI MATERIALI**

Ai sensi dell'art. 6, comma 1 del D.M. 22 gennaio 2008, n. 37, dovrà essere utilizzato materiale elettrico esente da difetti qualitativi e di lavorazione e costruito a regola d'arte.

Ovvero,

- che sullo stesso materiale sia stato apposto un marchio che ne attesti la conformità (per. es. IMQ),
- che abbia ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica Europea,
- che sia munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore,
- che tutti i prodotti corrispondono al Regolamento Prodotti da Costruzione - CPR UE 305/11 nonché alla EN 50575.

L'attestato di conformità alla norma si riferisce a un campione, mentre il marchio riguarda anche la produzione. Si ricorre alla relazione di conformità ai principi generali di sicurezza quando non esistono norme relative.

La conformità di un componente elettrico alla relativa norma può essere dichiarata dal costruttore in catalogo. In caso contrario è necessaria una copia della documentazione specifica.

Quanto sopra vale anche per i materiali ricevuti in conto lavorazione, per i quali l'installatore diventa, volente o nolente, responsabile.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e alle "Tabella di unificazione CEI UNEL" ove queste esistono.

Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni della documentazione d'appalto potranno pure essere richiesti i campioni.

Nella scelta dei materiali è raccomandata la preferenza ai prodotti nazionali o comunque a quelli dai paesi della Comunità Economica Europea.

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI.

## **6 VERIFICHE E COLLAUDI**

Il committente si riserva di far controllare e collaudare, da parte della Direzione Lavori, tutti i lavori eseguiti e tutti i materiali forniti, in base alla documentazione di revisione, con indice e pianta completa, elaborata dalla ditta appaltatrice.

Detta documentazione deve corrispondere all'impianto realizzato ed essere esibita prima del collaudo.

Essa deve contenere,

- le piante effettive di tutti gli impianti, dei quadri di distribuzione e delle installazioni effettuate,
- l'elenco delle apparecchiature completo dell'indicazione delle marche impiegate, dei tipi e dei numeri d'ordinazione,
- le istruzioni d'uso, le descrizioni funzionali e le indicazioni per la manutenzione per tutte le parti d'impianto e per tutti gli apparati installati,
- valori e campi di taratura per gli apparecchi di protezione, taratura, tempi d'intervento e grandezza delle protezioni messe in opera,
- il verbale delle prove eseguite,
- nelle piante degli impianti di protezione antifulmine devono essere indicati tutti i punti di sezionamento e redatto un verbale di collaudo con indicazione del valore di resistività di ogni sezionamento,
- una pianta contenente l'impianto di messa a terra, i collegamenti di terra di servizio ed ausiliari con indicazione delle misure e dei rilevamenti, nonché la localizzazione dei punti di rilevamento.

Basandosi sulla suddetta documentazione, la Direzione Lavori verificherà gli impianti ed eseguirà le seguenti prove,

- prova di funzionamento dell'impianto nel suo insieme,
- verifica della avvenuta regolare fornitura ed installazione dei materiali,
- controllo della qualità dei materiali impiegati.

Ulteriori controlli potranno essere eseguiti da parte di enti statali di controllo, dall'Ufficio Sicurezza del Lavoro, nonché dall'Ispettorato Provinciale Antincendio della Provincia Autonoma di Bolzano.

Il collaudo può essere chiesto solo ad impianto ultimato che non deve essere difettoso e deve rispondere alla documentazione di revisione.

La ditta appaltatrice deve essere presente a tutte le prove di collaudo.

Se il collaudo si protrae, il committente è autorizzato a prendere in uso i lavori eseguiti e le prestazioni fornite senza diminuire l'obbligo di garanzia da parte della ditta appaltatrice.

Se dovessero essere accertati difetti rilevanti, il collaudo sarà interrotto e ripreso in nuova data. I costi da ciò derivanti sono a carico della ditta appaltatrice.

## **7 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ**

Prima della consegna e della messa in servizio dell'impianto elettrico, l'installatore deve eseguire le verifiche per accertare la rispondenza alle norme stesse.

Le verifiche devono essere eseguite secondo le indicazioni contenute nella norma CEI 64/8-6.

Al termine dei lavori è esclusivo compito dell'installatore rilasciare la dichiarazione di conformità, come richiesto dal Decreto n° 37 del 22.01.2008, con allegati i documenti obbligatori ed aggiornare tutte le piante esecutive e gli schemi elettrici dei quadri di distribuzione, in tre copie più una copia su supporto magnetico (CD o DVD).

## **8 DOCUMENTAZIONE DI MANUTENZIONE**

La documentazione di manutenzione deve essere consegnata al committente 14 giorni prima della messa in servizio degli impianti elettrici o di parti degli impianti stessi.

Elenco della documentazione di manutenzione,

- disegni as-built,
- schema funzioni,
- schemi di collegamento,
- schemi di montaggio degli apparecchi ed impianti elettrici,
- disposizione nell'edificio,
- disegni quadri elettrici, numerazione morsettiere, liste cavi, ecc.,
- istruzioni per la messa in funzione, istruzioni d'uso e di servizio,
- dettagli d'installazione,
- dati tecnici.

Manuali e documentazione relativi alla gestione e manutenzione, metodi di funzionamento dei sistemi, programmi sequenziali con eventuale software, ecc.

- elenco impianti,

- schede tecniche componenti,
- manuali di manutenzione,
- istruzioni di manutenzione,
- cronoprogramma interventi,
- schede del registro di manutenzione,
- norme per la sicurezza.

I testi sopra elencati devono essere consegnati in tre copie in forma cartacea e su supporto dati del tipo CD-ROM in formato AutoCad.dwg, risp. Word.doc o Excel.xls.

Tutta la documentazione deve essere consegnata per poter realizzare ulteriori copie ed inserita in raccoglitori con descrizione dorsale.

## **9 GERARCHIA DELLE DISPOSIZIONI**

Gerarchia delle disposizioni nell'esecuzione di opere.

In caso di disposizioni contrastanti vale il principio che disposizioni più specifiche e più dettagliate prevalgono su quelle più generiche, nel rispetto della scala gerarchica di seguito riportata.

- Elenco delle prestazioni o disegni e particolari richiamati di progetto,
- ulteriori disegni o elaborati progettuali,
- le "Disposizioni Tecnico contrattuali - Regole generali per lavori di costruzione di qualsiasi tipologia" (DTC) della Provincia Autonoma di Bolzano per lavori pubblici,
- le "Disposizioni Tecnico contrattuali" (DTC) della Provincia Autonoma di Bolzano della specifica lavorazione per lavori pubblici,
- il "Capitolato Speciale d'Appalto - parte 2, Prescrizioni tecniche di esecuzione" della specifica lavorazione per lavori pubblici e non pubblici,
- le norme elaborate a livello europeo dal CEN (EN),
- le norme italiane UNI, CEI, ecc.,
- le norme estere.

## **10 CARATTERISTICHE TECNICHE E COSTRUTTIVE**

### **10.1 Strutture in metallo**

#### **10.1.1 Generalità**

Per gli allestimenti tecnici in gallerie possono essere utilizzati esclusivamente strutture in metallo e più precisamente in acciaio inossidabile, alluminio e componenti in acciaio con zincatura a caldo o verniciati.

#### **10.1.2 Componenti in alluminio**

In caso di impiego di alluminio, la qualità minima deve essere AlMg 3. In particolare si fa presente, che anche l'alluminio deve essere protetto, sia contro la corrosione provocata da disgelanti, sia contro la corrosione elettrolitica, tramite anodizzazione e sigillatura.

#### **10.1.3 Strutture e componenti in acciaio inossidabile**

In tutte le aree della galleria, se non specificato diversamente nel testo esteso dell'elenco prestazioni, deve trovare impiego esclusivamente acciaio inox di qualità AISI 316 L.

Se non espressamente richiesto nell'elenco delle prestazioni in alternativa ai materiali in metallo da verniciare o zincare potranno essere utilizzati materiali in acciaio inox di adeguata qualità e di opportuna composizione adatta per l'ambiente circostante e per il tipo di utilizzo della struttura stessa.

Nel caso in cui dovessero essere eseguite saldature, vanno previsti un trattamento preliminare ed una rifinitura a regola d'arte dei giunti saldati. Le saldature vanno eseguite esclusivamente con sistemi a gas inerte.

La finitura esterna degli acciai inox dovrà essere liscia, cioè priva di lavorazioni successive.

### **10.2 Strutture**

#### **10.2.1 Generalità**

Per il montaggio di apparecchiature elettriche e di componenti in campo, come luci segnaletiche, pannelli a messaggio variabile, segnali stradali e di avviso illuminati, apparecchiature di controllo dell'altezza, sensori di luminanza, temperatura, ecc., vanno previsti, a seconda delle situazioni locali, delle strutture di fissaggio, risp. pali e colonne.

Sono ammesse esclusivamente strutture portanti in acciaio.

Tutti i supporti dei segnali stradali devono essere adattati alle condizioni locali, nonché ai carichi statici e dinamici prevedibili.

#### 10.2.2 Strutture di montaggio

Per il montaggio di apparati elettrici, apparecchiature in campo e componentistica dei diversi impianti di galleria alle pareti, risp. alla volta o ai pali, ecc. vanno sviluppate e previste delle apposite strutture di fissaggio.

I materiali da impiegare devono rispettare le prescrizioni e le indicazioni riportate nel testo esteso dell'elenco prestazioni.

Prescrizioni di esecuzione,

- le strutture di fissaggio ad elementi in calcestruzzo sono ammesse esclusivamente con montaggio mediante foratura,
- tutti i materiali di fissaggio, come viti, dadi, rondelle, tasselli, ecc., devono essere in acciaio inox AISI 316 L,
- le strutture di fissaggio devono essere realizzate in modo tale da permettere la possibilità di una regolazione continua in senso orizzontale e in verticale,
- protezione anticorrosione realizzata in conformità alla norma ISO 1461 (vanno allegate le relative attestazioni in forma verificabile),
- fornitura completa di tutti i materiali minuti, di fissaggio ed accessori.

#### 10.2.3 Pali e colonne portanti

Pali e strutture portanti per il montaggio di apparati elettrici, apparecchiature in campo e componenti vari degli impianti tecnologici nelle zone antistanti gli imbocchi delle gallerie.

Prescrizioni di esecuzione,

- palo conica o montante trafilato di forma e dimensioni a seconda del tipo di apparati elettrici, apparecchiature in campo o segnale stradale illuminato da montare,
- materiale conforme a testo esteso dell'elenco prestazioni, nonché le indicazioni di progetto,
- palo con portina per ingresso cavo chiudibile,
- messa a terra del palo realizzata a regola d'arte,



- montaggio su basamento in calcestruzzo o su piastra flangiata, secondo il tipo e delle dimensioni dell'elemento da montare (basamento realizzato a cura del committente),
- fornitura completa di tutti i materiali minuti, di fissaggio ed accessori.

I pali o i montanti devono essere progettati e realizzati tenendo conto dei carichi dinamici per velocità del vento fino a 150 km/h.

#### 10.2.4 Materiale di fissaggio

Tutti i materiali di fissaggio, quali viti, dadi, rosette, ecc. di principio devono essere in acciaio inox di qualità AISI 316 L.

### 10.3 Protezione contro la corrosione

#### 10.3.1 Generalità

Tutti gli elementi in metallo dell'impianto, in base alla loro funzione e in conformità alle richieste di dettaglio, devono essere protetti in forma adeguata contro la corrosione.

È necessario scegliere i materiali di tutti gli elementi dell'impianto, che sono in contatto diretto l'uno con l'altro, in maniera tale, da poter escludere in osservanza delle regole di buona tecnica, un processo di corrosione elettrolitica oppure chimica.

Nel caso un contatto diretto tra metalli a potenziali diversi o un contatto attraverso gli elementi di fissaggio, come viti, dadi, rosette, chiodi, ecc. si presenta inevitabile deve essere realizzata una separazione elettrica mediante bussole in plastica, rosette isolanti, tamponi in gomma, ecc.

Tutti gli oneri derivanti dalla protezione contro la corrosione devono essere considerati nei singoli prezzi unitari e non saranno compensati a parte.

#### 10.3.2 Verniciature

Tutti gli elementi in acciaio non zincati, come tubazioni, staffaggi, staffe, ecc., devono essere adeguatamente verniciati.

Prima del trattamento tutte le parti e superfici a rischio di corrosione devono essere liberate dalle sostanze pregiudicanti, come oli, grassi, sporcizie, polveri, ruggine, eventuali vernici disfatte, scorie di saldatura, mastici sciolti, bave e pellicole di laminazione.

Fondo a una mano di vernice,

- legante resina epossidica,
- pigmento polvere di zinco conforme DIN 55928, parte 9,
- spessore a secco min. 50 µm.

Sottosmalto e ultima mano,

- vernice a base di resina sintetica resistente agli urti e agenti atmosferici, non infiammabile,
- colore RAL a scelta della Direzione Lavori,
- spessore a secco min. 2x50 µm.

Spessore totale di tutti gli strati min. 150 µm.

Per le ultime mani va perseguita l'assenza di porosità.

Vanno utilizzate esclusivamente vernici idonee all'atmosfera specifica in galleria, come grandi variazioni della temperatura e dell'umidità, azioni chimiche, bagnato, ecc. e per aree aperte.

Quanto alle azioni chimiche, va tenuto conto in particolare dell'uso di vari disgelanti nel periodo invernale e dell'impatto con delle sostanze inquinanti dei gas di scarico.

#### 10.3.3 Verniciatura a polveri

Prima della verniciatura a polveri tutte le parti vanno pulite accuratamente mediante sabbiatura e eliminati eventuali residui.

Spessore dello strato min. 200 µm.

Colore RAL a scelta della Direzione Lavori.

#### 10.3.4 Zincatura a caldo

Per tutte le parti in acciaio devono essere rispettati gli spessori minimi dello strato di zinco secondo DIN 50476, pari a 50 - 85 µm in funzione dello spessore del materiale, conformemente al rivestimento di zinco riferito alla superficie pari a 360 fino a 610 g/m<sup>2</sup>.

Una volta zincate a caldo, le parti non devono essere lavorate ad asportazione oppure saldate.

Elementi che possono essere accoppiati solamente in cantiere, devono essere aggiustati non zincati, nuovamente smontati, trattati come descritto sopra, nuovamente consegnati e definitivamente montati.

Tutti i lavori e trasporti necessari vanno considerati nei costi della rispettiva voce.

## **11 PRESCRIZIONI GENERICHE**

### **11.1 Minuteria e materiali accessori di montaggio**

Minuteria e materiali accessori di montaggio per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature.

Elenco indicativo e non limitativo,

- supporti, staffe, collari, tasselli, viti, dadi e bulloni,
- passacavi e pressacavi,
- flange, compartimentazioni e coperture cieche,
- nastro metallico rivestito in PVC,
- targhette di identificazione metalliche e/o di plastica,
- nastro di teflon, gomma o neoprene,
- morsetti e capicorda a compressione,
- corda, cavo e treccia flessibile per la messa a terra delle armature,
- varie.

La minuteria ed i materiali accessori di montaggio non saranno contabilizzati separatamente poiché la loro incidenza dovrà intendersi compresa nella voce principale cui si riferiscono.

### **11.2 Materiali di consumo**

Materiali di consumo per completare l'installazione degli impianti e delle apparecchiature elettriche.

Elenco indicativo e non limitativo,

- bombole di acetilene e ossigeno,
- elettrodi e materiale d'apporto,
- gas liquido, benzina e nafta,
- nastro e materiale isolante,
- varie.

I materiali di consumo non saranno contabilizzati separatamente poiché la loro incidenza dovrà intendersi compresa nella voce principale cui si riferiscono.

### 11.3 Targhette di descrizione

Tutte le apparecchiature ed apparati, montanti e cavi di alimentazione, cavi segnali, apparecchi in campo, ecc. devono essere contrassegnati in maniera inconfondibile con targhette di descrizione.

Le targhe di descrizione devono essere nere, con incisione bianca, in materiale plastico (resopal).

### 11.4 Sigillature

Sigillatura dei compartimenti d'incendio contro la propagazione dell'incendio.

Tutte le linee, che attraversano differenti zone di compartimentazione, devono essere opportunamente sigillate nei punti di attraversamento, in modo tale da impedire la propagazione dell'incendio.

Le sigillature necessarie per impedire la propagazione dell'incendio sono da realizzare secondo le indicazioni del progetto antincendio.

### 11.5 Sistemi di fissaggio per carichi sospesi

Come sistemi di fissaggio rilevanti ai fini della sicurezza possono essere impiegati solo sistemi omologati (tasselli, viti, staffe, ecc.), la cui idoneità sia stata verificata sperimentalmente nell'ambito di una procedura di omologazione.

Sistemi di fissaggio per sospensioni di soffitti devono essere provvisti di certificato di prova con relativo decreto di omologazione rilasciato da un istituto di prove ufficialmente riconosciuto.

Se un fissaggio non è classificato rilevante ai fini della sicurezza (tutti i carichi agenti sono  $< 0,20$  kN ovvero i pesi sono  $< 20$  kg), esso va eseguito artigianalmente a regola d'arte. In ogni caso la ditta esecutrice deve presentare una dichiarazione attestante l'avvenuta esecuzione a regola d'arte dell'intero sistema di fissaggio.

Se il carico su un singolo fissaggio supera il valore di  $0,20$  kN, ovvero il peso è  $> 20$  kg, il fissaggio stesso va considerato rilevante ai fini della sicurezza.

## **11.6 Impianto a chiave unica**

Tutte le porte dei quadri elettrici muniti di serratura, come tutte le porte d'ingresso dei vani tecnici asserviti agli impianti elettrici e le porte di accesso ai locali della cabina di media tensione devono essere muniti di cilindri di impianto a chiave unica.

## **11.7 Assistenza**

L'apertura e la chiusura di eventuali tracce necessarie, come le assistenze generiche, sono completamente a carico dell'appaltatore.

## 12 IMPIANTI ELETTRICI

### 12.1 Caratteristiche tecniche e costruttive

#### 12.1.1 Generalità

Il presente documento fornisce le prescrizioni di carattere generale relative alle modalità esecutive degli impianti speciali per applicazioni stradali e in gallerie.

Le indicazioni specifiche dei singoli impianti speciali, come chiamata d'emergenza nicchie SOS, sistemi vari di rivelazione incendi, TVCC, impianti radio, pannelli a messaggio variabile, segnaletica luminosa, sensoristica, ecc., nonché dei relativi componenti costitutivi sono riportate negli altri elaborati di progetto.

In particolare,

- per le dotazioni previste e le specifiche funzionali di ogni singolo sistema si rinvia alle relazioni tecniche ed ai testi estesi dell'elenco prestazioni,
- per informazioni relative alle modalità di cablaggio tra i vari componenti nonché alla loro collocazione fisica si rinvia agli elaborati grafici, schemi a blocchi e disposizioni degli impianti speciali.

Gli impianti devono essere realizzati, configurati e messi in servizio con le modalità indicate dal costruttore al fine di renderli eseguiti a perfetta regola d'arte e perfettamente funzionanti.

#### 12.1.2 Prescrizioni generali

L'Installatore deve eseguire con la più aggiornata tecnica impiantistica e a regola d'arte l'impianto elettrico, consegnandolo alla Committente funzionale e funzionante.

#### 12.1.3 Prescrizioni elettriche generiche

Generalità sugli impianti elettrici,

- realizzazione di tutti i collegamenti elettrici dell'impianto d'illuminazione, dei sistemi di sicurezza e di sorveglianza, dei motori elettrici, dei sistemi di ventilazione, dei sensori elettrici, delle colonnine di comando locale, ecc.,
- taratura ed allineamento dei termici e dei sistemi di protezione a quadro,
- realizzazioni delle connessioni di potenza, di comando e di telegestione,

- l'alimentazione delle centraline di gestione degli impianti speciali (PLC, nodi di rete, centrali rivelazione incendi, ecc.) deve essere efficacemente protetta contro le sovratensioni transitorie provenienti dalla rete elettrica con dispositivi di protezione realizzati con scaricatori di adeguate caratteristiche,
- i componenti in campo, come cartelli illuminati, telecamere, semafori, controllo altezza, ecc., devono essere completi di punto terminale di alimentazione e/o segnale, realizzato con cassette di derivazione con grado di protezione IP67 con eventuale morsettiera e protezioni adatte, tubazioni in acciaio inox staffate a parete e cavi di collegamento derivati dalla dorsale di distribuzione e/o segnale. Le caratteristiche dei cavi utilizzati devono rispondere alle prescrizioni progettuali,
- ogni connessione deve essere compiuta in modo da assicurare il contatto stabile e meccanicamente solido a mezzo l'uso di connettori a compressione e morsettiera adeguata,
- tutti gli apparecchi, quadri locali e cassette di giunzione e/o smistamento devono essere messi a terra tramite piastrine,
- la manovra, le verifiche e la normale manutenzione di tutti le parti o apparecchiature elettrotecniche devono essere possibili senza l'uso di mezzi ausiliari, come scale, trabattelli, ecc. e non essere impedita da altre parti d'impianto,
- ogni singolo componente deve essere identificato con la codifica che sarà definita in sede di DL a mezzo targhette adesive in tela plastificata.

#### 12.1.4 Sistemi di posa e di distribuzione

I sistemi di posa e di distribuzione devono essere eseguiti in osservanza di,

- tutto l'impianto elettrico luce e forza motrice deve essere realizzato con passerelle e sistemi di posa separati da quelli necessari per l'impianto strumentale. Questo criterio deve essere rispettato anche negli attraversamenti e nei cunicoli presenti nelle varie planimetrie,
- i pozzetti, le tubazioni e le cassette di derivazione/transito devono essere dedicati agli impianti speciali ed indipendenti da quelle utilizzate per gli altri servizi (illuminazione, ventilazione, ecc.),
- ogni sistema di posa a vista, passerella o cassetta di giunzione deve poter essere montata e/o smontata senza che questo comporti il danneggiamento della stessa o di altra parte dell'impianto,
- le cassette di giunzione (ove necessarie) devono essere ubicate in zone sicure per l'operatore,



- tutti i tubi o passerelle porta conduttori in vista devono essere fissati in modo sicuro, con graffette e supporti,
- per fissaggio degli stessi su pareti in muratura o cemento armato non sarà permesso l'uso di chiodi sparati,
- tutti i tubi posati nelle strutture murarie devono essere installati prima della gettata,
- non saranno permesse scanalature nei manufatti della galleria,
- i tubi porta cavi devono avere percorso esclusivamente orizzontale o verticale e il più diritto possibile e le eventuali curve devono essere le più ampie possibili o saranno installate curve apribili,
- i porta conduttori devono essere lavorati a perfetta regola d'arte, sbavati alle estremità, tagliati a squadra, ecc.,
- tutte le passerelle poste in verticale saranno coperte per un'altezza di 2,5 m da piano di camminamento,
- le cassette di distribuzione elettriche devono avere l'ingresso cavi dal basso e l'uscita laterale.

#### 12.1.5 Linee e cavi

Tutti i cavi, anche se non espressamente definito, devono rispettare il regolamento CPR e la norma EN50575.

I cavi di potenza, controllo e di comunicazione, che vengono posati e che contribuiscono alla funzionalità dell'opera, devono rispondere alla direttiva CPR 305/2011.

La galleria Varna ha una lunghezza di  $L > 500$  m, di conseguenza, ed in rispondenza al regolamento CPR 305/2011, sono previsti cavi del tipo FG180M.

Le linee e i cavi devono essere posati in osservanza di,

- i cavi elettrici di potenza e di controllo/comando devono avere un percorso separato dai cavi di dati/misura,
- tutti i conduttori e le linee di alimentazione saranno identificabili nei quadri, negli incroci e/o nelle derivazioni di percorso e sull'utilizzatore,
- tutte le linee di alimentazione devono essere posate rispettando le prescrizioni consigliate dai fornitori degli stessi,
- non sono ammessi collegamenti elettrici sulle passerelle; ove si presentasse la necessità devono essere installate delle cassette di derivazione,

- tutte le morsettiere delle cassette elettriche devono essere opportunamente numerate.

#### 12.1.6 Gradi di protezione delle apparecchiature

Il grado di protezione minimo degli equipaggiamenti elettrici e strumentali deve essere,

- quadri elettrici posizionati entro vani tecnici IP31,
- quadri elettrici posizionati al di fuori dei vani tecnici IP55,
- part interne quadri elettrici IP20,
- apparecchiature elettriche e strumenti in campo IP55,
- motori elettrici entro vani tecnici IP54,
- motori al di fuori dei vani tecnici IP55,
- apparecchi illuminanti per uffici IP20,
- altri apparecchi illuminanti IP55.

### 12.2 Prescrizioni tecniche generiche

#### 12.2.1 Generalità

Prescrizioni ed indicazioni da osservare nell'esecuzione delle opere in oggetto.

##### 12.2.1.1 Protezione contro i contatti diretti

Le misure di protezione dai contatti diretti saranno ottenute utilizzando esclusivamente componenti elettrici aventi adeguato isolamento delle parti attive, o aventi involucri o barriere capaci di assicurare almeno un grado di protezione pari a IP2X od IPXXB.

Ogni singolo circuito deve essere dotato di dispositivo omnipolare in grado di garantire il sezionamento di tutti i conduttori attivi (quindi neutro compreso).

L'accesso ai quadri elettrici deve essere reso possibile solo a personale qualificato tramite l'uso di chiavi e/o attrezzi.

Si devono realizzare tutti gli interblocchi necessari per evitare chiusure accidentali che possono generare situazioni di pericolo per il personale addetto alla manutenzione.

La protezione contro i contatti diretti si può realizzare attraverso,

- isolamento delle parti attive con materiali non removibili (l'isolante può essere rimosso solamente tramite distruzione),
- involucri o barriere per impedire l'accesso alle parti pericolose (l'involucro può essere rimosso tramite l'uso di un attrezzo o di una chiave affidata a personale responsabile),
- mediante ostacoli,
- distanziamento in modo da impedire un contatto accidentale,
- interruttori differenziali ad alta sensibilità con correnti di soglia  $I(d) \leq 30 \text{ mA}$  (protezione addizionale non dispensa dall'applicazione di una o più delle misure sopra indicate),
- utilizzo di particolari impianti (sistema IT).

Le misure di protezione mediante ostacoli o distanziamento sono permesse in locali accessibili solo a persone addestrate.

#### 12.2.2 Protezione contro i contatti indiretti

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse metalliche).

Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento di impianti, contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze, deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

Oltre all'impianto di messa a terra per garantire la protezione dai contatti indiretti è necessario installare a monte degli apparecchi utilizzatori un dispositivo in grado di rilevare la dispersione di corrente verso terra (interruttore differenziale) che interrompa il flusso di corrente elettrica prima che la stessa assuma valori pericolosi.

Gli interruttori magnetotermici, i fusibili e gli interruttori differenziali devono essere coordinati con l'impianto di messa a terra in modo da garantire il rispetto delle condizioni di sicurezza richieste dalla Norma CEI 64-8.

La protezione dai contatti indiretti può essere ottenuta mediante,

- interruzione automatica dell'alimentazione,
- uso di componenti elettrici di classe II o isolamento equivalente,

- bassissima tensione di sicurezza (SELV) o di protezione (PELV),
- bassissima tensione funzionale (FELV),
- separazione elettrica fornendo l'alimentazione attraverso un trasformatore di isolamento.

La prevenzione dei contatti indiretti si basa sui controlli periodici degli interruttori e dell'efficienza dell'impianto di messa a terra.

#### 12.2.3 Protezione contro i sovraccarichi

Tutti i circuiti devono essere protetti nel senso che i dispositivi di protezione devono interrompere la corrente prima che diventi pericolosa per le sollecitazioni termiche e meccaniche. I dispositivi devono essere introdotti nei punti in cui ci sia variazione di sezione dei conduttori o qualunque altra variazione che dia luogo ad una riduzione del coefficiente K (rapporto tra la corrente d'intervento e quella nominale del dispositivo di protezione).

La corrente nominale del dispositivo automatico di protezione deve essere compresa tra la corrente d'impiego del circuito e la portata massima del cavo.

La corrente di sicuro intervento del dispositivo automatico (relè termici accoppiati, interruttori automatici magnetotermici, ecc.) non deve essere superiore a  $\leq 1,45$  volte la portata del cavo.

Il tempo di interruzione deve essere inferiore al tempo che porta i conduttori alla massima temperatura ammissibile.

#### 12.2.4 Protezione contro i cortocircuiti

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose.

Essi devono avere un potere d'interruzione superiore o almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono essere omessi dove l'apertura intempestiva del circuito è fonte di pericolo (vedi norma CEI 64-8).

Non è necessario proteggere contro il cortocircuito derivazioni di lunghezza non superiore a 3 m purché sia ridotto al minimo il rischio di cortocircuito, non siano in vicinanza di materiali combustibili, trattasi di cavi entro tubo e non ci si trovi in luoghi a maggior rischio d'incendio ed esplosione.

Ogni circuito o gruppi di circuiti deve poter essere sezionato dall'alimentazione per permettere di eseguire lavori su o in vicinanza di parti in tensione. Il sezionamento deve essere realizzato con dispositivi multipolari e deve riguardare anche il neutro se distribuito.

#### 12.2.5 Protezione da sovratensioni

Al fine di proteggere l'impianti e le apparecchiature elettriche ed elettroniche a esso collegate, contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, l'impianto dovrà essere dotato di limitatori di sovratensione che garantiscano la separazione galvanica tra conduttori attivi e terra.

Per la protezione di particolari utenze molto sensibili alle sovratensioni, quali computer, video terminali, impianti di comunicazione audio, centraline elettroniche in genere (centrale rivelazione incendio, gas, antintrusione, ecc.), dispositivi elettronici a memoria programmabile (PLC), le alimentazioni di corrente dedicate alla loro inserzione nell'impianto devono essere dotate di un dispositivo limitatore di sovratensione in aggiuntivo.

## **13 TUBI E SISTEMI DI DISTRIBUZIONE**

### **13.1 Generalità**

Le tubazioni e i sistemi di posa sono utilizzati per l'alloggiamento dei cavi di alimentazione e di segnali.

#### **13.1.1 Tubi**

Tubi per impianti elettrici, protettivo, isolante, in materiale secondo indicazioni di progetto e forma di utilizzo, autoestinguente, conforme alle norme CEI, completo di giunzioni, curve, manicotti, cavallotti di fissaggio, dato in opera sotto traccia, a vista o interrato direttamente.

#### **13.1.2 Canali e passerelle portacavi**

Distribuzione degli impianti per mezzo di canali in PVC o passerelle portacavi zincate, risp. in acciaio inossidabile, montate a soffitto, su controsoffitti, a parete, sotto pavimenti galleggianti o in cavedi. Tratti di canali e di passerelle con posa verticale devono essere corredati di relativi coperchi. Per la separazione dei diversi circuiti, nei canali e nelle passerelle sono da prevedere setti divisorii idonei. La fornitura comprende tutti i materiali di giunzione, di collegamento e di fissaggio legati al sistema.

Attraversamenti di soffitti, pareti o pavimenti relativi a diversi compartimenti d'incendio, sono da sigillare opportunamente secondo le indicazioni del progetto antincendio.

Curve, risalite, discese e derivazioni devono essere realizzate esclusivamente con parti speciali originali.

Il fattore massimo di riempimento dei canali o delle passerelle è pari a 0.5, perciò la sezione occupata dai cavi non deve superare il 50 % della sezione dei canali o delle passerelle.

Uscite in cavo o in tubo sono da realizzare con idonei elementi di raccordo o pressacavi del grado di protezione richiesto.

#### **13.1.3 Cassette di derivazione e giunzione**

Tutte le cassette di derivazione e di distribuzione devono essere munite di un coperchio con viti e con dicitura corrispondente. I collegamenti delle condutture nelle cassette devono essere fatti con morsetti a vite isolati.

La scelta del tipo di materiale della carcassa delle cassette di derivazione e di giunzione, se in materia plastica, alluminio o acciaio inossidabile è subordinata all'utilizzo destinato e da adoperare corrispondentemente.

#### 13.1.4 Distribuzione orizzontale marciapiedi

In partenza dalla centrale di servizio avviene l'alimentazione, risp. la fornitura di energia elettrica alle varie utenze e in particolare,

- tubazioni in materia plastica posati nei sottofondi dei marciapiedi con pozzetti dedicati. Le distanze tra i pozzetti sono definite dalle risalite necessarie in volta per le varie utenze, nonché per facilitare la posa dei cavi,
- tubazioni separate per impianti di potenza e di segnalazione,
- sufficiente dimensionamento in considerazione dei carichi termici, nonché di un eventuale ampliamento futuro degli impianti.

#### 13.1.5 Distribuzione orizzontale soffitto galleria

Alimentazione dei corpi illuminanti, delle videocamere, nonché delle varie apparecchiature di campo e in particolare,

- passerelle portacavi metalliche di adeguata grandezza in acciaio inox,
- collegamento/alimentazione delle passerelle portacavi con tubazioni in acciaio inox in partenza dai pozzetti nei marciapiedi e posati nei cavedi predisposti nei giunti dei setti,
- tubazioni separate per impianti di potenza e di segnalazione,
- sufficiente dimensionamento in considerazione dei carichi termici, nonché di un eventuale ampliamento futuro degli impianti.

#### 13.1.6 Distribuzione orizzontale svincoli

Alimentazione dell'illuminazione esterna, dei segnali illuminati, dei pannelli a messaggio variabile, delle pompe, ecc., nonché di varie apparecchiature di campo e in particolare,

- tubazioni in materia plastica interrati con pozzetti a distanze definite per le partenze necessarie,
- tubazioni separate per impianti di potenza e di segnalazione,
- sufficiente dimensionamento in considerazione dei carichi termici, nonché di un eventuale ampliamento futuro degli impianti.

## 14 CAVI E LINEE

### 14.1 Varie

La scelta del tipo di cavo, se unipolare o multipolare, corda singola o cavo multipolare con caratteristiche particolari d'incendio, dipende dalle prescrizioni del progetto, dal tipo di impiego, dal luogo di posa e dal sistema di distribuzione e dalle caratteristiche ambientali.

Per la posa in tubazioni sottotraccia vengono usate normalmente corde unipolari, mentre per la posa a vista, in canali a parete o in passerelle, sono da utilizzare cavi multipolari.

Con la pubblicazione della norma EN 50575, nell'elenco delle norme armonizzate per il Regolamento CPR 305/2011, Com. 2016/C 209/03, anche i cavi elettrici, soggetti già a marcatura CE per la Direttiva Bassa Tensione 2014/35/UE, dovranno essere marcati CE anche ai sensi del Regolamento CPR. Di conseguenza tutti i cavi di potenza, controllo e di comunicazione devono rispettare tale direttiva, anche se non esplicitamente definito.

La galleria Varna ha una lunghezza di  $L > 500$  m, di conseguenza, ed in rispondenza al regolamento CPR 305/2011, sono previsti cavi del tipo FG180M.

### 14.2 Caratteristiche tecniche

Se non specificato diversamente nel progetto, per i cavi e conduttori usati valgono le seguenti caratteristiche.

Tipi di cavi ammessi,

- cavi per circuiti d'energia e di potenza  $U_o/U = 450/750$  V o  $U_o/U = 0,6/1$  kV secondo le prescrizioni,
- cavi di segnalazione e di regolazione  $U_o/U = 300/500$  V.

Colore delle condutture usate nell'impianto,

- azzurro per il neutro N,
- giallo/verde per il conduttore di protezione PE,
- giallo/verde per il conduttore PEN,
- giallo/verde per i conduttori equipotenziali EQP,
- marrone, grigio e nero per le fasi L1, L2, L3, dove è da osservare che ad ogni fase va attribuito sempre lo stesso colore.



Per eventuali sistemi SELV (Safety Extra Low Voltage) sono da impiegare colori diversi di quelli indicati precedentemente.

Sezioni minime per cavi per impianti elettrici secondo CEI 64.8.3.1.07,

- 1,5 mm<sup>2</sup> per cavi per circuiti d'energia e di potenza con posa fissa,
- 0,5 mm<sup>2</sup> per cavi di segnalazione e di regolazione con posa fissa.

Resistenza di isolamento delle condutture secondo norme CEI,

- 500.000 ohm per sistemi > 50 V,
- 250.000 ohm per sistemi < 50 V.

### **14.3 Identificazione dei cavi**

Tutti i cavi, indipendentemente se direttamente interrati, posati in passerelle portacavi o in tubazioni, devono essere identificati con una numerazione specifica conforme alle indicazioni del progetto.

Le targhette porta numeri devono essere in materia plastica, resistenti all'acqua e alle abrasioni e applicate ai punti di partenza e arrivo di ogni singolo cavo.

## 15 QUADRI ELETTRICI

### 15.1 Prescrizioni generali

Tutte le opere di carpenteria dei quadri elettrici dovranno essere di tipo, dimensioni, caratteristiche meccaniche e finiture in accordo a quanto specificato negli elaborati grafici e nelle descrizioni del presente Capitolato.

La ditta appaltatrice, prima dell'inizio della costruzione dei quadri, dovrà far pervenire alla Direzione dei Lavori i disegni esecutivi meccanici mostranti il sistema di costruzione adottato ed i particolari più importanti quali,

- sistema di fissaggio degli interruttori e delle altre apparecchiature,
- sistema di barratura,
- sistema di cernieratura,
- fissaggio delle morsettiere e delle canalette di cablaggio.

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di indicare prescrizioni o modifiche tecniche da apportare nella costruzione delle carpenterie, al fine di migliorare la qualità o per adattarli alle specifiche esigenze dell'impianto.

Nella fornitura dei quadri saranno forniti i supporti necessari per il montaggio ed il fissaggio di tutte le apparecchiature elettriche, completi di bulloneria ed accessori metallici trattati galvanicamente.

Saranno forniti inoltre i seguenti materiali accessori del quadro,

- terminali dei cavi in ingresso ed uscita corredati di capicorda preisolati o rivestiti di isolante auto restringente, nonché ammaraggi, bulloneria zinco cadmiata e quanto altro necessario,
- sistema di distribuzione in sbarre in rame di adeguata sezione, corredate di supporti isolanti ed attacchi per il collegamento degli interruttori e sezionatori generali e quelli di distribuzione,
- cavi di sezione adeguata allo stesso tipo di collegamento di cui al precedente punto, isolati in materiale termoplastico tipo FS17,
- barra di terra di rame di adeguata sezione, collegata con l'anello generale di terra, opportunamente contraddistinta da verniciatura gialla,

- cavi di sezione adeguata per cablaggio interno del quadro, isolati in materiale termoplastico, tipo FS17,
- morsettiera in materiale plastico termoindurente ad alta rigidità dielettrica e resistenza meccanica,
- capicorda preisolati,
- cartellini segnafile numerati,
- targhette per l'indicazione dei vari circuiti in partenza,
- schema elettrico di potenza e funzionale aggiornato con le eventuali varianti concordate in corso d'opera,
- targhetta di identificazione in accordo alle norme CEI 17 -13/1 (CEI 23-51 ove concesso) e marchiatura CE secondo il D.L. 626/96.

## **15.2 Caratteristiche elettriche**

Si intendono definite le caratteristiche elettriche di un quadro, quando sono forniti i seguenti dati,

- tensione nominale dei circuiti principali,
- tensioni nominale dei circuiti ausiliari,
- corrente nominale dei circuiti,
- frequenza nominale.

Tali caratteristiche elettriche sono specificate o rilevabili dagli elaborati di progetto.

Sulla base di tali caratteristiche devono essere rispettate le seguenti prescrizioni,

- tutti i circuiti devono portare le correnti nominali senza che le sovratemperature delle loro diverse parti superino i limiti ammessi e comunque in modo che non siano compromessi il loro isolamento e la loro funzionalità, né danneggiati i materiali e le apparecchiature circostanti,
- tutti i circuiti devono essere proporzionati per le correnti nominali, ovvero si impone un fattore di contemporaneità pari ad 1 indipendentemente dal numero dei circuiti,

- tutti i circuiti devono sopportare una tensione di prova secondo quanto prescritto dalle norme CEI 17-13/1,
- il livello di isolamento di tutto il quadro deve di norma corrispondere alla maggiore delle tensioni nominali presenti e comunque conforme a quanto specificato dalle norme CEI 17-13/1.

### **15.3 Grado di protezione**

Il grado di protezione dei quadri elettrici sarà generalmente specificato negli elaborati progettuali.

In ogni caso i gradi minimi di protezione previsti per i quadri elettrici contro il contatto diretto e l'ingresso di corpi estranei solidi e liquidi devono essere,

- per tutte le superfici esterne, non inferiore a IP20,
- per le superfici orizzontali, non inferiore a IP40, ad eccezione del piano di appoggio per quadri poggianti a pavimento,
- per quadri previsti nell'impiego all'esterno, non inferiore a IP44.

Le aperture di entrata cavi, come coni, passacavi, asolature, ecc., le piastre di chiusura, le porte, le aperture e le forature per i rinvii, ecc. devono essere previste e realizzate in modo che, nelle normali condizioni di esercizio e con i cavi ed i componenti convenientemente installati, siano assicurate le misure di protezione contro i contatti diretti ed il grado di protezione stabiliti.

### **15.4 Struttura**

Il quadro elettrico deve essere costruito solamente con materiali idonei a resistere alle sollecitazioni meccaniche, elettriche e termiche, nonché agli effetti dell'umidità che possono verificarsi nelle condizioni di servizio.

La protezione contro la corrosione deve essere assicurata mediante l'uso di materiali adatti o mediante applicazione di opportuni rivestimenti protettivi sulle superfici esposte, tenendo presente le condizioni di impiego e di manutenzione previste.

Per quadri con struttura metallica e per quelli con struttura isolante, per le parti applicabili valgono,

- tutte le lamiere devono essere da 20/10 laminate a freddo, di prima qualità,
- verniciatura effettuata con cicli di fondi e smalti epossidici o, nel caso di zincatura, mediante la creazione di un rivestimento in continuo per elettrodeposizione di una pellicola di zinco dello spessore minimo di 5 micron, secondo UNI 4170,
- copertura superiore costituita da tettuccio, piano per interni e spiovente per esterni, di lamiera piana,
- golfari di sollevamento e piastre per il fissaggio a parete e/o a pavimento,
- idonee asolature e/o passacavi per l'ingresso e/o uscita dei cavi e dei cavidotti,
- forature ed asolature accuratamente eseguite,
- eventuali cornici copriforo fissate a vite,
- zoccolo di base in lamiera presso piegata o in profilato ed attrezzato di una o più barre di sostegno dei cavi,
- i punti di attraversamento dei conduttori elettrici nelle pareti delle strutture devono essere dimensionati ed eseguiti in modo da evitare il danneggiamento dei conduttori a causa del montaggio, delle vibrazioni e delle aperture di portelle, pannelli, ecc.,
- bordi arrotondati, fori svasati,
- boccole, coni e passacavi di materiale isolante.

## **15.5 Collegamenti circuiti di potenza**

Le sbarre conduttrici dovranno essere dimensionate per i valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di cortocircuito. Le sbarre dovranno essere fissate con ammaraggi isolanti atti a sopportare gli sforzi elettrodinamici dovuti alle correnti di cortocircuito. Le sbarre saranno in rame elettrolitico a spigoli arrotondati, con giunzioni a imbullonatura contro l'allentamento.

Le derivazioni fino a 100 A saranno realizzate in corda di rame flessibile con isolamento non inferiore a 3 kV e provviste di capicorda a pressione applicati esclusivamente con pinze oleodinamiche.

Le corde saranno dimensionate per la corrente nominale o massima del tipo di interruttore a prescindere dalla sua taratura ed alimenteranno singolarmente ogni interruttore. Si dovrà tenere conto nel dimensionamento della massima energia passante sopportabile dai cavi in caso di cortocircuito.

Ogni derivazione sarà munita singolarmente di apposito capocorda, mentre non saranno ammessi cavallotti sulle apparecchiature.

Per correnti superiori a 100 A i collegamenti di cui sopra saranno realizzati in barre.

Gli interruttori saranno sempre alimentati dalla parte superiore.

Dovrà essere studiato altresì lo spazio, la possibilità di ammaraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi entranti ed uscenti dal quadro senza interposizione di morsettiere di derivazione.

I cavi di cablaggio saranno di colore uniforme (nero) per i circuiti di potenza.

## 15.6 Collegamenti circuiti ausiliari

Saranno realizzati in conduttore flessibile con isolamento a 3 kV con le seguenti sezioni minime,

- 4 mm<sup>2</sup> per i trasformatori di corrente,
- 2,5 mm<sup>2</sup> per i comandi,
- 1,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di segnalazione.

Ogni apparecchiatura sarà alimentata singolarmente da un sistema di sbarre dei circuiti ausiliari. Non sono ammessi capicorda che raggruppano più conduttori né cavallotti tra le apparecchiature.

Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi, come ausiliari in tensione alternata, tensione continua, circuiti vari, ecc. impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

## 15.7 Contrassegni ed identificazioni

La posizione di aperto e chiuso degli interruttori e dei sezionatori deve essere chiaramente indicata in tutti i punti dei quali essi possono essere comandati.

Tutti gli organi di comando, manovra e di segnalazione, i dispositivi e gli strumenti montati sui quadri elettrici devono portare chiara indicazione, possibilmente per esteso, dei circuiti ai quali si riferiscono.

Le indicazioni sui sezionatori ed interruttori generali devono sempre essere riportate per esteso.

All'interno del quadro deve sempre essere possibile identificare i singoli circuiti ed i loro dispositivi di protezione in maniera conforme a quanto riportato sugli schemi elettrici di collegamento.

Le colorazioni dei conduttori devono essere quelle previste dalle normative vigenti.

Il bicolore giallo/verde deve essere strettamente riservato ai conduttori di protezione ed alle parti di circuiti di protezione.

I conduttori a tensioni diverse dai 400/230 V devono essere chiaramente distinguibili fra loro nonché dai precedenti mediante colorazioni diverse.

I morsetti e le morsettiere devono essere numerati e siglati conformemente agli schemi elettrici forniti al Committente.

Entrambe le estremità di ogni conduttore devono recare l'indicazione letterale della fase di appartenenza. Le estremità dei conduttori in prossimità dei morsetti devono riportare la numerazione del rispettivo morsetto. I terminali per i conduttori di protezione e di terra devono essere chiaramente distinguibili attraverso la colorazione.

Le targhette di identificazione devono essere in alluminio anodizzato o materiale equivalente con diciture incise a mezzo pantografo e devono essere fissate in modo saldo.

## **16 IMPIANTO DI MESSA A TERRA**

### **16.1 Varie**

Per ogni costruzione contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8.

Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter compiere le verifiche periodiche di efficienza.

L'impianto di terra svolge un ruolo fondamentale nell'impianto elettrico per la sicurezza e per la sua funzionalità e comprende,

- il dispersore (o i dispersori) di terra,
- il conduttore di terra,
- il conduttore di protezione,
- il collettore (o nodo) principale,
- i conduttori equipotenziali.

Le principali finalità sono,

- scaricare, rispettivamente disperdere le correnti dovute a cedimento dell'isolamento dei circuiti attivi,
- scaricare, rispettivamente disperdere le correnti dovute ai fulmini,
- scaricare, rispettivamente disperdere le correnti dipendenti dall'innesco degli scaricatori di sovratensione,
- creare un potenziale di riferimento,
- vincolare il potenziale di determinati punti dei sistemi dell'impianto elettrico.

### **16.2 Posa dei dispersori**

L'impianto di terra, inteso come dispersori orizzontali e verticali, sono esistenti.



### 16.3 Collegamenti

I vari dispersori di terra esistenti, distribuiti in tutta l'area dell'impianto, devono essere collegati tra di loro e al collettore equipotenziale principale di terra per realizzare un impianto di terra comune e unico per tutta la costruzione.

I collegamenti devono essere eseguiti in materiale non ossidante, vale a dire con bandella in acciaio zincato di sezione minima di 30x3,5 mm, pari 100 mm<sup>2</sup>.

Eventuali collegamenti tra materiali diversi, come rame con ferro, possono essere effettuati esclusivamente con appositi morsetti.

Le suddette prescrizioni sono da eseguire scrupolosamente per garantire una messa a terra ottimale e la sicurezza degli utenti.

### 16.4 Conduttori di protezione ed equipotenziali

Il conduttore di protezione (PE) è prescritto per le misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento delle seguenti parti,

- masse,
- masse estranee,
- collettore principale di terra,
- dispersore,
- punto di terra della sorgente o neutro artificiale.

Sezione minima del conduttore di protezione,

- sezione conduttore di fase (L)  $\leq 16 \text{ mm}^2$ ,
- sezione conduttore di protezione (PE) uguale alla sezione della fase (L),
- sezione conduttore di fase (L)  $> 16$  a  $\leq 35 \text{ mm}^2$ ,
- sezione conduttore di protezione (PE) uguale  $16 \text{ mm}^2$ ,
- sezione conduttore di fase (L)  $> 35 \text{ mm}^2$ ,
- sezione del conduttore di protezione (PE) uguale a  $\frac{1}{2}$  della sezione di fase (L).

I conduttori equipotenziali per il collegamento delle masse e delle masse estranee devono essere con corda flessibile stagnata in rame ed isolata con guaina di PVC di colore giallo/verde.

Sezione pari a quanto stabilito dalle norme in vigore.

Non sono ammessi conduttori diversi dal tipo N07G9-K.

## **16.5 Collegamenti equipotenziali**

Collettori equipotenziali di terra, di forma costruttiva e modello secondo le specifiche del progetto, devono essere installati nei seguenti locali,

- in ogni locale tecnico degli impianti elettrici,
- in tutti i locali tecnici comuni,
- nei locali per le centrali delle telecomunicazioni.

Sul collettore di equipotenzialità devono confluire i seguenti conduttori di terra,

- gabbia delle fondazioni,
- conduttori di protezione,
- tubazione in metallo per l'acqua,
- condotti in metallo di scarico,
- messa a terra dell'antenna,
- messa a terra della centralina del telefono,
- impianto di protezione contro le scariche atmosferiche.

## **16.6 Misura della resistenza di terra**

La resistenza di terra dell'intero impianto deve essere misurata e collaudata in presenza del direttore lavori con uno strumento apposito.

## **16.7 Prestazioni**

La fornitura e messa in opera dell'impianto di messa a terra comprende il collegamento ultimato di tutti gli utilizzatori ed impianti elettrici, compreso tutto il materiale necessario, come conduttori verdi/gialli di sezione adeguata, morsetti equipotenziali, capicorda ed eventuali, necessarie forature.

## **17 PROTEZIONE DA SOVRATENSIONI**

### **17.1 Generalità**

Protezione degli impianti contro le sovratensioni e le scariche atmosferiche.

### **17.2 Protezione da sovratensioni**

Installazione di un SPD (Surge Protective Device) all'inizio dell'impianto come limitatore di sovratensioni transitorie atto a deviare le correnti impulsive, con particolare riguardo alle diverse tipologie delle sorgenti di danno, come,

- sovratensioni interne ed esterne,
- fulminazione diretta ed indiretta.

Dimensionamento e scelta della protezione adeguata dalle sovratensioni considerando,

- il livello di pericolosità in funzione del livello di esposizione ai fulmini,
- le caratteristiche elettriche delle apparecchiature da proteggere,
- le caratteristiche elettriche della protezione,
- la tensione di innesco del dispositivo di protezione,
- il potere di scarica,
- il valore delle apparecchiature da proteggere.

La valutazione del rischio deve essere fatta considerando le diverse componenti di rischio definite dalle norme vigenti CEI EN.

La scelta e l'installazione dei limitatori di tensione a base della guida CEI 81-8.

## **18 RETE CABLATA STRUTTURATA**

### **18.1 Definizione dell'impianto**

Cablaggio strutturato di ultima generazione, di categoria 6, classe E, con velocità di trasmissione fino a 250 MHz.

L'impianto deve essere progettato e realizzato in pieno accordo con le norme tecniche e direttive in vigore.

In particolare l'impianto deve corrispondere alle definizioni e prescrizioni delle,

- norma ISO/IEC 11801,
- norma EIA/TIA 568B,
- norma EN 50173,

ed essere realizzato secondo queste disposizioni.

### **18.2 Generalità**

Il sistema di cablaggio strutturato ha all'interno di un edificio un ruolo simile e di pari importanza a quello di tutti gli altri impianti.

Come per gli altri impianti un'interruzione del cablaggio può avere un serio impatto sull'efficienza del servizio stesso. L'impianto di cablaggio supporta particolari funzioni e applicazioni con specifici componenti. Il sistema di cablaggio strutturato usa la tipologia stellare, cioè ogni singolo cavo collega fra loro un punto di concentrazione (armadio di piano) ad un punto presa utente o posto di lavoro.

Un sistema di cablaggio strutturato, che risponde alla normativa comunitaria EN 50173 ed a quella internazionale IS ISO/IEC 11801, deve garantire,

- l'indipendenza dei tipi di applicazione,
- la facilità nella gestione e l'economicità degli ampliamenti,
- l'intercambiabilità con vari componenti sul mercato,

- il funzionamento sicuro di tutte le apparecchiature ad esso collegate,
- la compatibilità con tutti i prodotti (apparecchiature ed applicazioni).

Come prescritto dalla normativa Comunitaria EN 50173 e da quella internazionale IS ISO/IEC 11801, il sistema di cablaggio prevede di realizzare le connessioni del cablaggio orizzontale solo con componenti (cavi e connettori) di un unico modello o tipo per tutto l'impianto.

Ne consegue che tutte le connessioni realizzate con componenti di rete hanno le stesse caratteristiche elettro-trasmissive e risultano atte a supportare trasmissioni ed applicazioni di classe secondo specifiche di progetto.

### 18.3 Struttura della rete

La fornitura può comprendere esclusivamente componenti schermati, sia lato armadi di permutazione che lato prese.

I componenti passivi devono essere in grado di soddisfare totalmente le esigenze attuali e future nell'ambito del cablaggio dell'edificio per la trasmissione fonia, dati ed immagini.

Sono da utilizzare solamente componenti standard di facile impiego per lo sviluppo del sistema di cablaggio strutturato. Il sistema deve comprendere una grande varietà di interfacce fisiche, per interconnettere hardware di tutti i tipi, ed essere in grado di supportare tutti gli standard ad oggi esistenti per assicurare comunicazioni tra hardware su diversi tipi di rete.

I componenti supportano i più recenti protocolli, quali,

- Ethernet IEEE 802.3, 100-Base-T, 100VG,
- Token-Ring IEEE 802.5,
- FDDI,
- AS/400,
- 3270,
- ISDN,
- ATM.

Componenti certificati in merito agli standard per trasmissione dati,

- EIA/TIA 568B,
- TIA/EIA TSB 36-40A,
- ISO/IEC DIS 11801.

I cavi e componenti usati per la realizzazione del cablaggio devono essere schermati per dare maggiore sicurezza ed affidabilità di protezione da interferenze provocate da campi magnetici esterni e da fonti d'irradiazione.

Il sistema di cablaggio deve rispondere alle norme relative allo standard EMC vigente,

- EN 50081-1 Livelli di emissione,
- EN 50082-1 Livelli di immunità,
- EN 55022/B Direttiva comunitaria 89/336/UE.

Guaine del tipo LSZH (Low Smoke Zero Halogen) rispondenti alle norme,

- IEC 754-1,
- NES 713,
- IEC 1034,
- CEI 20-37 parti 1/2/3.

#### **18.4 Armadi di distribuzione**

Armadi di distribuzione a rack da 19" per un totale di fino a 42 unità EIA, atti al contenimento dei pannelli di distribuzione RJ45 schermati ed apparati attivi. Equipaggiati all'interno con guidacavi sulle fiancate laterali per il contenimento delle scorte di lunghezza dei patchcord.

Messa in opera degli armadi in locali dedicati.

Le posizioni degli armadi sono da definire in modo tale da rispettare le normative ISO/IEC 11801 in materia di distanze tra armadio di distribuzione ed altri impianti.

## 19 RETI IN FIBRA OTTICA

### 19.1 Posa dei cavi di fibra ottica

#### 19.1.1 Premesse

Le prestazioni comprendono la posa dei cavi nelle infrastrutture precedentemente predisposte e/o esistenti.

La tipologia di infrastruttura utilizzata nella posa sarà prevalentemente costituita da tubazione per telecomunicazioni per cui composta da mono e/o tritubo con diametro esterno 50 mm, posati generalmente sottosuolo in trincea, su ponti, viadotti, ecc.

All'interno degli edifici saranno utilizzati ove è possibile percorsi esistenti che dovranno essere verificati per la posa dei cavi.

L'appaltatore sarà tenuto ad osservare le prescrizioni di posa stabilite dalla Committente e di seguito riportate,

- evitare tagli del cavo che darebbero luogo a giunzioni non motivate e non previste dal piano di posa,
- tagli necessari devono essere eseguiti con apposita attrezzatura e le teste del cavo dovranno essere immediatamente richiuse con materiali idonei allo scopo (es. cappucci termorestringenti),
- cura nel tiro del cavo in fase di posa al fine di evitare abrasioni, danneggiamenti e/o stress che possono compromettere la funzionalità delle fibre,
- cura nella posa delle scorte all'interno dei pozzetti di linea o sede dei giunti affinché non intralci od occluda i tubi disponibili e possa essere recuperata facilmente nel momento di necessità,
- garantire la protezione del cavo da roditori,
- non applicare durante il tiro con argano a motore, forze superiori alle indicazioni del costruttore,
- ridurre all'interno del pozzetto, nei casi in cui non lo sia già, la sporgenza del tubo prescelto fino alla misura di circa 15 cm, al fine di consentire successivamente una più agevole sistemazione del cavo e di eventuali muffole,
- in rete di distribuzione in caso di pozzetti interessati al transito di un numero elevato di cavi e all'interno dei quali è previsto l'alloggiamento di contenitori per apparati o muffole di giunzione, ecc. la sporgenza dei tubi attestati al pozzetto può essere ridotta fino a 5 cm,



- identificare tramite etichette autoadesive indelebili il cavo posato all'interno dei pozzetti, il contenuto di tali etichette sarà concordato con la Committente.

Gli spezzoni residui e riutilizzabili, dovranno essere avvolti su bobina e muniti di un cartellino che riporti le seguenti indicazioni,

- potenzialità e tipo di cavo,
- lunghezza della pezzatura.

Il tiro dei cavi con argano o a mano deve essere effettuato usando giunti antitorsione fra cavo e fune di tiro. Per facilitare lo scorrimento del cavo, potranno essere usati idonei lubrificanti da applicare sia sulla superficie del cavo, sia all'interno del monotubo.

L'Appaltatore dovrà registrare la lunghezza effettiva del cavo posato, incluse tutte le scorte. Nella documentazione di impianto (as built) dovrà essere indicata la posizione e il quantitativo di ciascuna scorta di cavo.

#### 19.1.2 Posa del cavo con tecnica tradizionale

Prima di iniziare la posa del cavo, si dovrà eseguire l'apertura dei pozzetti per verificarne l'integrità e per predisporre pulegge, ruotismi ed altri accessori necessari al tiro del cavo.

La posa può essere eseguita a mano o con l'ausilio di argano a motore provvisto di frizione automatica e di dinamometro. In ogni caso il tiro applicato non deve mai superare i limiti ammessi dalle specifiche tecniche del cavo.

In alcuni casi può essere necessario fare ricorso all'impiego di argani intermedi che, opportunamente posizionati lungo il tracciato, collaborano con l'argano principale nel tiro del cavo.

Nel caso di posa eseguita manualmente occorre predisporre del personale in ogni pozzetto interessato e operare con il massimo sincronismo durante le fasi di tiro.

La posa del cavo direttamente all'interno dei tubi in trincea prevede le seguenti operatività,

- predisporre la fune di tiro nel tubo interessato dalla posa del cavo con fune in canapa o nylon per posa a mano e fune in acciaio per posa con argano,
- applicare tra la fune e la testa del cavo un giunto a snodo antitorsione,

- il fissaggio sul cavo va realizzato utilizzando l'elemento di tiro del cavo, costituito da filati aramidici o filati di vetro, raggruppato a formare una treccia, il tutto protetto con apposito nastro isolante.

Per facilitare lo scorrimento del cavo, devono essere usati idonei lubrificanti da applicare sia sulla superficie del cavo e soprattutto all'interno del tubo.

Il lubrificante utilizzato deve garantire i seguenti requisiti,

- atossicità,
- non essere corrosivo,
- avere caratteristiche di volatilità per non lasciare residui od incrostazioni una volta essiccato.

Conclusa la posa del cavo, eliminato il giunto antitorsione, procedere all'immediato taglio della treccia dei filati, avendo cura di verificare che non vi sia umidità all'interno del cavo stesso (a tal fine, se necessario, si possono asportare fino a 1,5 m di cavo), ed alla richiusura della testa del cavo con un cappellotto termorestringente di adeguate dimensioni.

Al fine di evitare l'ingresso di corpi estranei nei tubi utilizzati e di garantire nel contempo il bloccaggio dei cavi devono essere predisposti gli appositi tappi plastici spaccati.

Qualora fosse necessario realizzare la tenuta ermetica dei tubi, come in ingresso agli edifici dove si possono verificare problemi di infiltrazione, occorrerà prevedere l'utilizzo di sistemi di sigillatura dei tubi con cuscinetti pneumatici.

#### 19.1.3 Posa con tecnica a spinta di aria

Posa dei microcavi mediante l'ausilio di macchine per la posa con aria "Blowing" che agiscono sul microcavo creando sia una fase di spinta meccanica che un effetto di sollevamento dovuto alla circolazione d'aria ad alta velocità all'interno del microtubo.

Prescrizioni tecniche,

- centralizzazione automatica del cavo,
- spinta con cinghie sincrone ad alto grip profilato,

- marcia avanti e indietro,
- controlli di coppia,
- velocità variabile,
- contatore lunghezza del cavo posato,
- regolazione olio lubrificazione per impianto aria.

Dati tecnici,

- diametro del cavo da 2,5-12 mm,
- dimensione esterne del tubo da 5-40 mm,
- velocità cavo regolabile da 0-80 m/min,
- pressione d'aria da 12-15 bar (180-215 psi).

#### 19.1.4 Sistemazione dei cavi nei pozzetti

I cavi devono essere sistemati sul fondo del pozzetto verso la parete avendo cura di rispettare le seguenti indicazioni,

- i raggi di curvatura dei cavi non devono essere mai inferiori ai limiti previsti dalla specifica tecnica del cavo,
- i cavi non devono essere protetti all'interno del pozzetto.

Nel caso sia stato previsto un giunto, di linea o di estrazione, all'interno del pozzetto, le operazioni di giunzione non possono essere programmate all'interno dello stesso, pertanto deve essere sempre garantita una quantità di cavo (scorta) sufficiente ad eseguire la giunzione all'esterno del manufatto.

Il cavo deve essere sistemato sul fondo del pozzetto in maniera tale da poter ubicare la muffola sulla parete del pozzetto, in posizione orizzontale/verticale, secondo le indicazioni del produttore.

La scorta di cavo, deve essere disposta in maniera tale da poter essere successivamente estratta senza imporre torsioni al cavo.

## 19.2 Targhette di identificazione cavo

Nei pozzetti devono essere applicate sui cavi targhette adesive di identificazione, resistenti all'acqua ed alle abrasioni, con specificazione dei cavi ottici "outside" della rete di giunzione e di distribuzione e dei cavi ottici "inside", come cavi di raccordo, bretelle ottiche, cavi Ethernet, ecc., interni ad una qualsiasi sede infrastrutturale della rete.

Le targhette devono essere installate in posizione visibile, nei seguenti punti,

- nei pressi della muffola sul lato "n-1" del cavo di dorsale al fine di evidenziare il cavo entrante nella muffola,
- nei pressi della muffola su ogni derivazione.

Sulla parte stampabile delle etichette devono essere riportate le seguenti informazioni,

- identificativo univoco del cavo,
- tipologia di cavo impiegato,
- lato di posa.

## 19.3 Giunzione

### 19.3.1 Giunzione delle fibre

Tale tecnica consiste nel riscaldare, con una scarica ad arco, le estremità delle fibre da congiungere, fino al punto di fusione così da ottenere la perfetta saldatura delle fibre stesse. La giunzione a fusione si esegue con apposite "giuntatrici" che svolgono automaticamente le operazioni di allineamento, prefusione e fusione delle fibre. La zona di giunzione deve essere sempre protetta utilizzando un tubetto capillare nel quale si inietta una resina che successivamente sarà polimerizzata mediante l'applicazione di raggi UV emessi da un'apposita lampada o da una guaina termorestringente.

Terminata la giunzione le fibre devono essere alloggiare nei moduli di giunzione posti all'interno della muffola. Detti moduli hanno dimensioni tali da garantire il rispetto dei raggi minimi di curvatura consentiti. La giunzione protetta con il tubetto capillare dovrà essere sistemata all'interno dei moduli di giunzione posizionandola indifferentemente o negli appositi alloggiamenti predisposti o lungo i percorsi di dispersione delle fibre/nastri interni al modulo.

Le principali operazioni per la giunzione delle fibre sono le seguenti,

- individuazione delle fibre da giuntare attraverso il codice colori del cavo,
- rimozione del rivestimento primario e pulizia delle fibre,
- preparazione, taglio e pulizia delle “teste” per la giunzione,
- giunzione delle fibre tramite apposite giuntatrici,
- sistemazione del tubetto di protezione con polimerizzazione delle resine e/o termorestrizione,
- inserimento delle extra lunghezze nel modulo di giunzione (è vietato legare le fibre o utilizzare nastro adesivo).

Ad ultimazione delle lavorazioni e dopo la chiusura del pozzetto sede di giunto, l'Impresa misurerà e registrerà le giunzioni. La perdita bidirezionale media di giunzione lungo la stessa fibra non dovrà superare 0,1 dB. La massima perdita accettabile sarà 0,2 dB.

## **19.4 Cavi a fibre ottiche**

### **19.4.1 Generalità**

Dovranno essere utilizzati cavi a fibra singola strutturati a tubetto multifibra progettati per un utilizzo come di seguito specificato e come da seguenti caratteristiche,

- cablaggio all'esterno con posa in canalizzazioni e/o tubazioni con tecnica di posa multipla tradizionale oppure aria oppure acqua,
- protezione dielettricità,
- alta resistenza alla pressione trasversale,
- ottime qualità contro l'umidità,
- protezione antiroditore,
- filo a strappo in poliestere per sfilamento guaina.

Il materiale utilizzato dovrà essere quanto più possibile uniforme al fine di minimizzare i costi e le procedure di manutenzione.

#### 19.4.2 Marcatura esterna dei cavi

Sulla guaina esterna di ogni pezzatura devono essere impresse ad intervalli regolari di 1 m, la seguente stampigliatura in colore nero o di contrasto con il colore della guaina,

- nome del costruttore,
- "CAVO OTTICO",
- sigla identificativa del cavo (a norme CEI),
- numero identificativo (rintracciabilità del cavo posato),
- anno di fabbricazione,
- metrica sequenziale.

### 19.5 Componenti di terminazione, giunzione e ripartizione

#### 19.5.1 Telaio di terminazione ottica

Nei locali tecnici e nei nodi di rete è previsto l'impiego di telai ottici con funzioni di giunzione/terminazione o ripartizione. Il telaio per i cablaggi in fibra ottica deve essere conforme agli standard normalmente utilizzati e compatibile con i criteri previsti dallo standard ETS 300-119 e predisposto per montaggio a quadro.

La struttura modulare portante, oltre ad offrire la possibilità di un montaggio "stand alone" di un singolo telaio di giunzione/terminazione oppure di interconnessione, deve consentire anche gli eventuali accoppiamenti di più telai, anche comunicanti fra loro, nelle varie configurazioni di installazione, quali "back-to-back" o "side-to-side".

Il telaio di giunzione/terminazione deve poter essere utilizzato con tutte le diverse tipologie di cavi usati per la realizzazione delle reti, sia di lunga distanza che di accesso.

La predisposizione per il fissaggio dei sub-telai deve essere prevista nella parte posteriore del telaio così assemblato e deve rispondere a quanto previsto dallo standard ETS 300-119.

#### 19.5.2 Sub-telai di gestione fibre

Il sub-telaio di giunzione e terminazione deve essere conforme agli standard normalmente utilizzati (19" e metrico), compatibile con i criteri delle apparecchiature e degli armadi previsti in ambienti pubblici a standard ETS 300-119 e corredato dei materiali necessari al fissaggio all'interno di telai rispondenti.

Il sub-telaio di giunzione/terminazione deve essere concepito come una soluzione integrata in grado di consentire al suo interno la giunzione e la terminazione di 24-48-72-96 semibretelette connettorizzate SC/LC. Le giunzioni e le terminazioni devono essere ospitate in appositi vassoi.

Il sub-telaio di giunzione e terminazione dovrà essere equipaggiato al suo interno con tutti gli accessori, gli accorgimenti e gli spazi necessari per una ordinata ed efficace gestione indifferentemente di tutti i tubetti, di tutte le fibre del cavo e di tutte le semi-bretelette previste, garantendo il controllo costante dei raggi di curvatura minimi richiesti (30 mm).

Il sub-telaio di giunzione e terminazione deve poter gestire cavi a tubetti di modularità fino a 12 fibre ottiche per tubetto per un minimo di 2 tubetti per ogni cavo, con un minimo di 24 fibre ottiche per sub-telaio). La struttura del sub-telaio dovrà poter consentire l'accesso laterale dei tubetti del cavo.

## **19.6 Collaudo e misure**

Misure OTDR di collaudo di cavi in fibra ottica.

A conclusione delle operazioni di posa, di giunzione e di terminazione di una tratta, l'appaltatore dovrà verificare la corretta esecuzione delle attività, eseguendo una serie di misure sulla totalità delle fibre e degli elementi presenti nella tratta e dovrà fornire i documenti/dati di collaudo secondo quanto previsto.

Le misure ottiche dovranno essere realizzate in terza finestra, alla lunghezza d'onda di 1550 nm, per meglio rilevare eventuali stress concentrati o distribuiti lungo il collegamento.

Su ciascuna tratta devono essere eseguite le seguenti misure:

- **Diagramma della potenza retrodiffusa**

Il diagramma della potenza retrodiffusa su una tratta di fibra ottica ha il fine di rilevare l'andamento dell'attenuazione e di verificarne l'uniforme distribuzione lungo l'intera tratta, garantendo che non ci siano dei punti di attenuazione concentrata maggiore o uguale a 0,1 dB.

La potenza retrodiffusa dovrà essere acquisita monodirezionalmente dal POP verso le periferie, ovvero dal nodo principale verso il secondario.

- **Lunghezza ottica della tratta**

La lunghezza ottica del collegamento di una tratta in fibra ottica viene rilevata utilizzando il diagramma di retrodiffusione e le funzionalità grafiche dello strumento OTDR.

- Attenuazione delle giunzioni e delle terminazioni

Determinazione dell'attenuazione introdotta da ciascun giunto e/o terminazione lungo di essa. La misura di attenuazione viene eseguita utilizzando lo strumento OTDR, mediante l'osservazione di dettaglio del diagramma di retrodiffusione.

- Attenuazione specifica

Attenuazione caratteristica della tratta in fibra ottica in esame per unità di lunghezza in dB/km.

- Attenuazione totale

Misura dell'attenuazione totale di sezione, effettuata su tutte le fibre ottiche utilizzate e anche su almeno il 20 % delle fibre ottiche non utilizzate, realizzata bidirezionalmente con il metodo dell'inserzione.

- Tenuta pneumatica delle muffole

Tutte le muffole presenti nella tratta devono essere sottoposte ad un opportuno test al fine di rilevare eventuali perdite. La misura di tenuta delle muffole consiste nell'immettere nella stessa del gas elio a una pressione di 700 hPa e verificare, dopo circa 15 minuti, che non vi siano delle perdite.

Le misure di collaudo devono essere eseguite e documentate in maniera esaustiva su tutte le fibre ottiche utilizzate e anche su almeno il 20 % delle fibre ottiche non utilizzate. In ogni caso, ciascun tubetto del cavo deve avere almeno una coppia di fibre ottiche testate.

Le misure saranno realizzate in conformità alla norma EN 60793-1-1, mediante strumentazione OTDR (Optical Time Domain Reflectometer), dotata di min. due marker, risp. cursori per la definizione della posizione di analisi sulla tratta.

Lo strumento deve essere tarato sull'indice di frattura tipico della fibra definito dal produttore della fibra.

La documentazione deve contenere i seguenti dati generici,

- nome e indirizzo dell'appaltatore,
- nome e firma del tecnico incaricato alle misure,
- data della certifica,
- denominazione della rete in fibra ottica,
- lunghezza d'onda di misura,



- scala di misura,
- indice di rifrazione,
- strumento utilizzato, marca e modello,
- produttore delle fibre, tipo e lunghezze,
- produttore degli apparati in campo.

La documentazione/protocollo dell'analisi deve contenere i seguenti dati per ogni fibra,

- nome collegamento (tratta),
- numero delle fibre e colore,
- informazioni sulle posizioni dei marker,
- direzione dell'analisi,
- lunghezza ottica (m),
- attenuazione giunto, numero, da .. a .. (dB),
- attenuazione specifica (dB/km) con indicazione della pezzatura in esame del cavo.

## 20 GRUPPI SOCCORRITORI D'EMERGENZA

### 20.1 Gruppi statici di continuità (UPS)

#### 20.1.1 Generalità

Gruppo di continuità di tipo statico (UPS) con convertitore in ingresso AC/DC che alimenta un inverter monofase o trifase e provvede contemporaneamente alla ricarica delle batterie. Le batterie ermetiche al piombo sono sempre contenute all'interno di un armadio che, per le potenze più piccole, è lo stesso della parte elettronica, mentre per potenze più elevate sono disposte in armadio dedicato accanto al gruppo.

Le batterie devono essere dimensionate per garantire l'autonomia richiesta.

Gruppo di continuità alimentato dalla sbarra preferenziale del quadro generale.

#### 20.1.2 Tipo di alimentazione

Gruppo di continuità utilizzato per alimentare sistemi essenziali di sicurezza conforme alla norma EN 50091-1, alle sue relative parti e alle prescrizioni aggiuntive della presente norma.

Il carico viene continuamente alimentato senza interruzioni dal sistema, sia con rete presente che con rete assente, così che non si ha alcun tempo di risposta.

#### 20.1.3 Condizioni di funzionamento

Il sistema deve funzionare nelle seguenti condizioni,

- il campo di tolleranza della frequenza della tensione d'ingresso deve essere entro  $\pm 2\%$  del valore nominale,
- il campo di temperatura entro il quale l'apparecchio può funzionare deve essere dichiarato,
- l'apparecchio deve essere in grado di funzionare ad un'umidità relativa dell'aria pari al 85 % senza condensa,
- il sistema deve essere in grado di funzionare ad altitudine fino a 1500 m sopra il livello del mare,
- la batteria deve essere protetta da scarica completa.

#### 20.1.4 Batterie

Le batterie devono essere installate e le disposizioni per la manutenzione devono essere conformi sia alla norma EN 50272-2 che alle raccomandazioni del costruttore.

La temperatura deve essere mantenuta ad un valore inferiore ai 25 °C. Deve essere previsto un dispositivo di test automatico per il controllo ciclico dell'efficienza delle batterie. Lo stesso test deve poter essere attivato manualmente.

Gli involucri che racchiudono le batterie devono essere conformi alla norma EN 50272-2.

#### 20.1.5 Carica batteria

Il caricabatteria e raddrizzatori devono essere conformi alle prescrizioni delle norme EN 60146-1-1 e EN 50272-2 ed in grado di caricare automaticamente le batterie, dopo essere state scaricate completamente, in modo che possono fornire almeno 80 % dell'autonomia specificata entro 12 h dall'inizio della carica.

#### 20.1.6 Invertitori

Inverter monofase o trifase con protezione integrata contro l'inversione della polarità delle batterie.

Variazioni della tensione di uscita degli invertitori in rispetto della tensione nominale, risp. per variazioni istantanee del carico, nonché la distorsione armonica totale massima di uscita secondo indicazioni di progetto.

## **21 IMPIANTI SPECIALI**

### **21.1 ILLUMINAZIONE IN GALLERIA**

#### **21.1.1 Generalità**

L'appaltatore avrà a suo carico la fornitura e posa in opera dell'impianto di illuminazione costituito da apparecchi illuminanti disposti in galleria e nei locali tecnici, secondo le modalità e caratteristiche descritte nella relazione tecnica specialistica dell'impianto di illuminazione e rappresentate nell'elenco delle prestazioni, testo esteso e nelle specifiche tavole grafiche della documentazione di appalto.

La fornitura sarà comprensiva degli elementi di ancoraggio alle passerelle portacavi e/o alle pareti della galleria, che dovranno essere appositamente dimensionati a cura del fornitore, sulla base delle caratteristiche di aggancio e del peso degli apparecchi illuminanti. Il sistema di ancoraggio dovrà essere costituito da elementi in acciaio inossidabile AISI 316 L.

Sarà a cura ed onere dell'appaltatore la scelta dimensionale del sistema di ancoraggio, che dovrà essere giustificata con relazione tecnica di calcolo da sottoporre all'approvazione della DL.

#### **21.1.2 Apparecchi illuminanti galleria**

Come apparecchi illuminanti sono previsti proiettori a fascio con dotazione a LED in esecuzione per impieghi in gallerie.

Le specifiche caratteristiche e i dati tecnici sono riportati nell'elenco prestazioni, testo esteso e nella documentazione inerente i calcoli illuminotecnici.

#### **21.1.3 Apparecchi illuminanti locali tecnici**

Come apparecchi illuminanti nei locali tecnici sono previsti apparecchi stagni con dotazione a LED con corpo in polycarbonato, colore grigio chiaro e diffusore in polycarbonato a prismi lineari.

#### **21.1.4 Montaggio apparecchi illuminanti galleria**

Gli apparecchi illuminanti nella galleria vengono montati direttamente sotto la passerella. La passerella viene montata parallelamente all'asse longitudinale e sfalsata dal centro galleria sopra la rispettiva corsia entrante. Di conseguenza gli apparecchi luminosi sono inclinati verso l'asse della galleria.

Lo spigolo inferiore degli apparecchi luminosi orientati non deve scendere in nessun punto sotto la quota di 5,10 m dal piano viabile.

## 21.2 ILLUMINAZIONE D'EMERGENZA

### 21.2.1 Generalità

L'illuminazione d'emergenza viene attivata in modo automatico in caso di interruzione di erogazione della energia elettrica e garantisce una sufficiente illuminazione a livelli di illuminamento richiesti su tutto il percorso all'interno della galleria, delle vie di fuga, dei piazzali di raccolta e di tutti i locali della centrale di servizio.

### 21.2.2 Indicazioni principali

Requisiti minimi,

- condizioni di visibilità necessarie per misure di evacuazione,
- garantita e sufficiente visibilità,
- pittogrammi segnaletici illuminati o retroilluminati lungo la via di fuga,
- indicazioni sulla direzione da prendere per raggiungere l'uscita di emergenza,
- mantenimento dell'uniformità prevista,
- evitare l'abbagliamento fisiologico.

### 21.2.3 Illuminazione d'emergenza in galleria

In caso di guasto alla rete di alimentazione, l'impianto deve garantire un livello minimo di luminanza di 1 cd/m<sup>2</sup> per un periodo di 30 min. Tutto il circuito di illuminazione permanente funziona anche da illuminazione di emergenza. Questo viene alimentata come sopra descritto con vari circuiti FTG100M1.

### 21.2.4 Illuminazione d'emergenza locali tecnici

Nei locali tecnici sono previsti apparecchi di emergenza autonomi.

La fonte di alimentazione per la lampada (batteria) è interna all'apparecchio, come lo sono anche l'unità di controllo, la lampada a LED stessa e gli eventuali dispositivi di prova e segnalazione.

#### 21.2.5 Calcoli illuminotecnici

L'appaltatore è obbligato a emettere i calcoli illuminotecnici di tutto il percorso interno della galleria e delle vie di fuga. Da loro deve emergere chiaramente, che sono garantite le intensità medie luminose richieste per l'illuminazione di emergenza.

I calcoli illuminotecnici sono da allegare alla documentazione di collaudo e di manutenzione.

## **21.3 Impianto rivelazione incendio**

### **21.3.1 Generalità**

In particolare l'impianto deve corrispondere alle definizioni e prescrizioni della,

- norma UNI 9795,
- norma EN54, parte 2,

ed essere realizzato secondo queste disposizioni.

### **21.3.2 Rivelatori di fumo ottici**

L'impianto di rivelazione d'incendio è previsto esclusivamente per i locali tecnici.

Rivelatori di fumo ottici analogici con uscita a relè e gestione attraverso il sistema centralizzato di gestione edificio.

### **21.3.3 Pulsanti di allarme**

Pulsanti di allarme con contatto pulito in uscita con arresto automatico per l'attivazione delle sirene.



## 21.4 SEGNALI STRADALI LUMINOSI

### 21.4.1 Prescrizioni normative e di legge

Tutta la segnaletica in galleria deve essere realizzata come segnaletica retroilluminata.

La segnaletica descritta nel presente paragrafo corrisponde al decreto legislativo n. 285 del 30/04/1992, Nuovo codice della strada, se non esplicitato diversamente.

Il collocamento corrisponde a quanto prescritto nel D.Lgs. 05.10.2006, n°264, la circolare ANAS n°7735 dal 08.09.1999 e le direttive ANAS “Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali secondo la normativa vigente”, edizione 2009.

### 21.4.2 Caratteristiche tecniche

Il sistema di segnaletica descritto si basa, nell’interesse della comprensibilità internazionale, sull’impiego di forme e colori, caratteristici per ogni classe di segnale, nonché, in quanto possibile, al solo utilizzo di simboli al posto di caratteri testuali.

La completa segnaletica verticale retroilluminata deve essere rivestita da un film rifrangente e corrispondere quanto meno alla classe 2 sec. EN 12899-1 in modo tale da assicurare la visibilità del segnale anche in assenza di alimentazione elettrica.

La completa segnaletica verticale retroilluminata deve essere alimentata dal quadro USV secondo il relativo disegno schematico.

### 21.4.3 Caratteristiche costruttive

Segnale stradale monofacciale per gallerie, retroilluminato, con carcassa e struttura portante in acciaio inossidabile di qualità AISI 316 L. Copertura in materiale sintetico autoe-stinguente ad alta resistenza meccanica, resistente alle variazioni di temperatura e alla corrosione, come agli idrocarburi e raggi ultravioletti.

## **21.5 PANNELLI A MESSAGGIO VARIABILE (PMV)**

### **21.5.1 Generalità**

Ad ogni accesso sono previsti pannelli a messaggio variabile (PMV) con tecnologia a LED costituito da un display a segnale stradale variabile come full color display. Il PMV è dotato di un'unità di controllo per la comunicazione e la diagnostica, connessa al livello di campo attraverso un'interfaccia RS485. Il comando e l'inserimento di testo avviene attraverso un'interfaccia seriale per via del PLC.

I testi e segnali stradali preprogrammati corrispondono al codice stradale con segnali secondo le prescrizioni del D.P.R. 495/92 e sono memorizzati nel PLC.

## 21.6 IMPIANTO SEMAFORICO E SBARRE

### 21.6.1 Generalità

Il traffico di tutto lo svincolo è regolato tramite un sistema semaforico automatizzato. Pertanto si definiscono sezioni di blocco in definite posizioni dell'opera e più precisamente in corrispondenza dei portali delle gallerie, nonché sulle strade di accesso allo svincolo.

### 21.6.2 Semafori

I semafori sono principalmente costituiti da tre lampade a LED di colore rosso, giallo e verde, con diametro singolo di 300 mm e di pannello di contrasto. Ad una distanza pari a 150 m prima di ogni sezione semaforica è installato un segnale triangolare di avviso semaforo.

La gestione e la regolazione dell'impianto semaforico avvengono attraverso il sistema di gestione centralizzato della galleria (PLC). L'alimentazione avviene in partenza dai singoli vani tecnici in prossimità dell'imbocco della galleria.

### 21.6.3 Sbarre

Il blocco traffico, con chiusura ed apertura in automatico, è realizzato con sbarre elettrificate a rotazione verticale.

Asta a sezione ovale in alluminio anodizzato corredato di n° 6 fanalini lampeggianti a LED rossi ad alta intensità luminosa. Gli apparecchi LED sono generalmente comandati manualmente ma sono anche connessi a stati di funzionamento della galleria predefiniti (chiusura galleria) con attivazione dall'impianto centralizzato PLC.

## 21.7 DELIMITATORI DI CARREGGIATA E ILLUMINAZIONE DI EVACUAZIONE

### 21.7.1 Generalità

L'illuminazione di sicurezza deve consentire la messa in sicurezza degli utenti attraverso le vie 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 la via di esodo e di segnalare la direzione di percorrenza della galleria in caso di emergenza.

### 21.7.2 Prescrizioni

L'illuminazione di evacuazione non è richiesta nel decreto „Norme funzionali e geometriche per la progettazione e la costruzione di strade nella Provincia Autonoma di Bolzano [2]”. La direttiva tedesca „Richtlinie für Ausstattung und Betrieb von Straßentunnel, RABT, [4]” e la direttiva ANAS „Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali [2]” richiedono il montaggio di un'illuminazione di evacuazione.

### 21.7.3 Illuminazione di evacuazione e delimitatori di carreggiata

L'illuminazione di evacuazione è realizzata tramite i delimitatori di carreggiata a LED. Questo apparecchio è inserito nel marciapiede ad interassi di 12,5 m e dotato di 3 elementi a LED ed in particolare,

- fila a 6 LED bianchi in senso di marcia (sempre acceso),
- fila a 6 LED rossi contro senso di marcia (sempre acceso).

### 21.7.4 Uscite d'emergenza

Le vie di fuga sono segnalate tramite due distinti sistemi di segnaletica, segnali illuminati per persone in fuga in fase di autosalvataggio, e cartelli indicatori per le vie di fuga utili per la percezione e l'orientamento in fase di transito. Entrambi i segnali indicano la distanza dalle uscite di emergenza.

## 21.8 IMPIANTI DI SORVEGLIANZA TVCC

### 21.8.1 Definizione dell'impianto

Impianto di TVCC adibito alla sorveglianza di tratte di galleria e delle aree di accesso.

Normativa di riferimento,

- norma CEI 79-3, fascicolo 3680C, capitolo 6,
- norma CEI 12-43, fascicolo 4145,
- guida CT 48, CT 52 e CT 100.

### 21.8.2 Criteri di scelta e di installazione

La scelta dei materiali e la composizione dell'impianto di sorveglianza TV a circuito chiuso sono da determinare in base alle diverse esigenze, nonché dell'ubicazione, e dipendono da,

- determinazione delle zone da sorvegliare e del numero di telecamere necessarie,
- scelta delle caratteristiche delle telecamere in funzione delle caratteristiche ambientali,
- scelta del tipo, della potenza e dell'ubicazione di eventuali illuminatori,
- scelta del tipo di impianto e delle condutture di interconnessione,
- configurazione delle centrali di controllo e di comando,
- determinazione delle procedure e dei metodi di gestione.

### 21.8.3 Telecamere

Le telecamere rappresentano la fonte del segnale video che è all'origine dell'intero sistema di sorveglianza e di allarme. La corretta scelta delle caratteristiche e dell'ubicazione costituisce la base di un impianto efficiente.

Dati fondamentali ai fini delle prestazioni,

- illuminamento minimo variabile in funzione della focale dell'obiettivo,
- la risoluzione,

- rapporto segnale-disturbo (min. > 40 dB),
- livello del segnale in uscita (da 0,7 – 1,0 Vpp),
- impedenza caratteristica dell'uscita (in genere 75 ohm),
- scelta dell'ottica adatta alle specifiche condizioni ambientali.

#### 21.8.4 Posizionamento e montaggio

Le videocamere sono installate al centro della carreggiata ad un'altezza di ca. 5,40 m, in ogni caso rispettando però le prescrizioni architettoniche della volta.

#### 21.8.5 Monitor

Monitor caratterizzati dalle dimensioni e dalle caratteristiche specificate nel progetto.

### 21.9 Apparati opzionali e integrativi

Gli apparati opzionali ed integrativi come,

- numero dei monitor impiegati,
- selezione di singole telecamere,
- funzionamento con sorgenti ausiliarie,
- custodie per interno ed esterno,
- registrazione delle immagini,
- varie.

determinano il livello di prestazione dell'impianto e sono specificati nel progetto.

#### 21.9.1 Prestazioni

Fornitura e posa dell'impianto di TV a circuito chiuso, comprensivo di ogni accessorio, nonché della minuteria necessaria e del materiale di fissaggio. La ditta installatrice deve, all'atto della consegna dell'impianto al committente, presentare i disegni relativi alle linee di alimentazione e di comando, numerazione delle morsettiere, descrizioni tecniche e manuali d'uso.

## 21.10 CONTEGGIO VEICOLI

### 21.10.1 Generalità

Sistema di rilevamento del traffico in grado di coprire una vasta gamma di esigenze, dal semplice conteggio veicolare, alla classificazione multicorsia e all'attivazione di procedure utente in funzione delle misurazioni in tempo reale.

### 21.10.2 Spire induttive

Spira induttiva per il riconoscimento di masse magnetiche che attraversano un varco monitorato. Caratteristiche tecniche,

- spire di rivelazione con posa a forma rettangolare,
- dimensione spira 2x1 m (larghezza strada x lunghezza strada),
- spira costituita da filo di rame isolato di sezione min. 0,5 mm<sup>2</sup>,
- spira realizzata con 4 giri non twistati per ogni spira,
- cavo di collegamento tra spira e centralina di monitoraggio con fili twistati in rame con min. 10 giri per metro,
- giunzioni saldate e racchiuse in apposita scatola stagna.

Qualora la larghezza della carreggiata rendesse necessarie spire con larghezza di 3 m al fine di evitare superficie scoperta, i giri di cavo non twistato dovranno essere 3 per ogni spira e non 4.

### 21.10.3 Sensore/Centralina di comando

Apparecchiatura contatraffico in grado di classificare i veicoli tramite l'analisi delle forme d'onda (pattern recognition) provocate dal passaggio di un veicolo su spire magnetiche induttive.

Centralina completa di interfaccia di rete per l'accesso tramite ogni sistema informatico standard.

Configurazione e controllo da PDA o computer portatili, tramite software fornito con l'apparecchiatura stessa o tramite Internet Explorer.

Caratteristiche prestazionali,

- conteggio veicoli,
- riconoscimento della direzione di marcia,
- rilevazione della velocità, lunghezza veicolo, gap (distanza in secondi tra il passaggio dei veicoli) e classificazione di ogni veicolo in transito tramite la lunghezza elettrica dei veicoli o tramite l'analisi della sagoma elettromagnetica,
- memorizzazione dati per ogni singoli veicoli,
- statistiche suddivise a seconda delle esigenze con analisi specifiche,
- monitoraggio in tempo reale,
- recupero dati tramite palmari, portatili o tramite un server connesso via network, GSM o ISDN,
- integrazione in un sistema di monitoraggio già esistente tramite l'utilizzo di web server, server FTP o tramite protocollo SOAP,
- sistema operativo Windows CE.

#### 21.10.4 Prestazioni

Completo della fornitura e posa in opera delle spire magnetiche da installare nella carreggiata sotto asfalto all'ingresso della galleria, risp. nelle posizioni indicate nel progetto, di adeguata dimensione e forma per garantire la copertura di tutta la carreggiata, delle tubazioni necessarie, nonché del taglio e della successiva sigillatura dell'asfalto.

Incluso quanto altro per il posizionamento e fissaggio dei pezzi, il cablaggio, la programmazione, la messa in servizio ed il collaudo, ogni onere compreso per dare l'opera compiuta a regola d'arte.



## **21.11 IMPIANTO DI CONTROLLO ALTEZZA VEICOLI**

### **21.11.1 Generalità**

All'ingresso della galleria per la limitazione dell'altezza netta della zona di transito è prevista l'installazione di un sistema di controllo altezza veicoli. Questo esclude che veicoli di altezza maggiore di 5,05 m possano entrare in galleria e protegge le installazioni montate sopra la zona di transito.

### **21.11.2 Composizione del sistema**

Il controllo altezza viene realizzato mediante un rilevatore laser a infrarossi con fascio stretto e modulato in funzionamento a barriera a luce riflessa. Nel caso di passaggio di un veicolo che supera l'altezza massima ammessa di 5,05 m, l'entrata in galleria viene negata. La possibilità di svolta può avvenire solamente nell'area di soccorso davanti al portale. Questo procedimento viene definito da un algoritmo prestabilito che coordina il sistema controllo altezza, il sistema di sbarre automatiche, l'impianto semaforico e i pannelli a messaggio variabile.

## 21.12 IMPIANTO TRASMISSIONE RADIO

### 21.12.1 Generalità

Nel passaggio dall'area aperta verso l'interno di una galleria ogni collegamento radio, subito dopo l'entrata in galleria, si stacca. Per macchine del gestore strade e per macchine di servizi di sicurezza, come polizia, vigili del fuoco e servizi di soccorso è dunque indispensabile che nel transito della galleria, nonché per il mantenimento della comunicazione in caso di emergenza, sia garantita su tutto il tratto della galleria una comunicazione radio ininterrotta verso la sede di commando fissa o mobile, oppure tra gli apparecchi radio mobili (apparecchi mobili con potenza di trasmissione 1 Watt).

Per aumentare la sicurezza degli utenti in galleria è prevista anche la trasmissione di almeno una stazione radio, con notizie sulla viabilità e in caso per dare delle indicazioni di comportamento attraverso la centrale di comando oppure attraverso il locale di servizio.

La ripartizione antincendio e protezione civile della Provincia realizza l'impianto radio..

### 21.12.2 Prestazioni

Oggetto del presente progetto è la predisposizione di tutte le tubazioni alle posizioni pre-stabilite degli apparecchi in campo, gli armadi necessari per il montaggio degli apparecchi descritti, delle interfacce, nonché delle alimentazioni ordinarie e di sicurezza per la realizzazione dell'impianto trasmissione radio a cura della Ripartizione antincendio e protezione civile della Provincia Autonoma di Bolzano.

## **21.13 IMPIANTO DI SUPERVISIONE**

### **21.13.1 Scopo**

Per la supervisione e la gestione, rispettivamente comando e regolazione delle apparecchiature di gestione del traffico è realizzato un sistema PLC ad alta disponibilità.

L'intera parte di nuova realizzazione e di ampliamento dell'impianto di gestione centralizzata deve essere integrata nel sistema esistente e deve essere gestito da quest'ultimo.

Le indicazioni per l'allestimento complessivo e specifico del sistema di automazione sono descritte in forma esaustiva negli elaborati progettuali.